

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 69/70

# NORDMARKSVASSDRAGET

Regionallimnologisk undersøkelse og vurderinger  
vedrørende overføring av vann fra  
Randsfjorden/Hurdalssjøen.

Vinteren og sommeren 1971.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan  
Medarbeider: Fil.kand. Gösta Kjellberg  
Rapporten avsluttet: Februar 1972

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	8
2. NEDBØRFELT	9
3. ARBEIDSOPPLEGG	13
3.1 Feltarbeid	13
3.2 Analysemetodikk	14
3.2.1 Fysisk-kjemiske analysekomponenter	14
3.2.2 Bakteriologiske analyser	17
3.2.3 Zoologiske og botaniske komponenter	18
3.3 Kort kommentar til de forskjellige parametre	19
3.3.1 Fysisk-kjemiske parametre	19
3.3.2 Biologiske undersøkelser	32
4. DE UNDERSØKTE LOKALITETER MED KOMMENTARER TIL UNDERSØKELSESRESULTATENE	36
4.1 Ølja	36
4.2 Tverrsjøen	39
4.3 Katnosa	43
4.4 Gjerdingen	48
4.5 Daltjuven	53
4.6 Store Sandungen	57
4.7 Hakkloa	62
4.8 Østre Fyllingen	67
4.9 Bjørnsjøen	72
4.10 Skjersjøen	77
4.11 Trehørningen	82
4.12 Helgeren	87
4.13 Øyungen	92
4.14 Ørfiske	97
4.15 Nordre Movatn	102
4.16 Søndre Movatn	107

	Side:
5. REGIONAL OVERSIKT OG SAMMENDRAG	112
5.1 Fysisk-kjemiske forhold	112
5.2 Bakteriologiske forhold	143
5.3 Phytoplankton (planteplankton)	146
5.4 Zooplankton (dyreplankton)	156
5.5 Fisk	163
6. DISKUSJON	174
6.1 Betydningen av overføring av vann fra Randsfjorden/ Hurdalssjøen til Nordmarksvassdraget	174
6.2 Sammenfattende diskusjon	188

- o -

#### TABELLFORTEGNELSE

Tabell nr.:

I	Meteorologiske og klimatologiske data for Nordmarka	11
II	Nedbørens kjemiske sammensetning i Maridalen 1971	11
1	Morfometriske forhold i Ølja	36
2	Hydrologiske forhold i Ølja	36
3	Fysisk-kjemiske forhold i Ølja	38 a
4	Bakteriologiske forhold i Ølja	37
5	Planteplanktonets sammensetning i 15 innsjøer i Maridalsvassdraget i juli måned	148-153
6	Dyreplanktonets sammensetning i 16 innsjøer i Maridalsvassdraget i juli måned	159
7	Morfometriske forhold i Tverrsjøen	39
8	Hydrologiske forhold i Tverrsjøen	39
9	Fysisk-kjemiske forhold i Tverrsjøen	42
10	Bakteriologiske forhold i Tverrsjøen	40
11	Morfometriske forhold i Katnosa	43
12	Hydrologiske forhold i Katnosa	43
13, 13a	Fysisk-kjemiske forhold i Katnosa	46-47
14	Bakteriologiske forhold i Katnosa	44

Tabell nr.:		Side:
15	Morfometriske forhold i Gjerdingen	48
16	Hydrologiske forhold i Gjerdingen	48
17, 17a	Fysisk-kjemiske forhold i Gjerdingen	51-52
18	Bakteriologiske forhold i Gjerdingen	49
19	Morfometriske forhold i Daltjuven	53
20	Hydrologiske forhold i Daltjuven	53
21	Fysisk-kjemiske forhold i Daltjuven	56
22	Bakteriologiske forhold i Daltjuven	54
23	Morfometriske forhold i Store Sandungen	57
24	Hydrologiske forhold i Store Sandungen	57
25, 25a	Fysisk-kjemiske forhold i Store Sandungen	60-61
26	Bakteriologiske forhold i Store Sandungen	58
27	Morfometriske forhold i Hakkloa	62
28	Hydrologiske forhold i Hakkloa	62
29, 29a	Fysisk-kjemiske forhold i Hakkloa	65-66
30	Bakteriologiske forhold i Hakkloa	63
31	Morfometriske forhold i Østre Fyllingen	67
32	Hydrologiske forhold i Østre Fyllingen	67
33, 33a	Fysisk-kjemiske forhold i Østre Fyllingen	70-71
34	Bakteriologiske forhold i Østre Fyllingen	68
35	Morfometriske forhold i Bjørnsjøen	72
36	Hydrologiske forhold i Bjørnsjøen	72
37, 37a	Fysisk-kjemiske forhold i Bjørnsjøen	75-76
38	Bakteriologiske forhold i Bjørnsjøen	73
39	Morfometriske forhold i Skjersjøen	77
40	Hydrologiske forhold i Skjersjøen	77
41, 41a	Fysisk-kjemiske forhold i Skjersjøen	80-81
42	Bakteriologiske forhold i Skjersjøen	78
43	Morfometriske forhold i Trehørningen	82
44	Hydrologiske forhold i Trehørningen	82
45, 45a	Fysisk-kjemiske forhold i Trehørningen	85-86
46	Bakteriologiske forhold i Trehørningen	83
47	Morfometriske forhold i Helgeren	87
48	Hydrologiske forhold i Helgeren	87



Tabell nr.:	Side:	
49, 49a	Fysisk-kjemiske forhold i Helgeren	90-91
50	Bakteriologiske forhold i Helgeren	88
51	Morfometriske forhold i Øyungen	92
52	Hydrologiske forhold i Øyungen	92
53, 53a	Fysisk-kjemiske forhold i Øyungen	95-96
54	Bakteriologiske forhold i Øyungen	93
55	Morfometriske forhold i Ørfiske	97
56	Hydrologiske forhold i Ørfiske	97
57, 57a	Fysisk-kjemiske forhold i Ørfiske	100-101
58	Bakteriologiske forhold i Ørfiske	98
59	Morfometriske forhold i Nordre Movatn	102
60	Hydrologiske forhold i Nordre Movatn	102
61, 61a	Fysisk-kjemiske forhold i Nordre Movatn	105-106
62	Bakteriologiske forhold i Nordre Movatn	103
63	Morfometriske forhold i Søndre Movatn	107
64	Hydrologiske forhold i Søndre Movatn	107
65, 65a	Fysisk-kjemiske forhold i Søndre Movatn	110-111
66	Bakteriologiske forhold i Søndre Movatn	108
67	Overflatevannets fysisk-kjemiske sammensetning i 16 innsjøer innenfor Maridalsvassdraget (juli maned 1971) samt Randsfjorden og Hurdalssjøen	120
68	Morfometriske data fra 16 innsjøer i Maridals- vassdraget	191
69	Hydrologiske data fra 16 innsjøer i Maridals- vassdraget	192

FIGURFORTEGNELSE

Figur nr.:		Side:
1	Maridalsvassdraget med nedbørfelt	12
2	Siktedyp, regional fordeling	121
3	Regional fordeling av overflatevannets oksygeninnhold (mg/l) i juli	122
3a	Regional fordeling av oksygenets metningsverdier i juli	123
4	Regional fordeling av overflatevannets pH-verdier i juli	124
5	Regional fordeling av overflatevannets fargeverdier i juli	125
6	Regional fordeling av overflatevannets $\text{KMnO}_4$ -verdier i juli	126
7	Regional fordeling av overflatevannets turbiditetsverdier i juli	127
8	Regional fordeling av overflatevannets spesifikke ledningsevne i juli	128
8a	Ionesammensetning i prosent i 16 innsjøer i Nordmarksvassdraget samt Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen	129
8b	Regional fordeling av overflatevannets kalsiuminnhold i juli	130
8c	Regional fordeling av overflatevannets natriuminnhold i juli	131
8d	Regional fordeling av overflatevannets magnesiuminnhold i juli	132
8e	Regional fordeling av overflatevannets kaliuminnhold i juli	133
8f	Regional fordeling av overflatevannets bikarbonatinnhold i juli	134
8f'	Regional fordeling av overflatevannets alkalitet i juli	135
8g	Regional fordeling av overflatevannets sulfatinnhold i juli	136
8h	Regional fordeling av overflatevannets kloridinnhold i juli	137

Figur nr.:		Side:
9a	Regional fordeling av overflatevannets innhold av total fosfor i juli	138
9b	Regional fordeling av overflatevannets innhold av total nitrogen i juli	139
10	Regional fordeling av overflatevannets jerninnhold i juli	140
11	Regional fordeling av overflatevannets manganinnhold i juli	141
12	Regional fordeling av overflatevannets silisiuminnhold i juli	142
13	Regional fordeling av overflatevannets innhold av bakterier i juli	145
14	Prosentvis sammensetning av planteplankton i juli 1971	154
15	Relativ fordeling av mengden planteplankton i 16 innsjøer i Nordmarksvassdraget i juli	155
16	De viktigste rotatoriegruppenes prosentvise fordeling i juli 1971	160
17	Krepsdyrplankton, prosentvis sammensetning i 16 Nordmarksinnsjøer	161
18	Relativ fordeling av mengden planktoniske krepsdyr i 16 innsjøer i Nordmarksvassdraget i juli	162
19	Røyas nåværende utbredelse i Nordmarksvassdraget	169
20	Sikens -"- -"- -"- -"-	170
21	Mortens -"- -"- -"- -"-	171
22	Gjeddens -"- -"- -"- -"-	172
23	Stingsildens nåværende utbredelse i Nordmarksvassdraget	173
24	Fysisk-kjemiske forhold på 40 meters dyp av Randsfjorden 1967 - 1968	193
25	Fysisk-kjemiske forhold på 40 meters dyp i Hurdalssjøen 1965	194

## 1. INNLEDNING

I brev av 11. mai 1970 fra Oslo kommune, Vann- og kloakkvesenet, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) bedt om for deres regning å undersøke og bedømme hvilken betydning en eventuell overføring av vann fra Randsfjorden eller Hurdalssjøen til Nordmarka vil få for de limnologiske og biologiske forhold i vassdragene der. En slik bedømmelse må bygge på data fra en undersøkelse av den nåværende vannkvalitet og biologiske status i Nordmarksvassdraget, og NIVA anbefalte derfor i brev av 2. juli 1970 at det ble samlet inn kjemiske, bakteriologiske og biologiske grunndata ved ulike tidspunkter (vinter, sommer) i løpet av ett år fra forskjellige dyp i følgende innsjøer: Ørfiske, Nordre og Søndre Movatn, Trehørningen, Helgeren, Øyungen, Gjerdingen, Katnosa, Store Sandungen, Hakkloa, Østre Fyllingen, Bjørnsjøen og Skjersjøen. Da det er viktig å kunne foreta beregninger av vannets oppholdstider i de forskjellige innsjøene, hvilket krever kunnskap om dybdeforholdene, ble det også foreslått at innsjøene skulle loddes opp, og at dybdekart skulle utarbeides for samtlige. Undersøkelsen ble kostnadsberegnet til kr. 95.000.-.

Det foreslåtte program, med unntak av opploddingen av innsjøene (de var allerede loddet opp), ble godtatt av Oslo kommunes vann- og kloakkvesen i brev av 14. september 1970 fra vannverkssjef K.S. Balstad.

Senere (i juni 1971) ble det satt frem ønske om at ytterligere to innsjøer skulle inngå i undersøkelsen, nemlig Ølja hvor overføringstunnelen eventuelt kommer til å munne ut, og Tverrsjøen som ligger nedenfor.

Denne økningen i programmet er kostnadsberegnet til kr. 7.000.-.

Feltarbeidet ble utført i løpet av ettervinteren og sommeren 1971.

For å kunne gi et mer fullstendig bilde av forholdene i hovedvassdraget er det senere også blitt samlet inn prøvemateriale fra Daltjuven.

## 2. NEDBØRFELT

Nordmarksvassdraget (se figur 1) ligger i og drenerer et område som i geologisk sammenheng hører til Oslofeltet. Det har sitt utspring i Puttmyrene, 675 m.o.h., i Jevnaker kommune. Herfra renner vannet gjennom en rekke større og mindre innsjøer i Nordmarka og samles til slutt i Maridalsvatnet. Avløpet herfra, Akerselva, munner ut i Oslofjorden. Det naturlige nedbørfeltet ble i tidsrommet 1908-1910 utvidet med nedbørfeltene til Ørfiske, Trehørningen, Nordvatn, Daltjuven og Gjerdingen. Overføringen skjer ved tunneler. Med disse overføringer er det totale nedbørfeltet 251,64 km<sup>2</sup>. Vassdraget, som er sterkt regulert og i alt har 32 demninger, tjener som drikkevannsforsyning for 75% av Oslos befolkning.

Berggrunnen i Nordmarka er av vulkansk opprinnelse og er størknet dypt nede i jordskorpen. Den består hovedsakelig av de permiske dyperuptiver som går under betegnelsen nordmarkitt - en syenittisk dypbergart med stort islett av kalifeltspat. Den kan også inneholde noe plagioklas, kvarts og mørke mineraler som biotitt og hornblende i liten mengde, samt ekerittrekken (som hører til de yngste granittiske dypbergarter og overveiende består av kalifeltspat og kvarts, med noe biotitt og natrium-kalsium-feltspat). Bergarten ekeritt er noe surere (dvs. rikere på kisel) enn bergarten nordmarkitt. Slike bergartstyper avgir i liten grad elektrolytter til avrenningsvannet.

Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. I de lavere områder (under 212 m.o.h.) finnes betydelige arealer med marine avleiringer som lokalt gir vannet et høyere saltinnhold. Enkelte steder i nedbørfeltet er det en del myr. Feltet er bevokst med skog, og gran og furu er dominerende tresorter. Fra myrområdene tilføres vassdraget humusstoffer som bl.a. påvirker vannets farge. Området er rikt på innsjøer, og det finnes i nedbørfeltet 13 større innsjøer med en overflate på over 0,5 km<sup>2</sup>, og ca. 136 mindre innsjøer og tjern som til sammen utgjør ca. 11% (sjøprosent) av nedbørfeltet.

Innsjøene er dannet ved isbreers eroderende virkning under siste istid (de er morenedemmede). Isen har hovedsakelig fulgt dalsenkningene i nordsydlig retning.

I de nedre deler av feltet finnes en del permanent bebyggelse, f.eks. tettbebyggelsen ved Sørbråten hvor det bor ca. 300 mennesker. I sommermånedene øker befolkningen her til det dobbelte på grunn av hyttebebyggelsen i egnen. For boligområdene er det innført tvungen, kommunal renovasjon av søppel og priveter. Ca. 3 km syd for Øyungen ligger militærforlegningen Skar, hvor det ifølge NIVA's rapport 0 - 92<sup>x)</sup> i gjennomsnitt oppholder seg ca. 150 personer. Denne bebyggelse har ordnet vannforsyning, og boligene er utstyrt med vannklosetter. Kloakkvannet blir samlet til et renseanlegg som gir vannet en høyverdig biologisk rensing. Det rensede vann passerer deretter et cellulosefilter og blir til slutt tilsett klor for desinfisering før det via en grøft føres ut i elven. Utenom denne militærforlegning er det ingen boliger som er utstyrt med vannklosett.

Jordbruksbebyggelsen er konsentrert til nedbørfeltets nedre områder - først og fremst omkring Maridalsvatnet. Jordbruksarealene strekker seg fra innsjøen langs Lautabekken og Dausjøelva opp til Skar. Noe husdyrbruk drives ikke lenger ved gårdene. Innenfor hele området er det et betydelig skogbruk. Vassdraget og innsjøene er tidligere i stor utstrekning blitt benyttet til tømmerfløting og tømmermagasin. I 1963 regnet man med at fløtingen omfattet ca. 26.700 m<sup>3</sup> tømmer. Denne virksomhet gir lokalt opphav til forurensing (barkavfall m.m.). I de senere år har imidlertid tømmertransport i stadig større utstrekning foregått pr. bil.

Friluftstrafikken i Nordmarka er stor og vesentlig større om vinteren enn om sommeren. Fisking og bading er forbudt i Maridalsvatnet og dets nærmestliggende vassdragsdeler.

Meteorologiske og klimatologiske data for området fremgår av tabell I som angir middelverdiene gjennom en lengre tidsperiode. Utover de data som fremgår av tabellen, kan tilføyes at isperiodens lengde innenfor nedbørområdet er 5-6 måneder og varierer noe, avhengig av innsjøenes størrelse. De største innsjøene fryser betydelig senere enn de mindre.

Tabell II gir et eksempel på nedbørens kjemiske sammensetning. Analyse er utført på nedbørprøver som i løpet av 1971 er samlet inn i Maridalen. Verdiene er uttrykt som middelverdier for denne periode.

x) Januar 1961

Tabell I. Meteorologiske og klimatologiske data for Nordmarka, 1971.

Måned	Tryvasshøgda		Hakkloa	
	Temperatur °C	Snedyp cm	Nedbørmengde mm	Istykkelse cm ≈
Jan.	- 5,6	62	76	50-60
Feb.	- 5,3	84	62	80-90
Mars	- 2,3	87	74	90-100
April	2,0	56	68	90-100
Mai	7,9	6	80	
Juni	11,9		72	
Juli	14,3		110	
Aug.	13,1		162	
Sept.	8,8		93	
Okt.	3,7	1	131	
Nov.	- 0,8	9	105	10
Des.	- 3,2	32	103	30
Middel pr. år	3,7		94,67	

Tabell II. Nedbørens kjemiske sammensetning i Maridalen.

Middelverdier for 1971

Surhetsgrad	pH	4,99	Magnesium	mg Mg/l	0,30
Spes. . ledningsevne, 20 °C	µS/cm	31,5	Natrium	mg Na/l	0,87
Farge	mg Pt/l	27	Kalium	mg K/l	0,45
Turbiditet	JTU	3,1	Jern	µg Fe/l	600
Permanganattall	mg O/l	1,0	Mangan	µg Mn/l	230
Alkalitet (pH = 4,5)	ml N/10 HCl/l	0,48	Total fosfor	µg P/l	46
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	5,06	Total nitrogen	µg N/l	1084
Klorid	mg Cl/l	1,26	Kobber	µg Cu/l	70
Kalsium	mg Ca/l	0,75	Sink	µg Zn/l	400





### 3. ARBEIDSOPPLEGG

#### 3.1 Feltarbeid

Opploddingen av innsjøene og utarbeidelsen av dybdekart er foretatt av Oslo kommunes vann- og kloakkvesen og vil ikke bli omtalt her.

Prøvetakingen om vinteren, som omfattet alle de nevnte innsjøene unntatt Daltjuven, Ølja og Tverrsjøen, ble utført i løpet av de første dagene i mars (1. - 5. mars) 1970. Prøvetakingen foregikk over det dypeste partiet i hver innsjø.

Temperaturmålinger og innsamling av vannprøver for kjemisk analyse ble utført på flere dyp. Bakteriologiske og biologiske prøver ble samlet inn fra overflate- og dyplagene. Temperaturen ble avlest direkte i felten, og vannprøvene ble analysert ved NIVA's laboratorium etter vanlig metodikk (se 3.2 Analysemetodikk).

Prøvetakingen om sommeren, som fant sted fra 12. til 15. juli, omfattet samtlige innsjøer unntatt Daltjuven. I likhet med prøvetakingen om vinteren ble temperaturen målt, og kjemiske prøver ble tatt fra flere dyp over det dypeste partiet i de respektive innsjøer.

Siktedypet i innsjøene ble målt ved at en hvit skive (Secchiskive) ble senket ned i vannet. Det dyp hvor skiven ikke lenger kunne sees, ble notert som siktedyp.

Biologiske og bakteriologiske prøver ble tatt i overflatevannet og på de dypere partiene i innsjøene. I noen av innsjøene (de dypeste) ble bakteriologiske prøver tatt fra tre forskjellige dyp. Videre ble det tatt både vertikale og horisontale håvtrekk.

Kompletterende prøver av både kjemisk og biologisk karakter ble innsamlet fra Daltjuven 11. januar 1972. Prøvetakingen ble utført på samme måte som i mars 1970.

### 3.2 Analysemetodikk

I det følgende er det gitt en kort omtale av de enkelte analysemetoder som ble benyttet.

#### 3.2.1 Fysisk-kjemiske analysekomponenter

Alle analyser er utført på instituttets laboratorium i Oslo innen en uke etter at prøvene ble tatt. Prøvene ble samlet inn på plastflasker - oksygenprøvene ble samlet inn på spesielle glassflasker, og prøvene ble fiksert i felten under prøvetakingen.

##### Temperatur

Temperaturen ble målt ved hjelp av vendetermometer med oppgitt nøyaktighet på  $\pm 0,01$  °C.

##### Oksygen

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

Benevning: mg O<sub>2</sub>/l og % O<sub>2</sub> i forhold til metning.

##### Surhetsgrad (pH) og spesifikk elektrolytisk ledningsevne (µS/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 µS/cm.

##### Farge

Vannets farge er målt fotometrisk med 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. Turbiditetsmålingene blir utført med instrumentet Hach Laboratory Turbidimeter, modell 1860. Til kalibrering av instrumentet er brukt en standard formalinløsning.

Benevning: JTU.

### Permanganattall

Permanganattallet er et mål for prøvens innhold av organisk stoff. Prøven surgjøres og tilsettes en kjent mengde kaliumpermanganatløsning, det hele varmes opp i vannbad i 20 minutter. Overskuddet av permanganat blir så bestemt jodometrisk.

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

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

Benevning: mg SO<sub>4</sub>/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. Ortofosfat reagerer med ammoniumheptamolybdat i surt miljø til gulfarget fosformolybdensyre, som reduseres med ascorbinsyre ved 70 °C til molybdenblått. Oksalsyre tilsettes reagenset for å redusere interferens fra silisium.

Benevning: µg P/l.

#### Total fosfor

Prøvene for total fosfor analyser 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: µg P/l.

#### Nitrat

Den benyttede analysemetode gir et resultat som omfatter 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 mµ.

Benevning: µg N/l.

#### Total nitrogen

Organisk nitrogen og ammonium er fotooksydert med en høytrykks kvikksølvbuelampe i nærvær av hydrogenperoksyd (pH ca. 7,0). Summen av NO<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub> som dannes på denne måte sammen med det opprinnelige NO<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub>, er bestemt med Technicon AutoAnalyzer. (Se metode for nitrat.)

Benevning: µg 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 1/10 N/saltsyre til pH 4,0 og pH 4,5.

Benevning: ml N/10 HCl/l.

### Kalsium, magnesium, natrium og kalium

Disse metallioner er bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjonspektrofotometer, modell 303. Det ble benyttet acetylenluftblanding til flammen. Ved bestemmelse av kalsium ble eventuell interferens fra sulfat og fosfat i prøven hindret ved tilsetning av et stort overskudd av bariumklorid.

Benevninger: mg Ca/l, mg Mg/l, mg Na/l og mg K/l.

### Jern

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

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

### Mangan

Mangan ble bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjonspektrofotometer, modell 303.

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

### Silisium

Silisium er bestemt kolorimetrisk med AutoAnalyzer. Prøven tilsettes svovelsur ammonium-molybdatløsning, hvorefter det dannede silisiummolybdat 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:  $\text{mg SiO}_2/\text{l}$ .

### 3.2.2 Bakteriologiske analyser (kimtall og coliforme bakterier)

Prøvene er analysert for innhold av levedyktige heterotrofe bakterier (kimtall) og for innhold av coliforme bakterier.

Kimtall er bestemt ved at et passende volum av prøven blandes i en petriskål med smeltet agarmedium av temperatur 43 - 44 °C. Når agar-mediet er stivnet, plasseres skålene i et mørkt skap og får stå der ved værelsestemperatur (18 - 22 °C) i tre døgn. Da telles de fremkomne kolonier på platene. Resultatet blir mest nøyaktig når antall kolonier pr. plate ligger mellom 25 og 500. Er det flere enn 500 kolonier pr. plate, angis prøvens sannsynlige bakterieinnhold å være større eller lik den funne verdi opptil 800 kolonier pr. plate, og større enn (>) den funne verdi når antall kolonier pr. plate overstiger 800. Fremkommer det få eller ingen kolonier fra det undersøkte vannvolum, kan man anslå at det sannsynlige bakterieinnhold i prøven er mindre enn (<) et visst nivå.

Agarmediet benyttet ved NIVA i denne metode består av: 3 g kjøttekstrakt (Difco), 5 g pepton (Difco), 15 g agar (Difco) og destillert vann til 100 ml. pH reguleres til 7,0 med natriumhydroksyd (NaOH).

For bestemmelse av coliforme bakterier benyttes ved NIVA en membranfiltermetode med m-Endo-Broth - MF som medium og inkubering i 19 + 1 time ved 35 °C. Denne metode er beskrevet i "Standard Methods for Water Analysis".

Etter den nevnte bok skal bare kolonier med metallglans eller mørk kjerne telles og angis som "coliforme" bakterier. Metoden inkluderer de fækale coliforme bakterier og de coliforme bakterier som naturlig finnes i jord og vann.

Ved telling av antall kolonier på membranfilteret gjelder liknende regler som for kimtallsplater. Resultatene for coliforme bakterier er derfor også angitt med betegnelsen lik, mindre enn, større enn det telte antall kolonier.

### 3.2.3 Zoologiske og botaniske komponenter

De zoologiske og botaniske undersøkelser omfatter bestemmelse av antallet av de viktigste planteplankton- (phytoplankton) og dyreplankton-arter (zooplankton).

Håvprøvene (kvalitative) er til dels studert under vanlig mikroskop, der artsbestemmelsen ble utført, dels er prøvene plassert i kammer der planktonorganismene i vannet sedimenterte før den prosentvise fordelingen mellom de forskjellige plankton-artene ble beregnet ved hjelp av stereomikroskop.

### 3.3 Kort kommentar til de forskjellige parametre

#### 3.3.1 Fysisk-kjemiske parametre

##### Temperatur

Temperaturforholdene (varmeforholdene) påvirker vannets plante- og dyreliv både direkte (stoffomsetning, tilvekst, forplantning osv.) og indirekte (virkninger av f.eks. temperatursjiktning, stagnert vann med oksygenmangel osv.). Temperaturen er derfor en nøkkelparameter når det gjelder innsjøenes og vassdragenes stoffhusholdning. Videre påvirker temperaturen de fysisk-kjemiske prosessene som f.eks. reaksjonshastigheter og metningsverdier for oppløste gasser i vannet - spesielt oksygen.

Ved temperaturmålinger i innsjøer er man spesielt interessert i å få et bilde av de rådende sjiktningforhold. På grunn av at vannets tetthet praktisk talt i sin helhet avhenger av temperaturen slik at tetthetsdifferensen pr. grad øker med stigende temperatur over 4 °C eller synkende temperatur under 4 °C, oppstår en mer stabil termisk sjiktning jo lengre en viss temperaturgradient ligger fra 4 °C.

Våre tempererte innsjøer gjennomgår oftest fire forskjellige termiske perioder pr. år, nemlig to sirkulasjonsperioder (vår og høst), da temperaturen ligger nær 4 °C, og hele vannmassen ved vindpåvirkning lett kan blandes; og to stagnasjonsperioder da vannmassen på grunn av den termiske sjiktning inndeles i to hoveddeler (sommer og vinter). I innsjøer som ikke er så utsatt for vindpåvirkning, uteblir ofte vårsirkulasjonen - slike innsjøer sier vi er vårmeromiktiske. Om sommeren har man en stabil lagdeling med relativt varmt vann ovenpå noe kaldere - sommerstagnasjonsperioden. Om vinteren er vannmassene i overflatelaget avkjølt, og vindfaktoren uteblir på grunn av isdekket - da har man altså en stabil lagdeling med kaldt vann ovenpå noe varmere i dypet - vinterstagnasjonsperioden.

Spesielt er stagnasjonsperiodene av limnologisk interesse på grunn av at vannmassene derved deles i to hovedsjikt, et øvre (epilimnion) hvor temperaturforholdene på det nærmeste er ensartet (homoterme), og total-sirkulasjon lett oppstår under vindpåvirkning, og et nedre sjikt (hypolimnion) hvor temperaturforholdene er relativt ensartet (en svakt avtakende gradient mot bunnen om sommeren, og en svakt stigende gradient mot bunnen om vinteren). Dette sjiktet ligger derfor mer eller mindre "låst" under det øvre sjiktet og vil bare kunne påvirkes ved ekstra sterk vindpåvirkning. Normalt er det ikke noen større sirkulasjon og om-blanding av vannet i dette sjikt. Videre er vannutskiftningen med de ovenforliggende vannmassene meget liten, men på grunn av forandringer i de ytre påvirkningskrefter (vind, lufttrykk, tilløpsvann osv.) er det som regel alltid en viss bevegelse også i de dypereliggende vannmasser.

Mellom de to vannsjiktene finnes et overgangssjikt (metalimnion, termoklin, sprangsjikt) hvor temperaturkurven har et "infleksjonspunkt", dvs. sterkt heteroterme temperaturforhold. Den resulterende tetthetsgradient er iblant så kraftig at betydelige mengder organisk materiale som synker, kan danne en "falsk bunn" i dette nivå. Ved vindpåvirkning oppstår kompliserte turbulensfenomener i dette sjiktet, som delvis kan forårsake en vannutskiftning mellom de to hovedsjiktene.

Temperaturstudier gir således verdifulle opplysninger særlig om innsjøenes dynamikk og for beregning av "varmebudsjett", og er av vesentlig verdi når det gjelder tolkningen av øvrige parametre av fysisk-kjemisk og biologisk natur. Videre er temperaturen en brukbar parameter når det gjelder å studere strømforholdene og ved kartlegging av diverse utslipp.

### Oksygen

Oksygenet er et uunnværlig element for vannets plante- og dyreliv. Oksygeninnholdet er derfor en avgjørende faktor for vannets organismsamfunn. Videre har oksygenet stor betydning for viktige kjemiske oksydasjons- og reduksjonsprosesser i vannmassene og i bunnsedimentene. Innenfor limnologien spiller oksygenet dessuten en betydelig rolle som indikator for innsjøenes og vassdragenes stoffomsetning.



Ved ren diffusjon skjer oksygenets opptak og transport i stillestående vann ytterst langsomt. (For bare ved diffusjon å mette en 250 m dyp og opprinnelig oksygenfri innsjø med oksygen ville en trenge ca. 1 million år.) Vannets evne til å ta opp og løse oksygen avtar med stigende temperatur. Oksygenets løselighet i vann ved 30 °C er bare vel halvparten av løseligheten ved 0 °C. Ved 0 °C finner man i mettet vann ca. 14 mg O<sub>2</sub>/l og ved 20 °C knapt 9 mg O<sub>2</sub>/l.

Oksygeninnholdet i innsjøer og vassdrag bestemmes av flere faktorer. En økning av oksygenkonsentrasjonen beror for det meste på tilførsler fra luften under vindpåvirkning eller turbulens, f.eks. i en foss, og på planteplanktonets (innsjø) samt bunn- og strandvegetasjonens karbon-dioksyd-assimilasjon (innsjø, vassdrag) (fotosyntese). Dyr og planter respirasjon og nedbrytning av organisk materiale gir derimot en reduksjon i oksygeninnholdet. Det vil også alltid være et oksygentap til luften. Da disse og flere andre faktorer (bl.a. lufttrykket) avvekslende innvirker på oksygenkonsentrasjonen i vannet, finner man i virkeligheten sjelden den teoretiske metningsverdi (dvs. 100% metning) ved en bestemt temperatur og i en bestemt høyde over havet.

Studiet av vannets oksygeninnhold og metningsverdi i vertikal (innsjøer) og horisontal (innsjøer, elver) retning gir meget verdifulle opplysninger om vannets biologiske stoffomsetning, næringstilgang og organiske belastning.

I den næringsrike (eutrofe) innsjøen er det alltid oksygenmangel i hypolimnion under stagnasjonsperiodene (sommer, vinter), og ofte oksygenoverskudd (metningsverdi over 100%) i overflatesjiktet (epilimnion) i produksjonsperioden om sommeren. Den næringsfattige (oligotrofe) innsjøen viser i sommerstagnasjonsperioden en temmelig jevn oksygenfordeling nær metningsverdien (80-100%) i hele vannmassen, absoluttverdiene (mg/l) øker gjerne nedover mot dypet etter som temperaturen avtar.

I løpet av produksjonsperioden om sommeren utsettes et næringsrikt vassdrag for svingninger når det gjelder oksygeninnholdet. Verdiene er høye, omkring - eller endog over - metningsverdien om dagen når plantenes assimilasjon er høy, og verdiene er lave om natten når respirasjonen overtar.

Om vinteren viser disse vassdragene ofte lave verdier, og i enkelte tilfeller er det fritt for oksygen. Næringsfattige vassdrag har høyt oksygeninnhold som ligger nær eller ved metningsverdien, og det foreligger ingen døgnvariasjon.

Ved at så pass ulike oksygenforhold kan oppstå i våre innsjøer og vassdrag, kan faunaen og floraen i de forskjellige vanntypene komme til å bli forskjellige både med hensyn til artsforekomster, utbredelse og størrelse. Da organismesamfunnet i høy grad påvirker sine omgivelser, kommer derfor de forskjellige innsjøene til å forandres ytterligere med hensyn til næringsinnhold.

Det er spesielt det organiske materiale som tilføres våre innsjøer og vassdrag fra industri (særlig celluloseindustri og visse typer næringsmiddelindustri), jordbruk og kommunalt avløpsvann, som ved mer eller mindre sterk nedbrytning har blitt et alvorlig problem for oksygenbalansen i våre vannforekomster. Observasjoner av oksygeninnholdet i vannet er derfor av sentral betydning når det gjelder studier av disse forhold. For at en vannforekomst skal fungere normalt, regner man med at oksygeninnholdet i innsjøens epilimnion og i et vassdrag ikke bør ligge under 5 mg  $O_2$ /l.

#### Vannets surhetsgrad, pH

pH er et mål for vannets konsentrasjon (eller rettere for aktiviteten) av hydrogenioner. pH reguleres i de fleste tilfeller av buffersystemet:  $CO_2-HCO_3^-CO_3^{2-}$  (karbondioksyd-bikarbonat-karbonat-systemet). Vannet betegnes som surt når pH-verdien ligger under 7, og som basisk når verdien overstiger 7. Når karbondioksydverdien ( $CO_2$ ) øker, avtar pH-verdien, og vannet blir surere. Ved at karbondioksyd ( $CO_2$ ) forbrukes ved algenes og vannplantenes assimilasjon (solenergi +  $CO_2 \rightarrow O_2 + C$  (organisk))

skjer en relativ økning av bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) og karbonat ( $\text{CO}_3$ )-verdiene; pH øker samtidig som oksygen ( $\text{O}_2$ ) frigjøres. Ved organismenes respirasjon og i en viss utstrekning ved nedbrytning av organisk materiale forbrukes oksygen, og karbondioksyd frigjøres; pH avtar. Særlig i næringsrike (eutrofe) innsjøer med rikelige alge- og vegetasjonsforekomster der ikke bare den frie karbondioksyden, men også den halvbundne karbonsyren ( $\text{HCO}_3$ ) forbrukes ved assimilasjonen, finner man derfor en utpreget døgnvariasjon for pH. Høyeste verdi for pH vil da forekomme om dagen - ofte kan man da måle pH-verdier på 9 - 10 (assimilasjonsperioden). Laveste pH-verdi forekommer om natten, og da spesielt den siste delen av natten.

I kalk- og bikarbonatfattig vann, mer eller mindre påvirket av organisk materiale (humus), spiller humus-syrene dessuten en viktig rolle for pH, og i ekstra sure myrvann (tjern) med høyt humusinnhold synes karbondioksydinnholdet å være av underordnet betydning for pH sammenliknet med humus-syrer og andre organiske syrer. pH henger videre sammen med vannets saltinnhold (ioner, elektrolytter). Jo høyere saltinnholdet er (særlig kalsium), jo mer buffret er vannet. Dette medfører høyere og stabilere pH-verdier.

Ved å måle pH kan man få informasjon om hvilke biologiske forandringer som foregår i vannet. Videre er pH en viktig økologisk faktor idet de forskjellige organismer og organismesamfunn har bestemte toleransegrenser. Stort sett kan man si at pH-verdier under 5 og over 8 virker skadelig og i mange tilfeller til og med dødelig for flere av organismene som lever i vann (akvatiske). pH-verdien har videre betydning når det gjelder å utnytte vannet som drikke- og industrivann, etter som surt vann, i høyere grad enn basisk, virker korroderende på metaller og da spesielt på kobber, som bl.a. gir vannet dårlig smak.

### Alkalitet

Ved å titrere med sterk syre kan vannets innhold av sterke anionbaser bestemmes. Alkaliteten i upåvirket ferskvann er identisk med karbonat-alkalitet og bestemmes vanligvis helt av karbonsyresystemet. Alkalitetstitreringer ved siden av pH-målinger er de analytiske utgangspunkter ved bestemmelse av karbonat - bikarbonat - karbonsyre - buffersystemet ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) og gir derfor informasjon om vannets bufferevne.

Ute i naturen finner man ofte høy alkalitet i hardt vann med høyt kalkinnhold. Slikt vann er ofte høyproduktivt med rik vekst og rikt dyreliv. Vann med høye alkalitetsverdier har høye pH-verdier og påvirkes i mindre grad av syreutslipp og sur nedbør enn vann med lav alkalitet.

Alkalitetsstudier er spesielt viktige når man har å gjøre med utslipp av sterke syrer eller baser. Ved forurensingssituasjoner der vannets innhold av ammonium er høyt, kan endog  $\text{NH}_3$  -  $\text{NH}_4^+$ -systemet påvirke alkaliteten. Planter utnytter som kjent  $\text{CO}_2$  ved sin assimilasjon og påvirker på denne måten karbonsyre-systemet. Alkalitetsstudier er derfor viktige ved produksjonsmålinger av alger og høyere vekster. Lav alkalitet finner man under naturlige betingelser i sure og saltfattige vann, og høy alkalitet i saltrike vann med høy pH, og da spesielt som nevnt i kalkrike vann.

### Farge

Vannets farge forårsakes av flere faktorer, så som egenfarge, oppløste stoffer i vannet, suspenderte partikler, fluorescenseffekter og refleks fra bunnen hvis dypet ikke er for stort. Av disse faktorene er det de oppløste stoffene og suspenderte partiklene som ansees å ha størst betydning. Overflatevann inneholder alltid større eller mindre mengder fargede substanser. Disse tilføres til dels fra nedbørområdet, dels er de et resultat av nedbrytning av planter og dyr som produseres i vannforekomstene. Spesielt humusstoffene som i form av sure kolloider av organisk natur blir tilført innsjøene og vassdragene fra skogs- og myrmarker

i omgivelsene, brunfarger vannet i høy grad og må derfor kanskje ansees som de viktigste faktorer når det gjelder vannets farge. De fargestoffer som oppstår i innsjøen, går noe mer i gulgrønt og setter sjelden sitt preg på vannet i samme grad som humusstoffene gjør det. Unntak fra denne regel er de innsjøer og vassdrag som har en stor forekomst av planteplankton, som i høy grad påvirker fargen på vannet. Innsjøer og vassdrag som får tilført store mengder breslam, blir sterkt påvirket av slampartikler, og vannet får en grønnaktig farge. Erosjonsmateriale fra leirområder gir vannet et grumset og gråaktig utseende. I humusfargede vann spiller også pH-forholdene en viss rolle da lave pH-verdier gir en svakere brunfarge enn høye pH-verdier gjør. Videre synes en kort oppholdstid av vannmassene å gi høyere fargeverdi enn en lang. Dette har sammenheng med at humusstoffene er av organisk natur og blir utsatt for biogen nedbrytning, som igjen er avhengig av tiden. Utfellingsprosesser er også viktige. Fargen gir i en viss utstrekning uttrykk for en innsjøes organiske belastning, og får herved nær forbindelse med f.eks. kaliumpermanganatforbruket ( $\text{KMnO}_4$ ) for så vidt som høye fargeverdier oftest korresponderer med høye permanganattall.

For vannets plante- og dyreliv, spesielt for de lyskrevende plantene, har vannfargen stor betydning etter som lysforholdene raskt blir redusert når vannfargen øker. Derved minker den produktive del av vannmassen og bunnflaten. Sterkt brunfargede vannforekomster er i alminnelighet lite produktive.

For å få ytterligere informasjoner kan en filtrere vannet og deretter utføre fargemålinger på nytt. Herved får en forståelsen av i hvilken grad partiklene (alger, leire osv.) i vannet bidrar til fargeverdiene.

Fargen på vannet gir altså informasjoner om vesentlige egenskaper ved vannet med hensyn til lysforhold, omsetningstid, humusinnhold, produksjon m.m. Særlig ved regionale undersøkelser er fargestyrken en

betydningsfull faktor for et vanns eller vassdrags karakteristik. Normalt finner en fargeverdi omkring 10 mg Pt/l i næringsfattige (oligotrofe) innsjøer og vassdrag som ikke påvirkes av myrvann. I skogområdene ligger verdiene ofte omkring 30-40. I små innsjøer og elver (bekker) som er påvirket av myrvann, kan en finne så høye verdier som 200 mg Pt/l.

Vann med høy fargeverdi passer dårlig til drikkevann og industrivann (misfarger bl.a. massen ved celluloseindustrien osv.).

### Turbiditet

Turbiditet er uttrykk for vannets evne til å spre lyset (gjennomskinnelighet) og er direkte forårsaket av suspenderte partikler i vannmassen, som sand-, leire-, jordpartikler samt diverse partikulært organisk stoff. Jo mer uklart vannet er, jo høyere blir turbiditeten. Normalt finner en verdier nær null i naturlige vannforekomster, når vannet ikke blir påvirket av partikulært materiale (leire, breslam osv.) som særlig skjer ved stor vannføring og ved kraftig nedbør.

I likhet med vannets farge bidrar høy turbiditet til at lysforholdene forverres med liten eller ingen planteproduksjon som resultat. Videre tilslammes bunnen lett. Disse faktorene påvirker i høy grad plante- og dyrelivet. I enkelte tilfeller kan plante- og dyrelivet på bunnen dø helt ut hvis partikkelinnholdet i vannet blir for stort (f.eks. ved slam fra gruver). Fiskens gytemuligheter begrenses, og den får vansker med å finne næring.

Vann med høyt partikkelinnhold er utjenlig som drikke- og industrivann fordi siler og filtre lett tettes igjen. Studier av turbiditeten har først og fremst praktisk betydning, f.eks. ved transportstudier av suspendert materiale og ved kartlegging av forurensingsutslipp i innsjøer og vassdrag.

### Siktedyp

Med en innsjøs gjennomskinnelighet eller siktedyp menes det dyp hvor en nedsenket, horisontal, hvit skive (Secchi-skive) blir usynlig fra vannoverflaten. Til tross for at metoden er beheftet med atskillige feilkilder, gir den et verdifullt mål på vannets optiske egenskaper. Siktedypet er avhengig av graden av leire-, slam- eller planktontilgrusingen, og også av vannets farge. Variasjonen i løpet av året kan derved være meget stor, men det forekommer også en variasjon i løpet av døgnet på grunn av vekslende lysklima.

Gjennom siktedypsbestemmelsen får man kjennskap til hvor langt lyset trenger ned i vannmassen, da man regner med at siktedypet tilsvarende det nivå hvor bare ca. 5% av det innfallede sollyset når. Ved at plantene er avhengig av sollyset for sin assimilasjon, kan man ved måling av siktedyp få kunnskap om en innsjøs algeproduserende egenskaper. Videre er siktedypet i høy grad en funksjon av innsjøens omgivelser og produksjonskapasitet og kan derved gi viktig informasjon om disse forholdene (tilførsel av salter, leirepartikler, humusstoffer, plantenæringsstoffer m.m.). Ved kartlegging av forurensingsutslipp kan også siktedypmålinger være et bra hjelpemiddel.

De høyeste verdier for siktedypet (10-40 m) finner en i lavtproduserende innsjøer i sterile fjell- og bergområder. I breslam-grumsede innsjøer kan imidlertid siktedypet reduseres til bare noen desimeter. Normalt finner en et siktedyp på 5-10 m i våre upåvirkede vannforekomster i lavlandet. Spesielt humusrike og høyproduktive (planteplanktonrike) og ofte leiregrumsede innsjøer pleier å ha siktedyp på mellom 1 og 3 meter.

### Kaliumpermanganatforbruk, $KMnO_4$

Kaliumpermanganatforbruket i en vannforekomst gir et relativt bilde av innholdet av organisk substans. Normalt regner en med at ca. 40% av det totale organiske stoffinnhold oksyderes ved denne metodikk. En hel del organiske stoffer brytes ned både kjemisk og biologisk, men enkelte substanser oksyderes bare kjemisk og andre bare biologisk. Som eksempel på substanser som hovedsakelig bare nedbrytes kjemisk, kan nevnes humusstoffene

i innsjøer og vassdrag som ligger i myr- og skogområder. En direkte forbindelse mellom vannets farge og permanganatforbruk foreligger derfor vanligvis. Når forholdet

$$\frac{\text{KMnO}_4 \text{ mg/l}}{\text{mg Pt/l}}$$

klart overskrider 1, påviser dette som oftest mer eller mindre unormal belastning av ufargede, organiske stoffer (forurensing).

Vannforekomst tilføres organisk substans på to måter, dels ved planktonets og andre levende vannorganismers omsetning av plantenæringsstoffer samt ved nedbrytning av levende organismer, og dels fra nedbørfeltet ved tilførsel av diverse organisk materiale så som humus, løv m.m.

#### frie

I naturvann foreligger den/organiske substans først og fremst i løst og kolloidal form. En kjenner lite til det organiske materialets betydning for organismelivet, organismenes stoffomsetning og produksjonskapasitet. Normalt finner en permanganatverdier fra 0 - 10 mg O/l i våre upåvirkede naturvann, med de høyeste verdiene i humusrike vannforekomster. Høye verdier tyder oftest på stor organisk belastning (forurensing) med medfølgende oksygenforbruk. Permanganatverdien har derfor betydning ved studier og kartlegging av forurensingsutslipp av organisk stoff fra industri, jordbruk og kommunalt avløpsvann. Drikke- og industrivann bør ikke ha verdier som overstiger 40 mg  $\text{KMnO}_4$ /l (dvs. ca. 10 mg O/l).

#### Jern og mangan

Jern og mangan forekommer i naturvann, dels i oksydert, treverdig form (på det nærmeste uløselig), dels i redusert, toverdig form. Spesielt har jerninnholdet interesse fordi det påvirker viktige kjemiske oksydasjonsforløp. For eksempel har jern betydning for vannets innhold av fosfater, ved at treverdig jern ved kolloidale ferri-silico-humat-komplekser binder frigjorte fosfationer i oksygenrikt miljø. Høyt jerninnhold virker skadelig på fisk og andre organismer, da jernfnokker (jernhydroksyd) kan avsette seg på fiskens gjeller f.eks. og derved kvele fisken. Dette opptrer spesielt der jernrikt og surt grunn- eller gruveavløpsvann kommer i kontakt med luft og på den måten oksyderes. Man mener derfor at



jerninnholdet i vann som blir brukt ved oppdrett av fisk, ikke bør overstige 0,5 mg Fe/l. I drikkevann bør jern- og manganinnholdet til sammen ikke overstige 0,3 mg/l. Jern- og manganinnhold som overstiger 1 mg/l, er direkte giftig for et stort antall organismer.

I humusrikt vann er innholdet av totaljern som regel betydelig høyere enn i humusfattig vann; dette kan muligens komme av at ferrihydroksydet kaldes i kolloidal løsning ved humuskolloidenes "beskyttelsesvirkning" eller ved kompleksdannelse med dem.

#### Spesifikk elektrolytisk ledningsevne

Vannets elektrolytiske ledningsevne gir et mål for elektrolyttinnholdet, eller enklere, vannets totale saltinnhold. De ioner som fremfor alt er betydningsfulle for vannets saltinnhold, pleier å bli benevnt som hovedkomponenter og omfatter  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  og  $\text{K}^+$  på kationsiden og  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  og  $\text{SO}_4^{--}$  på anionsiden. I enkelte tilfeller påvirkes også ledningsevnen av organiske syrer og hydrogenioner (spesielt i sure myrvann). Ionene (elektrolyttene) tilføres vannet med nedbøren (dette gjelder særlig  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  og  $\text{Cl}^-$ ) og ved utlakingsprosesser i nedbørområdet. Vannets ionesammensetning og saltinnhold er således avhengig av faktorer som nedbørens kjemiske sammensetning, de løse jordlagenes og berggrunnens beskaffenhet i nedbørområdet, forholdet mellom nedbør og avdunsting og bidrag fra menneskelig aktivitet (forurensinger m.m.). Hertil kommer også biologiske og, spesielt for innsjøene, morfologiske forhold inn.

I de fleste av våre innsjøer utgjør  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{HCO}_3^-$  det dominerende ioneparet, og bare de innsjøer som ligger i områder med særpreget klimatisk eller geologisk karakter, har en naturlig avvikende ionesammensetning. I kystnære vannforekomster eller i vannforekomster som hovedsakelig påvirkes av nedbør, finner en ofte  $\text{Na}^+$  på kationsiden og  $\text{Cl}^-$  på anionsiden som dominanter. I humusrike skogsvann pleier  $\text{SO}_4^{--}$  å dominere på anionsiden.

Når det gjelder å gi en generell karakteristikk av et naturvann, er saltinnholdet av betydning etter som dette gir informasjon om i hvilken grad en vannforekomst påvirkes av nedbørområdet (fjell, skog, dyrket jord osv.),

nedbør og eventuelle forurensinger. Videre kan en ved å studere årsvariasjoner i vannets saltinnhold få et visst kjennskap til f.eks. en innsjø biologiske og kjemiske stoffomsetning. Der det er om å gjøre å kartlegge f.eks. en forurensings spredning i vannmassene, kan ledningsevnen være en brukbar parameter. Målinger av vannets saltinnhold er spesielt viktig ved vurdering av ionebytteprosesser og tap av salter fra nedbørfeltet.

Av de ovenfor nevnte ionene er  $\text{Ca}^{++}$ -ionene mest variable med verdier fra ca. 1 mg/l i sure vann til 100 mg/l i særlig kalkrike vann. Kalsium er av spesiell biologisk interesse etter som flere dyregrupper synes å være direkte avhengig av vannets Ca-innhold for å kunne eksistere. Det har videre vist seg at organismenes (f.eks. fisk) motstandskraft mot unormale forhold (f.eks. giftvirkning av tungmetaller) øker når kalkinnholdet øker. Kalkinnholdet eller vannets hårdhet ( $\text{CaO} + \text{MgO}$ /l eller også uttrykt som  $\text{dH}^\circ$ , dvs. 10 mg  $\text{CaO}$ /l) er av spesiell interesse når det gjelder å vurdere vannets kvalitet som drikke- og industrivann (særlig for vaskerier). Kalksaltene bindes til fettsyrene i såpe og reduserer derved skumdannelsen hvis kalkinnholdet er høyt. Saltinnholdet og særlig kalkinnholdet er dessuten ytterst viktig for vannets bufferevne. Elektrolyttfattig vann finner man i områder hvor nedbørfeltet er bygd opp av harde bergarter og ofte i innsjøer med svært lite nedbørområde. I vannforekomster i skogs- og lavlandsområder ligger verdien for ledningsevnen oftest mellom 20 og 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Avrenningsvann fra kalkrike jordbruksområder eller vann som påvirkes av forurensing, har ofte et elektrolyttinnhold som tilsvarer en elektrolytisk ledningsevne på 100 - 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### Næringssalter, nitrogen og fosfor

Næringssaltene eller minimumsstoffene som de også kalles, spiller en avgjørende rolle for en innsjø eller et vassdrags biologiske balanse og stoffomsetning. Øking av næringssalttilførselen (ved forurensing) har derfor i mange av våre naturvann gitt betydelige gjødselseffekter (eutrofiering), først og fremst med planktonalgeoppblomstring (innsjøer) og igjengroing (grunne innsjøer, vassdrag) som resultat. Dette er effekter som fra menneskelig synspunkt blir sett på som lite ønskelig, da verdien av et vann som kilde for drikkevann, industrivann og rekreasjonsformål

(bading, fiske) reduseres sterkt når slike tilstander opptrer. Derfor er det ved våre avløpsrenseanlegg nå aktuelt å satse på reduksjon av næringsalter. Dette er blitt en både betydningsfull og omdiskutert sak. Hittil har man av gode grunner ansett fosfortilførselen som den alvorligste gjødselsfaktoren, og derfor i første rekke innrettet rensetiltakene deretter. Det er først og fremst den sterkt økede algeproduksjonen som har medført de alvorligste ulemper (tilgrumsing og misfarging, lukt og smaksforringelse, tetting av filtre, biologiske ulemper, forgiftning, sterkt økt oksygenforbruk ved nedbrytning av alger, forandrede lys- og næringsforhold for andre organismegrupper osv.).

Nitrogen og fosfor i naturvann er nært knyttet til de biologiske og kjemiske prosesser i vannet og slammet og opptrer derved i et flertall fraksjoner (løst, bundet osv.) i sitt limnologiske kretsløp. Av særskilt interesse er de fraksjoner som er direkte assimilerbare for plantene, nemlig nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og fosfat-fosfor ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ). Innholdet av disse er lavt i produksjonsperioden fordi de opptas av plantene, og høyt i nedbrytningsperioden, samt i de vannsjikt der konstant nedbrytning og mineralisering foregår, f.eks. i hypolimnion i de lagdelte innsjøer.

Ved å få kjennskap til innholdet av nitrat og fosfat-fosfor og til totalinnholdet av nitrogen og fosfor, får man derfor både teoretisk og praktisk verdifull informasjon om en innsjøs eller et vassdrags produksjonstilstand, produksjonskapasitet, påvirkning av forurensingsbelastning og dens følger.

Ved naturlige forhold regner en med at hoveddelen av det nitrogeninnhold som finnes i vannet, blir tilført og frigjort i vannmassen og bunnslammet ved nedbrytning av organisk substans som blir tilført fra nedbørområdet. Videre tilføres en betydelig mengde ved nedbøren og ved at enkelte alger (blågrønnalger) og bakterier direkte kan utnytte (forbruke) molekylært nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Fosforet kommer fra fosforholdige mineraler (f.eks. apatitt) og er således under naturlige betingelser direkte avhengig av nedbørområdets geologi. I naturvann finner en ofte et forhold på ca. 1 : 25 mellom fosfor- og nitrogenmengden.

## Kisel

Til tross for at kisel er et av de vanligste elementer i jordskorpen, finnes det i små mengder i vann. Dette forklares ved at kisel er meget tungtløselig. I vann forekommer kisel som svaker syrer, og sannsynligvis foreligger størsteparten i naturvann hovedsakelig som kiseldioksyd ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) som lett går over i kolloidal form. Innholdet av løst kisel i innsjøer og vassdrag varierer i regionalt henseende. Vannets kiselinnhold har biologisk betydning etter som de fleste skallbyggende organismer direkte er avhengig av kisel. Dette gjelder spesielt for de kiselalgenene (diatoméene) som er ytterst viktige for næringsomsetningen i vannet. De planktoniske kiselalgenene opptrer først og fremst vår og høst, og kiselinnholdet er derfor oftest betydelig lavere i disse perioder på grunn av at algen tar opp kisel.

Det er således hovedsakelig ved produksjonsbiologiske studier en er interessert i vannets kiselinnhold. Når en vannforekomst tilføres sekundære forurensinger i form av andre viktige næringsalter, er nettopp kiselinnholdet en faktor som er produksjonsbegrensende for kiselalgenene.

### 3.3.2 Biologiske undersøkelser

Biologiske undersøkelser har først og fremst inngått i resipientundersøkelser, og som regel har de kvalitative og mer beskrivende undersøkelser dominert. Disse undersøkelser har sin verdi ved at de gir et integrert bilde av forurensingens effekt, noe som er vanskelig å oppnå ved fysisk-kjemiske undersøkelser. Ulempen med disse undersøkelser har vært at man ikke på liknende måte som ved de fysisk-kjemiske undersøkelser, har kunnet kvantifisere og anvende de kvalitative resultatene til stringente prognoseberegninger.

I den senere tid har de biologiske undersøkelserne fått en mye større betydning ved innføringen av kvantitativ metodikk. Spesielt når det gjelder å bedømme og kartlegge integrerende langtidseffekter, sekundære forurensingseffekter og gifteffekter, er de biologiske parametre av sentral betydning.

### Plantep plankton (phytoplankton)

Plantep planktonet som består av mikroskopiske planter (alger) fritt svevende i vannmassen, står ofte i vesentlig grad for innholdet av organisk stoff i våre innsjøer. De er derfor av fundamental betydning både når det gjelder nærings- og oksygenforholdene i vannforekomster. Mange plantep planktonorganismer er også viktige indikatorer på et vanns næringsinnhold, saltinnhold, pH osv. Ved kvalitative og kvantitative undersøkelser av plantep planktonfloraen kan man derfor få verdifulle opplysninger om innsjøens tilstand, produksjonsstatus og innhold av næringsalter. Særlig ved sekundære forurensingsproblemer er plantep planktonundersøkelsene nødvendige.

I en naturlig lavlandsinnsjø finner man en meget lav plantep planktonforekomst om vinteren når lysforholdene er dårlige. Om våren skjer en oppblomstring, først og fremst av små kiselalger (diatoméer), som om sommeren etterfølges av gulalger (chrysophycéer) og senere grønnalger (chlorophycéer). Om høsten (i sirkulasjonsperioden) kommer kiselalgene tilbake igjen og nå med større individer.

Når en innsjø belastes med næringsaltrikt utslipp (kommunalt avløpsvann), forskyves planktonfloraen mot grønn- og blågrønnalger (cyanophycéer) samtidig som algemengden øker kraftig. Ved ekstrem belastning domineres innsjøen av blågrønnalger.

### Dyreplankton (zooplankton)

Dyreplanktonet består av to hovedgrupper organismer, - hjuldyr (rotatorier) og krepsdyr (crustacéer), som hovedsakelig oppholder seg i de frie vannmasser. Spesielt har krepsdyrene betydning for fiskens yngel- og ungdomsstadier og for flere fiskearter også for hele livet. Fiskefaunaen har derfor stor innvirkning på dyreplanktonets størrelse og forekomst. Det er således først og fremst ved fiskeribiologiske undersøkelser, når det gjelder å bedømme næringsgrunnlaget for fisk, at studiet av dyreplanktonfaunaen er viktig.

Her i landet er dyreplanktonfaunaen relativt ensartet, og noen utpregede indikatorarter i likhet med planteplanktonalgene finnes ikke. Ved kvantitative studier og studier av den kvalitative fordelingen av dyreplanktonet kan man allikevel få god informasjon om en innsjøs næringsforhold og tilstand. Studier av forholdet mellom plante- og dyreplankton gir videre god informasjon om en innsjøs næringsbalanse.

### Bakteriologi

Bakteriologiske vannanalyser utføres først og fremst når det gjelder å bedømme og kontrollere råvann som anvendes til drikkevann og industri- vann (innen næringsmiddelindustrien).

Det er vanligvis tre prøver som utføres ved en hygienisk bedømmelse av et vann, nemlig:

1. Kimtall (ved 20 °C), som gir et mål på antall levende heterotrofe bakterier. Disse bakterier som naturlig finnes i vann, deltar i nedbrytningsprosessene og inngår derfor som en meget viktig komponent i innsjøens eller vassdragets stoffomsetning.

Da disse bakterier er avhengig av innholdet av nedbrytbart organisk stoff og på den måten øker når det organiske stoffinnhold øker, gir de et visst mål på et vanns organiske belastning og biologiske oksygenforbruk. Høye kimtall kan man derfor vente hvor det er spesielle forurensningssituasjoner av organisk natur, likeledes under naturlige forutsetninger etter produksjonsperioder og snøsmeltingsperioder (selv etter kraftig nedbør), da store mengder organisk stoff tilføres og anrikes i vannet.

Siden bakteriene er intimt forbundet med innsjøens eller vassdragets stoffomsetning, er bakteriologiske undersøkelser av stor verdi når det gjelder å bedømme stoffomsetningskapasitet, selvrensningsevne ved belastning osv. i en vannforekomst. Videre kan nevnes at bakteriene er en viktig næringskilde for et flertall vannorganismer.

2. Coliforme bakterier (37 °C) (*Escherichia coli* og liknende bakterier) påviser forekomst av tarmbakterier fra mennesker og varmblodige dyr, og gir på den måten et mål på fækal forurensing, f.eks. kloakkvann. Testen er imidlertid ikke helt spesifikk, da selv naturlig forekommende bakterier, spesielt jordbakterier fra dyrket mark, kan gi liknende resultat. Dette gjelder særlig ved kraftig nedbør eller ved snøsmelting da store mengder jordbakterier tilføres vannet.
  
3. Termostabile, coliforme bakterier (44 °C, hovedsakelig *Escherichia coli*) som man her i Norden anser for å gi en temmelig spesifikk indikasjon på fersk fækal forurensing, gir derimot en direkte indikasjon på kloakkvannsutslipp. Ved bedømmelse av drikkevannet er det videre vanlig å bestemme kimtall ved 37 °C, som i vårt klima gir en oppfatning av innholdet av fremmede bakterier av ikke-fækal natur i vannet, f.eks. diverse forråtnelsesbakterier som følger med utslipp fra næringsmiddelindustrier, slakterier osv.

For nærmere å belyse de normer som råder, vises til nedenstående tabell, som er utarbeidet av Statens institutt for folkehelse (SIFF).

Vannkilde	Kimtall 37 °C Antall/ml	Fullstendig prøve coli 37 °C Antall/100 ml	Fækale coli, 44 °C Antall/100 ml
Liten brønn, urenset, privat	< 50	Helst < 2 Til nød < 23	Tåles inntil 2 fra enkeltprøver i en serie
Vannverk, urenset, mindre enn 5000 innbygg.	< 50	Helst < 2 Til nød < 23	Tåles ikke
Vannverk, urenset, mer enn 5000 innb.	< 50	< 2 Unntaksv.<10	Tåles ikke
Renset vann	< 50	< 2 Til nød 2	Tåles ikke
Militærforlegninger	< 50	< 2 Til nød 2	Tåles ikke

#### 4. DE UNDERSØKTE LOKALITETER MED KOMMENTARER TIL UNDERSØKELSESRESULTATENE

##### 4.1 Ølja

###### Morfometriske og hydrologiske forhold

Ølja som er den opprinnelige kilden for Vestre vassdrag, ligger i Lunner kommune, ca. 7,5 km fra Jevnaker. Ved normal vannstand er høyden over havet 526 m, lengden er ca. 1,3 km og største bredde 0,6 km. Innsjøen kan betegnes som et grunt skogsvann. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Morfometriske forhold i Ølja.

Høyde over havet i m	526,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,343
Volum i mill. m <sup>3</sup>	?
Største dyp i m	6,5
Middel dyp i m	?

Nedbørfeltet består av skog- og myrarealer. Ølja har tilløp gjennom fire mindre bekkesig og utløp til Tverrsjøen. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 2,4 m. Reguleringen skjer vår og høst.

Tabell 2. Hydrologiske forhold i Ølja.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	1,97
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,05
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	1,48
Teoretisk oppholdstid i år	0,5



### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har et typisk oligotroft preg med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Ølja er videre i liten grad påvirket av partikulært og organisk materiale fra omgivelsene, men en viss humuspåvirkning kan spores. Fargeverdiene er meget lave. pH ligger på den sure siden, nær 6,0, hvilket kan betraktes som normalt for området. Det synes ikke å foreligge noen stabil sjiktning om sommeren. Dette har sammenheng med at innsjøen er grunn, og hele vannmassen er vel gjennomluftet med oksygenverdier nær metningsverdien. Siktedypet den 15. juli 1971 var 4,5 m, og den visuelle fargen hadde en gulbrun nyanse. Kjemisk sett kan innsjøen nærmest betraktes som oligo-humøs. De fysisk-kjemiske data er gjengitt i tabell 3.

### Bakteriologiske forhold

Bakterieinnholdet er som normalt for innsjøer av denne type med lave verdier for både total kim og antall coliforme bakterier. Innsjøen er noe belastet med lett nedbrytbar organisk substans (løste humusstoffer).

Bakterieinnholdet er temmelig jevnt fordelt i vannmassen,- noe man kunne vente seg siden innsjøen er grunn, og ingen stabil sjiktning foreligger. De bakteriologiske forhold den 15. juli 1971 er gjengitt i tabell 4.

Tabell 4. Bakteriologiske forhold i Ølja den 15/7 1971.

Dyp	1 m	6 m
Coliforme	3/100 ml	3/100 ml
Kimtall	110/ml	110/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonfloraen var den 15. juli 1971 dominert av grønnalgene (Euchlorophyceae) *Gloeococcus schroeteri*, *Gloeococcus planctonica*, *Botryococcus braunii* og *Chlamydomonos* spp. Blågrønnalgen (Cyanophyceae) *Anabaena flos-aquae* var også vanlig. Algefloraens sammensetning fremgår av tabell 5 som viser et typisk bilde for et næringsfattig vann.

### Biologiske forhold

Dyreplanktonsammensetningen den 15. juli 1971 fremgår av tabell 6. Krepssdyrene (crustacéene) domineres av vannloppene *Holopedium gibberum* og *Bosmina coregoni* samt hoppekrepsen *Diaptomus gracilis* med den førstnevnte som dominant. Den rike hjuldyrfaunaen (rotatoriene) domineres helt av *Conochilus unicornis*. Dyreplanktonfaunaen viser en for området og sjøtypen normal og ventet sammensetning.

Fiskefaunaen utgjøres av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Siken stammer sannsynligvis fra Randsfjorden. Den ble tilført vassdraget ved utsetting i Tverrsjøen mellom 1865-1870. Røya stammer sannsynligvis fra en utsetting i Skarvevatnet i 1920. Abboren, som finnes i stort antall, er liten med en vekt på omkring 50-100 gram. Både siken (2-3 hg) og røya (1-2 hg) er også småfallen. Det er en middels bestand av småfallen aure i Ølja.

TABELL 3. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I ØLJA.

RR MND	DAG	SJØ DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG.	NA	K	TOTAL			
DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	RGE	BIDI.	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM		
71	7	15	ØL	10	17.00	8.5	90.2	6.35	17.5	20	1.0	4.5	50	35	0.8	5.1	1.7	1.70	0.37	0.80	0.36	155
71	7	15	ØL	30	16.80	6.31	18.0	18	0.7	3.7												

DYP	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	10	5	2			1.42	0.65												

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	...	=	MG PT/L			
TURBIDITET	...	=	MG SI02/L			
KMNO4	...	=	MG O/L			
TOT-FE	..	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-PO4	...	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDNET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

#### 4.2 Tverrsjøen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Tverrsjøen ligger i Lunner kommune, ca. 6,5 km fra Jevnaker. Innsjøen ligger 508 m.o.h. ved normal vannstand. Lengden er ca. 1,3 km, og største bredde er ca. 0,5 km. Innsjøen kan betegnes som et middels dypt skogsvann. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 7.

Tabell 7. Morfometriske forhold i Tverrsjøen.

Høyde over havet i m	508,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,314
Volum i mill. m <sup>3</sup>	?
Største dyp i m	22,0
Middel dyp i m	?

Nedbørfeltet består av myr- og skogsmark. Innsjøen har tilløp fra Ølja, Johanstjern, Svarttjern og fire mindre bekkesig. Den har utløp gjennom en bekk til Skarvevatn og videre gjennom Pershusvatn og Finntjern til Katnosa. Tverrsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 3,05 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 8.

Tabell 8. Hydrologiske forhold i Tverrsjøen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	5,75
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,14
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	4,32
Teoretisk oppholdstid i år	0,5

### Fysisk-kjemiske forhold

De fysisk-kjemiske data (tabell 9) viser at innsjøen er fattig på plantenæringsstoffer, har et lavt innhold av salter og således bærer et oligotroft preg. Vannet er svakt surt med en pH-verdi nær 6. Den 15. juli 1971 forelå et velutviklet sprangsjikt mellom 8 og 12 meters dyp. I de dypere vannmasser (hypolimnion) hadde det tydeligvis vært et visst oksygenforbruk, og oksygeninnholdet her var relativt lavt. Bortsett fra en viss humuspåvirkning tilføres ikke innsjøen noen større mengder organisk eller partikulært materiale. Vannets fargeverdi var relativt lav. Siktedypet var den 15. juli 1971 4,8 m, og den visuelle fargen var gul-brun. Innsjøen må nærmest betraktes som oligo-humøs.

### Bakteriologiske forhold

Vannets innhold av totalchim og innhold av coliforme bakterier var lavt og viser normale verdier for denne sjøtype. En viss organisk belastning (lett nedbrytbare humusstoffer) kan muligens påvises. Bakterieinnholdet ved prøvetakingen den 15. juli 1971 er gjengitt i tabell 10.

Tabell 10. Bakteriologiske forhold i Tverrsjøen den 15/7 1971.

Dyp	1 m	12 m
Coliforme	8/100 ml	2/100 ml
Kimtall	170/ml	36/ml

De høyeste bakterieverdiene forelå på prøvetakingsdagen i overflatelagene, hvilket bl.a. kan indikere at innsjøen tilføres en del bakterier fra omgivelsene. Det reduserte oksygenmiljø i bunnsjiktet om vinteren tyder på at en viss bakteriell virksomhet pågår i dette sjikt samt at en viss organisk belastning (humusstoffer) foreligger.

### Biologiske forhold

Planteplanktonets sammensetning den 15. juli 1971 fremgår av tabell 5. Algefloraen som viser et typisk bilde for et næringsfattig vann, domineres av grønnalgene (Euchlorophyceae). Spesielt vanlige er grønnalgeartene *Schizochlamus gelatinosa*, *Gloeococcus schroeteri*, *G. planctonica*, *Crucigenia rectangularis* og *Elakatothrix gelatinosa* samt blågrønnalgen (Cyanophyceae) *Anabaena flos-aquae* og Chrysophyceae; *Stichogloea doederleinii*.

### Biologiske forhold

Dyreplanktonsammensetningen den 15. juli 1971, som fremgår av tabell 6, viser et normalt bilde for området og innsjøtypen. Blant krepsdyrene (crustacéene) er vannloppene *Holopedium gibberum* og *Bosmina coregoni* samt hoppekrepsen *Cyclops scutifer* de vanligst forekommende. Den rike hjuldyrfaunaen (rotatoriene) domineres helt av to arter, nemlig *Conochilus unicornis* og *Kellicottia longispina* med den førstnevnte som dominant.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Siken stammer sannsynligvis fra Randsfjorden, og den ble utsatt i innsjøen mellom 1865-1870. Røya stammer sannsynligvis fra det nedenforliggende Skarvevatnet, der fisken ble utsatt i 1920. I innsjøen er det rike forekomster av småfallen abbor, røye og sik, samt en middels bestand av småfallen aure.

TABELL 9. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I TVERRSJØEN.

ÅR MND DAG	SJØ NR	DYP DM	TEMP	O2	%	PH	LEDN. EVNE	FA-RGE	TUR-BIDI.	KMN-RGE	TOT-FA	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL		
71	7	15	TV	10	17.00	8.3	93.5	6.39	17.5	22	1.0	4.0	110	40	0.8	4.1	1.8	1.60	0.40	0.85	0.40	160
71	7	15	TV	40	16.20		6.33	17.5	21	0.8	4.0											
71	7	15	TV	80	16.10		5.89	20.5	22	0.8	3.6											
71	7	15	TV	120	5.30		5.83	20.0	25	0.8	3.6											
71	7	15	TV	200	4.80	5.2	41.8	6.13	20.5	39	1.5	4.0	530	205	1.0	4.1	3.3	1.80	0.44	0.91	0.44	240

DYP DM	NI-TRAT	TOT-P	ORTO-P	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT. ORG-CARB.	U-ORG C.	K2C-FARG	T-N	T-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
40	10	5	2			1.45	0.65									
80																
120																
200	90	7	2			1.65	0.84									

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	...	=	MG PT/L			
TURBJØDITET	...	=	MG SI02/L			
KMN04	...	=	MG O/L			
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-PO4	...	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	=	MG	CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

#### 4.3 Katnosa

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Katnosa ligger i Lunner kommune, ca. 14 km fra Stryken. Innsjøen ligger ved normal vannstand 463 m.o.h. Lengden er ca. 3,3 km, og største bredde er 1,4 km. Innsjøen kan karakteriseres som et dypt skogsvann med småkuperte strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 11.

Tabell 11. Morfometriske forhold i Katnosa.

Høyde over havet i m	463,6
Overflateareal i km <sup>2</sup>	2,211
Volum i mill. m <sup>3</sup>	28,94
Største dyp i m	35,2
Middel dyp i m	13,1

Nedbørfeltet består av skog- og myrmarker. Tidligere var det også noe dyrket mark ved innsjøen. Katnosa har tilløp fra Finntjern, Spaalen, Store Fyllingen, Hesteskotjern, Maryuitt og øvre og nedre Skjørtjern. Foruten disse tilløp mottar innsjøen åtte større eller mindre bekkesig som kommer fra mindre myrområder i omgivelsene. Innsjøen har utløp gjennom Storløken og Krokløken via Katnoselva til Store Sandungen. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 5,95 m. Oppfylling av magasinene skjer først og fremst vår og høst. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 12.

Tabell 12. Hydrologiske forhold i Katnosa.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	45,50
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	1,08
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	34,15
Teoretisk oppholdstid i år	0,8



### Fysisk-kjemiske forhold

De fysisk-kjemiske komponentenes størrelse fremgår av tabell 13 og 13a. Katnosa er en typisk oligotrof innsjø med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Vannet er svakt surt med en pH-verdi nær 6. På prøvetakingsdagen den 12. juli 1971 var det etablert et markert sprangsjikt mellom 8 og 12 meters dyp. Det syntes ikke å foreligge noen større oksygensvikt i de dypere vannmasser (hypolimnion). Innsjøen er videre moderat påvirket av tilført organisk og partikulært materiale fra omgivelsene. Siktedypet den 12. juli 1971 var 7,2 m, og den visuelle fargen var gulig-grønn. Innsjøen kan betraktes som rent oligotrof selv om en viss humuspåvirkning kan spores.

### Bakteriologiske forhold

Bakterieinnholdet er lavt og er normalt for denne innsjøtype. Det foreligger imidlertid en relativt høy verdi for coliforme bakterier fra overflatevannet den 13. juli 1971. Verdien er imidlertid på ingen måte unormalt høy, og det er på grunnlag av dette ingen grunn til mistanke om noen forurensingskilde i nærheten. I forbindelse med regnvær og reguleringsvirkninger blir spesielt overflatevannet tilfeldig belastet med en del naturlig forekommende jordbakterier av bl.a. coliform natur. De bakteriologiske data er gjengitt i tabell 14.

Tabell 14. Bakteriologiske forhold i Katnosa.

Dato	1/3-71		13/7-71	
Dyp	1 m	25 m	1 m	30 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	10/100 ml	1/100 ml
Kimtall	87/ml	14/ml	93/ml	2/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonfloraen var den 12. juli 1971 dominert av grønnalger (Euchlorophyceae) og blågrønnalger (Cyanophyceae) og viste temmelig normal sammensetning for et næringsfattig vann. Blant grønnalgene var *Gloeococcus schroeteri* og *Crucigenia rectangularis* de vanligst forekommende, og blant blågrønnalgene dominerte *Chroococcus* cf. *minutus*. Andre vanlig forekommende arter var blant Desmidiaceae: *Staurodesmus indentatus*, blant Bacillariophyceae: *Cyclotella kutzingiana* og blant Chrysophyceae: *Stichogloea doederleinii*. Algefloraens sammensetning fremgår av tabell 5.

Dyreplanktonsammensetningen viser kvalitativt sett et normalt bilde for området og innsjøtypen. Blant krepsdyrene (crustaceene) dominerer hoppkrepsen *Cyclops scutifer* (først og fremst gjennom nauplier) og vannloppen *Bosmina coregoni*. Hjuldyrfaunaen (rotatoriene) er rik og domineres av *Kellicottia longispina* og *Conochilus unicornis*. Dyreplanktonfaunaens sammensetning den 12. juli 1971 fremgår av tabell 6.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og økekyte (*Phoxinus phoxinus*). Røya stammer fra en utsetting i Skarvevatnet 1920 og siken fra utsettinger i Tverrsjøen og Spaalen. Innsjøen har en tett bestand av småfallen røye og sik. Det er også en stor forekomst av abbor, men vekten er sjelden over 100 gram. Det er en middels bestand av småfallen aure, ca. 200 gram.

TABELL 13. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I KATNOSA.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	DM	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA	TUR	KMN	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
MR											RGE	BIDI.	O4											-N
71	3	1	KA	10	1.10	11.8	85.6	6.31	23.2	22	0.3	4.0	60	35	1.0	4.2	3.2	2.50	0.48		1.16	0.36	215	
71	3	1	KA	80	2.60		6.18	20.3	14	0.1	3.5													
71	3	1	KA	160	3.00	9.5	72.6	6.12	20.4	13	0.1	3.1												
71	3	1	KA	250	3.10	9.2	70.8	6.08	20.8	16	0.2	3.1	30	15	0.8	4.0	2.5	2.10	0.44		1.02	0.35	195	

DYP	NI	TOT	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T-N	T-P	K2CR,	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.	
10	80	5	2		1.48	0.87													
80																			
160																			
250	90	6	2		1.29	0.69													

FORTEGNELSE OVER MRLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG PT/L			
FARGE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L			
KMN04	.....	=	MG O/L			
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-PO4	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	.....	=	MG	CAO/L		
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		

TABELL 13A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I KATNOSA.

NR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT- FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
			DM					EVNE	RGE	BIDI.	O4											-N
71	7	12	KA	10	18.40	8.3	90.6	6.56	21.0	14	0.5	3.1	40	15	0.8	4.3	2.7	2.00	0.42	0.97	0.35	170
71	7	12	KA	40	18.30			6.56	20.0	14	0.5	3.1	40	20	0.8	3.9	2.7	2.00	0.41	0.91	0.33	160
71	7	12	KA	80	10.70			6.22	21.0	15	0.5	3.5	40	30	0.8	4.0	2.9	2.00	0.41	0.94	0.32	150
71	7	12	KA	120	6.90	9.3	78.5	6.17	21.0	16	0.7	3.2	50	30	0.8	4.2	3.1	2.10	0.41	0.94	0.33	220
71	7	12	KA	160	6.40			6.08	21.0	16	0.5	3.1	50	25	0.8	4.1	3.1	2.10	0.42	1.05	0.32	245
71	7	12	KA	300	5.40	9.1	74.2	6.09	21.0	16	0.7	3.0	60	15	0.8	4.2	3.1	2.10	0.44	0.96	0.34	185

DYP NI- TRAT P -P ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
DM TRAT P -P H.H. UFIL FIL UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10	30	2	2	1.57	0.75
40	30	3	2	1.55	0.75
80	70	4	2	1.63	0.77
120	80	3	2	1.52	0.74
160	85	3	2	1.63	0.80
300	90	2	2	1.53	0.73

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	...	=	MG	PT/L		
TURBIDITET	...	=	MG	SI02/L		
KMN04	...	=	MG	O/L		
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	...	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	...	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	...	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	...	=	MG	CAO/L		
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		

#### 4.4 Gjerdingen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Gjerdingen som ved tunneloverføringen er en av Nordmarksvassdragets primærkilder, ligger i Lunner kommune ca. 10 km fra Stryken. Innsjøen ligger ved normal vannstand 448 m.o.h. Lengden er ca. 2,7 km, og største bredde er ca. 2,2 km. Innsjøen er et skogsvann med til dels storsteinete strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 15.

Tabell 15. Morfometriske forhold i Gerdingen.

Høyde over havet i m	448,5
Overflateareal i km <sup>2</sup>	2,804
Volum i mill. m <sup>3</sup>	39,22
Største dyp i m	60,0
Middel dyp i m	14,0

---

Nedbørfeltet som er relativt lite, består av skogsmark med en del myrer. Gjerdingen har tilløp fra Gudbrandstjern, Svarttjern, samt fra 14 større eller mindre bekkesig som drenerer myrer og mindre putter. Via en tunnel overføres hovedavløpet (inkl. Grimsvatn) til Store Daltjuven. Innsjøen er regulert, og amplituden er 6,75 m. Reguleringen skjer forsiktig ved langsom avtapping. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 16.

Tabell 16. Hydrologiske forhold i Gjerdingen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	16,45
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,39
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	12,36
Teoretisk oppholdstid i år	3,2

---

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen er næringsfattig og har et lavt innhold av salter. Den er lite påvirket av organisk stoff og partikulært materiale fra omgivelsene. Vannet er klart og har et lavt fargetall. Videre er vannet svakt surt med pH-verdier på vel 6. Siktedypet den 12. juli 1971 var 7,1 meter, og den visuelle fargen var gulig-grønn. Ved samme tidspunkt var det et markert sprangsjikt mellom 4 og 8 meters dyp. Observasjonsresultatene tyder på at det er lite forbruk av oksygen i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Innsjøen har et typisk oligotroft preg. De fysisk-kjemiske data er gjengitt i tabell 17 og 17 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen har et lavt bakterieinnhold - noe som man måtte vente på grunnlag av de fysisk-kjemiske og hydrologiske data. Bakterietallet er høyest i overflatevannmassene, og bakterieaktiviteten er sikkert størst i dette sjikt,- noe som her medfører en meget omfattende mineralisering av organisk stoff. De bakteriologiske data er gjengitt i tabell 18.

Tabell 18. Bakteriologiske forhold i Gjerdingen.

Dato	1/3-71		13/7-71		
Dyp	1 m	62 m	1 m	12 m	27 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml	1/100 ml
Kimtall	21/ml	12/ml	27/ml	4/ml	9/ml

### Biologiske forhold

Planteplanktonsammensetningen den 13. juli 1971 går frem av tabell 5. Grønnalgene (Euchlorophyceae) dominerer floraen og *Gloeococcus schroeteri*, *Crucigenia rectangularis*, *Botryococcus braunii* og *Coelastrum microporum* er spesielt vanlige. *Stichogloea doederleinii* blant Chrysophyceae er også vanlig. Algesammensetningen viser et bilde som er typisk for et næringsfattig vann.

Dyreplanktonet har en for området og innsjøtypen normal og ventet sammensetning (se tabell 6). Faunaen domineres av hoppekrepsen *Cyclops scutifer*, men hoppekrepsen *Diaptomus gracilis* og vannloppene *Bosmina coregoni* og *Holopedium gibberum* er også meget vanlige. Hjuldyrene (rotatoriene) forekommer sparsomt og bare ett eksemplar er funnet i prøvene.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye *Salvelinus alpinus*, sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Røya og siken stammer fra utsetting. Røya ble satt ut i 1920 sammen med utsettingen i Skarvevatnet og siken mellom 1865-1870 i forbindelse med en utsetting i Tverrsjøen, og stammer sannsynligvis fra Randsfjorden. I innsjøen er det en relativt stor bestand av småfallen abbor, røye og sik. Siken kan allikevel bli forholdsvis stor med vekter på 3-4 hg. Det er en middelstor bestand av aure av meget god kvalitet (3-4 hg).

TABELL 17. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I GJERDINGEN.

NR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
				DM					EVNE	RGE	BIDI.	04											-N
71	3	1	6J	10	1.30	12.0	87.6	6.29	24.0	13	0.2	2.9	20	10	1.0	3.8	2.3	2.70	0.55	1.21	0.45	245	
71	3	1	6J	80	2.15		6.38	24.0	12	0.2	2.8												
71	3	1	6J	160	2.20		6.23	21.9	11	0.1	2.4												
71	3	1	6J	300	2.85	10.6	80.8	6.37	11	0.1	2.6												
71	3	1	6J	620	3.60	10.6	82.8	6.38	22.2	11	0.2	2.4	20	30	0.9	4.0	2.0	2.20	0.47	0.98	0.39	200	

DYP	DM	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.	
							PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FIL	FIL	FIL	FIL	ST.	EST.
10	110																				
80							1.12	0.77													
160																					
300																					
620	75		4	2			1.50	0.88.													

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	...	=	MG	PT/L		
TURBIDITET	...	=	MG	SI02/L		
KMN04	...	=	MG	O/L		
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	...	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT. HARDHET	=	MG	CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			



TABELL 17A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I GJERDINGEN.

RR MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	% O2	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
HR	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	RGE	BIDI.	O4	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM
71	7	12	6J	10	18.30	8.9	96.7	6.73	22.0	12	0.7	2.5	20	1.0	3.5	2.3	2.10	0.49	0.94	0.39	210
71	7	12	6J	40	18.30			6.72	21.0	10	0.5	2.2	20	0.8	4.2	2.3	2.00	0.49	0.99	0.36	180
71	7	12	6J	80	8.90			6.42	21.5	11	0.5	2.4	20	0.8	4.3	2.3	2.00	0.47	0.90	0.37	190
71	7	12	6J	120	6.80	9.8	82.5	6.31	21.5	11	0.5	2.4	20	0.8	4.1	2.4	2.10	0.55	0.89	0.39	195
71	7	12	6J	160	6.00			6.25	21.5	10	0.4	2.2	20	0.8	3.8	2.5	2.10	0.49	0.94	0.37	210
71	7	12	6J	280	4.80	9.2	73.6	6.24	23.5	11	0.5	2.4	40	0.8	3.9	2.6	2.20	0.49	0.96	0.38	230

DYP	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	50	3	2		1.82	0.97													
40	50	2	2		1.78	0.94													
80	85	3	2		1.78	0.91													
120	90	3	2		1.73	0.88													
160	90	2	2		1.66	0.86													
280	95	4	2		1.74	0.91													

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	....	=	MG PT/L			
TURBIDITET	....	=	MG SI02/L			
KMN04	....	=	MG O/L			
TOT-FE	....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

#### 4.5 Daltjuven

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Daltjuven ligger i Lunner kommune ca. 8 km fra Stryken. Innsjøen ligger ved normal vannstand 441 m.o.h., lengden er ca. 1,5 km, og største bredde er ca. 0,9 km. Det er et middelt dypt skogsvann med småkuperte strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 19.

Tabell 19. Morfometriske forhold i Daltjuven.

Høyde over havet i m	441,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,428
Volum i mill. m <sup>3</sup>	?
Største dyp i m	?
Middel dyp i m	?

---

Nedbørfeltet består av skogsmark med noen mindre myrer. Innsjøen får tilløp gjennom en tunnel fra Gjerdingen samt tre mindre bekkesig. Avløpet skjer via en tunnel til Store Sandungen. Innsjøen er regulert, og amplituden er 6,11 m. Oppfylling og uttapping skjer relativt ofte og regelmessig. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 20.

Tabell 20. Hydrologiske forhold i Daltjuven.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	19,02
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,45
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	14,28
Teoretisk oppholdstid i år	0,2

---

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har et klart oligotroft preg med lavt innhold av salter og næringsstoffer. Vannet er svakt surt med pH-verdier mellom 6 og 7. Farveverdiene er lave, og innsjøen påvirkes i liten grad av organisk og partikulært materiale fra omgivelsene. På prøvetakingsdagen 11. januar 1972 var hele vannmassen gjennomluftet, og noe større oksygenforbruk var ikke merkbart i dyplagene. Siktedypet var på dette tidspunkt 11,0 meter, og den visuelle farge var grønn-blå. De fysisk-kjemiske data er gjengitt i tabell 21.

### Bakteriologiske forhold

På prøvetakingsdagen 11. januar 1972 hadde overflatevannet relativt høyt innhold av bakterier (kimtall) som sannsynligvis var forårsaket av at innsjøen var reguleringspåvirket. For øvrig var bakterieinnholdet lavt,- noe som man også kunne vente på grunn av det næringsfattige miljø innsjøen utgjør. Noen påvirkning fra omgivelsene foruten reguleringsvirkningen foreligger ikke. De bakteriologiske data er gjengitt i tabell 22.

Tabell 22. Bakteriologiske forhold i Daltjuven den 11/1 1972.

Dyp	1 m	10 m	20 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
Kimtall	1100/ml	17/ml	16/ml

### Biologiske forhold

Det er ikke blitt samlet inn noe planteplanktonmateriale fra denne innsjø på grunn av at prøvetakingen fant sted på et tidspunkt da planteplanktonet var lite utviklet.

Dyreplanktonet var også i likhet med planteplanktonet lite utviklet, og dette gjelder spesielt vannloppene (cladocerene) hvorav de fleste arter er utpregede sommerformer. Bare tre arter var representert i prøven fra

11. januar 1972, nemlig hoppekrepsen *Cyclops scutifer* og vannloppen *Bosmina coregoni* blant krepsdyrene (crustaceene) samt *Kellicottia longispina* blant hjuldyrene (rotatoriene). Det var forbausende at ikke hoppekrepsen *Diaptomus gracilis* ble funnet. *Cyclops scutifer* som helt dominerte faunaen, var representert av copepodittstadiene I, II og III, samt av naupliestadiene IV og V, ca. syv individer ble funnet pr. liter.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Røya og siken stammer fra utsettingen i Gjerdingen, og tunnelbygget har muliggjort utvandring til Daltjuven. Røye- og sikbestanden er liten. Det er en ganske stor bestand av småfallen abbor og middels bestand av aure.

TABELL 21. FYSISKE-KJEMISKE FORHOLD I DALTUUVEN.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	% O2	PH	LEDN. EVNE	FA-RGE	TUR-BIDI	KMN	TOT-FE	MIN	CL	S04	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
72	1	11	DA	10	1.50	11.3	83.5	6.58	23.5	15	1.6	2.8	40	20	0.6	4.5	2.2	2.50	0.49	0.85	0.46	285
72	1	11	DA	50	1.80	11.5	84.9	6.60	23.2	16	1.7	2.0	40	10	0.6	4.3	2.1	2.30	0.49	1.17	0.44	235
72	1	11	DA	100	3.10	11.0	85.0	6.60	23.9	16	1.3	2.5	50	30	0.6	4.0	2.1	2.60	0.49	1.00	0.50	315
72	1	11	DA	150	3.50			6.50	24.6	16	0.6	2.2	40	10	0.6	4.6	2.2	2.90	0.51	1.12	0.48	265
72	1	11	DA	200	3.50	10.0	78.2	6.58	24.0	16	0.5	2.2	40	10	0.6	4.3	2.5	2.70	0.49	1.33	0.50	280

U-P TRAT P -P ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG I-N T-P K2CR. TURB. TMR. GLAD. ST. EST.

DYP	DM	TOT-P	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT. ORG-CARB.	U-ORG C.	K2C- FARG	I-N T-P	K2CR.	TURB.	TMR.	GLAD.	ST.	EST.
10	80	11	2														
50	80	8	2														
100	70	10	2														
150	70	7	2														
200	70	13	3														

FORTEGNELSE OVER MALEENHETER TIL DE FØRSKJELIGE PARAMETRE :

- TEMP ..... = TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
- O2 ..... = MG/L
- LEDTINGSEVNE = MIKROSIEMENS/CM (20 GRADER CELCIUS).
- FARGE ... = MG PT/L
- TURBIDITET = MG SI02/L
- KMN04 ... = MG O/L
- TOT-FE ... = MIKROGRAM/L
- MIN ..... = MIKROGRAM/L
- CL ..... = MG/L
- S04 ..... = MG/L
- SI02 ..... = MG/L
- CA ..... = MG/L
- MG ..... = MG/L
- NA ..... = MG/L
- K ..... = MG/L
- TOTAL N .. = MIKROGRAM/L
- NITRAT .. = MIKROGRAM/L
- ORTO-P04 .. = MIKROGRAM/L
- TOT-P .... = MIKROGRAM/L
- CU ..... = MIKROGRAM/L
- ZN ..... = MIKROGRAM/L
- TOT.HARDHET = MG CAO/L
- ALK. .... = (ML N/10)\*HCL

#### 4.6 Store Sandungen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Store Sandungen ligger i Oslo kommune ca. 15,5 km fra Sørkedalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 391 m.o.h. Lengden er ca. 3,3 km, og største bredde er ca. 1,9 km. Innsjøen er et middels dypt skogsvann med storsteinete strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 23.

Tabell 23. Morfometriske forhold i Store Sandungen.

Høyde over havet i m	391,2
Overflateareal i km <sup>2</sup>	2,522
Volum i mill. m <sup>3</sup>	27,82
Største dyp i m	36,2
Middel dyp i m	11,0

---

Nedbørfeltet består av skogs- og myrmarker. Det finnes litt dyrket mark ved innsjøen. Store Sandungen har tilløp fra Katnosa, Kalvtjern, Søndre Brandtjern, Sandungskroktjern, Store Daltjuven via tunnel til Sandungskalven, samt 24 større eller mindre bekkesig. Innsjøen har avløp til Hakkloa. Store Sandungen er regulert, reguleringsamplituden er 5,27 meter. Både oppfylling og uttapping skjer hurtig. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 24.

Tabell 24. Hydrologiske forhold i Store Sandungen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	76,25
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning m <sup>3</sup> /s	1,81
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	57,23
Teoretisk oppholdstid i år	0,5

---

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har en klar oligotrof karakter med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Hele vannmassen er vel gjennomluftet, og det er intet større oksygenforbruk i de bunnære vannmasser under stagnasjonsperiodene. Ved prøvetakingen den 12. juli 1971 var det etablert et vel utviklet sprangsjikt i ca. 8 meters dyp. Innsjøen påvirkes i liten grad av organogent og mineralogent materiale fra nedbørfeltet. Vannet er svakt surt med pH-verdi mellom 6 og 7. Siktedypet var den 12. juli 7 meter, og den visuelle fargen var gulig-grønn. De fysisk-kjemiske data er gjengitt i tabell 25 og 25 a.

### Bakteriologiske forhold

Bakterieinnholdet er lavt og viser verdier som er normale og ventet for denne innsjøtype, både når det gjelder "totalantallet" og antall coliforme. Den viktigste bakterievirkningsheten i de frie vannmasser foregår i de øvre lagene, og mineraliseringen er sannsynligvis kommet langt når det organiske stoffet når innsjøens dypeste områder. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 26.

Tabell 26. Bakteriologiske forhold i Store Sandungen.

Dato	1/3-71		13/7-71		
	1 m	29 m	1 m	12 m	30 m
Dyp	1 m	29 m	1 m	12 m	30 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	1/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
Kimtall	100/ml	5/ml	70/ml	17/ml	9/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonfloraen var den 13. juli 1971 dominert av grønnalger (Euchlorophyceae) og blågrønnalger (Cyanophyceae), som fremgår av tabell 5. De vanligste grønnalger er *Gloeococcus schroeteri*, *Botryococcus braunii* og *Crucigenia rectangularis*, og de vanligste blågrønnalgene var *Anabaena flos-aquae* og *Chroococcus cf. minutus*. *Stichogloea doederleinii* blant Chrysophyceae er også vanlig. I store trekk viser algesammensetningen et normalt bilde for et næringsfattig miljø.

Dyreplanktonfaunaen domineres av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* blant krepsdyrene (crustaceene) og *Kellicottia longispina* blant hjuldyrene (rotatoriene), som hadde en sparsom forekomst. Dyreplanktonsammensetningen den 13. juli 1971 som fremgår av tabell 6, viser et normalt bilde for området og innsjøen.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Siken stammer fra en utsetting i de øvre deler av vassdraget i siste halvdel av 1800-tallet. Røya ble satt ut i de øvre deler av vassdraget i 1920 og ble først observert i innsjøen i slutten av 40-tallet. Innsjøen har en bra forekomst med småfallen røye og abbor. Siken er av god kvalitet med vekter opp mot ett kilo. Det er en middels bestand av aure.



TABELL 25. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I SANDUNGEN.

RR MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	% O2	PH	LEDN. EVNE	FA-RGE	TUR-RGE	KMN-RGE	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
71	3	1 SA	10	1.30	12.7	93.3	6.29	23.2	19	0.1	4.9	50	10	1.0	4.5	3.2	2.50	0.50	1.23	0.41	240
71	3	1 SA	80	2.20		6.24	21.7	12	0.1	3.5											
71	3	1 SA	160	2.10	10.4	78.0	6.09	22.7	12	0.1	3.6										
71	3	1 SA	290	2.60	9.4	71.3	6.08	23.2	13	0.1	3.3	25	10	1.0	4.3	2.5	2.40	0.45	1.01	0.35	215

DYP HI- IOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
 DM TRAT P -P PH=4 =4.5 H.H. UFIL FJL UFIL FJL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10 105 5 2 1.46 0.79  
 80  
 160  
 290 120 4 2 1.46 0.79

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :  
 TEMP ..... = TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.

O2 ..... = MG/L  
 LEDNINGSEVNE = MG PT/L  
 FARGE ..... = MG SI02/L  
 TURBIDITET ..... = MG O/L  
 KMN04 ..... = MIKROGRAM/L  
 TOT-FE ..... = MIKROGRAM/L  
 MN ..... = MIKROGRAM/L  
 CL ..... = MG/L  
 SO4 ..... = MG/L  
 SI02 ..... = MG/L  
 CA ..... = MG/L

MG ..... = MG/L  
 NA ..... = MG/L  
 K ..... = MG/L  
 TOTAL N ..... = MIKROGRAM/L  
 NITRAT ..... = MIKROGRAM/L  
 ORTO-P04 ..... = MIKROGRAM/L  
 TOT-P ..... = MIKROGRAM/L  
 CU ..... = MIKROGRAM/L  
 ZN ..... = MIKROGRAM/L  
 TOT.HARDHET = MG CAO/L  
 ALK. .... = (ML N/10)\*HCL

TABELL 25A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I SANDUNGEN.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	S04	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
HR	DM								EVNE	RGE	BIDI.	O4											-N
71	7	12	SA	10	18.30	8.5	92.8	6.70	21.0	17	0.8	3.2	30	20	1.2	4.5	2.4	2.30	0.43	1.13	0.36	225	
71	7	12	SA	40	18.20			6.60	21.0	13	0.5	3.2	20	15	0.8	4.0	2.4	2.30	0.43	1.15	0.34	210	
71	7	12	SA	80	8.50			6.31	22.0	14	0.5	3.3	40	20	0.8	4.0	2.6	2.30	0.42	0.93	0.34	275	
71	7	12	SA	120	6.20	9.8	81.6	6.22	21.0	16	1.0	3.3	40	20	0.8	3.9	2.7	2.30	0.45	1.12	0.34	255	
71	7	12	SA	160	5.60			6.18	21.5	16	0.5	3.6	40	15	0.8	4.0	2.7	2.20	0.41	0.96	0.35	240	
71	7	12	SA	300	5.00	9.5	77.0	6.14	21.5	17	0.7	3.2	300	15	0.8	3.6	2.7	2.30	0.43	1.11	0.37	260	

DYP HI- TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURR. TØR. GLØD.  
 DM TRAT P -P -P PH=4 =4.5 H.H. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10	60	4	2	1.42	0.67
40	60	3	2	0.44	
80	105	5	2	1.45	0.69
120	105	6	2	1.61	0.78
160	105	4	2	1.44	0.66
300	110	11	10	1.69	0.85

FORTEGNELSE OVFR HRLENNEMETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDIINGSEVNE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	.....	=	M5	PT/L		
TURBIDITET	.....	=	MG	SI02/L		
KMN04	.....	=	MG	O/L		
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
S04	.....	=	M5/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	.....	=	MG	CAO/L		
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		

#### 4.7 Hakkloa

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Hakkloa ligger i Oslo kommune ca. 8-9 km fra Sørkedalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 373 m.o.h., lengden er ca. 4,5 km og største bredde ca. 1 km. Hakkloa er et dypt skogsvann med sandgrunner i nordlige del. Østsiden er bratt og ufremkommelig. På vestsiden er det sand og steinete strandområder. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 27.

Tabell 27. Morfometriske forhold i Hakkloa.

Høyde over havet i m	373,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	1,816
Volum i mill. m <sup>3</sup>	37,60
Største dyp i m	56,0
Middel dyp i m	20,7

Nedbørfeltet består av skogsmark med en del myr. Hakkloa har tilløp fra Store Sandungen, Hadlandstjern, Bjørnputten, Smalvatn samt 10 større og mindre bekkesig. Den har avløp til Bjørnsjøen. Innsjøen er regulert med en reguleringsamplitude på 8,16 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 28.

Tabell 28. Hydrologiske forhold i Hakkloa.

Nedbørdelt i km <sup>2</sup>	87,50
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	2,08
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	65,69
Teoretisk oppholdstid i år	0,6

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har en oligotrof karakter med et lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Nedbørfeltet påvirker i liten grad innsjøen med hensyn til organogent og mineralogent materiale. Hele vannmassen er godt mettet med oksygen. Under prøvetakingen den 13. juli 1971 var det etablert et velutviklet sprangsjikt mellom 8 og 12 meters dyp. Siktedypet var på samme tidspunkt 8,8 meter, og den visuelle fargen var gulig-grønn. Vannet er svakt surt med pH-verdier mellom 6 og 7. De fysisk-kjemiske data er gjengitt i tabell 29 og 29 a.

### Bakteriologiske forhold

Bakterieinnholdet er lavt og viser normale verdier for denne sjøtypen. Den viktigste bakterievirksomhet synes å foregå i de øverste vannmasser, og det organiske stoffet er sannsynligvis i stor grad mineralisert når det når den dypere delen av innsjøen. De bakteriologiske data er gjengitt i tabell 30.

Tabell 30. Bakteriologiske forhold i Hakkloa.

Dato	2/3-71		13/7-71		
Dyp	1 m	41 m	1 m	12 m	40 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	2/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
Kimtall	39/ml	4/ml	190/ml	64/ml	34/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonsammensetningen den 14. juli 1971 fremgår av tabell 5. Algefloraen domineres av grønnalger (Euchlorophyceae), blågrønnalger (Cyanophyceae) og Desmidiaceae. De vanligste artene er *Anabaena flos-aquae*, *Botryococcus braunii*, *Crucigenia rectangularis*, *Gloeococcus schroeteri*, *Schizochlamys gelatinosa* og *Stichogloea doederleinii*. Algesammensetningen viser et normalt bilde for et næringsfattig miljø.

Dyreplanktonsammensetningen den 14. juli 1971, som fremgår av tabell 6, viser et normalt bilde for området og sjøtypen. Hoppekrepsen *Cyclops scutifer* dominerer helt blant krepsdyrene (crustaceene), og av hjuldyrene, som har en sparsom forekomst, er *Kellicottia longispina* den vanligste arten.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Røya og siken stammer fra utsetting i de øvre deler av vassdraget sent på 1800-tallet og i begynnelsen av 1900-årene. Det er en forholdsvis stor bestand av småfallen abbor, røye og sik, som sjelden blir større enn 3 hg. Det er en middels bestand av aure. I de senere år har auren vært relativt stor med vekter på opp imot 1 kg.

TABELL 29. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I HAKKLOA.

RR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
				DM			O2	EVNE	RGE	HIDI.	O4											-N
71	3	2	HA	10	0.50	13.5	96.6	6.31	27.6	30	0.5	4.3	40	25	1.3	5.8	3.2	2.70	0.54	1.05	0.41	255
71	3	2	HA	80	3.20	10.5	81.2	6.26	22.5	14	0.1	2.7										
71	3	2	HA	160	3.50	10.2	79.5	6.24	22.5	13	0.1	2.9										
71	3	2	HA	300	3.60	9.5	74.1	6.15	22.8	13	0.1	2.9										
71	3	2	HA	410	3.70	9.1	71.5	6.14	22.8	15	0.1	2.9	20	20	0.9	4.0	2.6	2.30	0.45	0.99	0.36	210

DYP	HI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	FST.	
10	150	5	2			0.93	0.62												
80																			
160																			
300																			
410	110	4	2			0.92	0.56												

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	...	=	MG	PT/L		
TURBIDITET	...	=	MG	SI02/L		
KMN04	...	=	MG	O/L		
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	...	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT. HARDHET	.....	=	MG	CAO/L		
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		

TABELL 29A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I HAKKLOA.

NR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
									EVNE	RGE	BIDI.	O4											-N
71	7	13	HA	10	18.30	8.6	94.0	6.60	23.0	16	0.9	3.3	30	15	1.0	4.5	2.6	2.40	0.43	1.23	0.35	240	
71	7	13	HA	40	18.20			6.54	23.0	14	0.5	3.1											
71	7	13	HA	80	10.80			6.29	22.5	14	0.6	3.1											
71	7	13	HA	120	6.40	10.0	83.6	6.30	23.0	14	0.6	3.0	30	20	1.0	4.6	2.9	2.20	0.42	1.18	0.36	265	
71	7	13	HA	160	5.90			6.15	23.5	13	0.5	3.0											
71	7	13	HA	400	4.90	9.9	79.4	6.35	23.0	28	3.5	3.0	50	10	1.0	4.4	2.9	2.50	0.45	1.21	0.37	245	

DYP	HI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	85	3	2			1.61	0.78												
40																			
80																			
120	125	3	2			1.55	0.78												
160																			
400	130	3	2			1.60	0.76												

10

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	...	=	MG	PT/L		
TURBIDITET	.....	=	MG	SI02/L		
KMN04	.....	=	MG	O/L		
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CI	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	.....	=	MG	CAO/L		
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		

#### 4.8 Østre Fyllingen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Østre Fyllingen ligger i Oslo kommune ca. 4,5 km fra Sørkedalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 349 m.o.h. Lengden er ca. 2,2 km, og største bredde er ca. 1 km. Østre Fyllingen er et middelsdypt skogsvann med småkuperte strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 31.

Tabell 31. Morfometriske forhold i Østre Fyllingen.

Høye over havet i m	349,8
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,950
Volum i mill. m <sup>3</sup>	10,96
Største dyp i m	29,8
Middel dyp i m	11,5

Nedbørfeltet består av skogs- og myrmarker. Dessuten er det noe dyrket mark ved sjøen. Østre Fyllingen har tilløp fra Vestre Fyllingen, Sakariastjern, Fiskelitetjern samt fra tre mindre bekkesig. Den har avløp til Bjørnsjøen. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 3,76 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 32.

Tabell 32. Hydrologiske forhold i Østre Fyllingen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	16,65
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,39
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	12,48
Teoretisk oppholdstid i år	0,9



### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har et klart oligotroft preg med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Oksygenforbruket i dyplagene er meget lite. Vannet er noe humuspåvirket og relativt surt med pH-verdier like under 6. Et markert sprangsjikt var etablert mellom 8 og 12 meters dyp på prøvetakingsdagen den 13. juli 1971. Siktedypet på samme tidspunkt var 4,2 m, og den visuelle fargen var gul-brun. Innsjøen kan betraktes som oligohumøs. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 33 og 33 a.

### Bakteriologiske forhold

Bakterieinnholdet er lavt og normalt for sjøtypen. En viss organisk belastning av lett nedbrytbart organisk stoff (visse humusstoffer) kan allikevel spores. Bakterieinnholdet er relativt jevnt fordelt ned gjennom vannmassen med en svak økning mot bunnen. Dette skulle tyde på en viss ansamling av organisk stoff og dermed en høyere bakterievirksomhet i dette sjikt. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 34.

Tabell 34. Bakteriologiske forhold i Østre Fyllingen.

Dyp	2/3-71		13/7-71		
Dyp	1 m	16 m	1 m	12 m	28 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	1/100 ml	2/100 ml	0/100 ml
Kimtall	27/ml	11/ml	110/ml	65/ml	140/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonets sammensetning den 13. juli 1971 fremgår av tabell 5. Grønnalger (Euchlorophyceae), blågrønnalger (Cyanophyceae) og i noen grad Desmidiaceae dominerer algefloraen. Blant grønnalgene er *Botryococcus braunii* og *Gloeococcus schroeteri* de vanligste, og blant blågrønnalgene dominerer *Anabaena flos-aquae*. Algefloraen viser en normal sammensetning for et næringsfattig vann.

Dyreplanktonet har en normal sammensetning for området og sjøtypen. Blant krepsdyrene (crustaceene) dominerer hoppekrepsen *Cyclops scutifer*, og blant hjulldyrene (rotatoriene) er *Kellicottia longispina* vanligst. Dyreplanktonets sammensetning den 13. juli 1971 fremgår av tabell 6.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og mort (*Rutilus rutilus*). Morten er satt ut i innsjøen en eller annen gang på 1800-tallet og stammer fra Bogstadvatnet. Siken er også utsatt og er sannsynligvis blitt båret opp fra Bjørnsjøen. Det er en rik bestand av småfallen abbor, relativt stor bestand av mort og sik og middels bestand av småfallen aure (2-3 hg).

TABELL 33. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I Ø.FYLLINGEN.

NR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
				DM		02				RGE	BIDI.	04											-N
71	3	2	FY	10	0.70	11.4	81.8	5.71	29.5	25	0.1	5.3	60	65	1.6	5.7	3.8	2.70	0.50	1.30	0.45	345	
71	3	2	FY	80	2.50	10.0	75.9	5.75	24.5	24	0.1	5.1											
71	3	2	FY	120	2.85	9.8	75.0	5.68	23.4	21	0.1	4.7											
71	3	2	FY	160	3.10	9.3	71.6	5.62	24.5	19	0.1	4.7	40	70	1.3	5.1	2.9	2.10	0.44	1.17	0.43	195	

DYP	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.	
10	210	4	2			0.63	0.27												
80																			
120																			
160	150	4	2			0.55	0.23												

FORTEGNELSE OVER MALENEHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	....	=	TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L
FARGE	....	=	MG PT/L
TURBIDITET	....	=	MG SI02/L
KMN04	....	=	MG O/L
TOT-FE	....	=	MIKROGRAM/L
MN	.....	=	MIKROGRAM/L
CL	.....	=	MG/L
SO4	.....	=	MG/L
SI02	.....	=	MG/L
CA	.....	=	MG/L
MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	....	=	MIKROGRAM/L
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L
ORTO-P04	....	=	MIKROGRAM/L
TOT-P	....	=	MIKROGRAM/L
CU	.....	=	MIKROGRAM/L
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT. BAROHEIT	....	=	MG CAO/L
ALK.	.....	=	(ML N/10)+HCL

TABELL 33A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I Ø-FYLLINGEN.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-Fe	MN	CL	SO4	SiO2	CA	MG	NA	K	TOTAL	
									EVNE	RGF	UIDI.	04											-N
71	7	13	FY	10	18.40	8.4	91.3	6.00	24.5	25	1.0	4.1	50	70	1.2	7.3	2.8	2.30	0.42	1.30	0.44	290	
71	7	13	FY	40	18.40			5.86	25.0	19	0.7	4.5											
71	7	13	FY	80	10.60			5.53	26.0	21	0.5	4.3											
71	7	13	FY	120	5.80	8.4	69.3	5.60	26.5	22	0.7	4.0	90	100	1.2	6.0	3.3	2.10	0.42	1.25	0.43	330	
71	7	13	FY	160	5.50			5.47	26.5	22	0.8	4.3											
71	7	13	FY	280	5.20	8.3	67.7	5.58	26.5	25	0.7	4.2	110	120	1.2	6.0	3.3	2.30	0.43	1.34	0.43	340	

DYP. HI- TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURR. TØR. GLØD.  
 DM TRAT P -P H.H. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

13

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	.....	=	MG PT/L			
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L			
KMN04	.....	=	MG O/L			
TOT-Fe	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
		=	(ML N/10)*HCL			

MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L
ORTO-PO4	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L
CU	.....	=	MIKROGRAM/L
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT-HARDHET	.....	=	MG CAO/L
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL

#### 4.9 Bjørnsjøen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Bjørnsjøen ligger i Oslo kommune ca. 8,5 km fra Hammaren i Maridalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 335 m.o.h. Lengden er 3,3 km, og største bredde er ca. 1,6 km. Bjørnsjøen er et middels dypt skogsvann med til dels storsteinete strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 35.

Tabell 35. Morfometriske forhold i Bjørnsjøen.

Høyde over havet i m	335,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	2,528
Volum i mill. m <sup>3</sup>	17,80
Største dyp i m	38,8
Middel dyp i m	7,0

Nedbørfeltet består av skogs- og myrmarker. Bjørnsjøen har tilløp fra Østre Fyllingen, Hakkloa, Hakklokroktjern, Fortjern, Abbortjern samt seks mindre bekkesig. Den har avløp gjennom Bjørnsjøelva til Skjersjøen. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 6,62 m. Oppfylling og uttapping skjer ofte. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 36.

Tabell 36. Hydrologiske forhold i Bjørnsjøen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	114,87
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	2,73
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	86,22
Teoretisk oppholdstid i år	0,2

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har et typisk oligotroft preg med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer, oksygenrikt bunnvann og lave fargeverdier. Under prøvetakingen den 4. mars 1971 var det et relativt høyt innhold av fosfor- og nitrogenforbindelser i overflatevannet. Også de andre kjemiske parametre tyder på at en viss påvirkning forelå. Dette kan muligens sees i sammenheng med at innsjøen på dette tidspunkt var i en senkningsfase hvorved materialer fra strandområdene ble ført ut i de øverste vannlag. Et markert sprangsjikt var etablert i ca. 8 meters dyp den 13. juli 1971. Siktedypet ble målt til 4,7 m, og den visuelle fargen var gul-brun. Vannet var tydelig humuspåvirket, og innsjøen kan betraktes som oligo-humøs. Vannet har en svakt sur karakter med pH-verdier like over 6. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 37 og 37 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen har et lavt innhold av bakterier. Verdiene ligger innenfor de grenser man kan anse som normale for denne sjøtype. Imidlertid hadde overflatevannet et relativt høyt innhold av coliforme bakterier på prøvetakingdagen den 13. juli 1971. Selv om denne verdien ikke er så høy at den direkte indikerer noen unormal påvirkning, bør imidlertid den menneskelige aktiviteten ved Kikutstua kunne påpekes som en mulig kilde. Bakterieinnholdet var også om vinteren størst i innsjøens øverste sjikt. I de dypere lag var det en jevnere fordeling. En viss organisk belastning foreligger. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 38.

Tabell 38. Bakteriologiske forhold i Bjørnsjøen.

Dato	4/3-71		13/7-71		
	1 m	17 m	1 m	12 m	24 m
Coliforme	0,5/100 ml	0/100 ml	6/100 ml	1/100 ml	0/100 ml
Kimtall	57/ml	5/ml	110/ml	44/ml	42/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonet den 13. juli 1971 var dominert av grønnalger (Euchlo-rophyceae). De vanligste artene er *Gloeococcus schroeteri*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Botryococcus braunii*, *Oocystis lacustris* og *Schizochlamys gelatinosa*. Blågrønnalgen *Chroococcus cf. minutus* kan også nevnes. Algefloraens sammensetning som fremgår av tabell 5, er et typisk bilde på et næringsfattig miljø.

Dyreplanktonsammensetningen den 13. juli 1971, som fremgår av tabell 6, viser et for området og innsjøtypen normalt og ventet forhold. Blant krepsdyrene (crustaceene) domineres faunaen helt av hoppekrepsen *Cyclops scutifer*, og blant hjuldyrene (rotatoriene) er *Conochilus unicornis* den vanligst forekommende.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*), mort (*Rutilus rutilus*) og ørekyte *Phoxinus phoxinus*). Morten stammer fra en utsetting i Østre Fyllingen på 1800-tallet, siken og røya fra utsetting i øvre delen av vassdraget i slutten av 1800-tallet og i begynnelsen av 1900-tallet. Innsjøen har en tett bestand av småfallen abbor og røye. Røya ble observert første gang på 1950-tallet. Det er en forholdsvis stor bestand med sik som når en størrelse på ca. 3-10 hg, videre en midt-dels bestand av aure (2-3 hg). Morten forekommer sparsomt og er relativt stor. Bestanden synes imidlertid å vokse.

TABELL 37. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I BJØRNSJØEN.

AR	HRD	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
NR.	DM			DM		O2			EVNE	RGE	BIDI.	O4											-N
71	3	4	BJ	10	0.80	12.8	92.6	6.09	16.0	34	0.2	4.3	50	40	1.3	5.2	3.5	2.50	0.49	1.20	0.49	285	
71	3	4	BJ	40	1.60	11.6	85.8	6.04	16.0	19	0.1	4.2											
71	3	4	BJ	80	3.00	10.0	76.6	6.16	15.2	12	0.1	3.2											
71	3	4	BJ	120	3.40	10.1	78.9	6.16	14.0	11	0.1	3.1	30	25	1.0	4.5	2.7	2.40	0.43	1.03	0.37	220	
71	3	4	BJ	170	3.40	9.8	76.6	6.16	14.3	11	0.0	3.1											

DYP	HI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	170	54	51			0.98	0.50												
40																			
80																			
120																			
170																			

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDDINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	...	=	MG	PT/L		
TURBIDITET	.....	=	MG	SI02/L		
KMNO4	...	=	MG	O/L		
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	..	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-HARDHET	..	=	MG	CAO/L		
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		



TABELL 37A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I BJØRNSJØEN.

AR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
HR	DM								EVNE	RGE	BIDI.	.04											-N
71	7	13	BJ	10	18.40	8.6	93.5	6.49	22.5	22	1.0	3.2	40	25	1.2	4.5	2.7	2.20	0.43	1.02	0.37	230	
71	7	13	BJ	40	15.90			6.37	22.5	30	1.5	3.1											
71	7	13	BJ	80	8.70			6.19	24.0	18	0.7	3.3											
71	7	13	BJ	120	6.10	10.0	83.4	6.08	23.8	20	0.8	3.3	40	40	1.0	4.8	2.9	2.30	0.43	1.18	0.38	260	
71	7	13	BJ	160	5.60			6.00	23.0	16	0.4	3.4											
71	7	13	BJ	225	3.20	9.8	75.8	6.02	23.0	16	0.6	3.2	40	25	1.0	5.1	3.0	2.20	0.42	0.98	0.39	270	

DYP HI- TRAY P -P TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
 D.P. TRAY P -P TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
 PH=4 =4.5 H.H. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10 85 4 2 1.36 0.62 11  
 40 120 130 3 2 1.54 0.69 12  
 80 160 225 130 3 2 1.36 0.63

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELIGE PARAMETRE :

- TEMP ..... = TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
- O2 ..... = MG/L
- LEDNINGSEVNE = MIKROSIEMENS/CM (20 GRADER CELCIUS).
- FARGE ..... = MG PT/L
- TURBIDITET = MG SI02/L
- KMN04 .... = MG O/L
- TOT-FE .. = MIKROGRAM/L
- MN ..... = MIKROGRAM/L
- CL ..... = MG/L
- SO4 ..... = MG/L
- SI02 ..... = MG/L
- CA ..... = MG/L
- MG ..... = MG/L
- NA ..... = MG/L
- K ..... = MG/L
- TOTAL N .. = MIKROGRAM/L
- NITRAT .. = MIKROGRAM/L
- ORTO-P04 .. = MIKROGRAM/L
- TOT-P .... = MIKROGRAM/L
- CU ..... = MIKROGRAM/L
- ZN ..... = MIKROGRAM/L
- TOT.HARDHET = MG CAO/L
- ALK. .... = (ML N/10)\*HCL

#### 4.10 Skjersjøen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Skjersjøen ligger i Oslo kommune ca. 4 km fra Hammaren i Maridalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 258 m.o.h., lengden er ca. 2,4 km, og største bredde er 0,4 km. Innsjøen er et grunt skogsvann med drikkevannsrestriksjoner. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 39.

Tabell 39. Morfometriske forhold i Skjersjøen.

Høyde over havet i m	258,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,615
Volum i mill. m <sup>3</sup>	2,56
Største dyp i m	15,9
Middel dyp i m	4,2

Nedbørfeltet består av skogs- og myrmarker. Skjersjøen har tilløp fra Bjørnsjøen gjennom Bjørnsjøelva samt fra Blankvatn, Lørensøtertjern og Aurtjernene gjennom Lørensøterbekken. Videre mottar den 10 større og mindre bekkesig som drenerer mindre myrområder omkring innsjøen. Innsjøen fylles opp hver uke, og reguleringsamplituden er 1,4 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 40.

Tabell 40. Hydrologiske forhold i Skjersjøen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	128,52
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning m <sup>3</sup> /s	3,06
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	96,46
Teoretisk oppholdstid i år	0,03

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har et oligotroft preg med lavt innhold av salter og næringsstoffer. Hele vannmassen er godt oksygenert, og fargeverdiene er relativt lave. Et visst oksygenforbruk gjør seg imidlertid gjeldende i de dypere vannmasser om vinteren, noe som tyder på at innsjøen er utsatt for en viss belastning med organisk materiale (humusmateriale). På prøvetakingsdagen den 13. juli 1971 syntes det som om overflatelagene ble tilført humusrikt vann. Innsjøen hadde da et vel utviklet sprangsjikt omkring ca. 8 meters dyp. Siktedypet var 3,6 m, og den visuelle fargen var gulig-grønn. Vannet har svakt sur karakter med pH-verdier like over 6. Innsjøen er noe humuspåvirket og kan betraktes som oligohumøs. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 41 og 41 a.

### Bakteriologiske forhold

Generelt sett hadde innsjøen den 13. juli 1971 et relativt høyt innhold av både coliforme bakterier og i en viss grad også totalalkim. Med utgangspunkt i innsjøtypen kan bakterieinnholdet karakteriseres som meget høyt. Disse forholdsvis høye bakterieverdiene kan settes i direkte sammenheng med reguleringspåvirkningen. Ved regulering skjer en utskylling av bakterier fra strendene. De høye bakterieverdiene gjelder først og fremst overflatevannet, men gjelder også i noen grad de dypere partier. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 42.

Tabell 42. Bakteriologiske forhold i Skjensjøen.

Dato	4/3-71		13/7-71	
	Dyp	1 m	14 m	1 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	37/100 ml	3/100 ml
Kimtall	98/ml	23/ml	410/ml	83/ml

### Biologiske forhold

Plantep planktonets sammensetning den 13. juli 1971 fremgår av tabell 5. Grønnalgene er vanligst og ble representert først og fremst av artene *Elakatothrix gelatinosa*, *Botryococcus braunii* og *Gloeoococcus schroeteri*. For øvrig var også blågrønnalgen *Chroococcus cf. minutus* vanlig forekommende. Algefloraen viste en temmelig vanlig sammensetning for et næringsfattig vann.

Dyreplankton sammensetningen den 13. juli 1971 som fremgår av tabell 6, viser i kvalitativ sammenheng et normalt bilde for innsjøtypen og området. Imidlertid må man bemerke at *Diaptomus gracilis* mangler. *Diaptomus gracilis* finnes sannsynligvis i innsjøen, men var tydeligvis i så lite antall under prøvetakingen at den ikke kom med i prøven. Når det gjelder krepsdyrene (crustaceene), domineres faunaen helt av vannloppen *Holopedium gibberum*. Dernest følger hoppekrepsen *Cyclops scutifer* og vannloppen *Daphnia spp.* Denne sammensetning som i noen grad avviker fra det man normalt pleier å finne i denne sjøtype, kan sannsynligvis settes i direkte forbindelse med den intensive regulering som innsjøen er utsatt for. Vannstandsvekslingen stimulerer *Holopedium gibberum*, i i noen grad også daphniene, som i større grad enn de øvrige kan utnytte tilført organisk stoff. Blant de rikelig forekommende hjuldyr var *Kellicottia longispina* den vanligst forekommende.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *C. nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*), karuss (*Carassius carassius*) og mort (*Rutilus rutilus*). Morten stammer fra utsetting i Østre Fyllingen, karussen fra utsetting i Lørensøtervassdraget, røya og siken fra tidligere utsettinger i de øvre deler av vassdraget. Det er en rikelig bestand av småfallen abbor og temmelig rikelig bestand med sik (3-4 hg) og røye (1-2 hg). Videre er det en stor bestand av småfallen aure.

TABELL 41. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I SKJÆRSJØEN.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA	TUR	KMR	TOT-Fe	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
			HR	DM	O2			EVRE		RGE	BIDI												
71	3	4	SK	10	0.59	13.3	95.4	6.35	15.5	15	0.1	4.6	50	10	1.2	5.1	3.3	2.50	0.49	1.16	0.40	270	
71	3	4	SK	40	0.40	10.9	77.9	6.11	16.0	12	0.1	3.5											
71	3	4	SK	80	3.60	9.3	72.4	5.99	16.2	11	0.1	3.9											
71	3	4	SK	120	4.00	7.5	58.8	5.89	16.0	10	0.1	3.1											
71	3	4	SK	140	4.10	5.5	43.0	5.94	16.3	12	0.1	3.0	90	265	1.1	4.7	3.4	2.90	0.48	1.05	0.42	230	

DYP	DM	NI	TOT	OPTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT	ORG-CARB.	U-ORG C.	K2C	FARG	T-N	T-P	K2CR	TURB.	TØR.	GLØD.	
		TRAT	P	-P	PH=4		=4.5		H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	FIL	FIL	FIL	FIL	FIL	ST.	EST.
10	150	5	2				0.86	0.50												
40																				
80																				
120																				
140																				

FORTEGNELSE OVER MÅLEMETRER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L
LEDTINGSEVNE	.....	=	MG PT/L
FARGE	.....	=	MIKROSTEMENS/CM (20 GRADER CELCIUS).
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L
KMNO4	.....	=	MG O/L
TOT-Fe	.....	=	MIKROGRAM/L
MN	.....	=	MIKROGRAM/L
CL	.....	=	MG/L
SO4	.....	=	MG/L
SI02	.....	=	MG/L
CA	.....	=	MG/L
MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L
CU	.....	=	MIKROGRAM/L
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT-HARDHET	.....	=	MG CAO/L
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL

TABELL 41A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I SKJÆRSJØEN.

AR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	OP	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
NR	DM		DM			02		EVNE	RGE	BIDI.	04											-N
71	7	13	SK	10	18.10	8.5	92.4	6.45	23.0	30	1.5	2.9	140	75	1.0	4.8	2.4	2.30	0.42	1.08	0.38	235
71	7	13	SK	40	17.30		6.38	23.0	31	1.5	2.9											
71	7	13	SK	80	14.40	9.2	92.8	6.33	22.5	26	1.0	3.1	90	50	1.0	4.6	2.6	2.40	0.43	1.03	0.39	240
71	7	13	SK	130	8.00	8.7	76.0	6.13	23.5	21	0.9	3.1	60	15	1.0	4.9	2.9	2.10	0.43	1.04	0.40	265

DYP	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T-N	T-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	FST.	
10	90	5	2		1.49	0.75						13							
40												13							
80	100	4	2		1.46	0.67						13							
130	125	4	2		1.39	0.64													

FORTEGNELSE OVER ENLEENHETER TIL DE FORSKJELIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
02	.....	=	MG/L			
LEHNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	...	=	MG PT/L			
TURBIDITET	...	=	MG SI02/L			
KMN04	...	=	MG O/L			
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	...	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-PO4	...	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

#### 4.11 Trehørningen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Trehørningen ligger i Oslo kommune ca. 7 km fra Hakadal. Innsjøen ligger ved normal vannstand 360 m.o.h., lengden er ca. 2,5 km, og største bredde er ca. 0,6 km. Trehørningen er et dypt skogsvann med jevne, pene strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 43.

Tabell 43. Morfometriske forhold i Trehørningen.

Høyde over havet i m	360,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,581
Volum i mill. m <sup>3</sup>	8,38
Største dyp i m	50,0
Middel dyp i m	14,4

Nedbørfeltet består av skog- og myrmarker. Trehørningen har tilløp fra Søndre Måsjøen, Gunnarskulp og fra Nordvatn via tunnel. Videre tilføres innsjøen vann fra 5 større og mindre bekkesig. Innsjøen har avløp gjennom tunnel til Sølvvika i Helgeren. Innsjøen er regulert, men uttapping skjer bare ved spesielle tilfeller. Reguleringsamplituden er 3,5 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 44.

Tabell 44. Hydrologiske forhold i Trehørningen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	7,12
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,17
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	5,33
Teoretisk oppholdstid i år	1,6

### Fysisk-kjemiske forhold

Trehørningen er en oligotrof, næringsfattig innsjø med lavt innhold av salter og lave fargeverdier. Både sommer og vinter er det et visst oksygenforbruk i de dypeste partier. Vannet er relativt surt og påvirkes i liten grad av tilført organogent og mineralogent materiale fra omgivelsene. På prøvetakingsdagen den 13. juli 1971 var det etablert et vel utviklet sprangsjikt mellom 4 og 6 m, hvilket tyder på at innsjøen ligger godt beskyttet mot vindpåvirkning. Siktedypet var 4,6 m, og den visuelle fargen var gulig-grønn. Innsjøen var i liten grad påvirket av humusstoffer. De fysisk-kjemiske data er gjengitt i tabell 45 og 45 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen har et lavt innhold av bakterier, noe som er helt i overensstemmelse med det normale for denne sjøtypen. På prøvetakingsdagen var bakterieinnholdet relativt jevnt fordelt i hele vannmassen. Dette tyder på at innsjøen ikke får noen større tilførsel av bakterier fra de omliggende områder. De bakteriologiske forhold den 13. juli 1971 er gjengitt i tabell 46.

Tabell 46. Bakteriologiske forhold i Trehørningen den 13/7 1971.

Dyp	1 m	6 m	10 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
Kimtall	100/ml	74/ml	60/ml

### Biologiske forhold

Planteplanktonsammensetningen den 13. juli 1971, som fremgår av tabell 5, var dominert av grønnalger (Euchlorophyceae). Blågrønnalger (Cyanophyceae) og Desmidiaceae var også vanlige. De vanligste artene av grønnalger var *Botryococcus braunii* og *Gloeocystis ampla*. Algefloraen bestod hovedsakelig av typiske oligotrofiarter.



Dyreplanktonsammensetningen har et noe avvikende bilde fra det man skulle vente. Blant krepsdyrene (crustaceene) savnes både hoppekrepsen *Diaptomus gracilis* og vannloppen *Daphnia* spp. i prøven, og vannloppen *Bosmina coregoni* forekommer meget sparsomt. Hva som er årsaken til dette, er vanskelig å avgjøre, men sannsynligvis finnes både *Diaptomus gracilis* og *Daphnia* selv om antallet måtte være lite på prøvetakingsdagen. Av hjuldyrene (rotatoriene) var bare *Kellicottia longispina* i relativt stor forekomst. For øvrig var faunaen helt dominert av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* (se tabell 6).

Fiskefaunaen bestod av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus* ?), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Siken ble utsatt i innsjøen rundt midten av dette århundre. Røya stammer fra en utsetting i Elvatnet rundt år 1800. Det er en rik bestand av småfallen abbor, middels bestand av sik og aure og sparsom bestand av røye.

TABELL 45. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I TREHØRNINGEN.

BR MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	02	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	S04	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
NR	DM				02		EVNE	RGE	BIDI.	04												-N
71	3	3 TR	10	0.90	9.8	71.0	5.77	21.6	20	0.2	4.5	60	65	1.2	4.2	2.9	2.10	0.42	1.19	0.40	215	
71	3	3 TR	40	2.85		5.75	19.0	18	0.1	4.7												
71	3	3 TR	80	3.35		5.75	18.0	16	0.1	4.3												
71	3	3 TR	160	3.70	9.1	71.0	5.75	18.2	14	0.1	4.1											
71	3	3 TR	300	3.80	9.5	74.3	5.75	18.6	16	0.1	4.0											
71	3	3 TR	490	3.90	6.3	49.1	5.65	21.1	17	0.1	3.9	60	50	1.2	3.8	2.8	1.80	0.39	1.23	0.38	220	

DYP NI- TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
 DM TRAT P -P PIH=4 =4.5 H.H. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT ST. EST.

10	110	6	2	1.27	0.55
40					
80					
160					
300	120	4	2	1.21	0.51
490					

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	....	=	TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
02	.....	=	MG/L
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L
FARGE	...	=	MG PT/L
TURBIDITET	...	=	MG SI02/L
KMN04	...	=	MG O/L
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L
MN	.....	=	MIKROGRAM/L
CL	.....	=	MG/L
S04	.....	=	MG/L
SI02	.....	=	MG/L
CA	.....	=	MG/L
MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	...	=	MIKROGRAM/L
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L
ORTO-P04	...	=	MIKROGRAM/L
TOT-P	....	=	MIKROGRAM/L
CU	.....	=	MIKROGRAM/L
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT.HARDHET	=	MG CA0/L	
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL

TABELL 45A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I TREHØRNINGEN.

RR MND	DAG	SJØ DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA- TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	S04	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL		
HR	DM	DM					EVNE	RGE	BIDI.										-N		
71	7	13 TR	10	19.20	8.4	93.3	6.01	18.5	22	1.0	2.6	60	165	1.0	5.6	1.7	1.20	0.31	1.13	0.37	205
71	7	13 TR	40	18.50		5.91	18.5	20	0.9	2.5	60	175	1.0	3.8	2.1	1.20	0.35	1.10	0.37	250	
71	7	13 TR	60	8.30	8.5	75.0	5.61	20.0	28	1.5	2.9	70	175	1.0	3.9	2.3	1.40	0.33	1.06	0.38	220
71	7	13 TR	100	6.70	7.1	59.9	5.57	20.0	22	1.5	2.9										

DYP	HI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG C.	K2C-	FARG	T-N	T--P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.	
DM°	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.	
10	10	4	2			1.18	0.41												7
40																			
60	65	5	2			1.27	0.44												13
100	70	2	2			1.29	0.49												14

FORTEGNELSE OVER HÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG PT/L			
FARGE	.....	=	MG PT/L			
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L			
KMN04	.....	=	MG O/L			
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
S04	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-HARDHET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

#### 4.12 Helgeren

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Helgeren ligger i Oslo kommune ca. 12 km fra Hammaren i Maridalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 358 m.o.h., lengden er ca. 2,5 km, og største bredden er ca. 1,2 km. Helgeren er et middels dypt skogsvann med åpne strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 47.

Tabell 47. Morfometriske forhold i Helgeren.

Høyde over havet i m	358,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	1,828
Volum i mill. m <sup>3</sup>	23,52
Største dyp i m	34,0
Middel dyp i m	12,9

---

Nedbørfeltet består av skog- og myrmarker. Helgeren har tilløp fra Lille Gørja, Sandvikputten og via tunnel fra Trehørningen. Videre mottar den 7 større eller mindre bekkesig som drenerer myrområder omkring. Innsjøen har avløp gjennom tunnel og elv til Myrtjern og derifra gjennom elv (Myrtjernelva) til Gåslungen og Øyungen. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 5,02 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 48.

Tabell 48. Hydrologiske forhold i Helgeren.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	14,87
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,35
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	11,16
Teoretisk oppholdstid i år	2,1

---

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har en typisk oligotrof karakter med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Hele vannmassen er godt mettet med oksygen, men et visst oksygenforbruk gjør seg gjeldende i de dypeste partier under vinterstagnasjonsperioden. Vannets fargeverdier er lave. På prøvetakingsdagen den 13. juli 1971 var det etablert et markert sprangsjikt mellom 4 og 8 meters dyp. Siktedypet var på dette tidspunkt 8,2 m, og den visuelle fargen var grønnaktig. Innsjøen er lite påvirket av humuskomponenter. Vannet har en svakt sur karakter med pH-verdier mellom 6 og 7. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 49 og 49 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen har et lavt innhold av bakterier med verdier innenfor de grenser som er normale for denne sjøtypen. De høyeste verdiene forelå i overflatevannet. De bakteriologiske forhold den 13. juli 1971 er gjengitt i tabell 50.

Tabell 50. Bakteriologiske forhold i Helgeren den 13/7 1971.

Dyp	1 m	12 m
Coliforme	2/100 ml	0/100 ml
Kimtall	26/ml	10/ml

### Biologiske forhold

Planteplanktonfloraens sammensetning den 13. juli 1971 fremgår av tabell 5. Grønnalgene (Euchlorophyceae) dominerer floraen, og rikelig forekommende arter er *Ankistrodesmus falcatus*, *Botryococcus braunii*, *Gloeococcus schroeteri*, *Crucigenia rectangularis* og *Schizochlamus gelatinosa*. I store trekk viser algesammensetningen et typisk bilde for et næringsfattig miljø.

Den kvalitative dyreplanktonsammensetningen viser et normalt bilde for området og sjøtypen. Blant krepsdyrene (crustaceene) domineres faunaen av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* og vannloppen *Bosmina coregoni* med den førstnevnte i majoritet. Vannloppen *Daphnia* forekommer i liten grad og *Daphnia longispina* ble funnet som et enkelt eksemplar i prøvene. Hjuldyrfaunaen (rotatoriene) bestod først og fremst av *Kellicottia longispina* og *Chonochilus unicornis*. Dyreplanktonsammensetningen den 13. juli 1971 er gjengitt i tabell 6.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus* ?), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og stingsild (*Gasterosteus aculeatus*). Røya stammer fra en utsetting i Elvatnet i 1800 og kom til Helgeren da tunnelen ble bygd. Siken som kom til innsjøen omkring 1960, stammer fra en utsetting i Trehørningen i senere tid. Det er en rikelig bestand av småfallen abbor og røye, midt-dels bestand av sik og aure. Sikbestanden er i sterk økning.

TABELL 49. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I HELGEREN.

RR MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	% O2	PH	LEDN.	FA- EVNE	TUR- RGE	KMN- BIDI.	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL
71	3	HE	10	0.80	11.7	84.6	5.87	24.3	21	0.1	4.0	70	90	1.4	4.9	3.6	2.40	0.45	1.29	0.41	315
71	3	HE	40	2.40	11.0	83.0	6.40	26.7	12	0.1	2.6										
71	3	HE	80	2.90	10.9	83.0	6.32	24.6	10	0.1	2.6										
71	3	HE	120	3.10	10.6	81.6	6.25	23.7	10	0.1	2.9										
71	3	HE	150	3.10	8.9	68.7	6.22	24.5	11	0.1	2.4	25	20	1.2	4.7	2.8	2.80	0.52	1.10	0.40	275

DYP	NI- TRAT	TOT- P	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM						PH=4	PH=4	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.

10	170	4	2			1.24	0.61													
40																				
80																				
120																				
150	165	4	2			1.65	0.89													

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :  
TEMP ..... = TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.

O2	.....	=	MG/L
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L
FARGE	.....	=	MG PT/L
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L
KMN04	.....	=	MG O/L
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L
MN	.....	=	MIKROGRAM/L
CL	.....	=	MG/L
SO4	.....	=	MG/L
SI02	.....	=	MG/L
CA	.....	=	MG/L
MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L
CU	.....	=	MIKROGRAM/L
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT.HARDHET	.....	=	MG CAO/L
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL

TABELL 49A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I HELGEREN.

NR	MND	DAG	SJØ	DYP	DM	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
										EVNE	RGE	BIDI.	04											--N
71	7	13	HE	10	13	60	8.5	93.0	6.64	25.0	12	0.6	2.3	20	45	1.2	7.2	2.6	2.70	0.41	0.99	0.41	315	
71	7	13	HE	40	18	50		6.59	24.5	10	0.4	2.3												
71	7	13	HE	80	8	90		6.27	26.0	11	0.5	2.7												
71	7	13	HE	120	6	30	9.7	80.9	6.21	25.0	12	0.7	2.4	30	55	1.2	5.7	2.9	3.00	0.40	1.06	0.40	320	
71	7	13	HE	160	5	70		6.14	25.5	13	0.5	2.3												
71	7	13	HE	270	5	30	9.5	77.7	6.11	25.0	14	0.5	2.5	30	50	1.2	4.9	2.9	2.90	0.40	1.24	0.40	325	

DYP	HI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4			H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	150	3	2																
40							1.52	0.77											
80																			
120	170	2	2				1.55	0.75											
160																			
270	170	8	2				1.51	0.75											

FORTEGNELSE OVER MÅLEMMETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MIKROSIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	.....	=	MG PT/L			
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L			
KMNO4	.....	=	MG O/L			
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			



#### 4.13 Øyungen

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Øyungen ligger i Oslo kommune ca. 3 km fra Skar i Maridalen. Innsjøen ligger ved normal vannstand 282 m.o.h., lengden er ca. 1,6 km, og største bredde er ca. 1,2 km. Øyungen er et grunt skogsvann med småkuperte, lett fremkommelige strender, men vestsiden er noe utilgjengelig. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 51.

Tabell 51. Morfometriske forhold i Øyungen.

Høye over havet i m	282,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,793
Volum i mill. m <sup>3</sup>	5,10
Største dyp i m	24,6
Middel dyp i m	6,4

---

Nedbørfeltet består i overveiende grad av skogsmarker, men det er også en del myrområder. Innsjøen har tilløp fra Helgeren gjennom Gåslungen, Kalven, Langvatn, Fagervatn samt 6 større eller mindre bekkesig. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 1,96 m. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 52.

Tabell 52. Hydrologiske forhold i Øyungen.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	27,87
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,66
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	20,90
Teoretisk oppholdstid i år	0,2

---

### Fysisk-kjemiske forhold

Øyungen er en salt- og næringsfattig oligotrof innsjø. Det er et markert oksygenforbruk i de dypeste vannmassene. Vannets pH er relativt høy, og ved sommerprøvetakingen var verdien like under 7. Siktedypet var på samme tidspunkt 10 m, og den visuelle fargen hadde en grønn nyanse. Sprangsjiktet var etablert mellom 4 og 8 meters dyp. Innsjøen er lite påvirket av humuskomponenter, og noen direkte påvirkning ved tilført organogent og mineralogent materiale foreligger ikke. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 53 og 53 a.

### Bakteriologiske forhold

Bakterieinnholdet var lavt og hadde verdier som er normale for denne innsjøtypen. Det synes ikke å foreligge noen direkte påvirkning fra omgivelsene. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 54.

Tabell 54. Bakteriologiske forhold i Øyungen.

Dato	4/3-71		13/7-71	
Dyp	1 m	21 m	1 m	12 m
Coliforme	0/100 ml	1/100 ml	4/100 ml	1/100 ml
Kimtall	85/ml	34/ml	-	-

### Biologiske forhold

Plantep planktonfloraen var den 13. juli 1971 dominert av grønnalgene (Euchlorophyceae) som fremgår av tabell 5. De vanligst forekommende grønnalger var *Crucigenia rectangularis*, *Gloeococcus schroeteri*, *Schizochlamys gelatinosa*, *Ankistrodesmus falcatus*. Blant Chrysophyceae kan nevnes *Stichogloea doederleini*. Algefloraen viser en normal sammensetning for et oligotroft miljø.

Den kvalitative dyreplankton sammensetningen den 13. juli 1971 viser et normalt bilde for området og innsjøtypen. Faunaen domineres blant krepsdyrene (crustaceene) av vannloppen *Holopedium gibberum* og *Bosmina coregoni*

samt hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. Blant hjuldyrene (rotatoriene) kan spesielt en rik forekomst av *Asplanchna*<sup>SPP.</sup> noteres. For øvrig er *Conochilus unicornis* vanlig forekommende. Dyreplanktonsammensetningen fremgår av tabell 6.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus* ?), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og stingsild (*Gasterosteus aculeatus*). Siken og røya stammer fra utsetting i de øvre deler av vassdraget. Siken er kommet til innsjøen i de siste årene. Det er en relativt stor bestand med småfallen abbor, middels bestand av aure og røye. Røya kan bli relativt stor (1-3 hg). Sikbestanden er økende.

TABELL 53. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I ØYUNGEN.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	Ø2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
HR	DM					Ø2			EVNE	RGE	BIDI.	Ø4											-N
71	3	4	ØY	10	0.70	12.3	88.7	6.25	16.3	12	0.1	3.3	35	25	1.4	5.5	3.5	3.10	0.48	1.27	0.45	320	
71	3	4	ØY	40	3.50	9.9	76.9	6.24	18.0	9	0.1	2.8											
71	3	4	ØY	80	3.60	9.7	75.5	6.26	18.3	9	0.1	3.2											
71	3	4	ØY	160	3.80	8.3	64.8	6.06	19.3	10	0.1	3.2											
71	3	4	ØY	210	3.90	4.1	32.5	5.96	20.1	8	0.1	2.5	30	110	1.4	5.2	3.5	3.60	0.54	1.29	0.42	230	

DYP NI- TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
 DM TRAT P -P -PH=4 =4.5 H.H. UFIL FIL UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10	220	18	2	1.15	0.69
40					
80					
160					
210	150	4	2	1.57	1.07

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
Ø2	.....	=	MG/L
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG PT/L
FARGE	.....	=	MIKROSIEMENS/CH (20 GRADER CELCIUS).
TURBIDITET	.....	=	MG SI02/L
KMN04	.....	=	MG O/L
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L
MN	.....	=	MIKROGRAM/L
CL	.....	=	MG/L
SO4	.....	=	MG/L
SI02	.....	=	MG/L
CA	.....	=	MG/L
MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L
ORTO-PO4	..	=	MIKROGRAM/L
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L
CU	.....	=	MIKROGRAM/L
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L
TOT. HARDHET	.....	=	MG CAO/L
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL

TABELL 53A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I ØYUNGEN.

RR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
				DM			O2		EVNE	RGF	BIDI.	04											-N
71	7	14	ØY	10	18.80	8.6	95.8	6.83	27.0	11	1.0	2.3	85	10	1.2	5.0	2.1	2.90	0.43	1.11	0.41	195	
71	7	14	ØY	40	18.80		6.83	27.0	10	0.6	2.3												
71	7	14	ØY	80	8.00		6.31	28.0	12	0.7	2.5												
71	7	14	ØY	120	5.30	8.0	65.4	6.28	29.5	14	0.9	2.3	80	65	1.4	5.5	3.1	3.00	0.46	1.15	0.40	245	
71	7	14	ØY	200	4.40	6.4	51.1	6.16	31.0	14	0.9	2.2	120	75	1.2	5.8	3.3	3.00	0.48	1.19	0.40	260	

ØYP HI- TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG Y.-N T.-P K2CR. TURR. TØR. GLØD.  
 DM TRAT P -P -P PH=4 =4.5 H.H. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10	85	6	2	1.74	0.91
40					
80					
120	150	3	2	1.78	0.95
200	145	3	2	1.96	1.02

FORTEGNELSE OVER MALEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

- TEMP ..... = TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
- O2 ..... = MG/L
- LEDNINGSEVNE = MG/L
- FARGE ..... = MG PT/L
- TURBIDITET = MG SI02/L
- KMNO4 ..... = MG O/L
- TOT-FE .. = MIKROGRAM/L
- MN ..... = MIKROGRAM/L
- CL ..... = MG/L
- SO4 ..... = MG/L
- SI02 ..... = MG/L
- CA ..... = MG/L
- MG ..... = MG/L
- NA ..... = MG/L
- K ..... = MG/L
- TOTAL N .. = MIKROGRAM/L
- NITRAT .. = MIKROGRAM/L
- ORTO-P04 .. = MIKROGRAM/L
- TOT-P .... = MIKROGRAM/L
- CU ..... = MIKROGRAM/L
- ZN ..... = MIKROGRAM/L
- TOT.HARDHET = MG CAO/L
- ALK. .... = (ML N/10)\*HCL

#### 4.14 Ørfiske

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Ørfiske ligger i Nittedal kommune, ca. 4 km fra Movatn stasjon. Innsjøen ligger ved normal vannstand 337 m.o.h., lengden er ca. 2 km, og største bredde er ca. 0,6 km. Ørfiske er et middels dypt skogsvann med steinete strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 55.

Tabell 55. Morfometriske forhold i Ørfiske.

Høyde over havet i m	338,5
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,803
Volum i mill. m <sup>3</sup>	6,37
Største dyp i m	19,0
Middel dyp i m	7,9

Ørfiske er den øverste av innsjøene i østre vassdrag. Nedbørfeltet består av skogs- og myrmarker. Rundt selve sjøen er det noe dyrket mark og bebyggelse (Sameigkollen). Innsjøen har tilløp fra Langdalsvatn, Svensketjern og seks større eller mindre bekkesig som drenerer småputter og større myrområder. Den har utløp gjennom en tunnel og bekk til Nordre Movatn. Innsjøen er regulert, og reguleringsamplituden er 10,10 meter. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 56.

Tabell 56. Hydrologiske forhold i Ørfiske.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	12,3
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,29
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	9,24
Teoretisk oppholdstid i år	0,7

### Fysisk-kjemiske forhold

Ørfiske er noe humuspåvirket og har en relativt sur vannkvalitet med lavt innhold av salter og næringsstoffer. Vannmassene er godt mettet med oksygen hele året, og det er ikke blitt påvist noe direkte oksygenforbruk av betydning i de bunnære vannmassene. Den 14. juli 1971 var det etablert et velutviklet sprangsjikt i ca. 6 meters dyp. Siktedypet var på samme tidspunkt 5,5 m, og den visuelle fargen hadde en gul-brun nyanse. Innsjøen kan betraktes som oligohumøs. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 57 og 57 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen har et lavt innhold av bakterier - noe som er i god overensstemmelse med de forhold som kan ansees som normale for denne innsjøtype. Det er ikke påvist noen direkte påvirkning fra omgivelsene. Humustilførselen vil imidlertid i noen grad føre til en økning av det totale bakterieinnhold. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 58.

Tabell 58. Bakteriologiske forhold i Ørfiske.

Dato	5/3-71		14/7-71	
Dyp	1 m	7 m	1 m	6 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml	2/100 ml
Kimtall	164/ml	82/ml	-	-

### Biologiske forhold

Plantep planktonet domineres av blågrønnalger (Cyanophyceae), grønnalger (Euchlorophyceae) og i noen monn også Chrycophyceae. De vanligste artene blant blågrønnalgene er *Chroococcus cf. minutus*, *Coelosphaerium kutzingianum* og *Coelosphaerium naegelianum*, blant grønnalgene *Ankistrodesmus falcatus* og *Gloeococcus schroeteri*, samt blant Chrysophyceae *Stichogloea doederleinii*. Planktonfloraens sammensetning som fremgår av tabell 5, består hovedsakelig av oligotrofi-indikerende arter.

Kvalitativt har innsjøen en normal og ventet dyreplanktonsammensetning for området og innsjøtypen. Hoppekrepsen *Diaptomus gracilis* er imidlertid ikke funnet i noen av prøvene. Vannloppene *Holopedium gibberum* og *Bosmina coregoni* samt hoppekrepsen *Cyclops scutifer* dominerer faunaen blant krepsdyrene (crustaceene). Det er grunn til å merke seg den sparsomme forekomst av vannloppen *Daphnia*. Bare et fåtall *Daphnia cristata* er funnet i prøvene. Den relativt rike hjuldyrfaunaen (rotatoriene) var dominert av *Conochilus unicornis*. Dyreplanktonsammensetningen den 14. juli 1971 er gjengitt i tabell 6.

Fiskefaunaen består av fire arter, nemlig aure (*Salmo trutta*), sik (*Coregonus ?*), abbor (*Perca fluviatilis*) og ørekyte (*Phoxinus phoxinus*). Siken er utsatt i innsjøen, sannsynligvis en eller annen gang i begynnelsen av 1900-tallet. Det er en rikelig bestand av småfallen abbor, middels bestand av aure og sik.



TABELL 57. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I ØRFISKE.

NR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA	TUR	KMN	TOT- FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
DM									EVNE	RGE	BIDI.	O4											-N
71	3	5	ØR	10	0.40	15.9	113.8	5.62	23.0	28	0.4	5.7	120	120	1.8	7.4	4.4	3.30	0.54	1.36	0.56	490	
71	3	5	ØR	40	1.70	11.0	81.3	5.40	20.5	25	0.4	5.4	100	130	1.4	6.8	3.7	2.60	0.46	1.25	0.47	335	
71	3	5	ØR	70	2.60	10.2	77.2	5.55	19.0	23	0.4	5.4	100	130	1.4	6.8	3.7	2.60	0.46	1.25	0.47	335	

DYP	HI	TOT	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG	CARB.	U	ORG	C	K2C	FARG	T	N	T	P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P			PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	350	5	2			0.82	0.31																
40																							
70	200	5	2			0.82	0.29																

FORTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	...	=	MG PT/L			
TURIDITET	.....	=	MG SI02/L			
KMN04	...	=	MG O/L			
TOT-FE	...	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITPAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	..	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	...	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

TABELL 57A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I ØRFFISKE.

AR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT- FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
NR	DM			DM		02		EVNE	RGF	BIDI.	04												-N
71	7	14	ØR	10	18.3	8.3	90.6	5.99	26.0	23	1.5	2.9	220	100	1.2	5.7	3.3	2.10	0.38	1.10	0.42	300	
71	7	14	ØR	40	18.1			5.92	26.0	20	1.0	2.9											
71	7	14	ØR	60	10.5			5.57	26.5	28	2.0	4.0	280	120	1.2	5.6	3.6	2.10	0.39	1.14	0.44	280	
71	7	14	ØR	80	7.5	8.5	72.8	5.64	27.0	32	2.0	4.2	300	115	1.2	6.1	9.7	2.20	0.40	1.19	0.46	300	

DYP	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-	CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P	PH=4	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.		
10	165	3	2		1.28	0.44														
40																				
60	185	4	2		1.31	0.43														
80	210	3	2		1.31	0.47														

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSEVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	.....	=	MG PT/L			
TURBIDITET	.....	=	MG O/L			
KMNO4	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT- FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL			

#### 4.15 Nordre Movatn

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Nordre Movatn ligger i Oslo kommune ca. 6 km fra Maridalsvatn. Innsjøen ligger 274 m.o.h., lengden er ca. 0,7 km, og største bredde er ca. 0,1 km. Nordre Movatn er et relativt grunt skogsvann med småkuperte, delvis bratte strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 59.

Tabell 59. Morfometriske forhold i Nordre Movatn.

Høyde over havet i m	274,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,048
Volum i mill. m <sup>3</sup>	0,36
Største dyp i m	15,0
Middel dyp i m	7,5

---

Nedbørfeltet består av skogs- og myrmarker. Ved innsjøen finnes noe dyrket mark og bebyggelse. Nordre Movatn har tilløp gjennom tunnel og bekk fra Ørfiske. Videre munner et mindre bekkesig ut i innsjøen. Den har avløp til Søndre Movatn. Innsjøen er ikke regulert, men påvirkes sterkt av reguleringen av Ørfiske. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 60.

Tabell 60. Hydrologiske forhold i Nordre Movatn.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	12,9
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,31
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	9,68
Teoretisk oppholdstid i år	0,04

---

### Fysisk-kjemiske forhold

Innsjøen har et oligotroft preg med lavt innhold av salter og næringsstoffer. Vannet har en sur karakter med pH-verdier omkring 6. Et visst oksygenforbruk gjør seg gjeldende i de bunnære vannmasser. For øvrig har vannet et høyt innhold av oksygen. Innsjøen er i noen grad påvirket av humuskomponenter og kan betraktes som oligohumøs. Ved prøvetakingen den 14. juli 1971 forelå et velutviklet sprangsjikt mellom 4 og 8 meters dyp, siktedypet var 4,7 meter, og den visuelle fargen hadde en gul-brun nyanse. Den lave overflatetemperaturen på prøvetakingsdagen var forårsaket av at det ble tappet vann fra ørfiske (dypereleggende vannmasser under sprangsjiktet). De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 61 og 61 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen har for denne innsjøtype normalt bakterieinnhold med lave verdier. Den har ingen større tilførsel av bakterier fra omgivelsene. Totalantallet bakterier er relativt høyt og har sannsynligvis sammenheng med humustilførselen. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 62.

Tabell 62. Bakteriologiske forhold i Nordre Movatn.

Dato	5/3-71		14/7-71	
Dyp	1 m	8 m	1 m	12 m
Coliforme	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml	0,5/100 ml
Kimtall	180/ml	42/ml	-	-

### Biologiske forhold

Planteplanktonets sammensetning den 14. juli 1971 fremgår av tabell 5. Grønnalgene (Euchlorophyceae) og Desmidiaceae dominerer algefloraen. Den vanligst forekommende arten er grønnalgen *Botryococcus braunii*. Algefloraen er ekstremt fattig og har en noe avvikende sammensetning mot det man skulle vente. Dette forhold kan settes i sammenheng med reguleringspåvirkningen som forelå på prøvetakingsdagen. For øvrig har algefloraen et oligotroft preg.

Den observerte dyreplanktonsammensetningen den 14. juli 1971 avviker i noen grad fra det som man skulle vente i en innsjøtype som denne. Således har man ikke i noen av prøvene funnet hoppekrepsen *Diaptomus gracilis* eller *Heterocope appendiculata*. Begge arter finnes sannsynligvis i innsjøen, men har av en eller annen grunn vært så fåtallig at de ikke er blitt med i prøven. Faunaen domineres blant krepsdyrene (crustaceene) av vannloppene *Bosmina coregoni* og *Holopedium gibberum* samt hoppekrepsen *Cyclops scutifer* med den siste som dominant. Blant hjuldyrene (rotatoriene) som forekommer sparsomt, er det ingen som direkte dominerer. Dyreplanktonsammensetningen fremgår av tabell 6.

Fiskefaunaen består av aure (*Salmo trutta*), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og mort (*Rutilus rutilus*). Med all sannsynlighet finnes også sik (*Coregonus ?*), etter som siken er satt ut i Ørfiske som gjennom en tunnel står i forbindelse med Nordre Movatn. Det foreligger imidlertid ingen rapport om at sik er blitt fanget i innsjøen. Det er en rik bestand av småfallen abbor og sparsom bestand av aure. Den auren som finnes, er stor, og flere eksemplarer på 4-5 kg er blitt fanget.

TABELL 61. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I NORDRE MOVATN.

BR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT- FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
			HR	DN					EVNE	RGE	BIDI.	04											-N
71	3	5	NM	10	1.10			6.12	20.2	25	0.4	5.1	100	80	1.6	6.5	4.1	3.10	0.51	1.35	0.47	395	
71	3	5	NM	80	2.60			6.03	20.5	19	0.4	4.2	90	115	1.4	6.5	3.7	3.20	0.50	1.20	0.46	305	

DYP	HI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.
DM	TRAT	P	-P		PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	EST.
10	260	6	2			1.02	0.44												
80	200	6	3			1.52	0.71												

FORTEGNELSE OVER MÅLENEHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

- TEMP ..... = TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
- O2 ..... = MG/L
- LEDNINGSEVNE = MIKROSIEMENS/CM (20 GRADER CELCIUS).
- FARGE ... = MG PT/L
- TURBIDITET = MG SI02/L
- KMN04 ... = MG O/L
- TOT-FE ... = MIKROGRAM/L
- MN ..... = MIKROGRAM/L
- CL ..... = MG/L
- SO4 ..... = MG/L
- SI02 ..... = MG/L
- CA ..... = MG/L
- MG ..... = MG/L
- NA ..... = MG/L
- K ..... = MG/L
- TOTAL N .. = MIKROGRAM/L
- NITRAT .. = MIKROGRAM/L
- ORTO-P04 .. = MIKROGRAM/L
- TOT-P .... = MIKROGRAM/L
- CU ..... = MIKROGRAM/L
- ZN ..... = MIKROGRAM/L
- TOT. KARDHET = MG CAO/L
- ALK. .... = (ML N/10)\*HCL

TABELL 61A. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I NORDRE NOVATN.

RR	HR	HD	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	%	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KMN-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
										EVNE	RGF	BIDI.	04											-N
71	7	14	NM	10	13.60	9.5	94.1	6.33	27.5	26	1.5	3.7	130	90	1.2	5.6	3.6	2.60	0.41		1.29	0.45	315	
71	7	14	NM	40	11.70			5.97	27.5	24	0.8	3.6												
71	7	14	NM	80	6.40			6.06	32.0	22	0.7	3.4												
71	7	14	NM	150	5.50	7.5	61.6	6.24	34.0	26	1.0	3.4	190	160	1.4	6.9	4.3	3.50	0.51		1.32	0.51	350	

DYP NI- TOT- OPTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.  
 DN TRAT P -P PH=4 =4.5 H.H. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10	200	4	2	1.28	0.47	16
40						
80						
150	235	42	2	1.85	1.01	16

FORTEGNELSE OVER URLEENHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR I GRADER CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L
LEGNINGSVÆNE	.....	=	MKROSIEMENS/CH (20 GRADER CELCIUS).
FARGE	...	=	MG PY/L
TURBIDITET	...	=	MG SI02/L
KN04	...	=	MG O/L
TOT-FE	...	=	MKROGRAM/L
MN	.....	=	MKROGRAM/L
CL	.....	=	MG/L
SO4	.....	=	MG/L
SI02	.....	=	MG/L
CA	.....	=	MG/L
MG	.....	=	MG/L
NA	.....	=	MG/L
K	.....	=	MG/L
TOTAL N	..	=	MKROGRAM/L
NITRAT	..	=	MKROGRAM/L
ORTO-P04	..	=	MKROGRAM/L
TOT-P	..	=	MKROGRAM/L
CU	.....	=	MKROGRAM/L
ZN	.....	=	MKROGRAM/L
TOT.HARDET	..	=	MG CA0/L
ALK.	.....	=	(ML N/10)*HCL

#### 4.16 Søndre Movatn

##### Morfometriske og hydrologiske forhold

Søndre Movatn ligger i Oslo kommune ca. 5,5 km fra Maridalsvatn ved Sørbraaten. Innsjøen ligger 273 m.o.h., lengden er ca. 0,5 km og største bredde ca. 0,25 km. Søndre Movatn er et middels dypt skogsvann med småkuperte og til dels bratte strender. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 63.

Tabell 63. Morfometriske forhold i Søndre Movatn.

Høyde over havet i m	273,0
Overflateareal i km <sup>2</sup>	0,0865
Volum i mill. m <sup>3</sup>	0,68
Største dyp i m	20,0
Middel dyp i m	7,8

---

Nedbørfeltet består hovedsakelig av skogs- og myrmarker. Omkring selve innsjøen finnes en del bebyggelse (Sørbraaten). Den har tilløp fra Nordre Movatn samt fra en bekk og et mindre bekkesig. Den har utløp til Dausjøen og derfra videre til Maridalsvatnet. Innsjøen er ikke regulert, men påvirkes i noen grad av reguleringen av Ørfiske. De viktigste hydrologiske data er gjengitt i tabell 64.

Tabell 64. Hydrologiske forhold i Søndre Movatn.

Nedbørfelt i km <sup>2</sup>	15,5
Spesifikk avrenning i l/s.km <sup>2</sup>	23,8
Midlere avrenning i m <sup>3</sup> /s	0,37
Årlig tilsig i mill. m <sup>3</sup>	11,64
Teoretisk oppholdstid i år	0,06

---



### Fysisk-kjemiske forhold

Søndre Movatn er en oligotrof innsjø med lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer. Et visst oksygenforbruk gjør seg gjeldende i de dypere partier, og dette er spesielt merkbart under vinterstagnasjonsperioden. Dette tyder på at en viss organisk belastning foreligger. Innsjøen er i noen grad humuspåvirket og har sur karakter med pH-verdier omkring 6. På prøvetakingsdagen den 14. juli 1971 var det etablert et velutviklet sprangsjikt mellom 4 og 8 meters dyp. Siktedypet var på samme tidspunkt 5,3 m, og den visuelle fargen hadde en gul-brun nyanse. Den relativt lave overflatetemperatur har sammenheng med uttapping av vann fra Ørfiske. Innsjøen kan betraktes som oligohumøs. De fysisk-kjemiske forhold er gjengitt i tabell 65 og 65 a.

### Bakteriologiske forhold

Innsjøen er i noen grad påvirket av bakterier, og med utgangspunkt i innsjøtypen er bakterieverdiene relativt høye. Dette tyder på at innsjøen tilføres bakterier og lett nedbrytbart organisk stoff fra omgivelsene. Dette er også noe som man måtte vente etter som en del menneskelig aktivitet foregår i innsjøens umiddelbare nærhet. Observasjonsverdiene er imidlertid vannhygienisk sett lave og viser ikke noen direkte utslipp av fækalier selv om slike kan forekomme. De bakteriologiske forhold er gjengitt i tabell 66.

Tabell 66. Bakteriologiske forhold i Søndre Movatn.

Dato	5/3-71			14/7-71	
	1 m	8 m	20 m	1 m	12 m
Dyp					
Coliforme	2/100 ml	0/100 ml	2/100 ml	14/100 ml	0/100 ml
Kimtall	130/ml	49/ml	120/ml	-	-

### Biologiske forhold

Planteplanktonfloraen den 14. juli 1971 var dominert av grønnalger (Euchlorophyceae) og i noen grad også av Desmidiaceae. De vanligst forekommende arter var blant grønnalgene *Gloeococcus schroeteri* og *Oocystis* sp., og blant Desmidiaceae *Cosmarium margaritifera* og *Xanthidium antilopaeum*. Algefloraens sammensetning, som fremgår av tabell 5, viser et typisk oligotroft bilde.

Kvalitativt viser dyreplanktonfaunaen den 14. juli 1971 en normal sammensetning for området og innsjøtypen (se tabell 6). Den sparsomme forekomsten av hoppekrepsene *Diaptomus gracilis* og *Heterocope appendiculata* bør imidlertid spesielt påpekes. Bare noen få eksemplarer forelå i prøvene. Blant krepsdyrene (crustaceene) domineres faunaen av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* og vannloppen *Holopedium gibberum*, med den førstnevnte som dominant. Hjuldyrfaunaen (rotatoriene) som var temmelig rik, består først og fremst av *Conochilus unicornis* og *Kellicottia longispina*.

Fiskafaunaen består av aure (*Salmo trutta*), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og mort (*Rutilus rutilus*). Sik (*Coregonus* ?) kan muligens forekomme, selv om den hittil ikke er rapportert. Det er en rik bestand av småfallen abbor, sparsomt med storfallen aure, som kan nå vekter på opp til 5 kg.

TABELL 65. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I SØNDRE NOVATN.

ÅR	MND	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	% O2	PH	LEDN.	FA-	TUR-	KHM-	TOT-FE	MN	CL	SO4	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
			DK	DH					EVNE	RGE	BIDI.	04											
71	3	5	SM	10	0.50	13.5	96.7	6.20	22.5	21	0.3	4.4	85	60	1.6	7.5	4.4	3.50	0.57	1.38	0.49	405	
71	3	5	SM	40	1.60	12.4	91.1	5.89	22.5	21	0.3	4.5											
71	3	5	SM	80	2.70		6.02	22.5	18	0.3	3.7												
71	3	5	SM	160	3.60	5.9	45.6	5.95	23.5	29	0.3	3.6											
71	3	5	SM	200	3.60	3.0	23.1	6.07	29.5	30	0.6	4.1	640	420	2.0	7.1	4.6	5.00	0.76	1.61	0.65	370	

DYP NI- TOT- ORTO CU ZN ALK1 ALK2 TOT. ORG-CARB. U-ORG C. K2C- FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD.

DM TRAT P -P -P H.N. UFIL FIL UFIL FIL R207 FIL FARG T.-N T.-P K2CR. TURB. TØR. GLØD. FILT FILT FILT FILT ST. EST.

10	280	5	2	1.39	0.68
40					
80					
160	250	9	4	2.09	1.52
200					

FORTEGNELSE OVER HJLEGNHETER TIL DE FORSKJELLIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSVNE	.....	=	MG/L			
FARGE	.....	=	MG PT/L			
TURBIDITET	.....	=	MG O/L			
KHM04	.....	=	MG O/L			
TOT-FE	.....	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
SO4	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	.....	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	.....	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	.....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT. HARDHET	.....	=	MG CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML N/10)+HCL			

TABELL 65. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I SØNDRE NOVATN.

KR	NRD	DAG	SJØ	DYP	TEMP	O2	% O2	PH	LEDN.	FA- EVNE	TUR- RGE	KMU- BIDI.	TOT- FE	MN	CL	S04	SI02	CA	MG	NA	K	TOTAL	
71	3	5	SM	10	0.50	13.5	96.7	6.20	22.5	21	0.3	4.4	85	60	1.6	7.5	4.4	3.50	0.57	1.38	0.49	405	
71	3	5	SM	40	1.60	12.4	91.1	5.89	22.5	21	0.3	4.5											
71	3	5	SM	80	2.70		6.02	22.5	18	0.3	3.7												
71	3	5	SM	160	3.60	5.9	45.6	5.95	23.5	29	0.3	3.6											
71	3	5	SM	200	3.60	3.0	23.1	6.07	29.5	30	0.6	4.1	640	420	2.0	7.1	4.6	5.00	0.76	1.61	0.65	370	

DYP	NI-	TOT-	ORTO	CU	ZN	ALK1	ALK2	TOT.	ORG-CARB.	U-ORG	C.	K2C-	FARG	T.-N	T.-P	K2CR.	TURB.	TØR.	GLØD.	
DM	TRAT	P	-P			PH=4	=4.5	H.H.	UFIL	FIL	UFIL	FIL	R207	FIL	FILT	FILT	FILT	FILT	ST.	FST.
10	280	5	2			1.39	0.68													
40																				
80																				
160	250	9	4			2.09	1.52													
200																				

FOPTEGNELSE OVER MÅLEENHETER TIL DE FORSKJELIGE PARAMETRE :

TEMP	.....	=	TEMPERATUR	I	GRADER	CELCIUS.
O2	.....	=	MG/L			
LEDNINGSVNE	.....	=	MIKROSTIEMENS/CM	(20	GRADER	CELCIUS).
FARGE	....	=	IR	PT/L		
TURBIDITET	....	=	MG	SI02/L		
KMU4	....	=	MG	O/L		
TOT-FE	..	=	MIKROGRAM/L			
MN	.....	=	MIKROGRAM/L			
CL	.....	=	MG/L			
S04	.....	=	MG/L			
SI02	.....	=	MG/L			
CA	.....	=	MG/L			
MG	.....	=	MG/L			
NA	.....	=	MG/L			
K	.....	=	MG/L			
TOTAL N	..	=	MIKROGRAM/L			
NITRAT	..	=	MIKROGRAM/L			
ORTO-P04	....	=	MIKROGRAM/L			
TOT-P	....	=	MIKROGRAM/L			
CU	.....	=	MIKROGRAM/L			
ZN	.....	=	MIKROGRAM/L			
TOT.HARDHET	=	MG	CAO/L			
ALK.	.....	=	(ML	N/10)*HCL		

## 5. REGIONAL OVERSIKT OG SAMMENDRAG

### 5.1 Fysisk-kjemiske forhold

I fysisk-kjemisk sammenheng viser innsjøene i Nordmarka stort sett et meget ensartet og homogent bilde. Dette er også hva man kunne vente, da nedbørfeltet i hydrologisk og geologisk sammenheng er forholdsvis homogent. Innsjøene som i store trekk kan betegnes som sulfatinnsjøer, har et klart oligotroft preg, lavt innhold av salter og plantenæringsstoffer, høyt oksygeninnhold og lave fargeverdier. Innsjøene er mer eller mindre humuspåvirket og har sur karakter med pH-verdier omkring 6 og kan derfor betegnes som mer eller mindre oligohumøse. En del tjern og putter innenfor området har høyt innhold av humus og kan betegnes som mesohumøse til polyhumøse.

Temperaturforholdene er i store trekk ensartet, og innsjøene hører med til de tempererte innsjøer og gjennomløper fire forskjellige termiske perioder pr. år. Overflatevannets temperatur er ensartet, og samtlige av de undersøkte innsjøer med unntak av Ølja har under sommerstagnasjonen et vel utviklet sprangsjikt mellom 4 og 12 meters dyp. Høyest ligger sprangsjiktet i de mindre og mer vindbeskyttede innsjøene, og dypest i de store og mer vindeksponerte, som f.eks. Hakkloa og Katnosa. Tverrsjøen og Ølja synes til tross for at de har et relativt lite overflateareal, å være spesielt vindpåvirket. Sprangsjiktets relativt dype beliggenhet i Tverrsjøen og fullsirkulasjonen i Ølja tyder på dette. At vannmassene i Ølja sirkulerer hele sommeren, har også sin årsak i at innsjøen er grunn. I de tilfeller da en innsjø blir tappet, kan en tilfeldig temperaturpåvirkning gjøre seg gjeldende i selve innsjøen samt i de nedenforliggende innsjøene. Disse forhold gjelder spesielt for de små innsjøene Nordre og Søndre Movatn, der uttapping av vann fra de dypere lag i Ørfiske i sterk grad påvirker temperaturforholdene i de to innsjøene.

Siktedypet varierer sterkt, med verdier fra 3,6 til 11 m i de undersøkte lokalitetene (se tabell 67). Dette er altså en av de få parametrene som markert skiller seg ut i det ellers så homogene bilde. Spesielt høye siktedypverdier ble målt i Daltjuven (11 m) og Øyungen (10 m). Siktedypet i området er først og fremst avhengig av innsjøenes humusinnhold, idet

leirpartiklene og planktonalgene forekommer i så lave kvantiteter at de ikke i nevneverdig grad påvirker siktedypforholdene. En regional oversikt fremgår av figur 2, der innsjøene er inndelt i fire grupper med hensyn på siktedypets størrelse. Til sammenlikning er tatt med Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen. Det lave siktedypet i Skjersjøen må sees i sammenheng med reguleringsinngrep og den hyppige fluktusjon i vannstanden.

### Oksygen

Overflatevannets innhold av oksygen er høyt og ligger nært metningsverdien i samtlige innsjøer (se tabell 67 og figur 3 og 3 a, som er tegnet opp på samme måte som figur 2 ovenfor). At metningsverdien er noe under 100% har sin årsak i at innsjøene er noe påvirket av humusstoffer. Humus har en hemmende effekt på diffusjon fra luften samtidig som den ved nedbrytning forårsaker et visst oksygenforbruk, og man må derfor vente noe lavere oksygeninnhold i disse humusrike vannforekomster. Reguleringen av innsjøene bidrar til at humusstoffene tilføres de øverste vannmassene i større grad enn hva tilfellet ville ha vært for upåvirkede innsjøer. Da planktonproduksjonen er lav, er det først og fremst vindfaktoren som er viktig for innblanding av oksygen i vannmassene. Oksygenforbruk av betydning i dyplagene under stagnasjonsperiodene foreligger bare i Tverrsjøen, Skjersjøen, Trehørningen, Helgeren, Øyungen og Nordre og Søndre Movatn. Oksygenforbruket er størst under vinterstagnasjonsperioden. Den laveste oksygenverdi som overhodet er målt, stammer fra bunnsjiktet av Søndre Movatn der verdien er ca. 23% av total metning. Oksygenforbruket er i det vesentligste forårsaket av nedbrytning av organisk materiale i bunnsedimentene. Dette organiske materialet består først og fremst av humusstoffer som tilføres innsjøene fra nedbørfeltet. Spesielt om høsten tilføres innsjøene store mengder organogent stoff i form av løv og andre vegetasjonsrester som er under nedbrytning. Videre er innsjøenes topografi av betydning. Hvis dypområdet er lite, er det tilgjengelige oksygenvolum også mindre, og derfor vil oksygenbristen bli mer markert. Disse forhold gjelder spesielt for Søndre Movatn og forklarer de relativt lave verdier som er målt. Et tilsvarende forhold gjelder også Nordre Movatn, Øyungen og Trehørningen. De lave oksygenverdier i dypet av de nevnte innsjøer må derfor betraktes som et naturlig fenomen. Ingen av de målte verdier er så lave at de vil forårsake skader på bunndyr eller fisk.

### pH (Surhetsgrad)

Vannets pH-verdier ligger innenfor hele området på den sure siden av skalaen med verdier omkring 6. Dette er naturlig for det saltfattige, humuspåvirkede og lite buffret miljø som Nordmarksvassdraget utgjør. pH-fordelingen i de undersøkte innsjøene viser et normalt bilde med de høyeste verdiene i overflaten, delvis forårsaket av planteplanktonets assimilasjon, og de laveste i bunnsjiktet der nedbrytningsprosessene dominerer og karbondioksyd ( $\text{CO}_2$ ) dannes. De laveste verdiene foreligger om vinteren da både algeproduksjonen og temperaturen er lav, og nedbrytningsprosessene dominerer.

Regionalt sett foreligger en viss forskjell, og av figur 4, der innsjøene er delt opp i grupper med hensyn på surhetsgrad, fremgår at Movatnsystemet, Trehørningen, Østre Fyllingen og øverste vestre del av Vestre vassdrag er surest, og den østre del av Vestre vassdrag samt Øyungen minst sure. Denne regionale forskjell må settes i sammenheng med ulik tilførsel av humusstoffer fra nedbørfeltet. Til sammenlikning er også pH-situasjonen i Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen tatt med i oversikten (figur 4).

### Farge

Vannets farge innenfor området har i stor grad sammenheng med humuspåvirkningen samt i noen grad med vannets oppholdstid i de respektive innsjøer. De høyeste fargeverdier kan man derfor vente i de mest humuspåvirkede innsjøer, og da spesielt i de som har kort oppholdstid. Vannets farge er en av de parametre som har størst variasjon innenfor nedbørfeltet, - i sterkt humuspåvirkede tjern og putter foreligger det meget høye fargeverdier. De undersøkte innsjøenes fargeverdier er relativt sett lave. Allikevel, med tanke på nedbørfeltets struktur og hydrologi, er fargeverdiene, spesielt i overflatevannet, høye. Videre avviker fargeverdiene fordelt i selve innsjøene fra den normale fordeling med de laveste verdier i overflatevannet og de høyeste i bunnsjiktet under stagnasjonsperiodene. I de fleste av de undersøkte innsjøene finner man de høyeste verdiene i overflatevannet, spesielt er dette tilfellet om vinteren. Disse avvikende forhold kan settes i direkte sammenheng med reguleringspåvirkningen som foreligger. Denne bidrar til at innsjøenes overflatelag tilføres humusstoffer.

Figur 5 viser fargeverdiernes regionale fordeling. Innsjøene har med hensyn på stigende fargeverdier blitt inndelt i fire grupper. Til sammenlikning er også Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen blitt tatt med i oversikten. Av figuren fremgår at de høyeste verdiene og således den største humuspåvirkning foreligger i Ørfiske, Nordre Movatn, Skjersjøen og Østre Fyllingen. Trehørningen, Bjørnsjøen, Tverrsjøen og Ølja har også relativt sett høye fargeverdier.

#### Kjemisk oksygenforbruk $\text{KMnO}_4$ -tall

Sur permanganatløsning oksyderer i en viss utstrekning de naturlige humusstoffene, og det er derfor vanligvis en god korrelasjon mellom permanganatforbruket, vannets farge og humusinnholdet. Permanganatforbruket skulle derfor i store trekk vise det samme bilde som vannets farge (se figur 6, som er satt opp på samme måte som de foregående figurer). Innsjøenes relativt høye permanganatverdier samt den unormale fordeling innenfor vannmassene med høye verdier i overflatevannet, som gjør seg spesielt gjeldende om vinteren, kan settes i direkte sammenheng med en økt tilførsel av humusstoffer på grunn av reguleringen.

#### Turbiditet

De undersøkte innsjøenes turbiditets-verdier er lave, noe som viser at det ikke skjer noen større tilførsel av organogent eller mineralogent partikulært stoff til innsjøene og vassdraget fra det omkringliggende nedbørområde. De høyeste verdier er målt om sommeren og kan settes i sammenheng med planktonproduksjonen i denne tidsperioden. Regionalt sett følger turbiditeten samme variasjonsmønster som farge og permanganatforbruk (figur 7). Dette skulle tyde på at turbiditeten i stor utstrekning er forårsaket av humusstoffene. Noen større variasjon mellom de ulike innsjøene foreligger ikke, og turbiditetsforholdene må derfor betraktes som temmelig homogen og ensartet innenfor nedbørfeltet.



### Spesifikk elektrolytisk ledningsevne og ionebalanse

Vannforekomstene i området har et bløtt, saltfattig vann, og ledningsevnen er lav, med verdier under 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i samtlige innsjøer. I de østre deler av nedbørfeltet er vannets innhold av salter noe høyere. De laveste verdiene har Ølja, Tverrsjøen og Katnosa, dvs. kildeområdene til Vestre vassdrag. Den regionale fordeling fremgår av figur 8, der de undersøkte innsjøene er oppdelt i fire grupper med hensyn på spesifikk elektrolytisk ledningsevne. Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen er også tatt med til sammenlikning.

I samtlige innsjøer unntatt Gjerdingen, Daltjuven og Øyungen dominerer sulfationet på anionsiden, og disse innsjøer kan derfor betraktes som sulfatinnsjøer. Dette er naturlig i et område der nedbørfeltet består av vanskelig eroderbare bergarter med skogs- og myrmarker. Spesielt bidrar myrene til det høye innhold av sulfat. Økningen i nedbørens innhold av svovel bør også nevnes i denne sammenheng, da vannenes bufferevne er meget lav. De innsjøer som tilføres mest myrvann, har høyest sulfatinnhold.

Gjerdingen, Daltjuven og Øyungen som er minst sure, har en mer vanlig ionesammensetning som følger standardsammensetningen med bikarbonat og kalsium som dominerer på anion- resp. kationsiden. Vannet kan derfor betraktes som karbonatvann. I figur 8 a er ionenes prosentvise fordeling i de ulike innsjøene fremstilt slik at sirkelradius tilsvarer (foruten at den gir et relativt mål for saltinnholdet) 25% av resp. kationer (høyre siden) og anioner (venstre siden). Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen er tatt med til sammenlikning.

### Kalsium

Kalsiuminnholdet er lavt, og det er ingen større variasjon innenfor området. Dette har sammenheng med at det ikke finnes noen kalkrike bergarter i nedbørfeltet. Kalsiuminnholdets fordeling innenfor området fremgår av figur 8 b der de undersøkte innsjøene er delt opp i fire grupper med hensyn på kalkinnholdet. Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen er tatt med til sammenlikning. Som figuren viser, er kalkinnholdet noe større i den nedre og den østre delen av feltet enn i den vestre delen.

### Natrium

Natriuminnholdet er lavt og viser i likhet med kalsiuminnholdet ingen større regional variasjon. En slik variasjon kan man heller ikke vente, da nedbørforholdene er temmelig ensartet over hele nedbørfeltet. De høyeste verdiene forekommer i de nederste delene av vassdraget. Den regionale fordeling fremgår av figur 8 c, som er satt opp på samme måte som for kalsiuminnholdet.

### Magnesium

Magnesiuminnholdet er i likhet med de øvrige kationkonsentrasjonene lavt. Noen større regional variasjon foreligger ikke. De høyeste verdiene finner man i de nederste delene av nedbørfeltet, samt i den østre delen av Vestre vassdrag. Dette fremgår av figur 8 d, som er tegnet opp på samme måte som figurene for kalsium og natrium.

### Kalium

Kaliuminnholdet er lavt, og noen større regional variasjon foreligger ikke. Det høyeste innhold er målt i den østre delen av nedbørfeltet, og kaliuminnholdet viser på denne måten det samme bildet som kalsiuminnholdet. Den regionale fordeling fremgår av figur 8 e, som er tegnet opp på samme måte som de øvrige figurene.

### Hydrogenkarbonat og alkalitet

Bikarbonatinnholdet er lavt, noe som gir innsjøene lav alkalitet og følgende liten bufferevne. De høyeste verdiene foreligger i de mer basiske innsjøene som Gjerdingen, Daltjuven, Hakkloa, Sandungen og Øyungen. Innsjøene i den østre delen av nedbørfeltet, samt de surere sjøene som Østre Fyllingen og Trehørningen, synes å være de mest karbonatfattige. Dette har sammenheng med større humuspåvirkning i disse innsjøer. Stort sett må området betraktes som homogent. En regional oversikt er gitt i figur 8 f og figur 8 f', som er tegnet opp på samme måte som figurene for kationkonsentrasjonene.

### Sulfater

Vannets innhold av sulfationer er temmelig høyt, noe som man også måtte vente innenfor et område som er sterkt påvirket av avrenningsvann fra skogs- og myrområder. De høyeste verdiene synes å foreligge i østre delen av nedbørfeltet. Den regionale fordelingen fremgår av figur 8 g, som er tegnet opp på samme måte som de øvrige figurene. Stort sett foreligger ingen større forskjell innenfor området.

### Klorid

Innsjøenes kloridinnhold er temmelig lavt, og noen større regional variasjon foreligger ikke. Dette er noe som man også måtte vente da nedbørfeltet er lite og de nedbørkjemiske forholdensartede. De laveste verdier er observert i <sup>de</sup>vestre vassdrags kildeområde, mens de østre delene av nedbørfeltet synes å ha de høyeste verdiene. Figur 8h gir et bilde av den regionale variasjon og er tegnet opp på samme måte som de øvrige figurene.

### Plantenæringsstoffer

Blant plantenæringsstoffene er nitrogen og spesielt fosfor antatt å være de viktigste for innsjøers stoffomsetning, og det er innholdet av disse som i betydelig høyere grad enn saltholdigheten bestemmer en innsjøes trofivå. Fosforinnholdet er lavt innenfor hele nedbørfeltet med total fosforverdier omkring 10 µg/l. Dette kan betraktes som normalt for det næringsfattige og upåvirkede miljø som Nordmarksinnsjøene utgjør. Noen direkte regional forskjell i fosforinnholdet innenfor nedbørfeltet kan vanskelig påpekes. Figur 9 gir imidlertid en viss antydning om at det muligens er noe høyere verdier i de nedre deler av nedbørfeltet. Dette er da også det normale i et naturlig og upåvirket vassdragssystem.

Vannets nitrogeninnhold er ikke like ekstremt lavt som fosforinnholdet på grunn av at en hel del nitrogen tilføres fra skog- og myrområder i omgivelsene. Regionalt sett synes de høyeste nitrogenverdier å foreligge i de nederste deler av nedbørfeltet, og da spesielt i østre delen, se figur 9 a. Figuren over regionalfordelingen er delt opp på samme måte som de foregående.

### Jern og mangan

Vannets innhold av jern- og manganforbindelser varierer betydelig innenfor området (tabell 67). Noen entydig regional fordeling er ikke mulig å påvise. Det er mulig Gjerdingen og Daltjuven er minst jern- og manganrike, mens innsjøene i områdets østre del har størst konsentrasjon av disse komponenter (se figur 10 og 11, som er satt opp på samme måte som de øvrige figurene).

### Silisium

Vannets innhold av silisium er lavt. Noen større og entydig regional variasjon foreligger ikke, bortsett fra at Movatnvassdraget synes å ha de høyeste verdiene (se figur 12). Innsjøer kan ofte ha høyt innhold av silisium, men etter som denne komponent foreligger i molekylform, påvirker den ikke den spesifikke elektrolytiske ledningsevne.

Til avslutning kan bemerkes at det først og fremst er forskjelligartet humuspåvirkning som skaper en viss regional forskjell innenfor det ellers, i fysisk-kjemisk sammenheng, meget homogene område som Nordmarksvassdragets nedbørsfelt utgjør. Ørfiske, Trehørningen, Østre Fyllingen og Ølja er mest påvirket av humusstoffer som stammer fra de store myrområdene i omgivelsene. Nordre og Søndre Movatn påvirkes av avløpsvannet fra Ørfiske, og vannmassene i disse innsjøene tar derfor preg av vannkvaliteten i Ørfiske. Søndre Movatn mottar dessuten en del humus gjennom bekker som kommer fra det lokale nedbørsfelt. Bjørnsjøens relativt høye humusinnhold kan delvis settes i sammenheng med påvirkning fra Østre Fyllingen som har sitt utløp i innsjøen. For øvrig bidrar reguleringen av innsjøene til en ikke ubetydelig tilførsel av humus. Dette gjelder spesielt for overflatevannet der fargeverdiene og turbiditeten øker samtidig som vannets oksygeninnhold, pH og siktedyp avtar. Denne reguleringspåvirkning er spesielt merkbar i Skjersjøen som er utsatt for en regelmessig vannstandsveksling.

Tabell 67. Overflatevannets fysiske-kjemiske sammensetning i 16 innsjøer i Maridalsvassdraget (juli måned 1971) samt Randsfjorden og Hurdalssjøen.

Vassdrag	Maridalsvassdraget																Maridalsvatnet 21/7-1969	Randsfjorden 25/8-1967	Hurdalssjøen 12/8-1966
	Vestre vassdrag										Østre vassdrag								
	Katnoselva			Tunneler				Fyllingen-elva	Skjersjø-elva		Skardselva			Movannsbekken					
Innsjø	1. Ølja	2. Tverrsjøen	3. Katnosa	4. Gjerdingen	5. Daltjuven 11/1-72	6. Store Sandungen	7. Hakkloa	8. Østre Fyllingen	9. Bjørnsjøen	10. Skjersjøen	11. Trehørningen	12. Helgeren	13. Øyungen	14. Ørfiske	15. Nordre Movatn	16. Søndre Movatn			
Komponent																			
Siktedyp i m	4,5	4,8	7,2	7,1	11,0	7,0	8,8	4,2	4,7	3,6	4,6	8,2	10,0	5,5	4,7	5,3	7,0	7,3	8,0
Temperatur, °C	17,00	17,00	18,40	18,30	1,50	18,30	18,30	18,40	18,40	18,10	19,20	18,60	18,80	18,30	13,60	16,30	18,08	17,24	16,40
Oksygen, mg O <sub>2</sub> /l	8,5	8,3	8,3	8,9	11,3	8,5	8,6	8,4	8,5	8,5	8,4	8,5	8,6	8,3	9,5	8,6	8,9	9,5	9,5
Oksygen, % metning	90,2	93,5	90,6	96,7	83,5	92,8	94,0	91,3	93,5	92,4	93,3	93,0	93,8	90,6	94,1	90,3	97,5	101,8	100,2
Surhetsgrad, pH	6,35	6,39	6,56	6,73	6,58	6,70	6,60	6,00	6,49	6,45	6,01	6,64	6,83	5,99	6,33	6,25	6,75	7,4	6,7
Farge, mg Pt/l	20	22	14	12	15	17	16	25	22	30	22	12	11	23	26	16	18	17	16
Turbiditet, J.T.U.	1,0	1,0	0,5	0,7	1,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,5	1,0	0,6	1,0	1,5	1,5	0,7	0,8	0,6	0,6
Permanganattall, mg O/l	4,5	4,0	3,1	2,5	2,8	3,2	3,3	4,1	3,2	2,9	2,6	2,3	2,3	2,9	3,7	3,3	2,9	3,1	2,2
Spes. ledningsevne, 20°C, µS/cm	17,5	17,5	21,0	22,0	23,5	21,0	23,0	24,5	22,5	23,0	18,5	25,0	27,0	26,0	27,5	28,5	29,1	33,7	22,7
Alkalitet (pH 4,0), ml N/10 HCl/l	1,42	1,48	1,57	1,82		1,42	1,61	1,41	1,36	1,49	1,18	1,52	1,74	1,28	1,28	1,42	1,08	3,61	1,54
Alkalitet (pH 4,5), ml N/10 HCl/l	0,65	0,87	0,75	0,97	0,99	0,67	0,78	0,53	0,62	0,75	0,41	0,77	0,91	0,44	0,47	0,58	0,62	-	0,87
Bikarbonat, mg HCO <sub>3</sub> /l	3,97	3,97	4,58	5,92		4,09	4,76	3,23	3,78	4,58	2,50	3,72	5,55	2,68	2,87	3,54	3,78	21,9	5,31
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	5,1	4,1	4,3	3,5	4,5	4,5	4,5	7,3	4,5	4,8	5,6	7,2	5,0	5,7	5,6	6,5	5,9	3,5	5,5
Klorid, mg Cl/l	0,8	0,8	0,8	1,0	0,6	1,2	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,1	1,0
Kalsium, mg Ca/l	1,70	1,60	2,00	2,10	2,50	2,30	2,40	2,30	2,20	2,30	1,20	2,70	2,90	2,10	2,60	2,70	2,50	4,76	2,70
Magnesium, mg Mg/l	0,37	0,40	0,42	0,49	0,49	0,43	0,43	0,42	0,43	0,42	0,31	0,41	0,43	0,38	0,41	0,47	0,54	0,66	0,43
Natrium, mg Na/l	0,80	0,85	0,97	0,94	0,85	1,13	1,23	1,30	1,02	1,08	1,13	0,99	1,11	1,10	1,29	1,34	1,25	0,77	1,20
Kalium, mg K/l	0,36	0,40	0,35	0,39	0,46	0,36	0,35	0,44	0,37	0,38	0,37	0,41	0,41	0,42	0,45	0,47	0,43	0,50	0,75
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l	1,7	1,8	2,7	2,3	2,2	2,4	2,6	2,8	2,7	2,4	1,7	2,6	2,1	3,3	3,6	3,6	2,4	3,2	3,1
Jern, µg Fe/l	50	110	40	20	40	30	30	50	40	140	60	20	85	220	130	80	45	40	40
Mangan, µg Mn/l	35	40	15	10	20	20	15	70	25	75	165	45	10	100	90	45	30	6	<50
Ortofosfat, µg O/l	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	7
Total fosfor, µg P/l	5	5	2	3	11	4	3	4	4	5	4	3	6	3	4	7	4	10	16
Nitrat, µg N/l	10	10	30	50	80	60	85	120	85	90	10	150	85	165	200	260	65	148	168
Total nitrogen, µg N/l	155	160	170	210	285	225	240	290	230	235	205	315	195	300	315	345	220	-	-

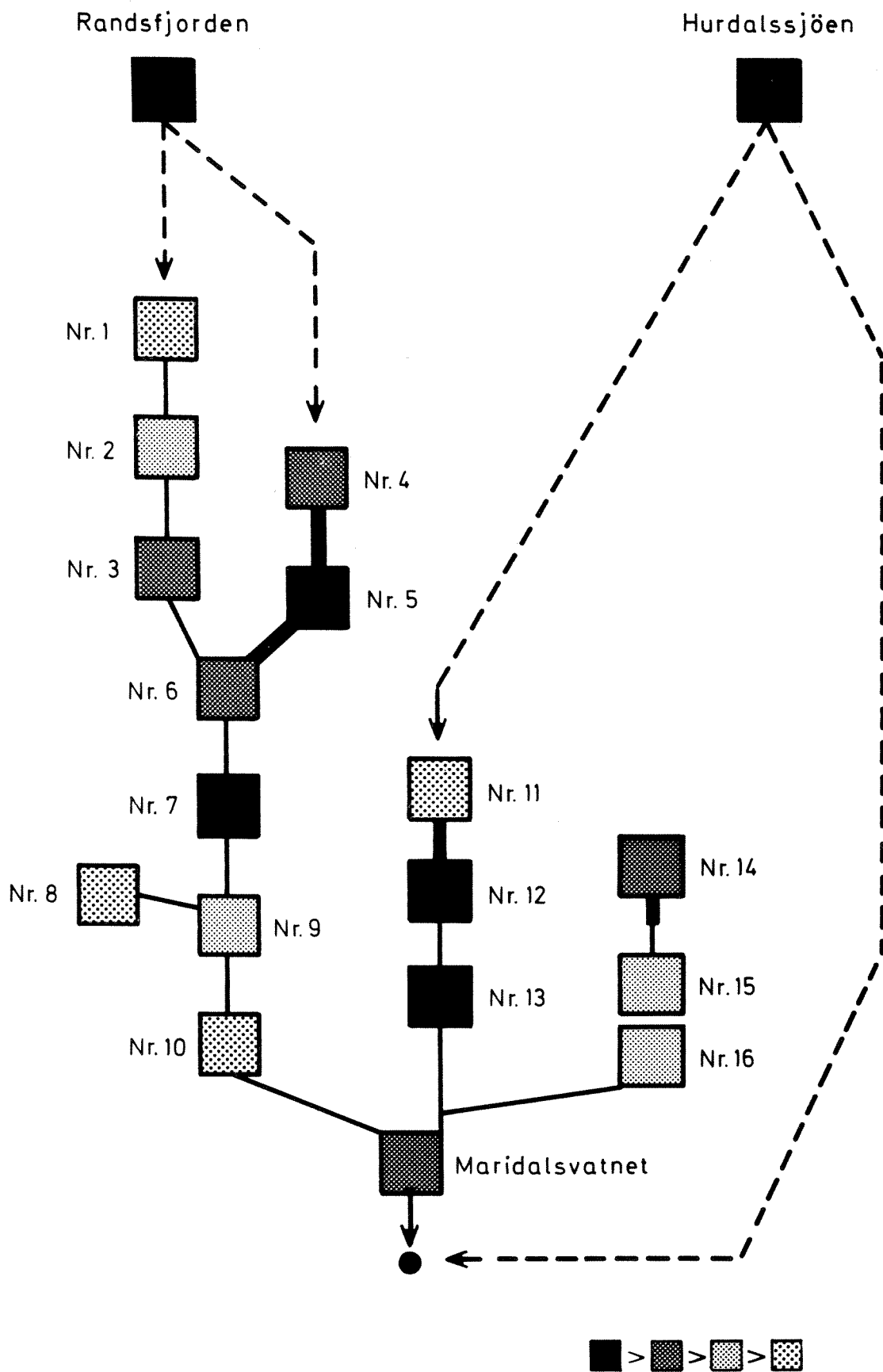


Fig. 2 Siktedyp, regional fordeling

(Figurforklaring se teksten)

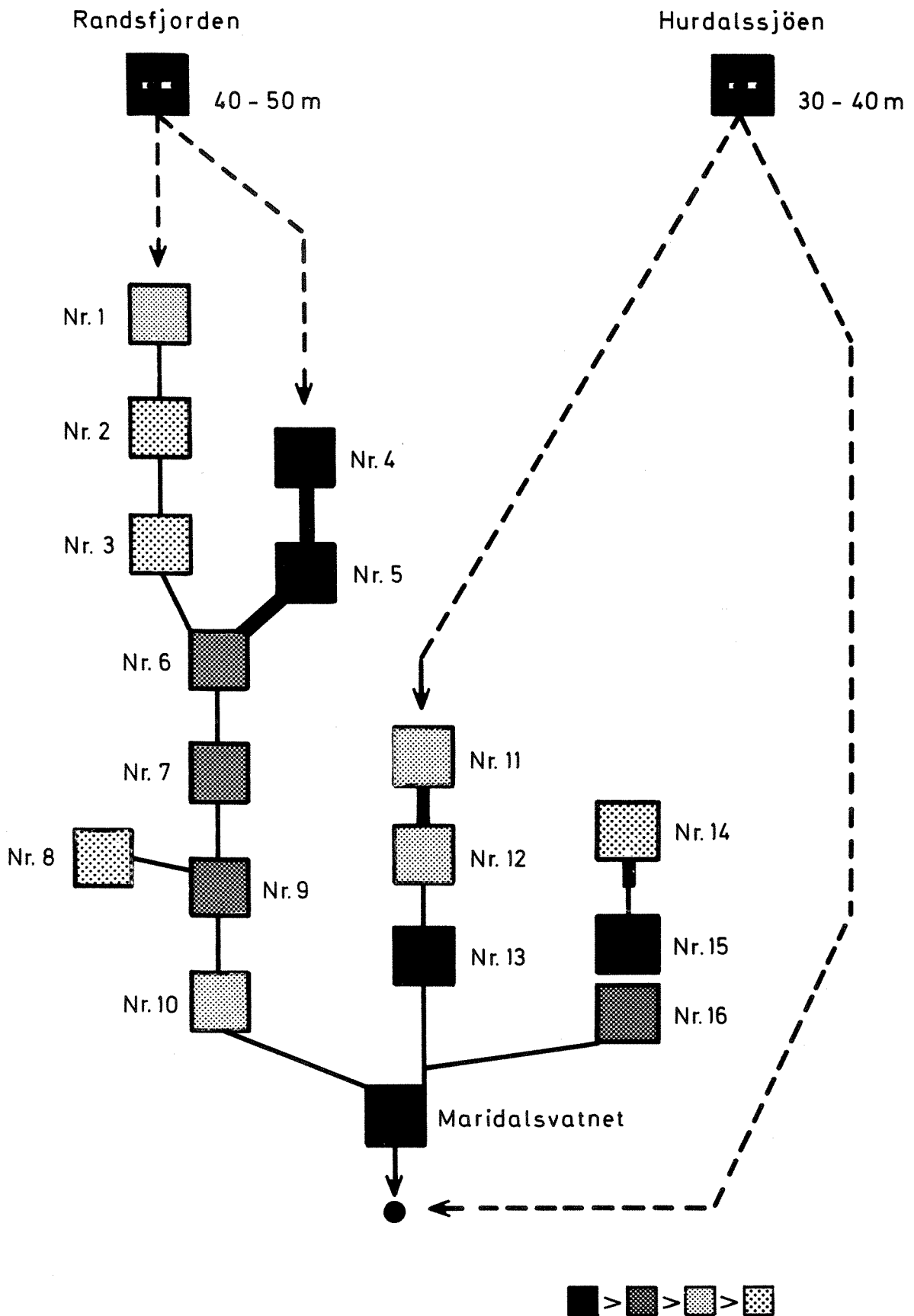


Fig. 3 Regional fordeling av overflatevannets oksygeninnhold (mg/l) i juli

(Figurforklaring se teksten)

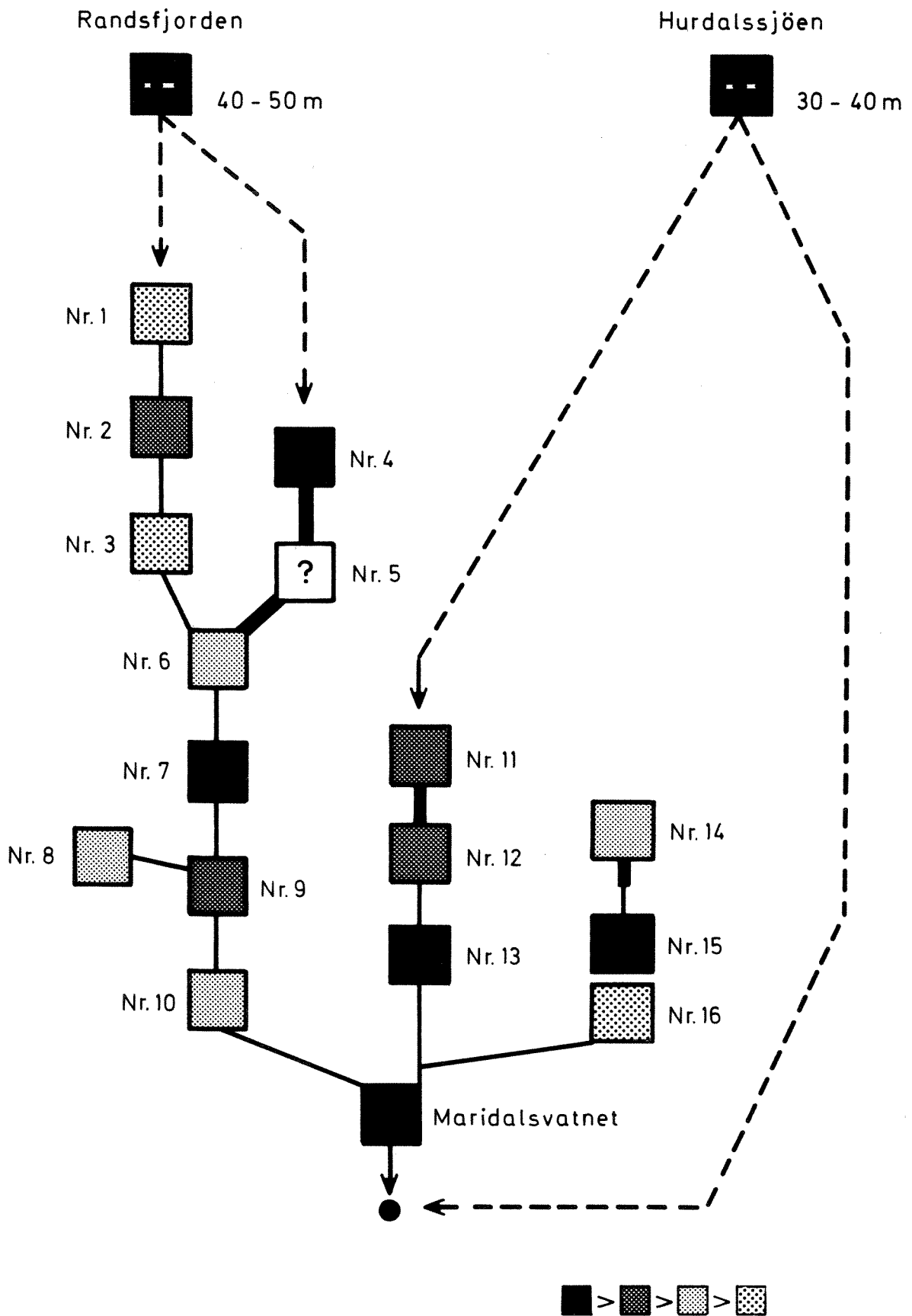


Fig.3a Regional fordeling av oksygenets metningsverdier i juli

(Figurforklaring se teksten)



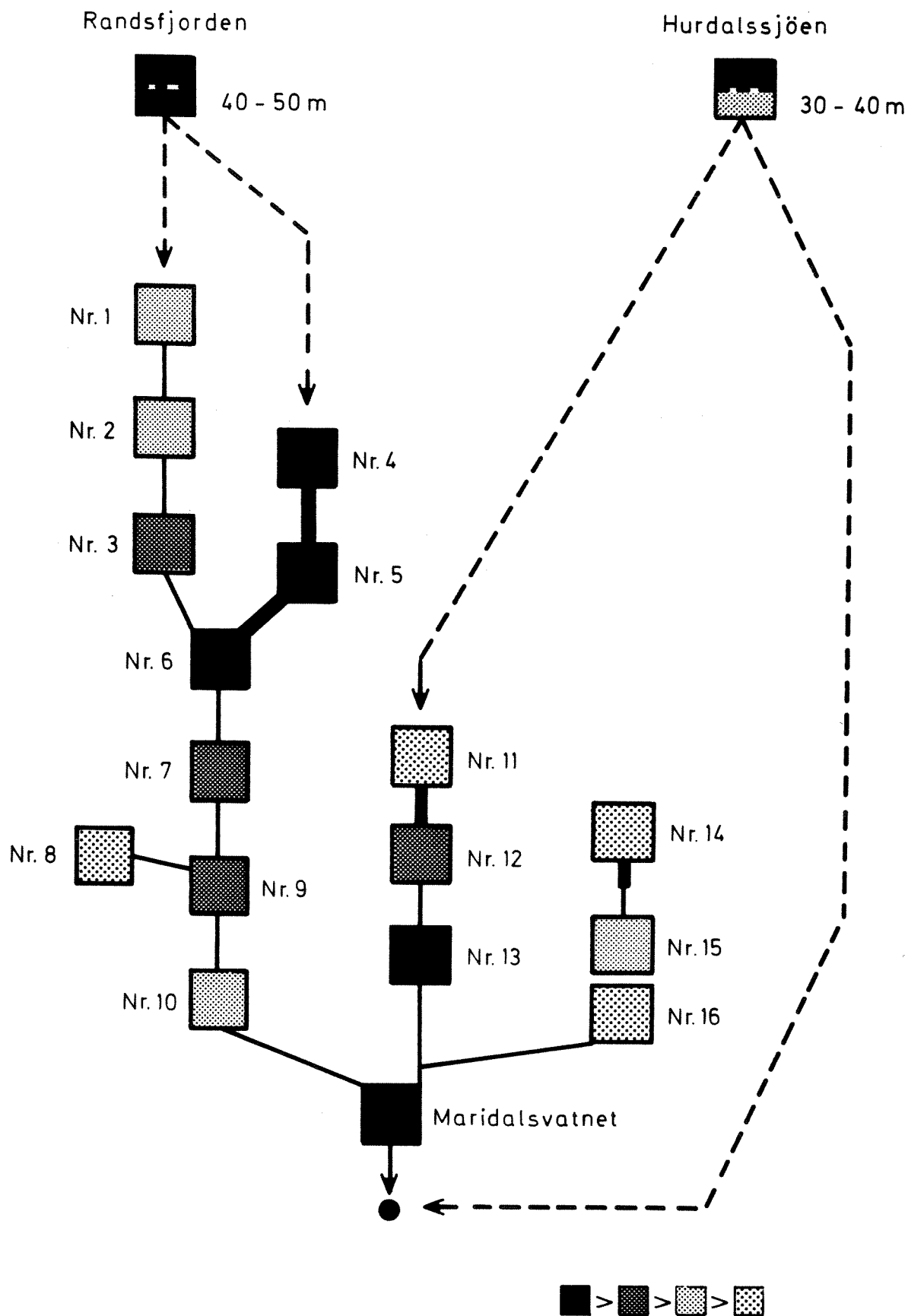


Fig. 4 Regional fordeling av overflatevannets pH-verdier i juli

(Figurforklaring se teksten)

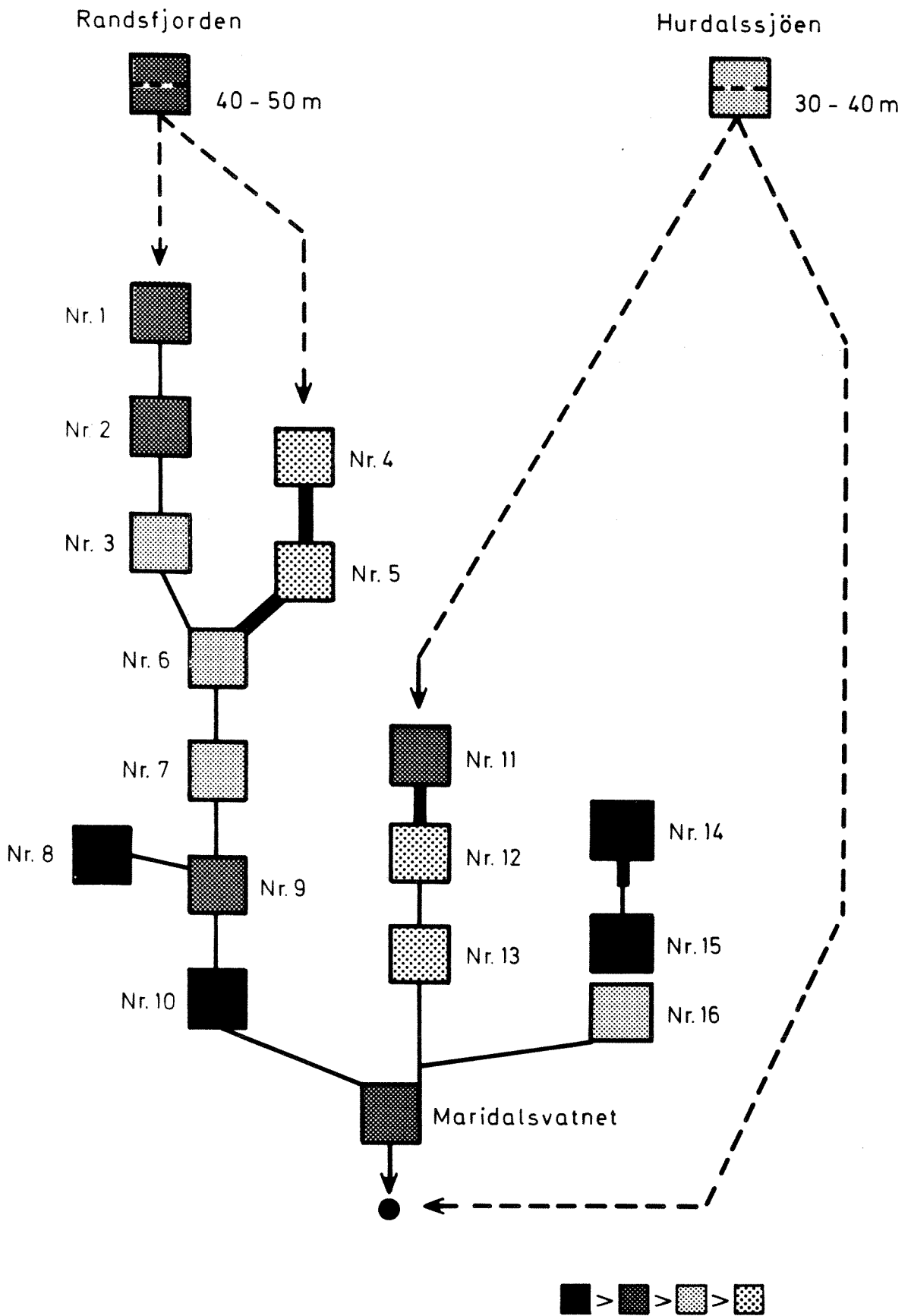


Fig. 5 Regional fordeling av overflatevannets fargeverdier i juli

(Figurforklaring se teksten)

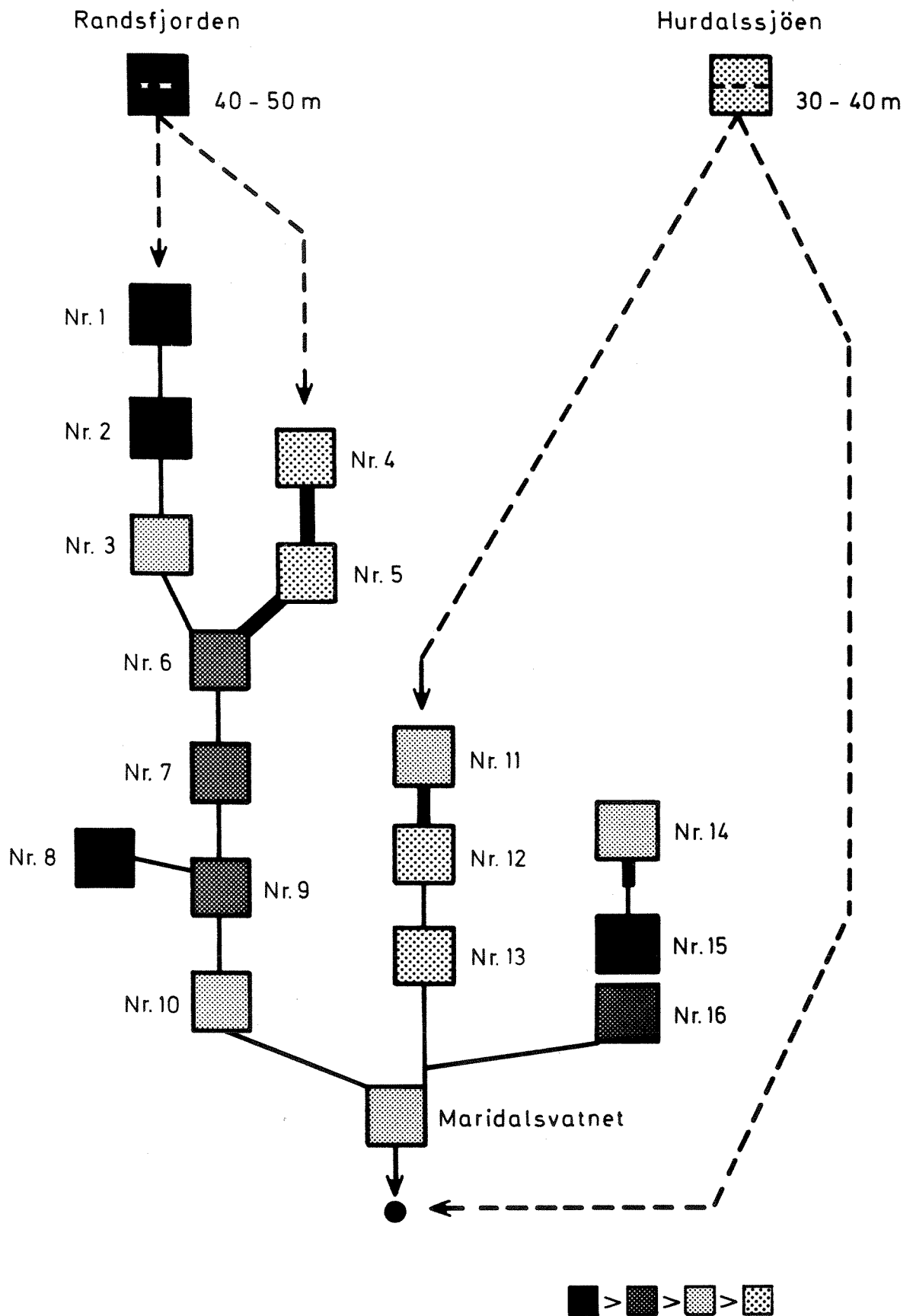


Fig. 6 Regional fordeling av overflatevannets  $\text{KMnO}_4$  - verdier

(Figurforklaring se teksten)

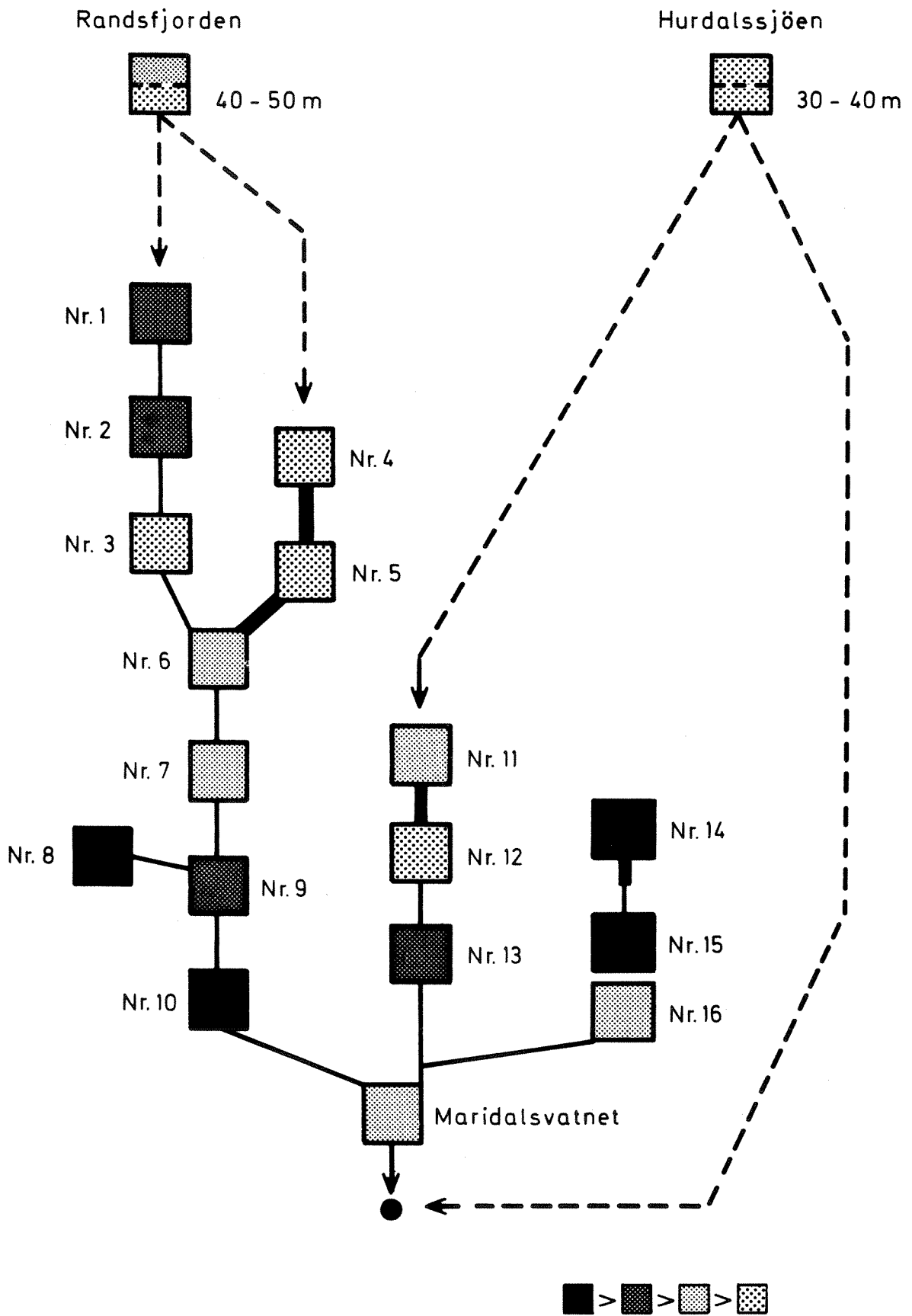


Fig. 7 Regional fordeling av overflatevannets turbiditetsverdier i juli

(Figurforklaring se teksten)

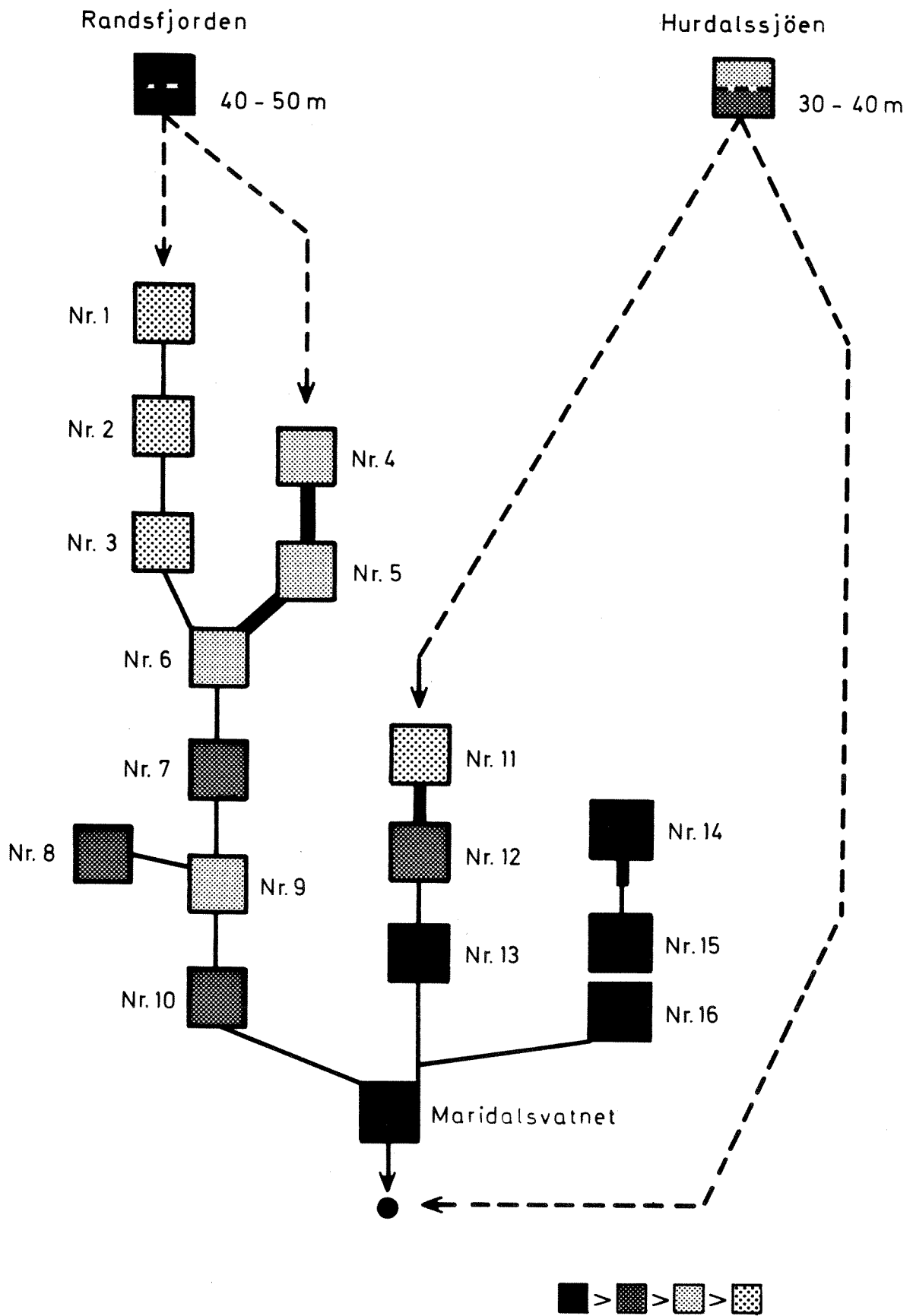
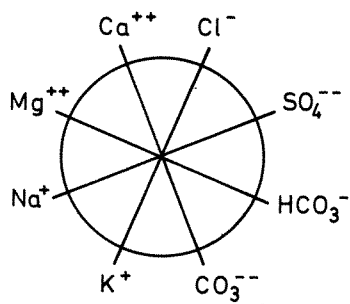
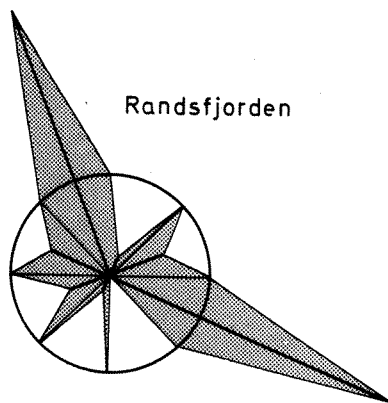
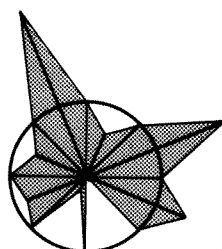
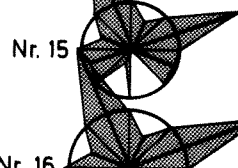
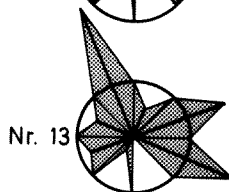
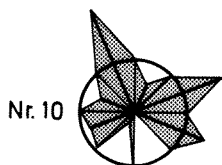
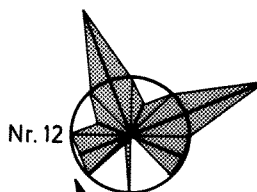
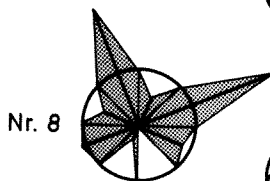
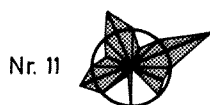
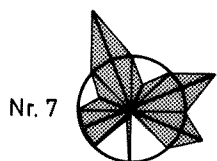
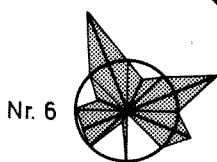
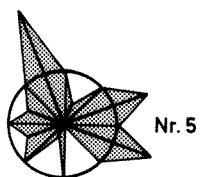
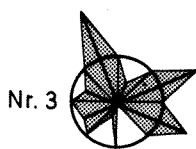
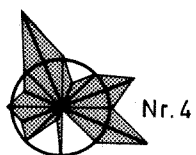
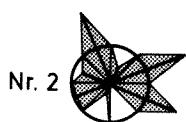
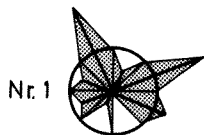
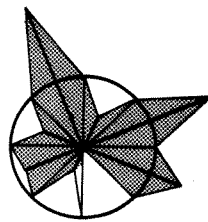


Fig. 8 Regional fordeling av overflatevannets spesifikke ledningsevne i juli

(Figurforklaring se teksten)



Hurdalssjøen



Maridalsvatnet

Fig. 8a

Ionesammensetning i prosent i 16 sjøer i Nordmarksvassdraget samt Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen

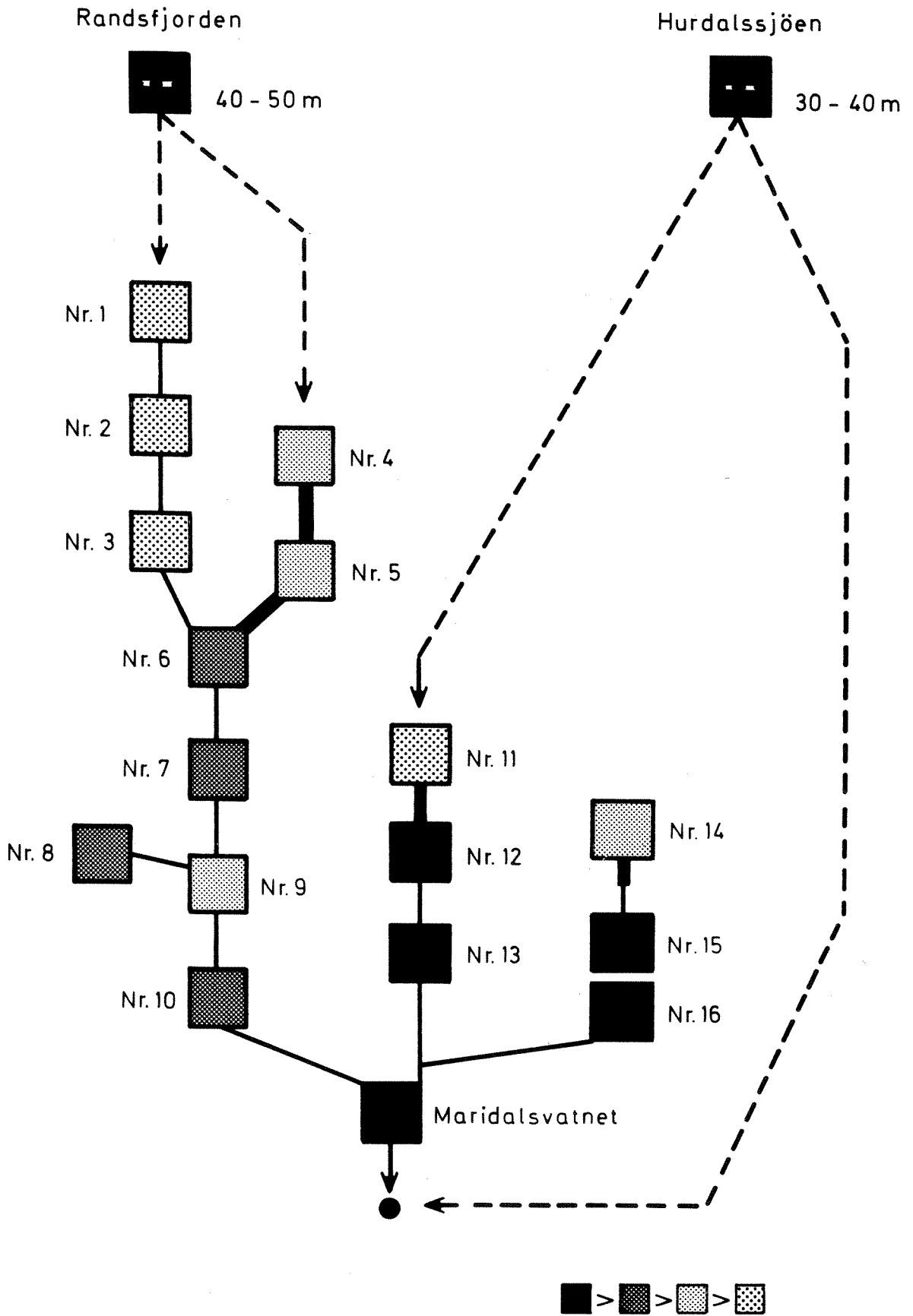


Fig. 8b Regional fordeling av overflatevannets kalsiuminnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

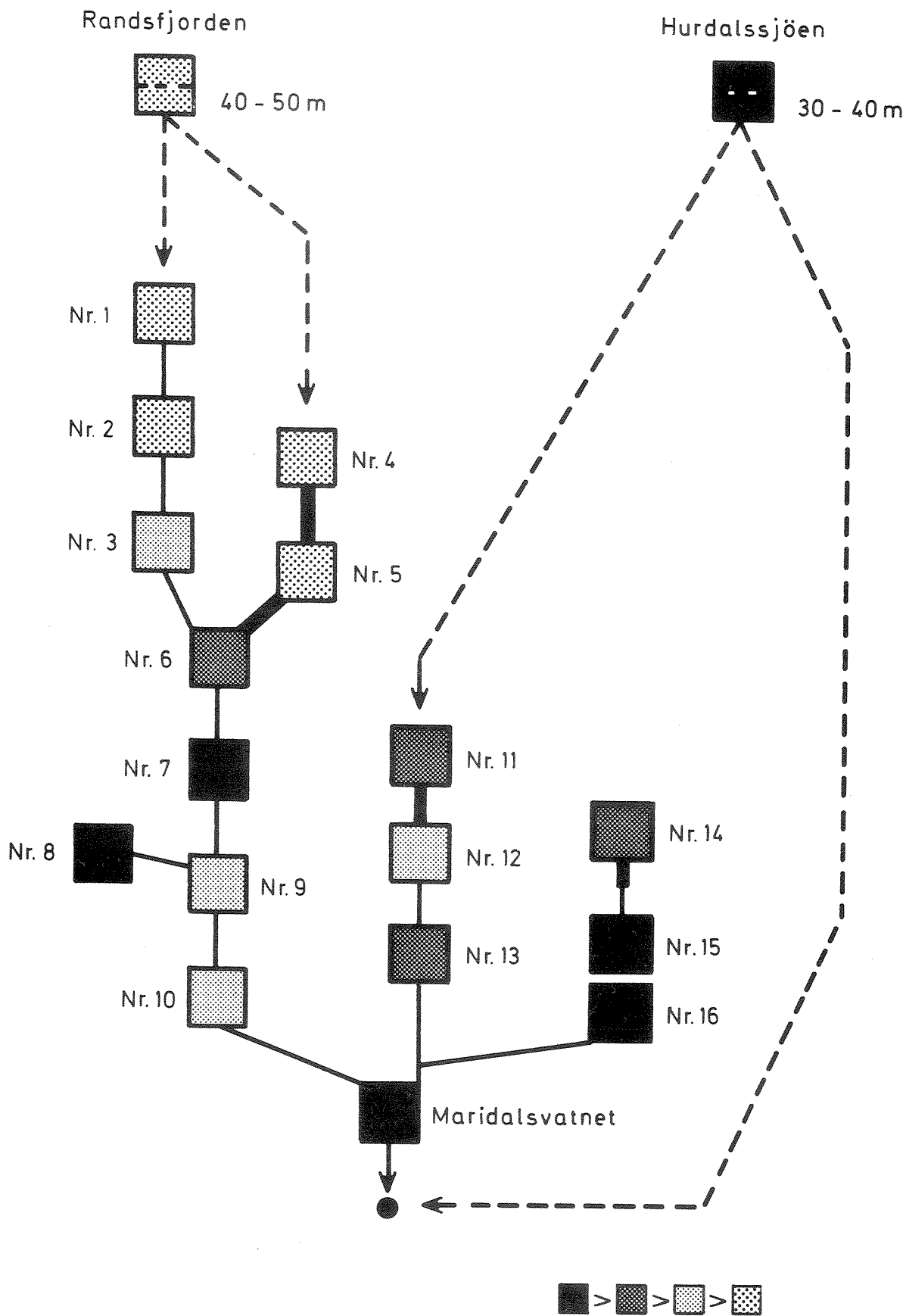


Fig. 8c Regional fordeling av overflatevannets natriuminnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)



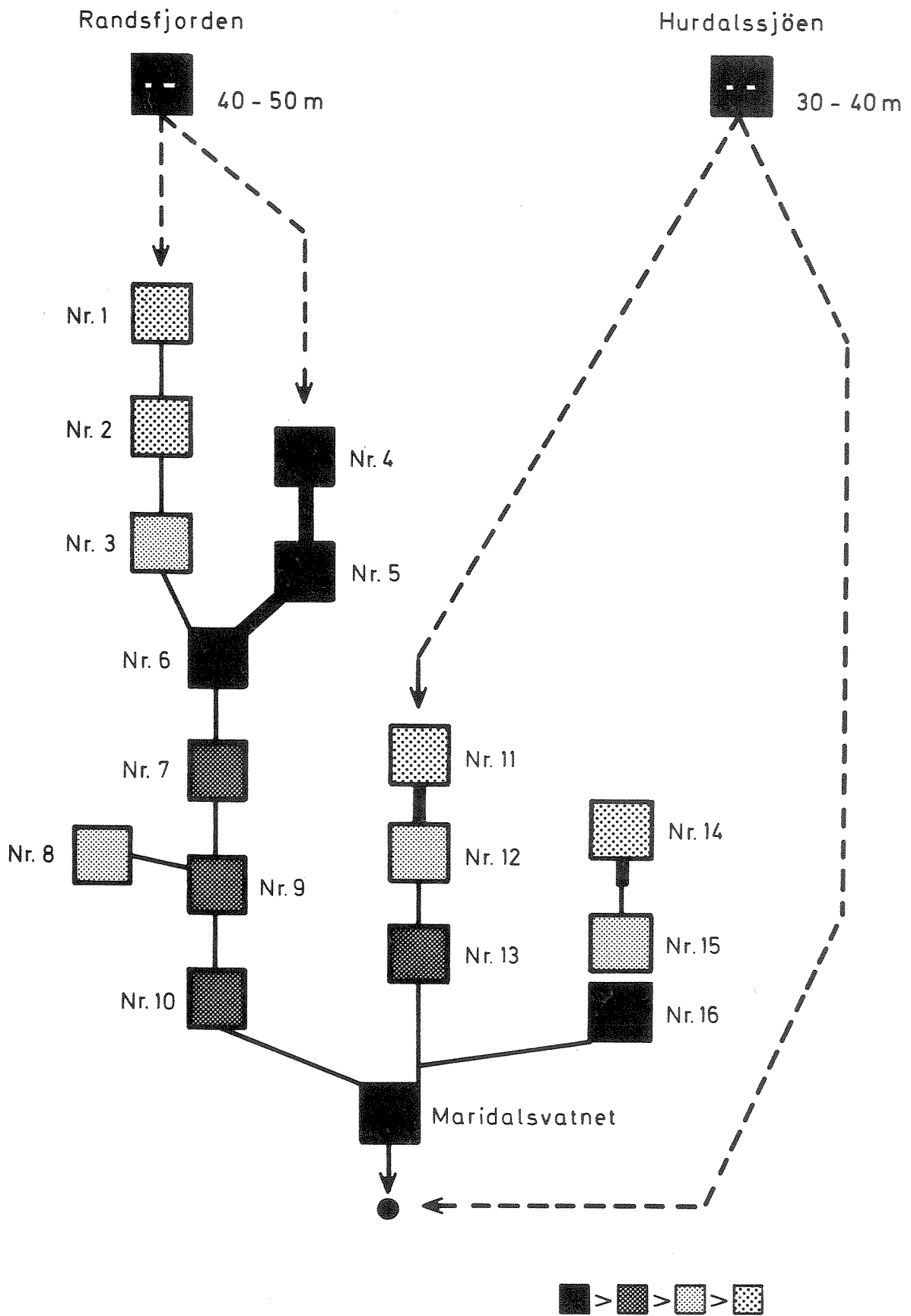


Fig. 8d Regional fordeling av overflatevannets magnesiuminnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

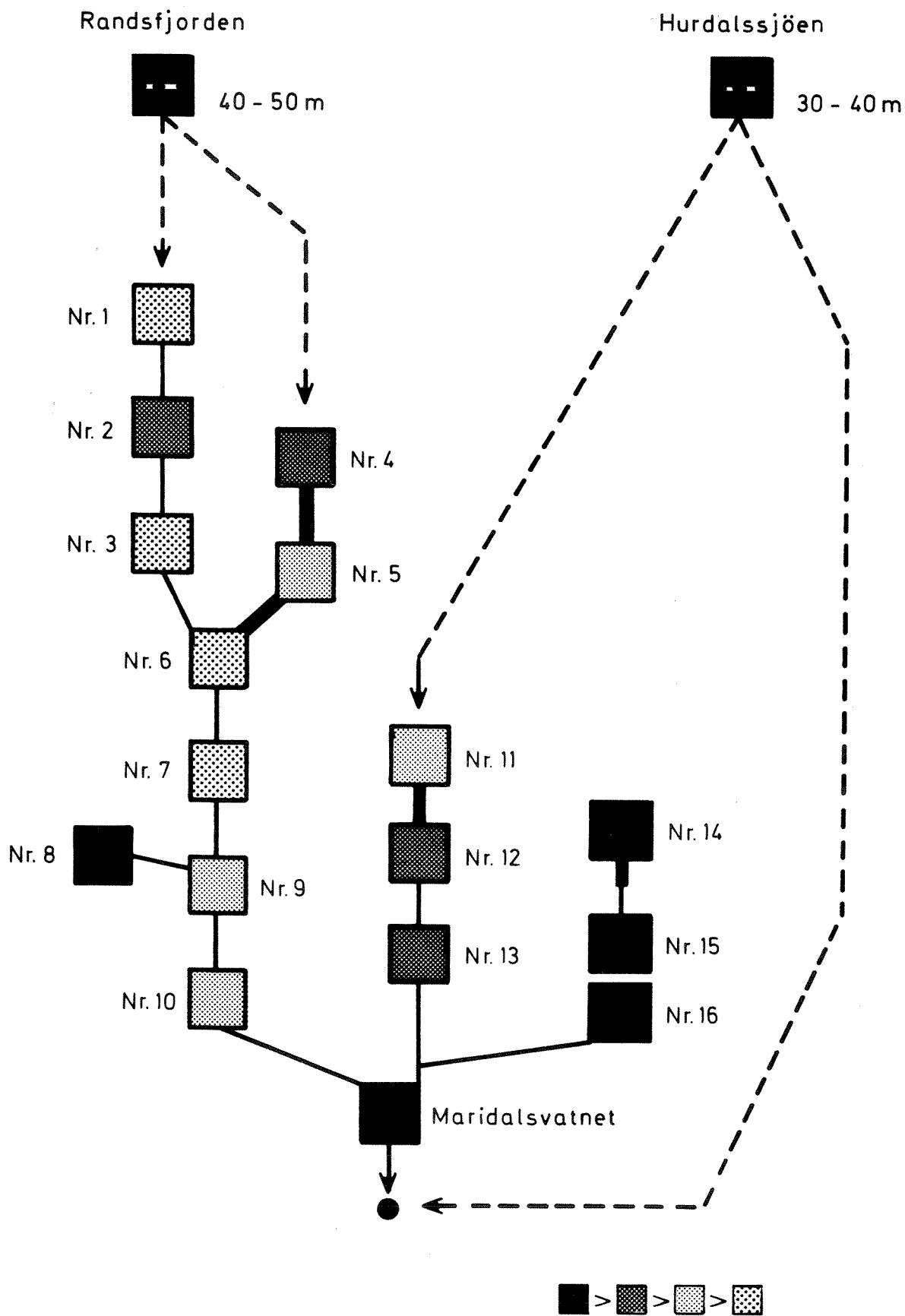


Fig. 8e Regional fordeling av overflatevannets kaliuminnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

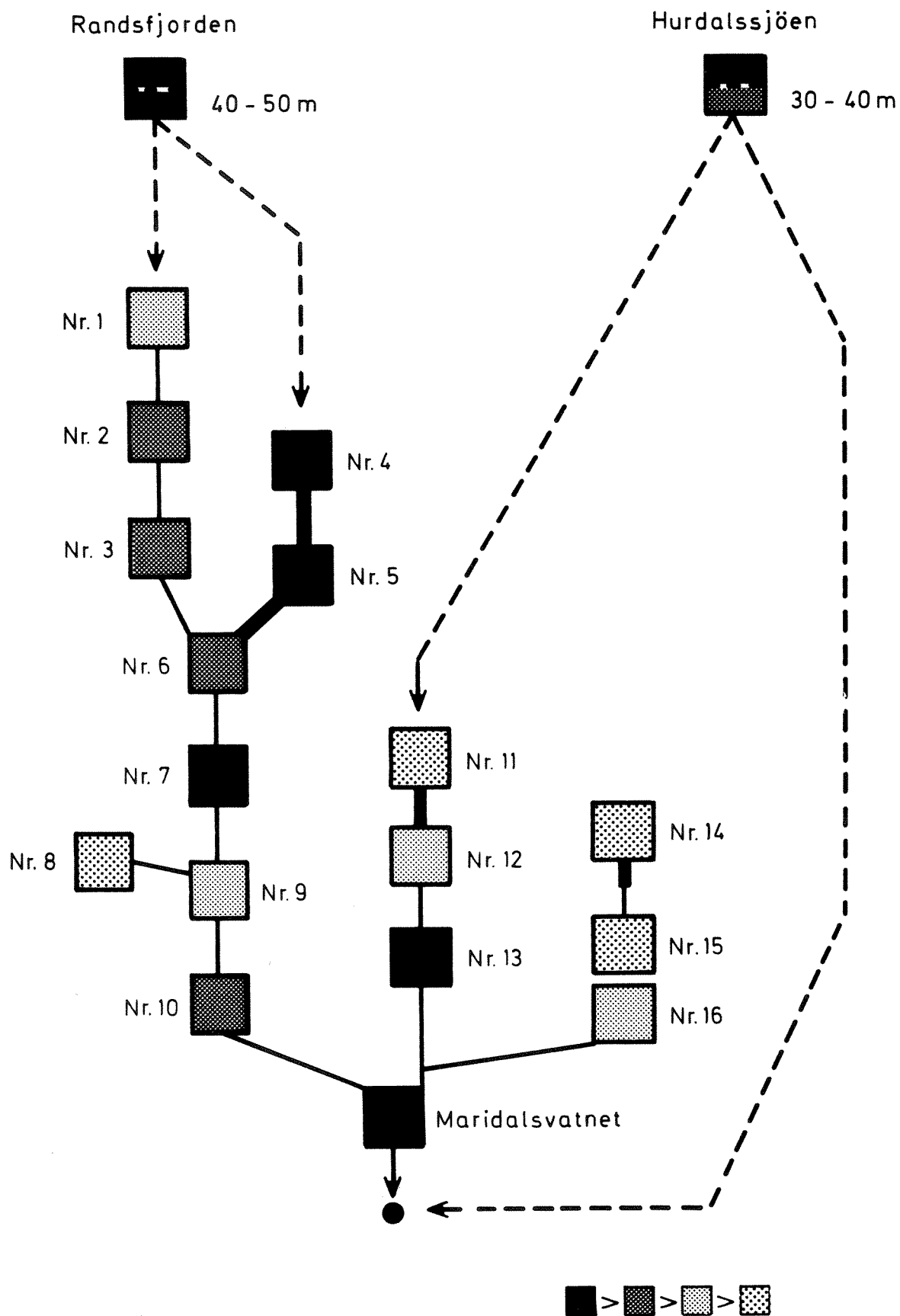


Fig. 8f Regional fordeling av overflatevannets bikarbonatinnhold i juli  
(Figurforklaring se teksten)

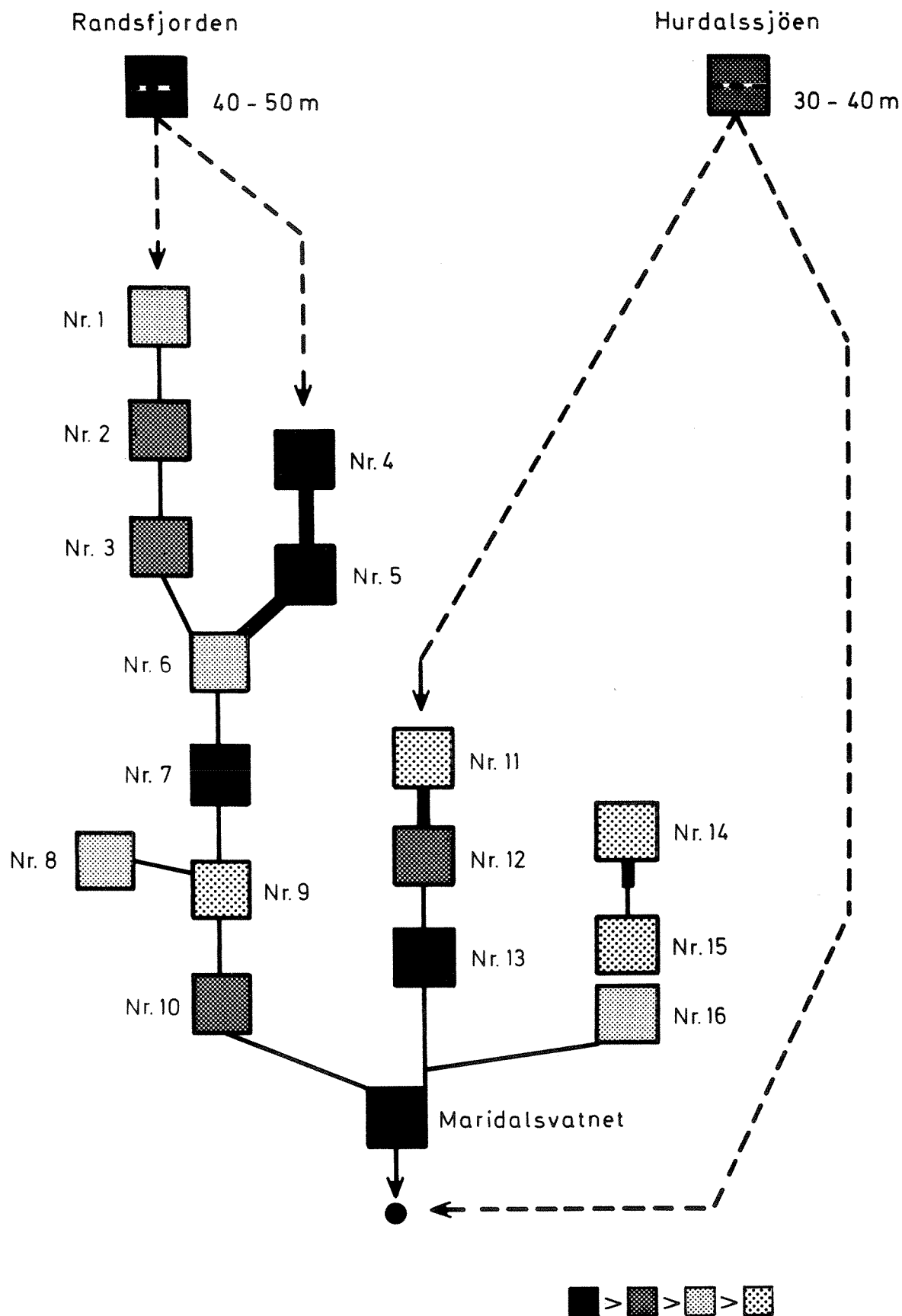


Fig.8f<sup>1</sup> Regional fordeling av overflatevannets alkalitet i juli

(Figurforklaring se teksten)

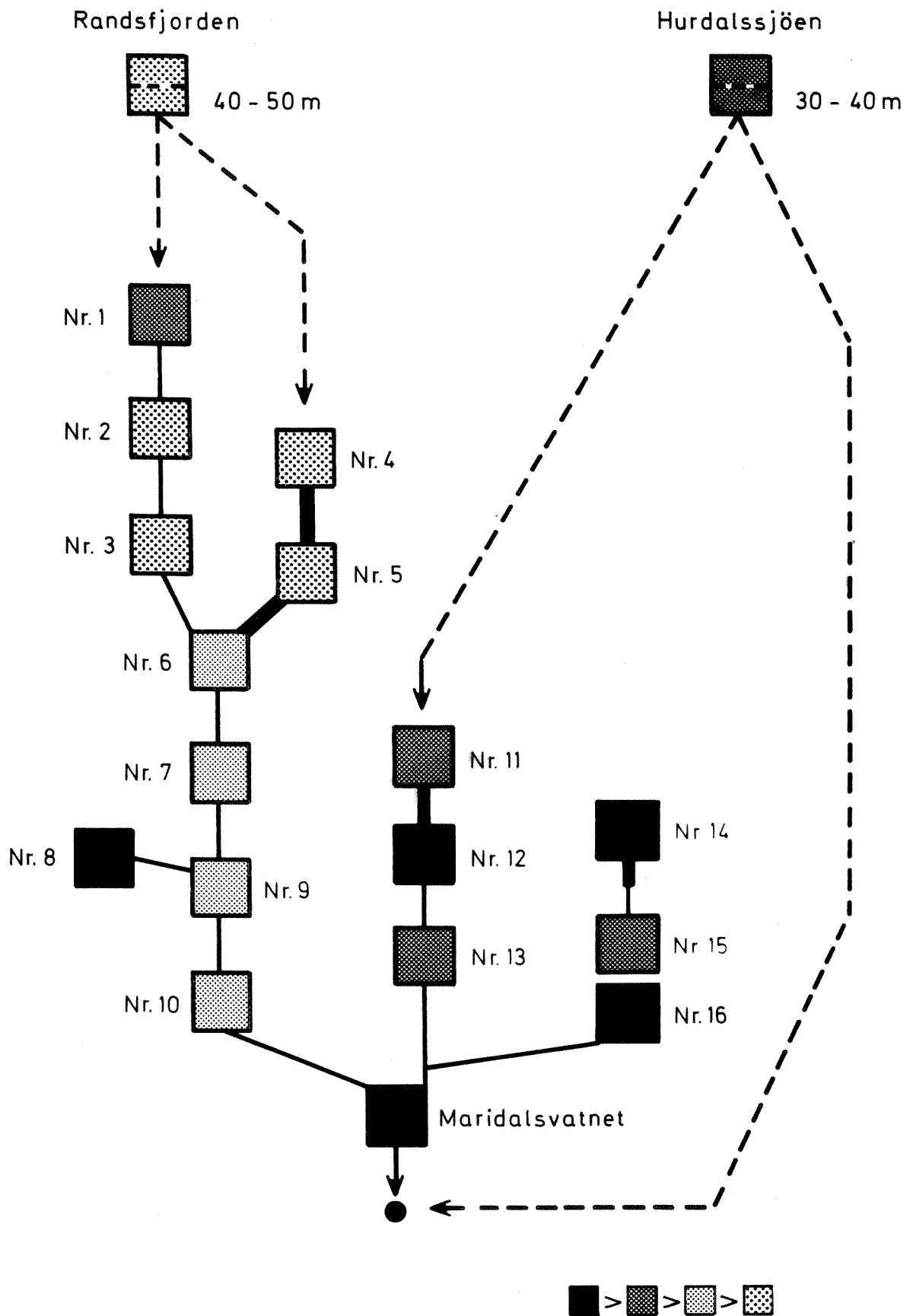


Fig. 8g Regional fordeling av overflatevannets sulfatinnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

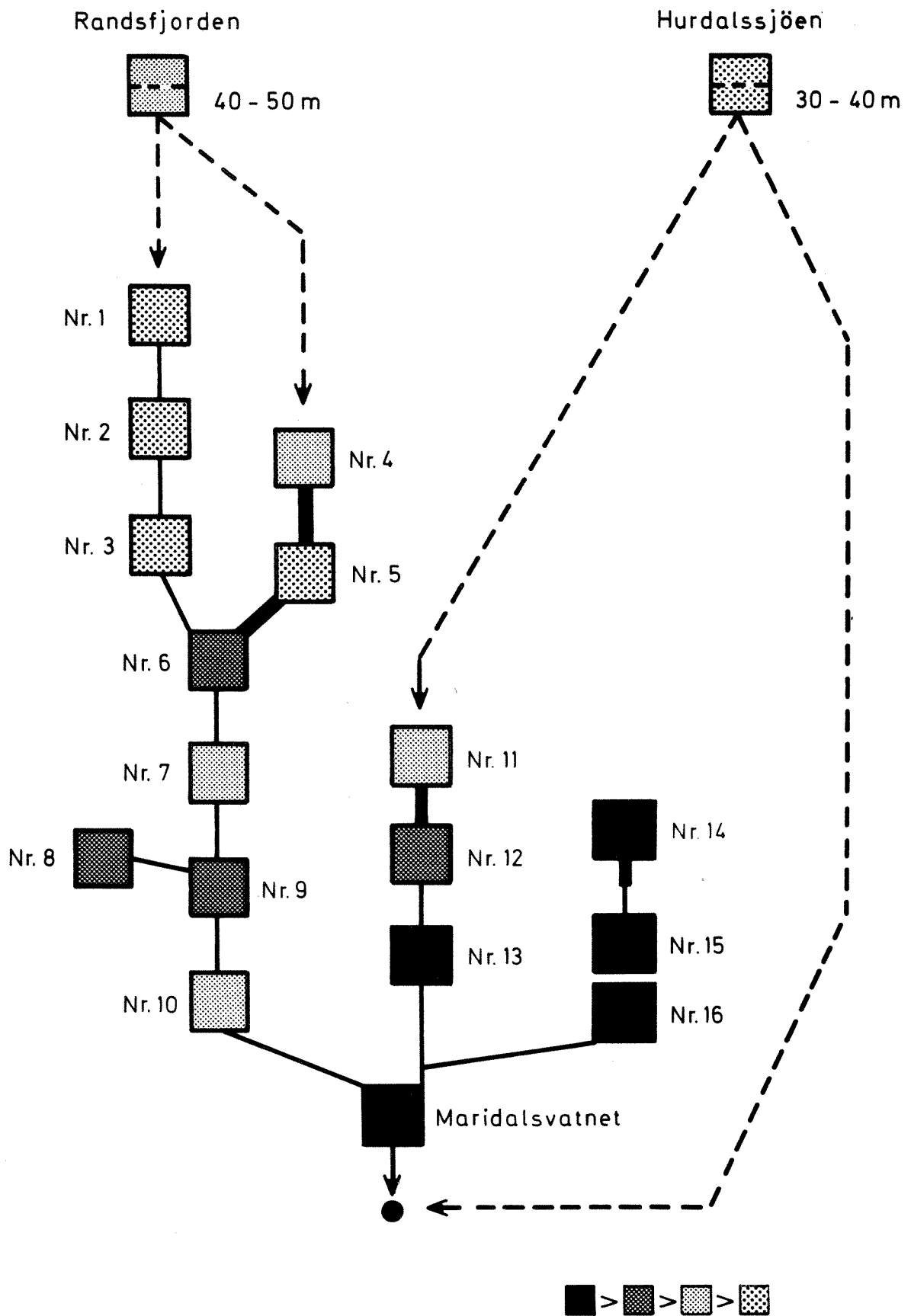


Fig.8h Regional fordeling av overflatevannets kloridinnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

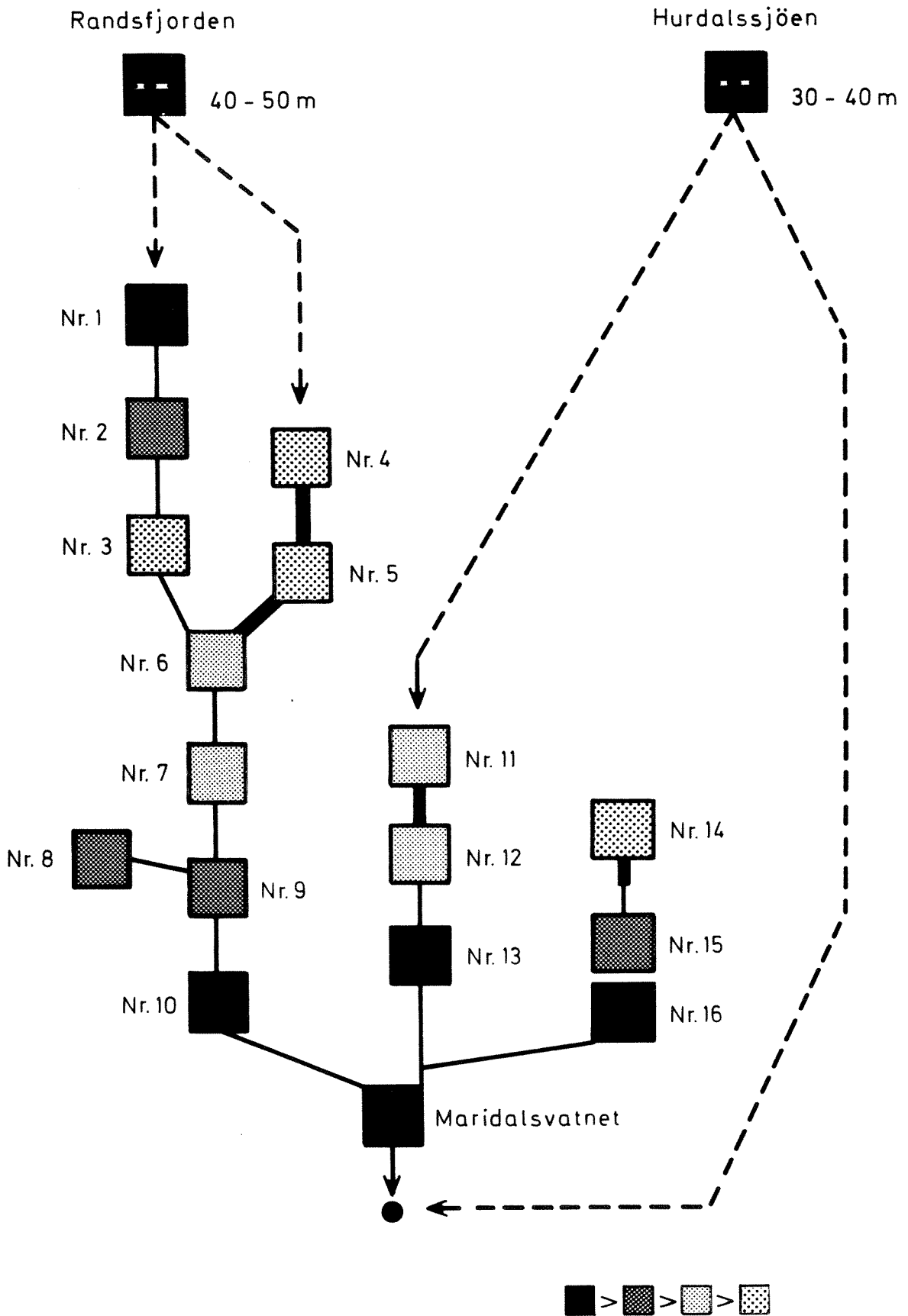


Fig.9a Regional fordeling av overflatevannets innhold av totalfosfor i juli

(Figurforklaring se teksten)

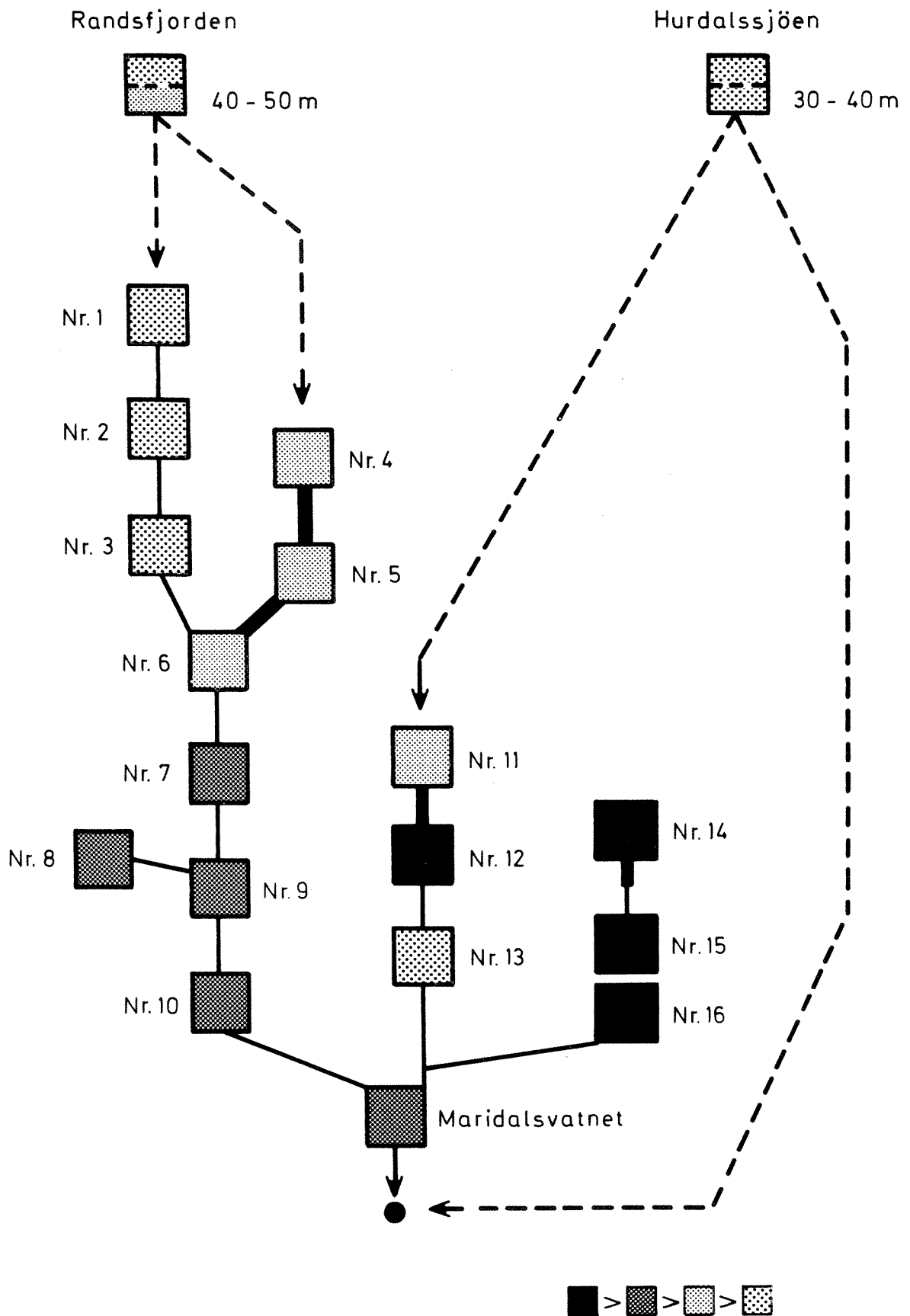


Fig.9b Regional fordeling av overflatevannets innhold av total nitrogen i juli  
(Figurforklaring se teksten)



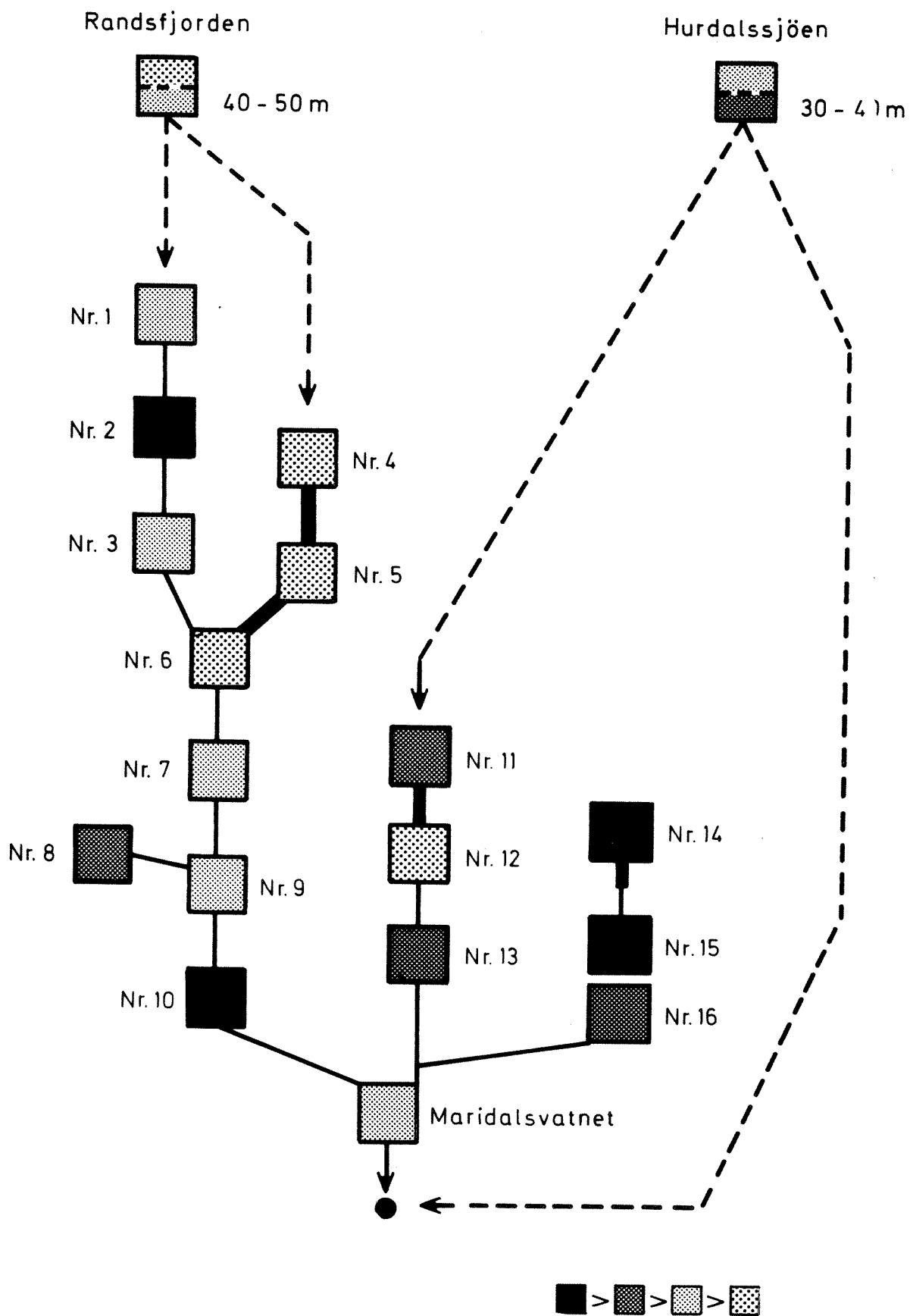


Fig.10 Regional fordeling av overflatevannets jerninnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

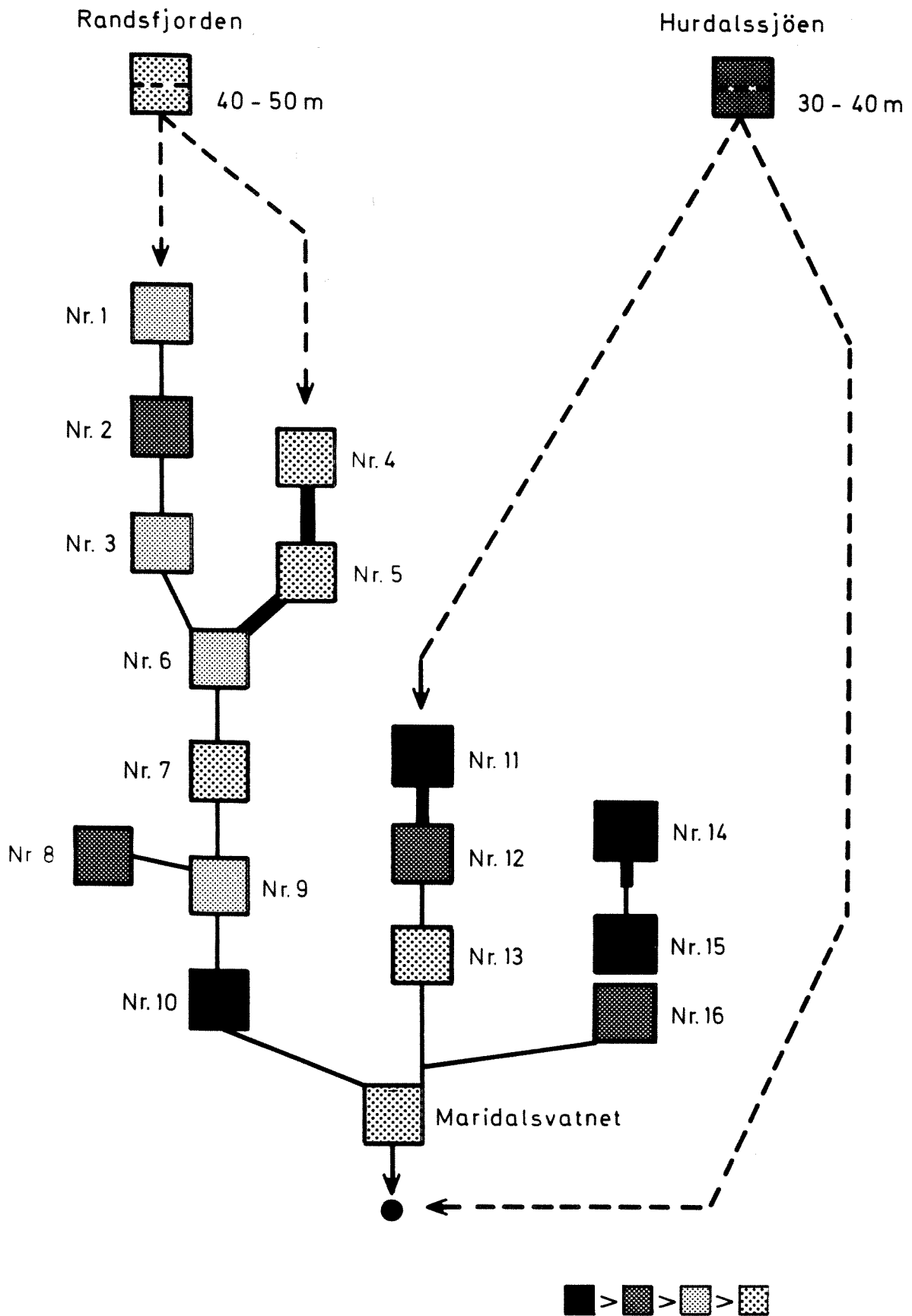


Fig.11 Regional fordeling av overflatevannets manganinnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

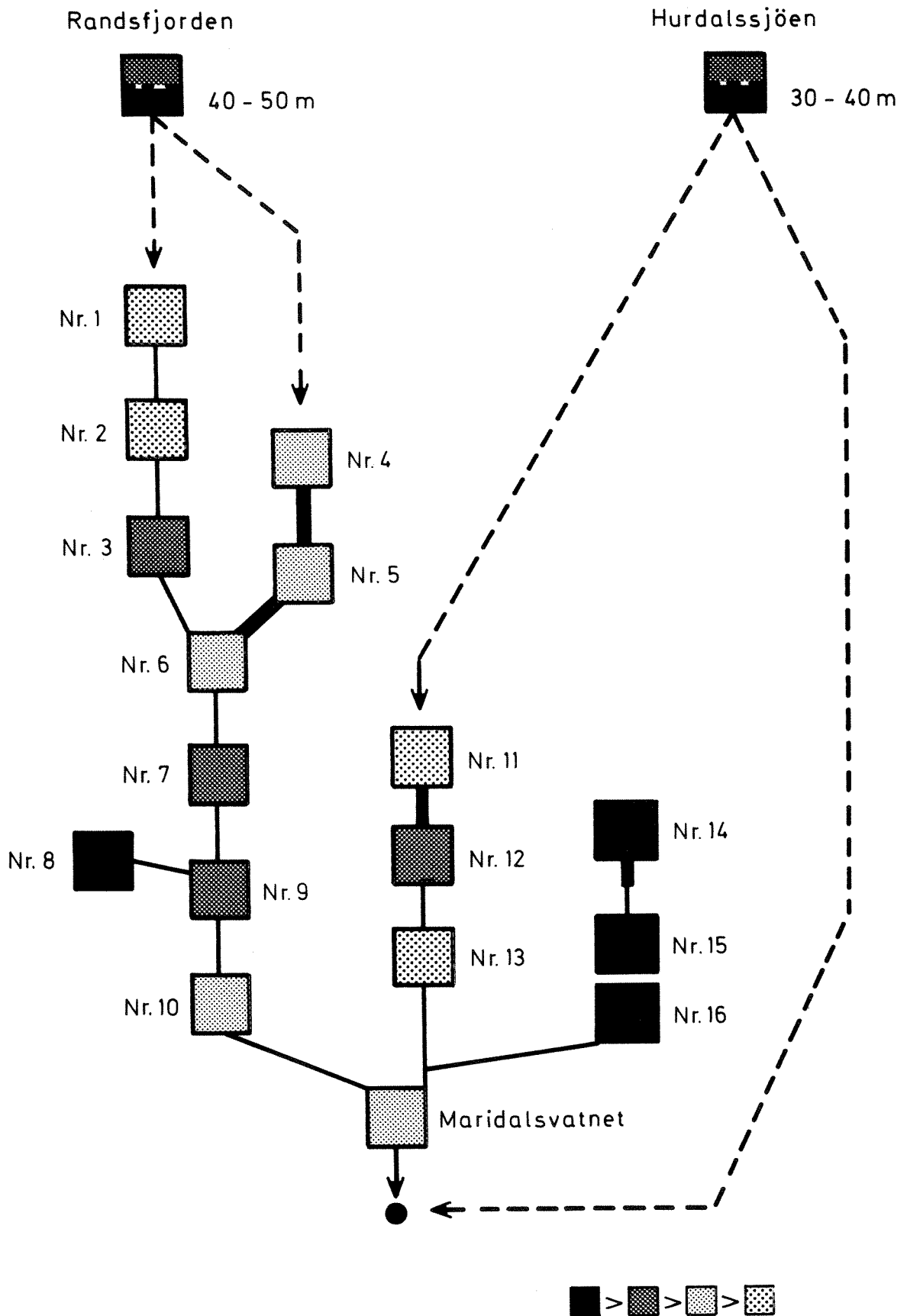


Fig.12 Regional fordeling av overflatevannets silisiuminnhold i juli

(Figurforklaring se teksten)

## 5.2 Bakteriologiske forhold

Generelt er det et lavt innhold av bakterier i alle de undersøkte innsjøene innenfor nedbørfeltet. Dette gjelder både totalantallet (kimtall) og antall coliforme bakterier. Samtlige verdier ligger innenfor grensen for de verdier man naturlig finner i vannforekomster som er upåvirket av menneskelig aktivitet.

I naturlige innsjøer og vassdrag påvirkes bakterieinnholdet dels av egen bakterieflora, dels også i mer eller mindre grad av bakterier som tilføres fra omgivelsene, først og fremst i form av ulike jordbakterier. Videre er lett nedbytbart organisk stoff (fettsyrer, karbohydrater etc.) som produseres i vannmassene, eller liknende stoff som tilføres innsjøen eller vassdraget fra omgivelsene, av stor betydning for bakteriefloraen. I lavproduktive og næringsfattige innsjøer, med lavt innhold av bakterier, slik som i Nordmarkinnsjøene, viser bakterieinnholdet ofte en temmelig regelmessig årsrytme. Totalantallet bakterier når normalt høye verdier om våren og høsten, samt under regnperioder når vannforekomstene i større grad tilføres lett nedbrytbart organisk materiale samt diverse jordbakterier fra de omkringliggende områder. Spesielt er det et høyt bakterieinnhold i dreneringsvann fra jordbruksområder.

To av de undersøkte innsjøene, nemlig Skjersjøen og Søndre Movatn, skiller seg relativt sett noe fra de øvrige innsjøene, idet disse innsjøene har noe høyere bakterieinnhold. Disse innsjøer påvirkes således i noe høyere grad fra sine omgivelser enn de øvrige. Når det gjelder Søndre Movatn, er det en viss bebyggelse i umiddelbar nærhet av innsjøen, som til en viss grad kan påvirke de bakteriologiske forholdene. De bakteriologiske analysedata indikerer imidlertid ikke noen fækal eller større påvirkning av innsjøen. Reguleringsinngrepene påvirker bakterieinnholdet i innsjøene på en slik måte at det til dels skjer en økning av vannets innhold av organisk lett nedbrytbare stoffer og til dels tilføres jord- og bunnære bakterier til overflatevannet i samband med f.eks. nedtapping. Det er sikkert nettopp reguleringseffekten som er årsak til den relativt høye bakterieforekomst i Skjersjøen, som er utsatt for en temmelig intensiv vannstandsveksling. Figur 13 gir en generell regional oversikt over de bakteriologiske forhold som hersket i overflatevannet i de undersøkte innsjøene under prøvetakingen i juli 1971.

På grunnlag av det sparsomme prøvetakingsmateriale er det ikke mulig å trekke noen mer inngående konklusjoner med hensyn til f.eks. fordeling over området, da verdiene er lave og stort sett av samme størrelsesorden. Man kan muligens få et inntrykk av at innsjøene i vestre delen av Vestre vassdrag er noe mer påvirket av sine omgivelser enn de øvrige. Figuren er tegnet opp på en slik måte at de undersøkte innsjøene er inndelt i fire grupper med hensyn på bakterieinnholdet. Maridalsvatnet, Randsfjorden og Hurdalssjøen er også tatt med til sammenlikning.

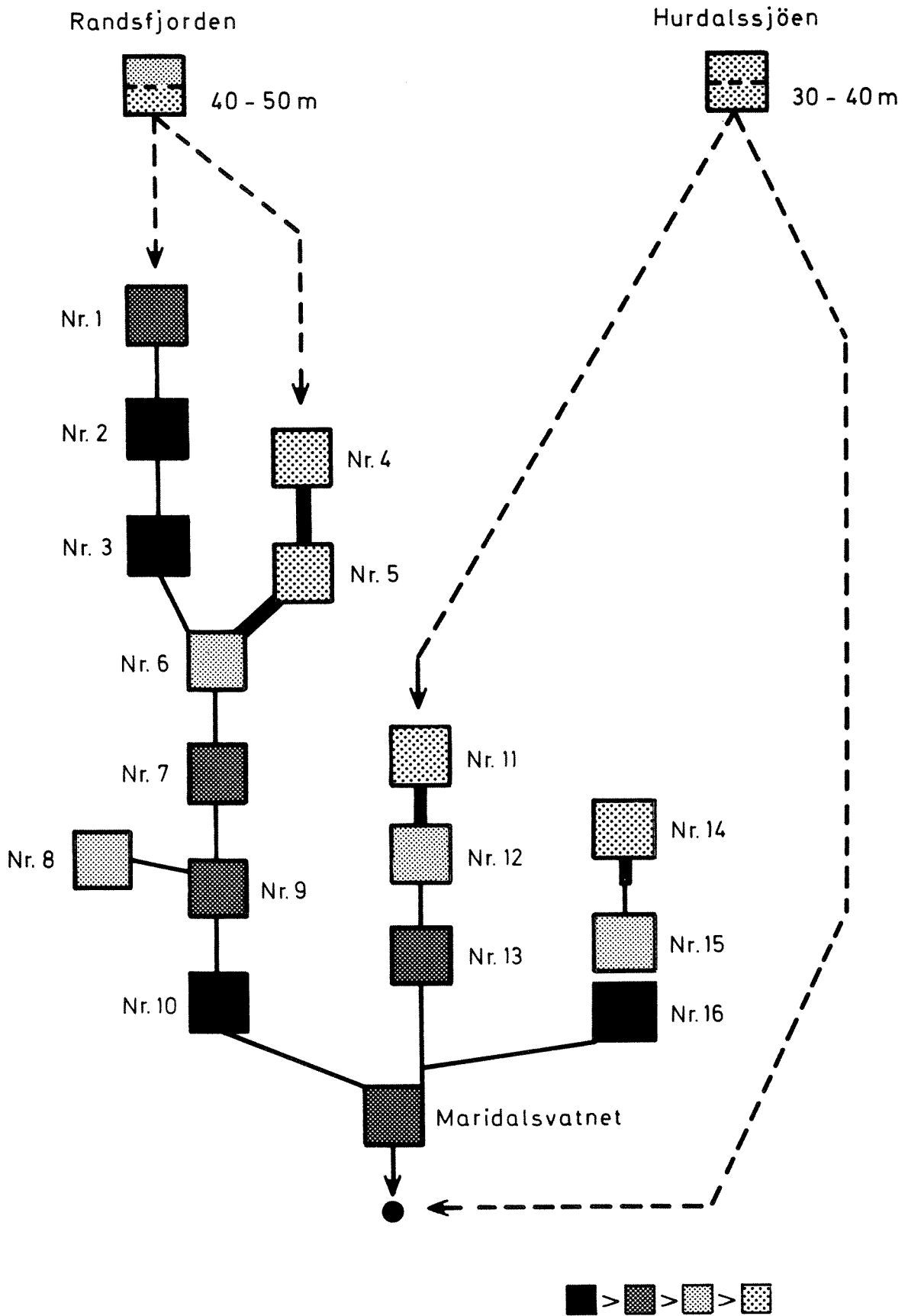


Fig.13 Regional fordeling av overflatevannets innhold av bakterier i juli  
(Figurforklaring se teksten)

### 5.3 Phytoplankton (plantep plankton)

Da det foreligger bare én prøvetakingsserie, og prøvene dessuten er tatt på et tidspunkt som fra plantep planktonologisk synspunkt er lite representativt, er det ikke mulig å foreta noen inngående tolkning av den regionale fordelingen. Stort sett synes det som om området er homogent, og i alle innsjøer er det en algeflora som er typisk for et næringsfattig og oligotroft miljø.

Som det går frem av figur 14 og tabell 5, domineres planktonfloraen i samtlige innsjøer av grønnalger (Euchlorophyceae), blågrønnalger (Cyanophyceae) og i en viss grad også Desmidiaceae. N.Movatn skiller seg noe fra de øvrige innsjøene ved at det her er en relativt rik forekomst av Desmidiaceae. Det er sannsynlig at denne noe avvikende algefloraen er direkte forårsaket av den reguleringspåvirkning som denne innsjø var utsatt for på det tidspunkt prøvene ble tatt. (Uttappingen fra Ørfiske skapte avvikende temperaturforhold).

De arter som er vanligst forekommende og i de fleste innsjøer setter sitt preg på algefloraen, er blågrønnalgene *Anabaena flos-aquae*, *Chroococcus cf. minutus* og *Coelosphaerium kützingianum*; grønnalgene *Ankistrodesmus falcatus*, *Botryococcus braunii*, *Crucigenia rectangularis*, *Gloeococcus schroeteri* og *Schizochlamys gelatinosa* samt chrysophyceen *Stichogloea doederleinii*. Den absolutt vanligste arten er *Gloeococcus schroeteri* som finnes rikelig representert i samtlige innsjøer, bortsett fra i Nordre Movatn der den ikke er påvist. Regionalt sett kunne man kanskje vente at de mest humuspåvirkede innsjøene skulle ha en rikere flora av Desmidiaceae og Chrysophyceae, noen entydig tendens mot dette foreligger ikke i det innsamlede materiale.

De artsrikeste gruppene er Desmidiaceae og Bacillariophyceae. Den artsrike desmidiaceae-floraen kan settes i direkte forbindelse med det næringsfattige miljø som her foreligger. En rik desmidiaceae-flora kan betraktes som en indikasjon på oligotrofi.

Samtlige innsjøer innenfor området har små algemengder og er lavproduktive, hvilket man igjen kunne vente med tanke på det lave innhold av plantenæringsstoffer man finner i innsjøene. For om mulig å få et regionalt bilde av algemengden og produksjonsforholdene er det foretatt en relativ bedømmelse mellom de ulike innsjøene. Resultatet fremgår av figur 15 der innsjøene er inndelt i fire grupper med hensyn på algemengden. Av figuren fremgår at den største algemengden foreligger i de minst humuspåvirkede innsjøer. Dette har sin årsak i et dårligere lysklima i de humusrikere innsjøer, samt at humuskomplekser har evnen til å binde næringsstoffer, som f.eks. fosfor, og på denne måten gjøre disse mindre tilgjengelig for algene.



Tabell 5. Plantep planktonets sammensetning i 15 innsjøer i Maridalsvassdraget i juli måned.

Organismer	Innsjø														
	Ølja	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdingen	Store Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
<b>CYANOPHYCEAE</b>															
Anabaena flos-aquae	3	2	1	+	4	2	+					+	1	+	
Anabaena sp.	1														
Aphanocapsa elachista			1												
Aphanothece sp.													+		
Chroococcus cf. minutus		1	3	+	2	1	2	2	2	+	+	+	3		+
Chroococcus turgidus															1
Coelosphaerium kützingianum	1	+			1	+		+	1		+	+	2		
Coelosphaerium naegelianum				+									2		
Gomphosphaeria cf. aponina			+								+				
Gomphosphaeria lacustris														+	+
Merismopedia glauca													+		
Merismopedia sp.							+	+	+	+	+				+
Merismopedia tenuissima	+	1	+		+	+				+	+				+
Microcystis elabens					+	+									
Microcystis sp.									+						
Oscillatoria borneti									+						
Pseudoanabaena sp.							+								+
<b>EUCHLOROPHYCEAE</b>															
Ankistrodesmus falcatus var. acicularis		1	+	1	+	1	+	3	1		3	2			+
Botryococcus braunii	2		1	3	3	4	2	3	2	2	2		2	2	1
Chlamydomonas spp.	2	1	+						+		+				
Coelastrum microporum				2				+	+		+				
Crucigenia rectangularis		2	3	3	2	2	+	+	+		3	4	1	+	

Forts.

Tabell 5. Forts.

Organismer	Innsjø														
	Ølja	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdingen	Store Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
EUCHLOROPHYCEAE forts.															
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	+	2		+				1	3		1				
<i>Eudorina elegans</i>									1						+
<i>Gloeococcus schroeteri</i>	4	3	4	4	4	3	2	4	2	1	3	4	2		3
<i>Gloeocystis ampla</i>										2	1				
<i>Gloeocystis gigas</i>	1		+	+	+	+		1	+						
<i>Gloeocystis planctonica</i>	2	2				+					+				
<i>Gloeocystis rupestris</i>	+										+				
<i>Gloeocystis sp.</i>		+		+									+		
<i>Oocystis lacustris</i>			+		+	1		2	+		+				
<i>Oocystis rhomboidea</i>		+		+											+
<i>Oocystis sp.</i>		+	+			+									3
<i>Pediastrum boryanum</i>					+										
<i>Quadrigula closterioides</i>								1							
<i>Quadrigula pfitzeri</i>	+			+		+					1		+		
<i>Scenedesmus armatus</i>															+
<i>Scenedesmus sp.</i>															+
<i>Schizochlamys gelatinosa</i>	2	4	1	1	1	3		2			3	3	1		
DESMIDIACEAE															
<i>Closterium setaceum</i>						+		+							
<i>Closterium sp.</i>				+		+			+						
<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>planctonicum</i>			+											+	
<i>Cosmarium margaritifera</i>				+		+									1
<i>Cosmarium ornatum</i>			+	+		+	+				+				+
<i>Cosmarium phaseolus</i>			+	+			+		+				+	+	+
<i>Cosmarium pyramidatum</i>															+
<i>Cosmarium quinarium</i>		+													
<i>Cosmarium reniforme</i>										+					

Forts.

Tabell 5. Forts.

Organismer	Innsjø														
	Ølja	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdingen	Store Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
DESMIDIACEAE forts.															
<i>Cosmarium subcostatum</i>			+	+	+										
<i>Cosmarium subspeciosum</i>													+		
<i>Cosmarium subspeciosum</i> var. <i>validius</i>														+	
<i>Cosmarium subtumidium</i>		+													
<i>Euastrum ansatum</i>					+										+
<i>Euastrum bidentatum</i>						+		+		+					+
<i>Euastrum denticulatum</i>	+						+								+
<i>Euastrum didelta</i>													+		
<i>Euastrum pectinatum</i>															+
<i>Gonatozygon brebissonii</i>											+				
<i>Gymnozyga moniliformis</i>							+		+	+					
<i>Hyalotheca mucosa</i>				+											+
<i>Netrium digitus</i>														+	
<i>Penium</i> sp.			+				+			+	+				
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>										+	+				
<i>Pleurotaenium nodosum</i>										+					
<i>Spondylosium planum</i>															+
<i>Staurastrum anatinum</i>	+			+							+				
<i>Staurastrum apiculatum</i>															+
<i>Staurastrum arachne</i> var. <i>arachnoides</i>													+		
<i>Staurastrum aristiferum</i>															+
<i>Staurastrum bacillare</i>														+	
<i>Staurastrum dejectum</i>													+		
<i>Staurastrum gracile</i>								+			+				
<i>Staurastrum gracile</i> var. <i>nanum</i>								+						+	+
<i>Staurastrum lapponicum</i>			+					+							+

Forts.

Tabell 5. Forts.

Innsjø Organismer	Ølja	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdingen	Store Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
DESMIDIACEAE forts.															
Staurastrum lunatum var. planctonicum								+	+						
Staurastrum ophiura												+			
Staurastrum oxyacanthum										+					
Staurastrum pachyrhyncum															+
Staurastrum paradoxum	+					+				+	+		+		
Staurastrum pseudosebaldi var. simplicius	+														
Staurastrum teliferum	+														+
Staurastrum vestitum				+						+					
Staurodesmus extensus	+								+						+
Staurodesmus indentatus			2	+	1	+		+	+						
Staurodesmus megacanthus		+													
Tetmemorus granulatus				+					+				+		+
Xanthidium antilopaeum				+											1
Xanthidium antilopaeum var. polymazum														+	
BACILLARIOPHYCEAE															
Achnanthes microcephala	+		+								+				
Actinella punctata							+			3	+		+		
Ceratoneis arcus									+						
Cocconeis sp.	+														
Cyclotella kützingiana			2	+											
Cymbella affinis															+
Cymbella amphicephala			+												
Cymbella hybrida									+						
Cymbella sp.									+						
Cymbella tumidula										+					

Forts.

Tabell 5. Forts.

Organismer	Innsjø														
	Ølja	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdingen	Store Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
BACILLARIOPHYCEAE forts.															
<i>Cymbella turgida</i>													+		
<i>Cymbella ventricosa</i>									+						
<i>Diploneis elliptica</i>															+
<i>Eunotia arcus</i>			+												
<i>Eunotia pectinalis</i>							+		+				+		+
<i>Eunotia robusta</i> var. <i>diadema</i>	+		+							+			1		
<i>Eunotia</i> sp.													+		
<i>Fragilaria crotonensis</i>	+											+			
<i>Fragilaria</i> sp.	+		+			+			+						
<i>Frustulia rhomboides</i>	+			+		+	+		+	3	1		1		
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	+						+			2		+			
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronata</i>												+			
<i>Gomphonema constrictum</i>									+						
<i>Melosira distans</i>				2					+		+				
<i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i>			1		+	+		+							
<i>Navicula dicephala</i>							+		+	+		+	+		
<i>Navicula</i> spp.	+		+		+	+	+		+	+	+		+		+
<i>Nitzschia</i> sp.				+					+						
<i>Pinnularia interrupta</i>											+				
<i>Pinnularia major</i>				+	+		+								1
<i>Pinnularia</i> sp.							+		+						+
<i>Pinnularia viridis</i>									+	+	+				
<i>Pinnularia viridis</i> var. <i>sudetica</i>													+		

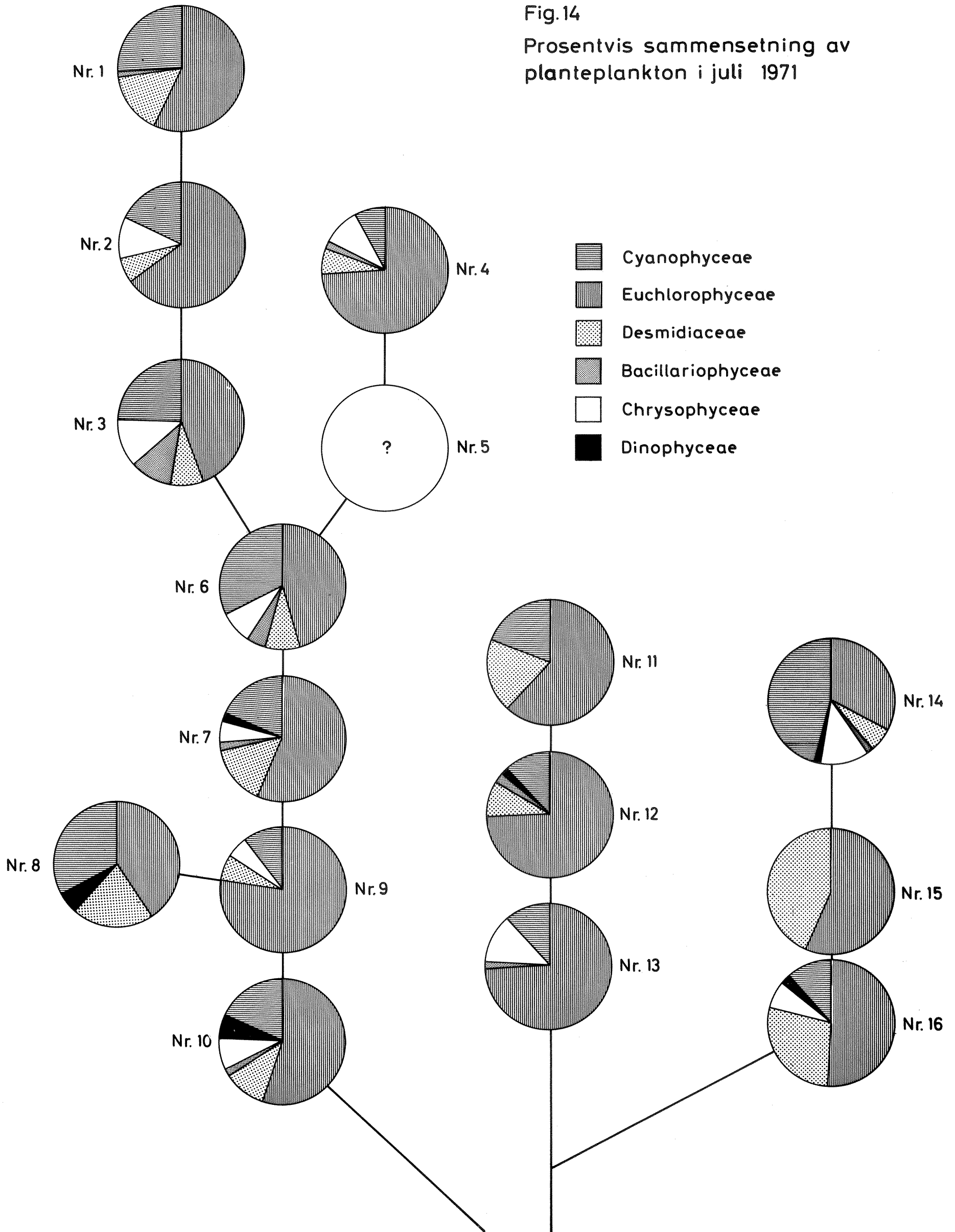
Forts.

Tabell 5. Forts.

Organismer	Innsjø														
	Ølja	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdingen	Store Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
<b>BACILLARIOPHYCEAE forts.</b>															
<i>Stauroneis anceps</i>				+					+						
<i>Stauroneis anceps</i> fo. <i>linearis</i>										+					
<i>Stenopterobia intermedia</i>							+			1	+		1		
<i>Stenopterobia</i> sp.										+			+		
<i>Surirella linearis</i>									+	+			+		
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i>	+														
<i>Synedra nana</i>								+	+						
<i>Synedra ulna</i>	+		+	+			+		+						
<i>Tabellaria fenestrata</i>				+			+	+	+	+			+		+
<i>Tabellaria flocculosa</i>		+	1	1		+	+	+	+			+	1		+
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>															
<i>Bitrichia chodati</i>		+													
<i>Dinobryon bavaricum</i>									+						+
<i>Dinobryon cylindricum</i>													1		3
<i>Dinobryon divergens</i>						1		+	4						
<i>Dinobryon suecicum</i>						+									
<i>Mallomonas acaroides</i>											+				
<i>Mallomonas</i> sp.											+				
<i>Stichogloea doederleinii</i>		3	3	2	2	2		1	2			2	2		
<b>DINOPHYCEAE</b>															
<i>Ceratium cornutum</i>							+		+						+
<i>Peridinium inconspicuum</i>		+	+	+					+	+	+				+
<i>Peridinium palustre</i>															+
<i>Peridinium</i> sp.									+						
<i>Peridinium willei</i>						+	+		1				+		

Fig.14

Prosentvis sammensetning av  
planteplankton i juli 1971



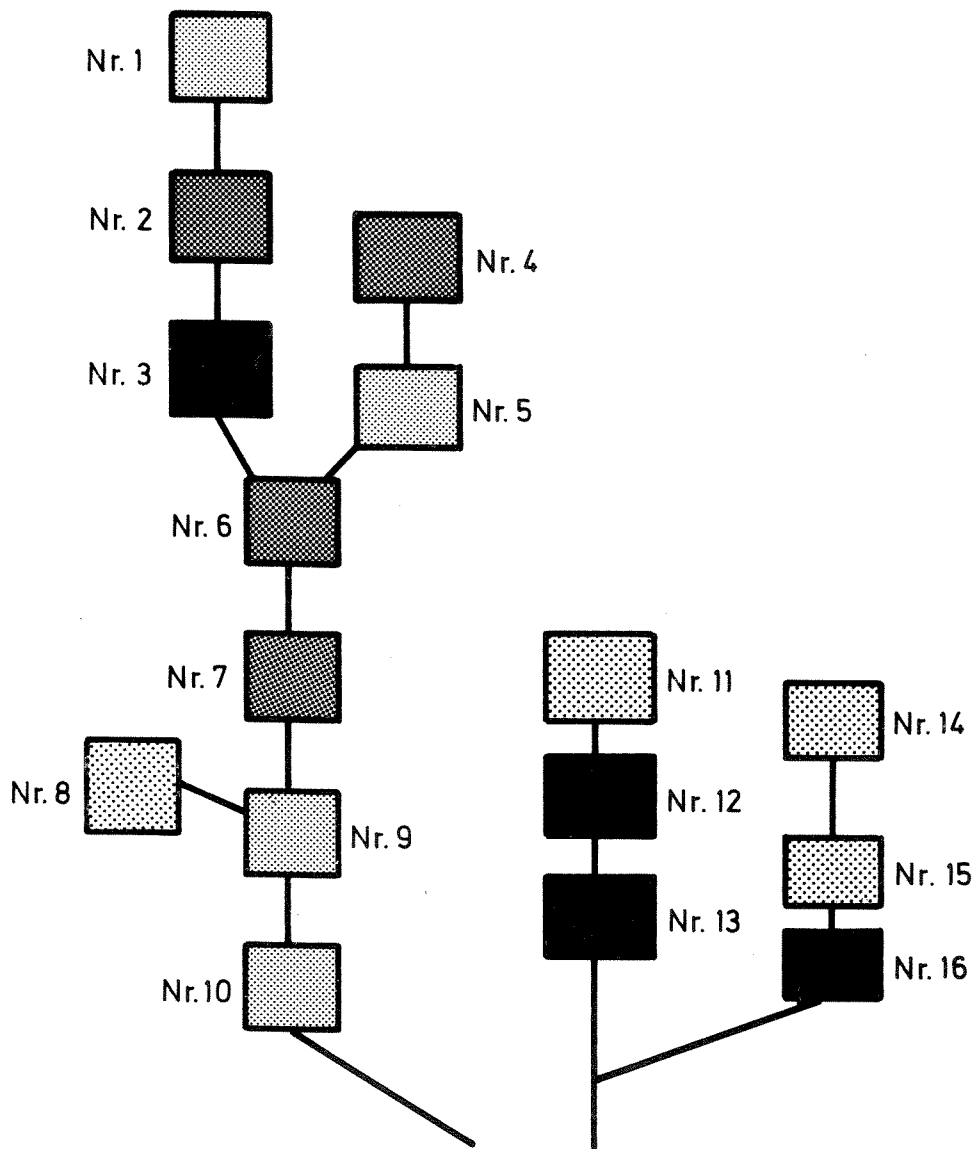


Fig. 15

Relativ fördelning av mängden plantep plankton i 16 innsjöer i Nordmarksvassdraget i juli



#### 5.4 Zooplankton (dyreplankton)

Da det bare er foretatt én prøvetakingsserie, kan man ikke foreta noen inngående tolkning når det gjelder dyreplanktonets regionale forekomst og sammensetning innenfor området. Allikevel kan man gi noen almene kommentarer. Da området er meget homogent og ensartet, kan man ikke vente noen større forskjeller.

##### Rotatoria (hjuldyr)

I samtlige innsjøer utenom Daltjuven og Trehørningen finner man kvalitativt sett en normal fauna bestående av vanlige og delvis oligotrofi-indikerende arter som *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris* og *Polyarthra remata* (se tabell 6). Spesielt er det rik forekomst av *Conochilus unicornis* og *Kellicottia longispina* som finnes i stort antall i nesten samtlige innsjøer. Spesielt kan den rike forekomsten av *Kellicottia longispina* ansees som en god oligotrofi-indikator, etter som arten avtar kvantitativt med øket grad av eutrofi. Hva som er årsak til den avvikende sammensetningen i Trehørningen og Daltjuven der bare *Kellicottia longispina* er funnet i prøvene, er det med utgangspunkt i dette materiale umulig å gi noen forklaring på. At prøven fra Daltjuven ble tatt på et annet tidspunkt, har sikkert sin betydning, men gir ingen direkte forklaring på den sterkt avvikende sammensetningen her. Man kan med stor sannsynlighet anta at de øvrige artene finnes i disse innsjøer, men at de på prøvetakingsdagen var så fåtallige at de ikke ble med i prøvene.

De vanligste gruppenes prosentvise mengdefordeling fremgår av figur 16. De fleste innsjøene har en ensartet fordeling med Brachionidae og Conochilidae som domnanter. Spesielt kan man bemerke en relativ rik forekomst av Synchaetidae i Ølja, Tverrsjøen, Gjerdingen og Skjersjøen, samt rikelig med Asplanchnidae i Øyungen. Forholdene i Østre Fyllingen avviker noe og viser et tilsvarende bilde som Daltjuven og Trehørningen, dvs. med sterk dominans av Brachionidae.

Relativt sett var det spesielt rik hjuldyrsfauna i Ølja, Tverrsjøen, Skjersjøen, Øyungen og Søndre Movatn, dvs. i de grunne innsjøene. Noen entydig regional forskjell i faunasammensetningen foreligger ikke og er heller ikke å vente, da hydrologien, vannkvaliteten og tilgangen på næringssalter er svært ensartet i de undersøkte innsjøene innenfor området. En større næringstilførsel og næringsproduksjon i de grunne innsjøene kan eventuelt stimulere faunaen. Den i forhold til de øvrige innsjøene rike hjuldyrsfauna i Søndre Movatn indikerer en viss eutrofiering og da spesielt forekomsten av den relativt næringskrevende arten *Trichocerca pusilla*, som ofte blir brukt som eutrofiindikator.

#### Crustacea (krepsdyr)

I likhet med hjuldyrsfaunaen er det i de fleste av de undersøkte innsjøene kvalitativt sett en ganske normal og ventet krepsdyrsammensetning i planktonet, med vanlig forekommende arter som *Diaphanosoma brachyurum*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia longispina*, *Daphnia cristata*, *Bosmina coregoni*, *Diaptomus gracilis*, *Heterocope appendiculata*, *Cyclops Leuckarti* og *Cyclops scutifer* (se tabell 6). *Holopedium gibberum* og *Heterocope appendiculata* er indikatorarter på oligotrofi. Den førstnevnte synes å stimuleres av en viss organisk tilførsel av humudial opprinnelse. *Ceriodaphnia quadrangula* og *Bosmina longirostris*, som også er funnet i en del av innsjøene, er nærmest å betrakte som strandformer som mer tilfeldig oppholder seg blant de egentlige planktonorganismene. Utenom de allerede nevnte artene er også enkelteksemplarer av *Bythotrephes longimanus* funnet i en del av prøvene. Kvantitativt sett foreligger det ikke noen større forskjell innenfor det undersøkte området, og i de tilfeller da en eller flere arter helt savnes i prøvene, kan dette forklares med at denne eller disse arter forekom i så lite antall på dette tidspunkt at de ikke er blitt med i prøvene. Sammensetningen i Daltjuven viser selvfølgelig et annet bilde på grunn av at prøvetakingen her skjedde om vinteren, da flere av artene ikke forekommer.

Den prosentvise sammensetningen som fremgår av figur 17, viser at en viss forskjell foreligger mellom de ulike innsjøene. Om denne forskjell er reell eller ikke, er med utgangspunkt fra det foreliggende materiale umulig å ha noen formening om. Den relativt rike forekomsten av

*Holopedium gibberum* i Skjersjøen kan dog med all sannsynlighet settes i direkte sammenheng med den hyppige vannstandsregulering som her skjer, noe som bidrar til økt tilførsel av organogent stoff fra strendene, som først og fremst stimulerer vekst av *Holopedium gibberum*. For øvrig kan dominansen av hoppekreps spesielt nevnes, noe som kan betraktes som oligotrofiindikerende.

Utenom vannkvaliteten, næringstilgangen og konkurransen påvirkes krepsdyrplanktonet i høy grad av fiskepredasjonen (de tjener som føde for fisk). Dette er spesielt tilfellet under de forhold som råder i de fleste innsjøene i Nordmarka, der fiskefaunaen domineres av planktonetere, som sik og røye. Den sparsomme forekomsten av *Daphnia* og *Diaptomus* og i enkelte innsjøer også *Bosmina* kan sannsynligvis settes i sammenheng med en kraftig fiskepredasjon etter som disse artene er spesielt viktige fødeorganismer for fisken. For å få en oppfatning om i hvilke innsjøer den relativt sett største crustaceplanktonmengden forelå, er det blitt foretatt volumbestemmelser, og med utgangspunkt i disse verdiene er de undersøkte innsjøene blitt delt i fire klasser med fire innsjøer i hver klasse. Dette fremgår av figur 18, som viser at den største dyreplanktonmengden på prøvetakingstidpunktet forelå i Bjørnsjøen, Øyungen, Nordre Movatn og Søndre Movatn, mens den minste ble funnet i Ølja, Tverrsjøen og Helgeren. Selv om det ikke er blitt samlet inn noen kvantitative prøver, kan man allikevel med utgangspunkt i materialet fra de vertikale håvtrekkene få en viss kvantitativ oppfatning. Ut fra dette kan Nordmarksinnsjøene betegnes som planktonfattige, noe som man også kan vente i dette næringsfattige miljø som innsjøene utgjør.

Tabell 6. Dyreplanktonets sammensetning i 16 innsjøer i Maridalsvassdraget i juli 1971.

+: forekommer, 1: sjelden, 2: sparsom, 3: vanlig, 4: uypig, 5: dominant.

Vassdrag	Maridalsvassdraget															
	Vestre vassdrag										Østre vassdrag					
Innsjø	Ølva	Tverrsjøen	Katnosa	Gjerdningen	Daltjuven	St. Sandungen	Hakkloa	Østre Fyllingen	Bjørnsjøen	Skjersjøen	Trehørningen	Helgeren	Øyungen	Ørfiske	Nordre Movatn	Søndre Movatn
<b>ROTATORIA</b>																
<u>Brachionidae</u>																
Keratella cochlearis	+	+	+	+		+	+	+	+	3		+	+	+	2	+
Keratella quadrata	+	+	3	+		2	+	2	+	+			+	+	+	+
Kellicottia longispina	2	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	2	4
Euchlanis dilatata		+														+
Lepadella sp.	+															
<u>Notommatidae</u>																
Cephalodella sp.						2	+		+				+			+
<u>Lecanidae</u>																
Lecane sp.	+	+														+
<u>Trichocercidae</u>																
Trichocerca pusilla						+			+	+			+			+
Trichocerca similis										+						+
<u>Gastropodidae</u>																
Gastropus stylifer	+	+					+									+
Ascomorpha sp.										+						+
<u>Asplanchnidae</u>																
Asplanchna priodonta	+	+	3	+		+	+	+	2	+		2	5	+	+	+
Asplanchna herricki	+								+							+
<u>Synchaetidae</u>																
Synchaeta sp.	+			+			+		+				+		+	+
Floesoma hudsoni	+	+	+	+		+		+	+	3		+	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris	2	1	2	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Polyarthra remata	+		+	+		+		+	+	+		+	+		+	+
<u>Conochilidae</u>																
Conochilus unicornis	5	5	4	3		2	3	+	4	3		3	3	4	2	4
<u>Collotheceidae</u>																
Collotheca mutabilis	+	+								+			+			+
<b>CRUSTACEA (krepser)</b>																
<b>Cladocera (vannlopper)</b>																
<u>Sididae</u>																
Diaphanosoma brachyurum	1	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<u>Holopedidae</u>																
Holopedium gibberum	4	4	3	3		3	3	3	3	5	3	3	4	4	4	4
<u>Daphniidae</u>																
Daphnia longispina	+	1	1	+		+	1	+	+	2		+	1		1	1
Daphnia cristata	2	3	2	2		2	2	2	3	3		+	2	+	2	3
Ceriodaphnia quadrangula	1	+	+					+		+			+		+	+
<u>Bosminidae</u>																
Bosmina coregoni	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	1	4	4	4	4	3
Bosmina longirostris	+	+														
<u>Polyphemidae</u>																
Bytotrephes longimanus	+	+						+		+			+		+	+
<b>Copepoda (hoppkrepser)</b>																
<u>Centropagidae</u>																
Diaptomus gracilis	3	2	+	3		2	2	+	+			3	3			+
Nauplier													1			
Heterocope appendiculata	+	+	2	2		3	3	2	3	+	3	2	3	2		+
<u>Cyclopidae</u>																
Mesocyclops leuckarti	+	+								+						+
Cyclops scutifer	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Nauplier	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2

Fig.16

De viktigste rotatoriegruppernes prosentvise fordeling i juli 1971

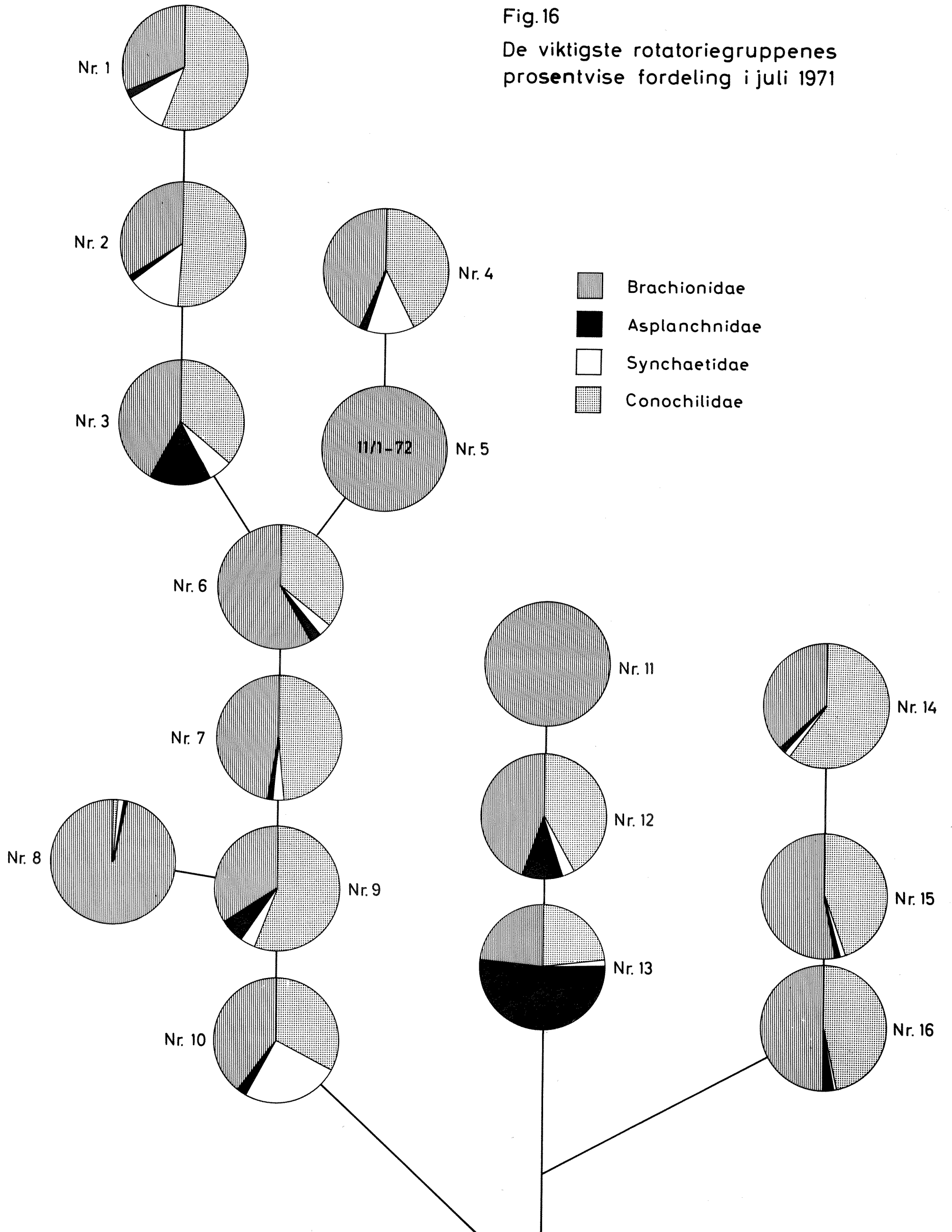
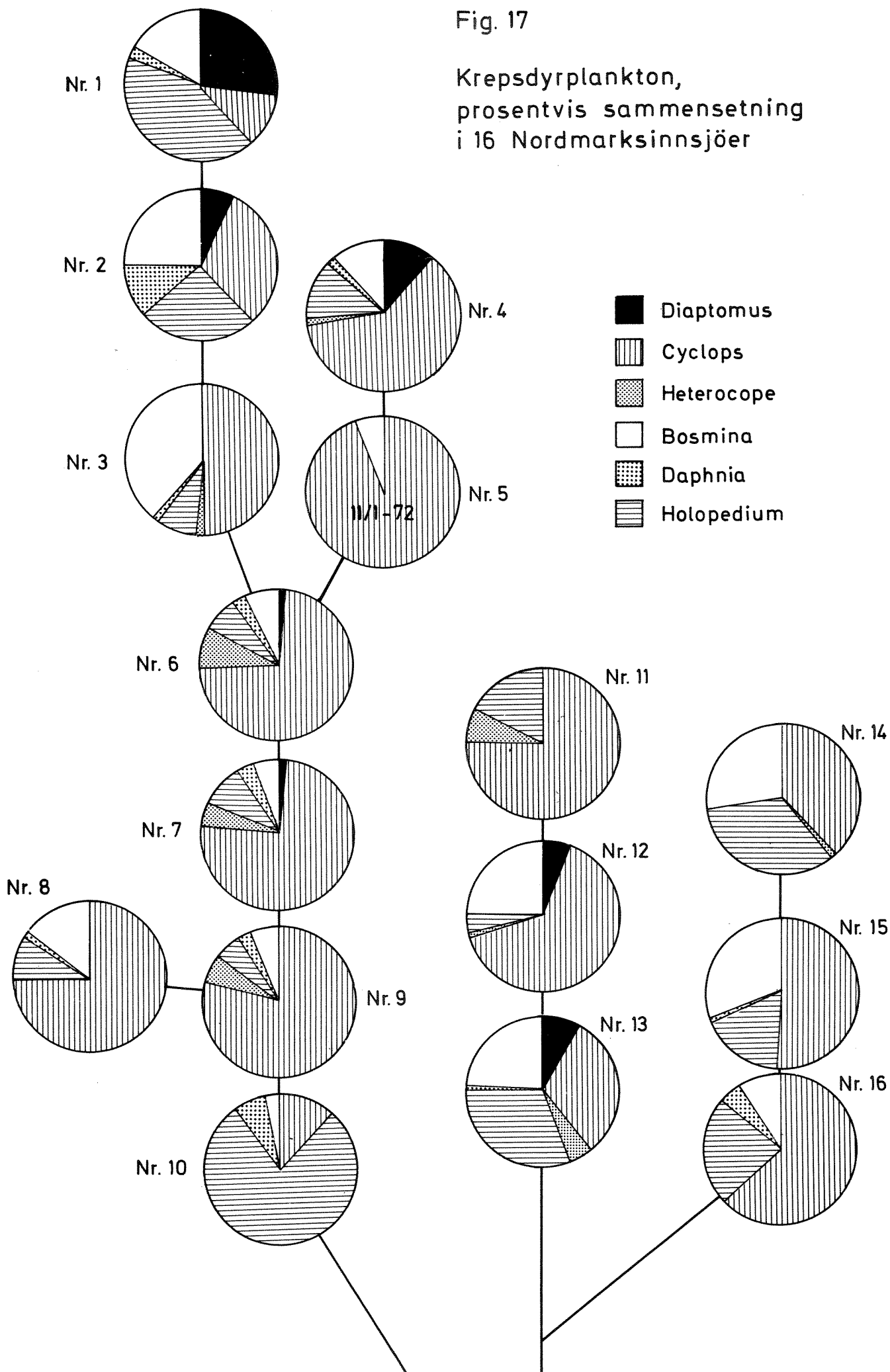


Fig. 17

Krepsdyrplankton,  
prosentvis sammensetning  
i 16 Nordmarksinnsjøer



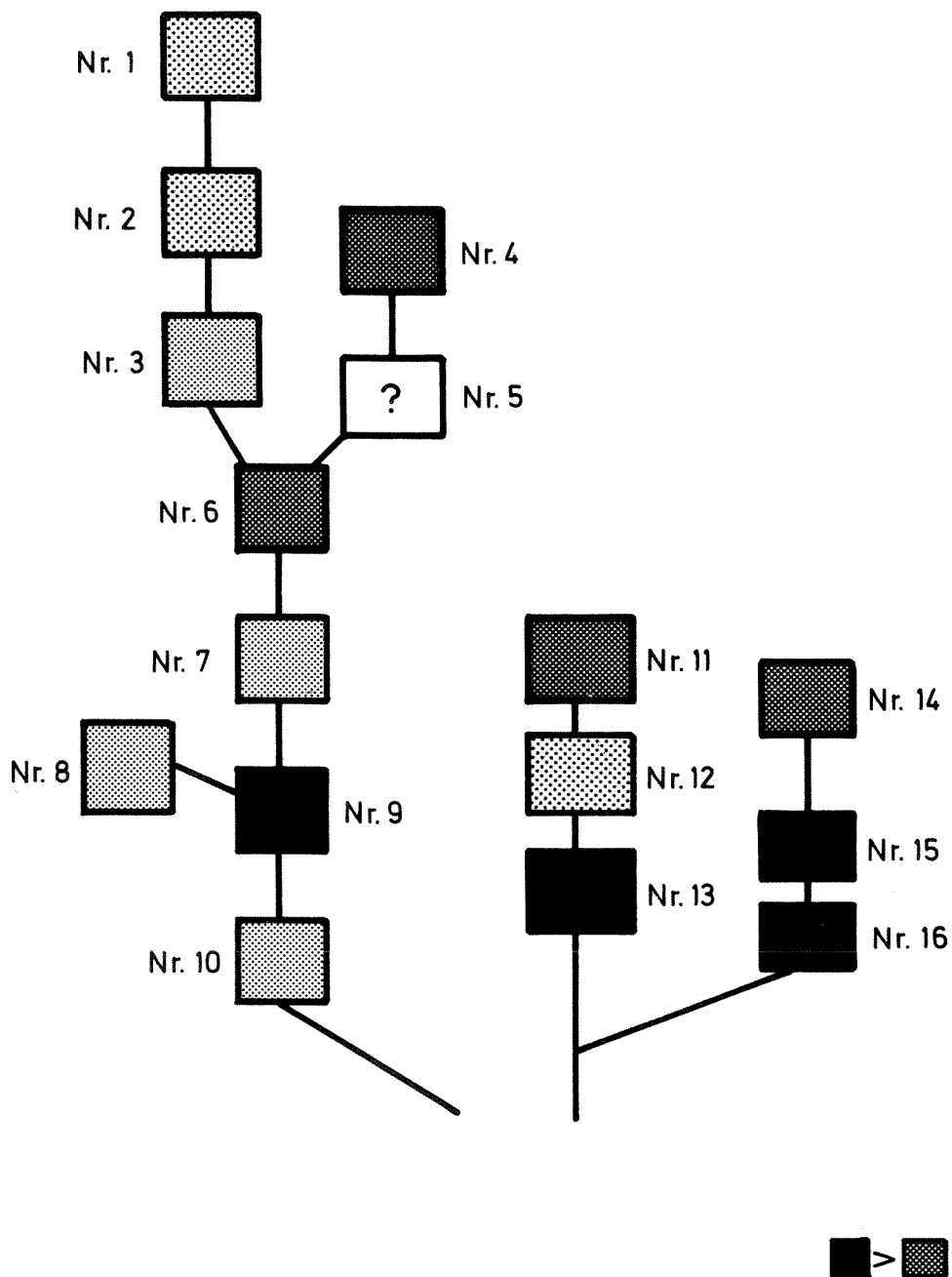


Fig. 18

Relativ fordeling av mengden planktoniske krepsdyr i 16 innsjøer i Nordmarksvassdraget i juli

## 5.5 Fisk

I Nordmarksvassdraget finnes det i alt 10 forskjellige fiskearter, nemlig aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), sik (*Coregonus lavaretus*, *Coregonus nasus*), abbor (*Perca fluviatilis*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*), mort (*Rutilus rutilus*), karuss (*Carassius carassius*), brasme (*Abramis brama*), gjedde (*Esox lucius*), stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og lake (*Lota lota*). Oppgavene om forekomsten av brasme er usikre. Av de ovenfor nevnte fiskeartene er det abboren, siken, røya, auren og i noen grad også ørekyten som forekommer rikeligst innenfor vassdraget. De øvrige fiskeartene har en mer begrenset utbredelse og er blitt fanget bare i de nederste delene av vassdraget. Abboren, auren og ørekyten har den største utbredelse og finnes i de fleste vannforekomster innenfor nedbørfeltet. Siken og røya finnes først og fremst i de største innsjøene. Renbestand finnes bare i en del mindre innsjøer og består da gjerne av aure eller abbor. I samtlige større innsjøer er flere fiskearter representert. Her kan også nevnes at regnbueaure (*Salmo gairdneri*) er utsatt i noen av innsjøene (Katnosa, L. Daltjuven, Spålen, Helgeren og Store Fyllingen).

Aure. Denne fiskeart finnes i de fleste innsjøer innenfor nedbørfeltet og er av naturlig opprinnelse. Før reguleringen av vassdraget begynte, var aurebestanden rik og bestod av stor og fin fisk, men etter reguleringsinngrepene har bestanden gått sterkt tilbake. Denne tilbakegang kan først og fremst settes i sammenheng med at reproduksjonsmulighetene er sterkt begrenset ved at damanleggene sperrer de større vassdragene som før var de viktigste gyte- og oppvekstlokalitetene. Blant andre faktorer som også i høy grad påvirker aurebestanden i negativ retning, kan nevnes den økte næringskonkurransen som sik- og røyeutsettingen har medført. Det er en kjent sak at aurebestanden går sterkt tilbake i de tilfeller sik og/eller røye blir innført i et aurevann. Videre bidrar reguleringen av innsjøene til at den strandnære bunnfaunaen utarmes. Nettopp de bunnorganismene som lever nær innsjøstrendene, er normalt aurens viktigste bytteobjekt. Dette forhold bidrar til at konkurranstrykket fra siken, røya og også abboren ytterligere øker. Det er derfor en rekke faktorer som i den senere tid har bidratt til aurens tilbakegang



innenfor Nordmarksvassdraget. Da auren er den mest ettertraktede fiskeart ut fra fritidsfiske-synspunkt, blir det nå årlig satt ut settefisk av aure for i noen grad å erstatte reproduksjonstapet. Disse utsettinger synes å ha sin virkning, og i dag er det en temmelig god bestand av aure innenfor vassdraget. Da utsettingene gir ulike resultater fra år til år, og da fisketrykket veksler, er det derfor vanskelig å gi noe klart bilde av forekomsten. Generelt er auren i de fleste av de største innsjøene småfallen med vekter på omkring 2-3 hg. Enkelte eksemplarer av større fisk finnes sannsynligvis i de fleste innsjøer. Maridalsvatnet og Movatnene skiller seg fra de øvrige innsjøene ved at de har en liten bestand av relativt storfallen aure. I Movatnene er det tatt aure på 4-5 kg og i Maridalsvatnet aure på 7 kg. I flere av de mindre innsjøene og tjernene som ikke påvirkes av noen regulering, og der sik og røye ikke finnes, kan aurebestanden være bra med stor og fin fisk.

Røye. Denne arten er ikke naturlig forekommende innenfor området, men er blitt utsatt av mennesker. Den første utsetting skjedde i Elvatnet. Herfra spredte røya seg til Trehørningen og siden også til Helgeren og Øyungen etter at det ble bygd tunneler mellom Trehørningen og Helgeren (1906). Røya i Vestre vassdrag stammer fra en utsetting i Gjerdingen og Skarvevatnet i 1920. Spredningen nedover i vassdraget har gått sent, og røya nådde Sandungen i slutten av 1940-tallet og Bjørnsjøen i løpet av 1950-årene. Nå har røya etablert selvproduserende bestand i de fleste av de større innsjøer. Røyas nåværende utbredelse innenfor Nordmarksvassdraget fremgår av figur 19. I de fleste av innsjøene er røya småfallen med en vekt på omkring 1-2 hg og finnes i stort antall. Katnosa og Helgeren der reproduksjonsforholdene synes å være spesielt gode, er mer eller mindre overbefolket med småfallen røye. Det er bare i Maridalsvatnet man finner stor røye, og her kan fisken få en vekt på bortimot 1 kg. Bestanden er imidlertid liten. Den dårlige tilveksten og den ringe størrelse er sannsynligvis forårsaket først og fremst av følgende faktorer: 1. For stor bestand, 2. Konkurransen fra siken, 3. Liten føde-tilgang på grunn av reguleringen. I noen av innsjøene har man ved not- og garnfiske på gyte plassene forsøkt å desimere bestanden. Foreløpig synes resultatet av disse anstrengelser å være dårlig.

Sik. Denne fisken er i likhet med røya blitt satt ut. I slutten av 1800-tallet, og i løpet av første halvdel av 1900-tallet var det vanlig med utsetting av sik slik at de fleste av våre innsjøer fikk sine sikbestander i denne periode. Siken er lett å fange i stort antall under gyteperioden og var derfor en viktig del i husholdningen i våre skogsbygder. Utsetting av sik i Nordmarkssjøene kan med sikkerhet settes i sammenheng med disse forhold. De første utsettinger skjedde i Tverrsjøen, Ølja, Gjerdingen og Spaalen i øvre deler av Vestre vassdrag mellom 1865 og 1870. Herfra har siken spredt seg raskt nedover vassdraget. Siken i Østre Fyllingen stammer fra en senere utsetting da sik fra Bjørnsjøen ble båret opp. På nåværende tidspunkt finnes siken i samtlige av de større innsjøene i Vestre vassdrag (se figur 20). I Østre vassdrag stammer siken fra en utsetting som er gjort i Trehørningen og Ørfisken i den senere tid og finnes på nåværende tidspunkt i samtlige større innsjøer. Sikbestandens størrelse og fiskens middelvekt varierer noe mellom de ulike innsjøene, men vanligst synes vekten å ligge mellom 3 og 4 hg. Bjørnsjøen og Sandungen synes å ha de beste sikbestander, og her fanges en hel del sik på ca. 1 kg. Spaalen er overbefolket av småfallen og mager sik. I Maridalsvatnet og Movatnene er det foreløpig en sparsom forekomst. Den generelt sett dårlige tilveksten innenfor området er først og fremst forårsaket av altfor tett bestand. Dette gjelder spesielt i de innsjøer der gytemulighetene er gode. Det ville være fordelaktig med et intensivt gytefiske, da siken utenom å være en sterk næringskonkurrent til røya, også konkurrerer med auren.

Det er sannsynligvis to ulike sikraser som opprinnelig er tilført vassdraget, nemlig *Coregonus lavaretus* og *Coregonus nasus*. Hvorvidt disse fremdeles opptrer som atskilte raser eller som hybrider, er ukjent. Det er imidlertid vanlig at siken gjerne danner hybridbestand i innsjøer av den størrelse som foreligger i Nordmarka, og det er derfor trolig at vi har å gjøre med en hybridbestand innenfor området.

Abbor. Denne fiskeart setter fullstendig sitt preg på vassdraget, og det finnes rikelig med småfallen abbor med vekt omkring 50-100 gram i så godt som samtlige innsjøer. Det er vanlig at abboren opptrer i individuelle dvergbestander i næringsfattige skogsinnsjøer av den type man

har i Nordmarka. Dette har sin årsak i at gytemulighetene er gode, og beskatningen både fra mennesker og rovfisk er lav. Ofte gjennomgår abborbestanden i dette miljø en periodisk fluktuasjon med rike bestander av småfallen fisk fulgt av perioder med små bestander med storfallen fisk. Dette forhold synes ikke å foreligge i Nordmarka. Abboren lever i sine første leveår av dyreplanktonet og små bunndyr. Når den blir større, ernærer den seg av bunnorganismer. Når den har nådd en lengde av ca. 15 cm, går den over til fiskediett. Er det liten tilgang på større bunnorganismer, synes abboren ikke å oppnå den størrelse da den kan begynne å spise fisk, og på denne måten stanser veksten, og dvergbestanden oppstår. I de regulerte innsjøer er tilgangen på større bunnorganismer som nevnt sterkt redusert, da de fleste av disse organismene oppholder seg ved strendene. Dette forhold bidrar sannsynligvis i høy grad til den rikelige forekomsten av småfallen abbor i de større innsjøene innenfor Nordmarksvassdraget. Man har i flere innsjøer forsøkt å redusere abborbestanden ved intensivt fiske med ruser og ved å legge ut "vaser" som siden er blitt tatt opp og abborrognen blitt ristet av. I mindre innsjøer som ikke er regulert, kan dette muligens gi resultat. I de regulerte innsjøene der fødetilgangen er sterkt redusert, fordres en så høy beskatning at dette i praksis neppe lar seg gjennomføre. Dette gjelder i høy grad også for de større innsjøer. Abboren er, spesielt i de regulerte innsjøer, en sterkt næringskonkurrent til auren ved at disse fisker i stor utstrekning utnytter samme fødeorganismer. For større aure kan imidlertid småabboren være av en viss betydning som matkilde.

Ørekyte. Denne art som ikke er satt ut i dette området, finner man i de fleste innsjøene og i samtlige større vassdrag. (Ørekyten i Øyungen og i vassdraget nedstrøms innsjøen er spesielt stor.) Ørekyten kan av og til være bytteobjekt for den større auren, men gjør også en del skade hvis den forekommer i for stor mengde ved at den konkurrerer om næringen med aureunger på deres oppvekstområder i vassdragene.

Mort. Denne fiskeart ble satt ut i vassdragene i dette området på 1800-tallet. Da ble mort fra Bogstadvatnet sluppet ut i Østre Fyllingen. Herfra har fisken spredt seg til de nedre delene av vassdraget og finnes

på nåværende tidspunkt i Bjørnsjøen, Skjersjøen, Maridalsvatnet, Dausjøen og Movatnene foruten i Østre Fyllingen, se figur 21. Morten har en relativt stor bestand i samtlige av de nevnte innsjøene, bortsett fra Bjørnsjøen, som har en glissen bestand av storvokst mort.

Karuss. Fisken har en begrenset utbredelse og finnes foruten i Skjersjøen og Maridalsvatnet i et par små tjern (Lørensøtervassdraget, Svartkulp) der den er blitt utsatt i den senere tid. Noen oppgave over når karussen ble utsatt i Maridalsvatnet, foreligger ikke. Det kan her nevnes at mun-ker innførte karussen til Norge på 1500-tallet. Den ble da brukt som damfisk.

Gjedde. Denne fiskeart har en sterkt begrenset forekomst og finnes bare i den nederste delen av vassdraget (Maridalsvatnet og Dausjøen), se figur 22. Gjeden har med all sannsynlighet blitt utsatt.

Stingsild. Stingsildens utbredelse innenfor Nordmarksvassdraget fremgår av figur 23 som viser at den finnes i Maridalsvatnet, i Helgeren og Øyungen, dvs. nedre delen av vestre delen av Østre vassdrag. Hva som har forårsaket dette utbredelsesmønsteret, er det vanskelig å uttale seg om, men sannsynligvis er den blitt utsatt i Helgeren hvorfra den har kunnet spre seg nedover i vassdraget. I Maridalsvatnet kan den derimot ha en naturlig opprinnelse.

Lake. Denne fiskeart forekommer bare i Maridalsvatnet og stammer fra en naturlig bestand som tidligere ble fanget i Akerselva. Det er forbausende at laken ikke har spredt seg videre oppover i vassdraget.

Brasme. Hvis oppgavene om brasmens forekomst i Maridalsvatnet er riktige, er den med all sannsynlighet blitt utsatt da den ikke finnes naturlig i området.

Utover de fiskearter som er behandlet ovenfor, forekommer nøye (*Petromyzon fluviatilis*) som finnes i de nederste delene av vassdraget, og elvekrepseren *Astacus fluviatilis*, som finnes i flere vannforekomster. Nøyen er av naturlig opprinnelse, mens krepsen er utsatt.

Det som er mest påfallende for de store innsjøer i Nordmarksvassdraget, er fiskeribiologisk sett de rike bestander av småfallen abbor, sik og røye. Dette forhold kan til en viss grad settes i direkte sammenheng med den reguleringsaktivitet som foreligger. Ved reguleringer blir livsvilkårene for en rekke av de viktigste fødeorganismer som lever langs strendene og på de grunnere partier, forringet. Når tilgangen på bunnorganismer avtar, blir fisken først og fremst henvist til å utnytte planktonfaunaen som føde. Dette fører til økt næringskonkurransen og dårligere tilvekst. Det er i første rekke auren og abboren som blir lidende av reguleringspåvirkningen, da disse er spesielt avhengig av den strandnære bunnfauna. Siken og røya er planktonspesialister og klarer seg bedre. En viktig faktor i denne forbindelse er også at fisket etter først og fremst abbor, sik og røye har vært altfor lite, og bestandene har således blitt tallrike med økt næringskonkurransen og stress som følger. Et intensivt garnfiske på den tiden sik og røye gyter, samt rusefiske i abborens gytetid, skulle teoretisk bidra til en bedring av disse fiskers tilvekst og kondisjon, samtidig som forholdene skulle bli bedre for auren. I praksis er dette et så krevende arbeid at det sikkert ikke kan iverksettes. Som eksempel kan nevnes at det trenges flere hundre ruser i samtlige innsjøer for at man skal få bukt med abboren. Et intensivt tiltak i bare en eneste innsjø kan, hvis man ikke begynner i kildeområdene, gi en meget kortsiktig effekt. Ny fisk vil nemlig meget snart vandre inn i innsjøen fra de omkringliggende innsjøer. Har man mulighet for å arbeide fra kilden og nedover i et vassdragssystem, samtidig som det ikke foreligger noen mulighet for fisken å gå tilbake, så kan det i praksis være en mulighet for å forbedre forholdene i et område med den problematikken som foreligger i Nordmarka. Partiell rotenonbehandling kan kanskje i fremtiden bli en brukbar metode når det gjelder å desimere fiskebestanden. Så lenge innsjøene innenfor Nordmarka er utsatt for den regulering som nå foreligger, er det på nåværende tidspunkt ingen mening i å sette i gang et kostbart fiskevernprosjekt, da resultatet sannsynligvis blir meget dårlig.

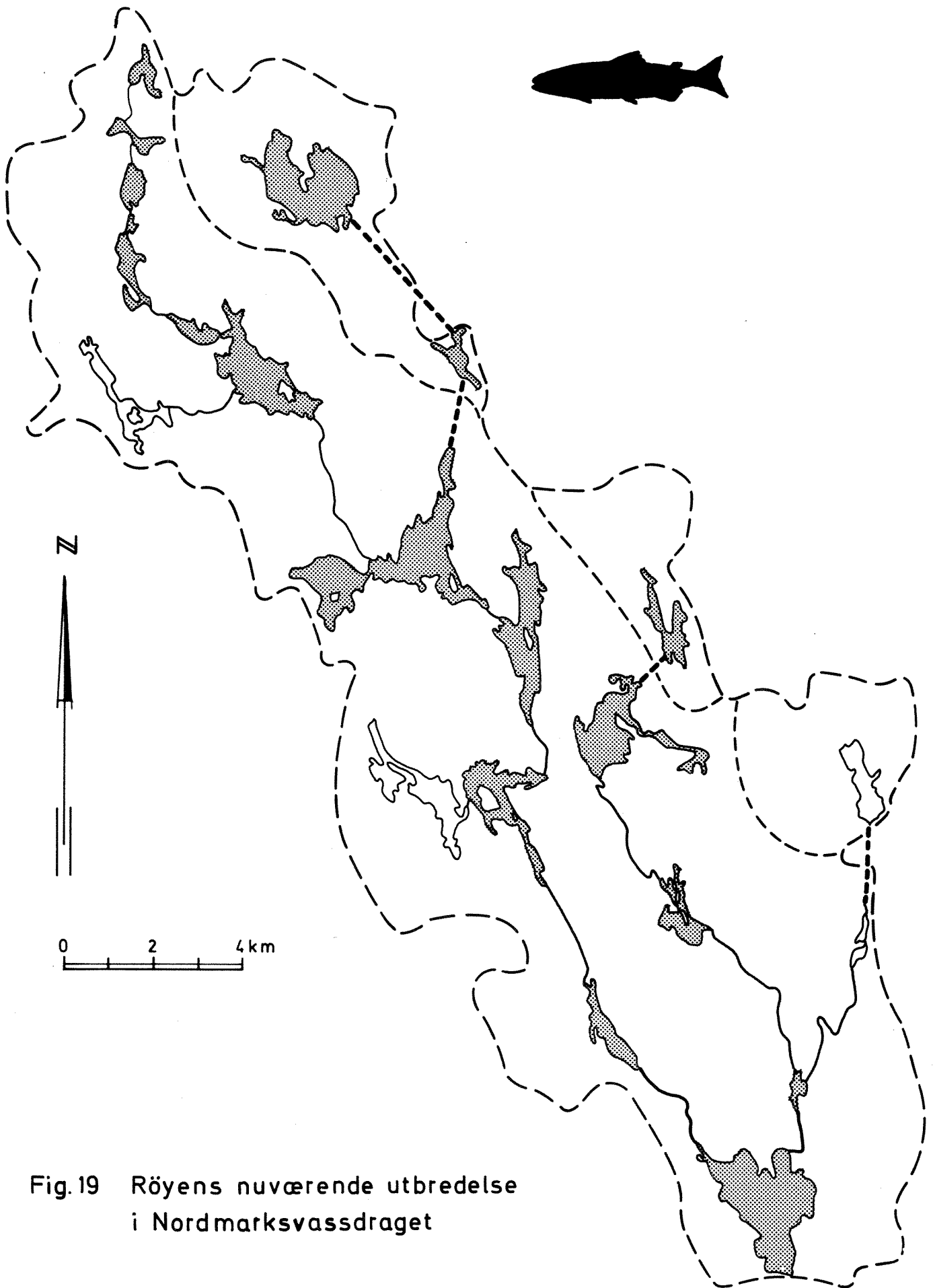


Fig.19 Røyens nuværende utbredelse  
i Nordmarksvassdraget

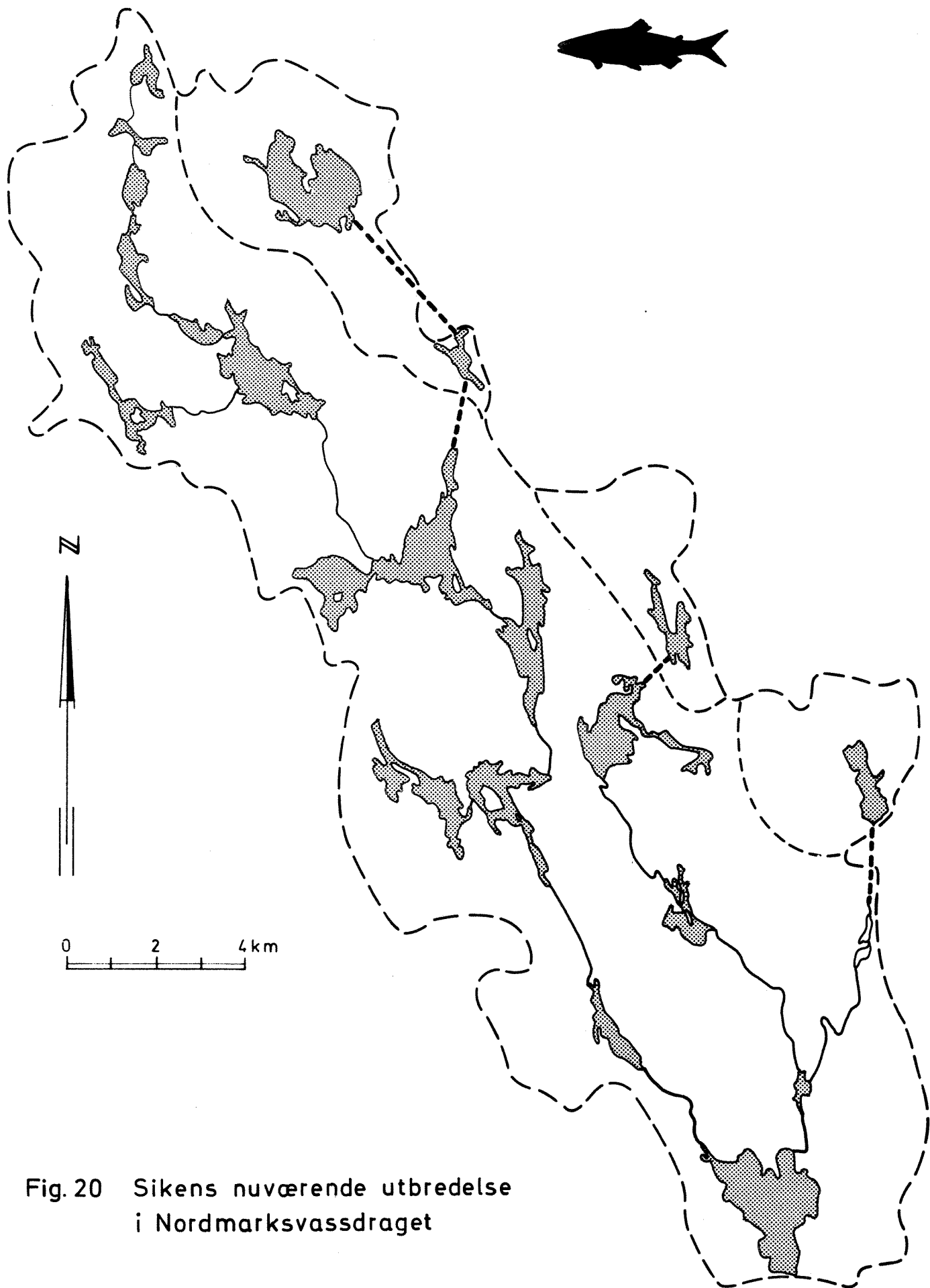


Fig. 20 Sikens nuværende utbredelse i Nordmarksvassdraget

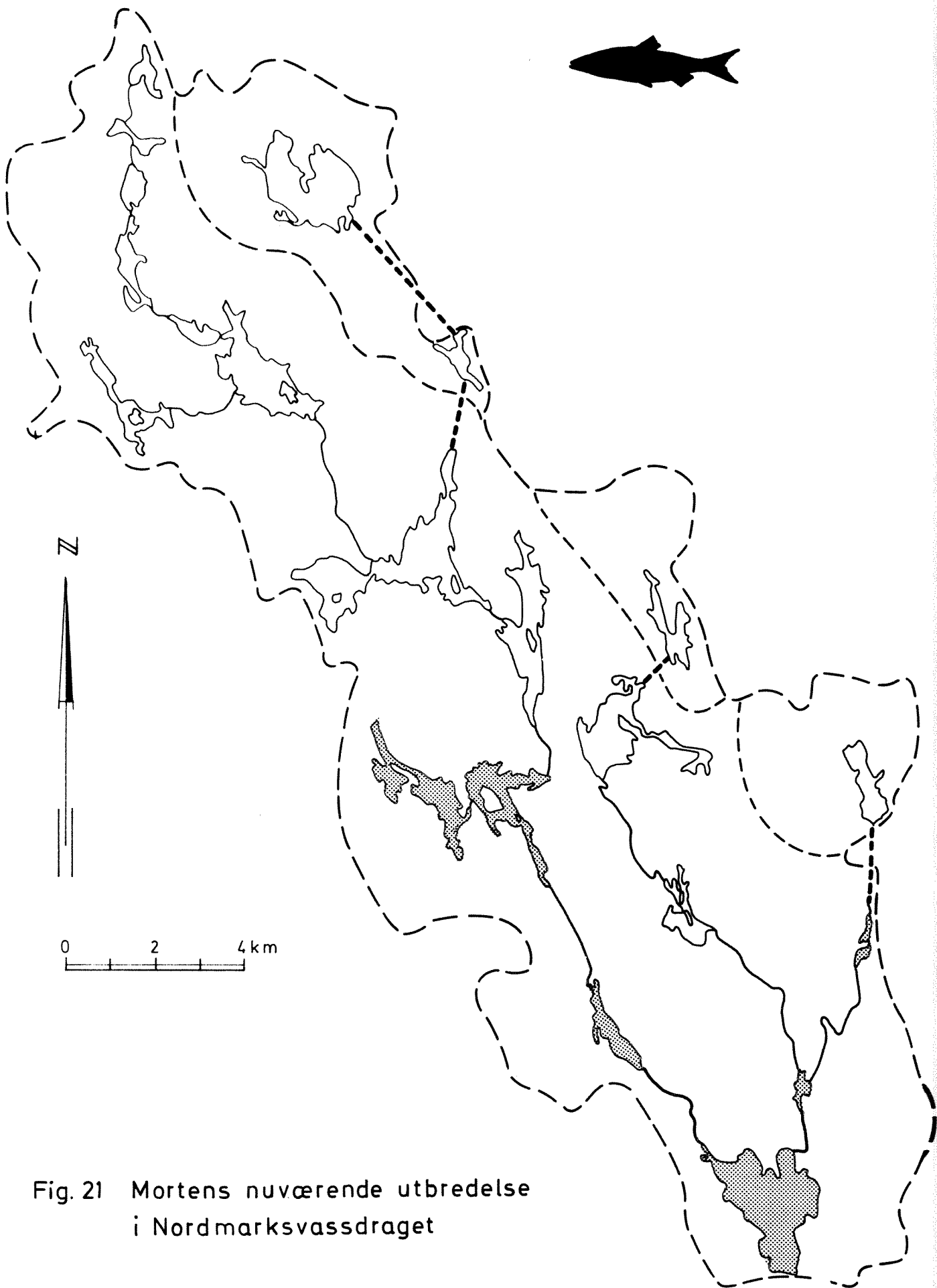


Fig. 21 Mortens nuværende utbredelse i Nordmarksvassdraget



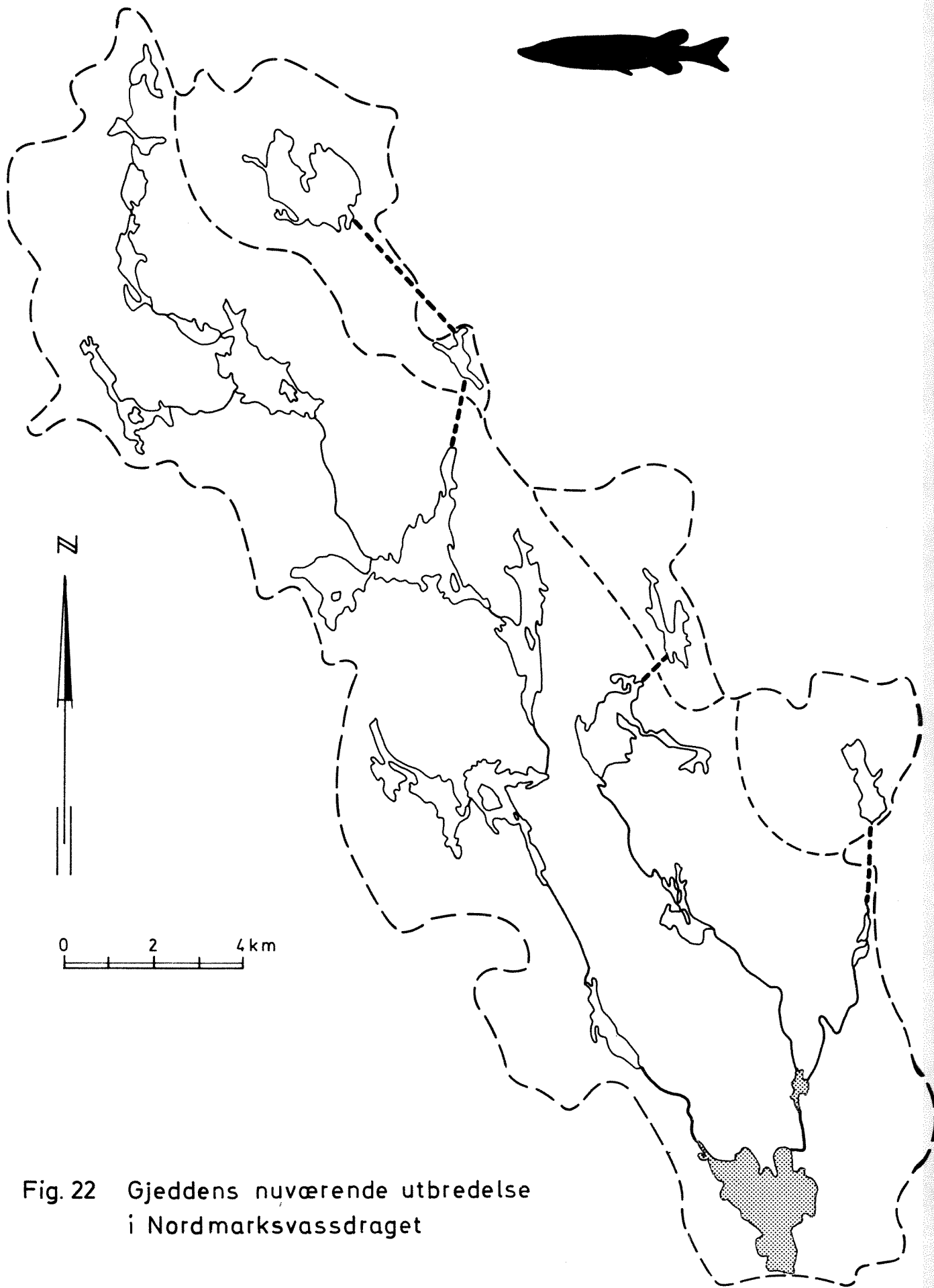


Fig. 22 Gjeddens nuværende utbredelse i Nordmarksvassdraget

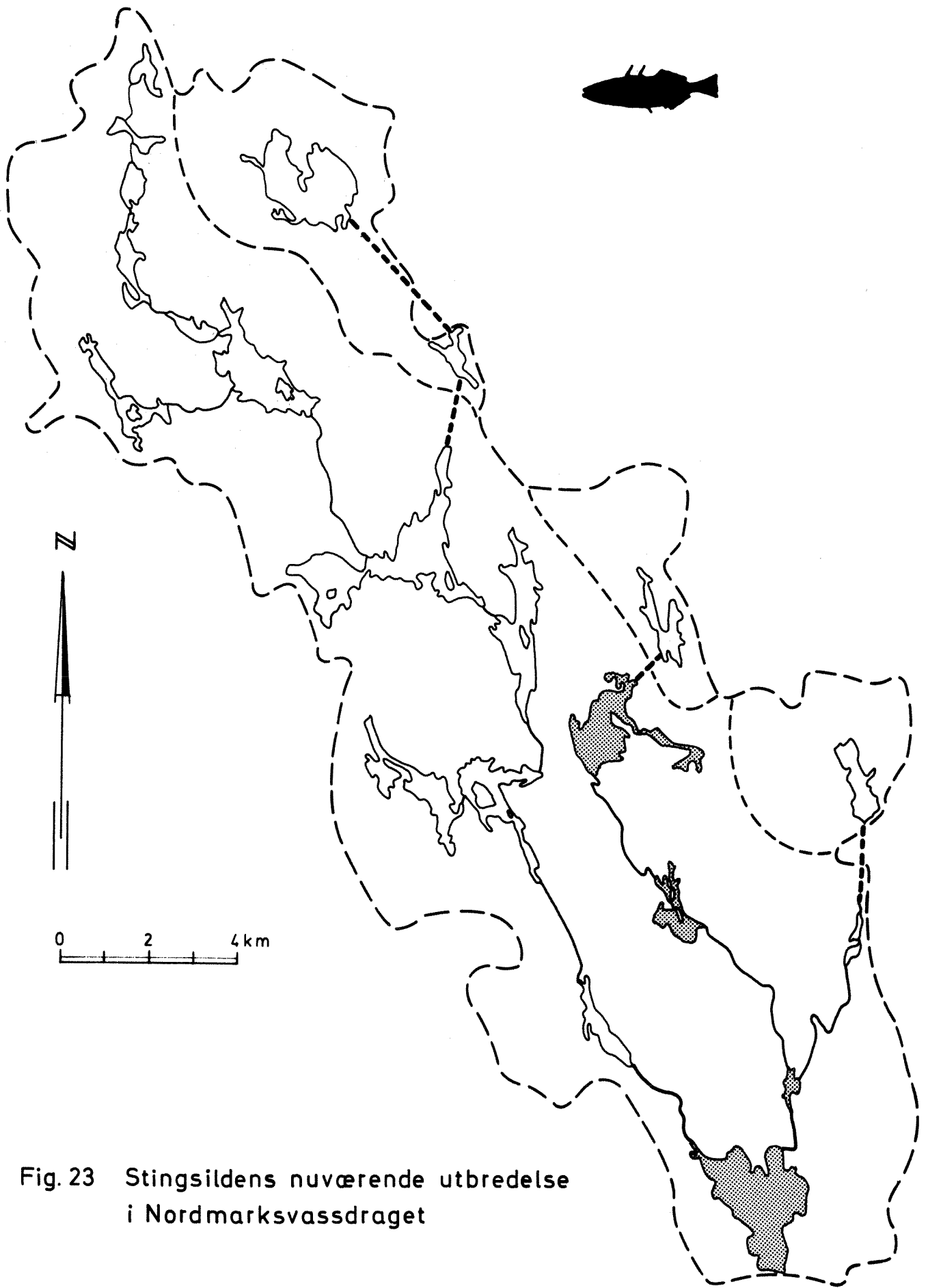


Fig. 23 Stingsildens nuværende utbredelse i Nordmarksvassdraget

## 6. DISKUSJON

### 6.1 Betydningen av overføring av vann fra Randsfjorden/Hurdalssjøen til Nordmarksvassdraget

Som det ble nevnt i innledningen, foreligger det to hovedalternativer, nemlig overføring av vann fra Randsfjorden eller overføring av vann fra Hurdalssjøen. Hvis Randsfjorden blir valgt som kilde, vil vannet bli tilført Nordmarksvassdraget enten gjennom Ølja eller gjennom Gjerdingen. Hvis Hurdalssjøen blir valgt, vil vannet bli tilført vassdraget gjennom Nordvatn/Trehørningen eller ledet direkte til Oset renseanlegg ved Maridalsvatnet. Videre foreligger det ulike alternativer for hvordan det nåværende nedbørfelt skal utnyttes, og på hvilken måte supplementsvannet skal tilføres. De foreliggende alternativer fremgår av sammenstillingen nedenfor:

- I Dagens nedbørfelter og magasiner bibeholdes.
- II Separatfelt og magasiner i Maridalsvatnet, Skjersjøen, Øyungen, Ørfiske, Stenbruvatn, Alunsjøen, Lutvatn og Nøklevatn frigis til andre formål.
  - a. Jevnest mulig supplering. kombinert med
  - b. Høyest mulig utnyttelse av eksisterende felter/supplering i tiden før vårflommen, eventuelt mot slutten av langvarige tørkeperioder. Konsentrert supplering, men ikke utover  $6 \text{ m}^3$  pr. sek.

I tabellen nedenfor er oppgitt gjennomsnittlig og maksimal årlig supplering for tidspunktene 1980, 1990 og 2005, og fordelingen på vintermånedene (15/11-15/4) og sommermånedene (15/4-15/11).

Alt.	Mm <sup>3</sup> /år 1980			Mm <sup>3</sup> /år 1990			Mm <sup>3</sup> /år 2005			
	V	S	Tot	V	S	Tot	V	S	Tot	
I a	Mid.	5,5	3,4	8,9	8,0	6,5	14,5	22,7	19,0	41,7
	Max.	16,6	22,6	38,3	16,6	22,7	34,8	33,3	45,4	72,6
I b	Mid.	0,2	0	0,2	3,0	0,5	3,5	10,4	4,8	15,2
	Max.	11,6	2,1	13,7	51,9	9,1	54,0	69,9	36,0	79,5
IIa	Mid.	8,8	7,6	16,4	22,4	20,9	43,3	34,2	33,1	67,3
	Max.	14,6	20,0	31,9	29,2	39,9	63,9	43,9	59,9	99,8
IIb	Mid.	5,8	2,4	8,2	18,3	11,9	30,2	34,8	25,2	60,0
	Max.	46,5	22,2	50,8	63,5	60,3	86,8	74,1	81,6	121,9

De viktigste konsekvensene av vannoverføringen skal i det følgende bli behandlet i generelle trekk.

#### Hydrologiske aspekter

Hydrologisk sett kommer de største forandringene innenfor de berørte delene av vassdraget å være direkte avhengig av den tilførte vannmengde på en slik måte at påvirkningen øker når mengden av det tilførte supplementsvann øker. Man kan regne med en større grad av påvirkning etter hvert som vannbehovet øker i fremtiden. Dette gjelder samtlige alternativer. De viktigste konsekvensene som vannoverføringen medfører, er at oppholdstiden i innsjøene avtar, og at både middelvannføringen og minstevannføringen i vassdragene øker. Reduksjonen i vannets oppholdstid som best kommer til syne i de mindre innsjøene, kan bl.a. medføre at humusinnholdet i overflatevannet blir mer markert. Dette vil spesielt bli tilfelle hvis den reguleringsaktivitet man nå har, fortsetter. Videre vil strømforholdene i innsjøene bli endret, - noe som lokalt kan ha betydning for isforholdene om vinteren. At vannføringen i elvene øker, vil medføre større tilførsel av organogent og mineralogent materiale til innsjøene. En større tilførsel av organisk materiale kan lokalt medføre et større oksygenforbruk, særlig i de bunnære vannmasser. For øvrig kan påvirkningen betraktes som positiv idet man får en større tilførsel av oksygen til bl.a. bunnsjiktet. Dette vil medføre bedre oksydasjons- og livsvilkår (for bunnorganismer) i bunnsedimentene. Videre

øker mulighetene for større tilførsel og bedre omsetning av næringsstoffer i innsjøene. Dette kan øke produksjonskapasiteten samtidig som en større minstevannføring i vassdragene øker arealet av produserende overflatelag. Større vannvolum og økt produktivitet i vassdragene stimulerer spesielt auren ved at gyte- og oppvekstområdene blir større, samtidig som produksjonen av viktige næringsdyr øker.

Foruten de ovenfor nevnte påvirkninger kan man regne med at en økning i vannføringen i noen grad vil forandre grunnvannforholdene. Terrenget i Nordmarka er sterkt kupert med store nivåforskjeller. Grunnvannspåvirkningene vil først og fremst gjøre seg gjeldende innenfor flatere områder og i mindre grad påvirke forholdene der nivåforskjellene er store. Man kan derfor regne med at slike problemer vil bli begrenset til mindre lokaliteter innenfor de berørte områdene. Lokalt kan begrensede myr- og lyngmarkområder få et høyere vanninnhold, noe som ut fra skogbrukssynspunkt kanskje kan betraktes som negativt. Av mer positiv karakter, i det minste fra et økologisk synspunkt, er at grunnvannsreservene ikke vil bli påvirket i like høy grad under tørrvårsperioder eller i perioder med liten avrenning (vinteren). Dette medfører at mindre bekker og myrområder ikke tørker ut i like høy grad som under de nåværende forhold, og at det blir en bedre vanntilgang for vegetasjonen. Men også denne påvirkningen vil ha en begrenset utstrekning på grunn av det sterkt kupert terreng.

Selv om alternativ I b fra hydrologisk synspunkt synes å forårsake den minste påvirkning, kan likevel alternativet fra en mer praktisk synsvinkel ansees som mindre gunstig. Dette beror på at den konsentrerte suppleringsfører fører til økt erosjon og større transport av organisk materiale til innsjøene. Dessuten er det i denne sammenheng viktig å være klar over at innsjøenes rekreasjonsverdi om vinteren vil bli skadelidende, da vannoverføringen i det vesentligste beregnes å skje i denne perioden. De alvorligste konsekvensene er at isforholdene lokalt blir dårligere (inn- og utløpsområdene). Dessuten må man regne med overvann på isen, noe som i høy grad nedsetter mulighetene for skisport. Det kan i denne sammenheng påpekes at de viktigste skiløyper i hovedsak følger innsjøene - dette gjelder spesielt for Vestre vassdrag. De negative effekter som er nevnt ovenfor, kommer sannsynligvis til å oppstå ved samtlige av overføringsalternativene, men blir spesielt markert ved alternativet med konsentrert suppleringsfører.

### Fysisk-kjemiske aspekter

Den i fysisk henseende største påvirkning består i at supplementsvannet kommer til å ha en temmelig konstant temperatur omkring 3 - 6 °C. Dette har sammenheng med at vanninntaket i Hurdalssjøen og Randsfjorden beregnes å bli plassert i et dyp der temperaturvariasjonene i løpet av året er ubetydelig. Dette går frem av figurene 24 og 25. Konsekvensene av dette er at ekstremt kaldt vann om sommeren og relativt varmt vann om vinteren blir tilført. I begge tilfeller vil supplementsvannet, på grunn av sin større tetthet (tyngde) som er forårsaket både av termiske og kjemiske (høyere saltholdighet) forhold, sjiktes inn i de dypere partier av de respektive utslippsteder. Om sommeren fører dette til at innsjøene avkjøles, og et eventuelt sprangsjikt kan forsterkes. Under vinterperioden oppvarmes innsjøen, og det totale varmeinnhold kommer til å øke vesentlig. Det er i praksis umulig å beregne hvor langt ned gjennom de respektive vassdrag denne effekt kommer til å gjøre seg gjeldende. Man kan regne med at i de øvre deler av vassdraget der utslippet foregår, vil vannets temperaturforhold bli markert forandret. Denne forandring vil imidlertid avta jo lengre ned i vassdraget man kommer. Den største termiske påvirkning både når det gjelder mengde og omfang, kan man vente hvis supplementsvannet blir tilført små bassenger som f.eks. Ølja og Nordvatn. I en innsjø med stort volum og relativt lang oppholdstid som f.eks. Gjerdingen, vil de termiske virkninger bli mindre både i selve innsjøen og i vassdraget nedenfor. I et slikt system er nemlig utjevningsforholdene betydelig større. Den største påvirkning i både omfang og utstrekning kan man vente ved alternativet med konsentrert supplering.

De mest markerte biologiske konsekvenser dette medfører er:

Om sommeren når vannet avkjøles, vil stoffomsetningsprosessene bli nedsett, og produksjonskapasiteten vil avta. Ved at bakterievirksomheten og nedbrytningsprosessene avtar, vil akkumuleringen av organisk stoff i sedimentene øke, og mineraliseringen minke. Dette vil ytterligere påvirke produktiviteten idet tilførselen av plantenæringsstoffer hemmes. En eventuell forsterkning av sprangsjiktet kan også bidra til at frigjorte næringsstoffer fra bunnsedimentene ikke når overflatelaget der primær-/ Følgen av dette blir at produksjonen av planteplankton avtar, produksjonen foregår.

og utviklingshastigheten og tilveksten av dyreplankton, bunndyr og fisk blir dårligere. Imidlertid bør det påpekes at visse organismer (kaldstenoterme) trives best i kaldt vann. Til disse kaldstenoterme organismer hører bl.a. røye og aure, som har sin beste tilvekst ved temperaturer omkring 15 °C. En avkjøling kan således i visse tilfeller forventes å stimulere tilveksten av disse arter. Det er mulig at det er nettopp disse forhold som bl.a. bidrar til den storvokste stammen i Movatnene. Den fiskeart som kanskje vil påvirkes mest, er abbor som er en typisk varmtvannselskende art. Man regner med at storfallen abbor ikke har noen tilvekst når temperaturen i vannet er mindre enn 10 °C. Den største påvirkning av abborbestanden ligger imidlertid i at rognutviklingen og yngelens tilvekst avtar, noe som fører til økt dødelighet og således til dårligere reproduksjon.

Det bør også nevnes at oksygenforbruket blir nedsatt samtidig som vannets evne til å løse oksygen øker. Videre kan kjemiske reaksjoner som hydrolyse osv. nedsettes eller helt stoppe. En lavere vanntemperatur om sommeren forårsaker som nevnt både positive og negative effekter. Man kan imidlertid regne med at denne påvirkning får en begrenset utbredning, og at bare de deler av vassdraget som ligger nærmest utslippspunktene, blir påvirket i noen større utstrekning. En konsentrert supplering gir i denne sammenheng den største påvirkning. Om vinteren, når det kommer til å bli en betydelig oppvarming av vannmassene i forhold til den nåværende situasjon, vil organismesamfunnene bli påvirket på en slik måte at stoffomsetningen, aktiviteten og utviklingshastigheten blir større for visse organismer, dermed vil også produksjonsmulighetene bli større. I selve innsjøene kommer imidlertid denne produksjonsøkning til å bli liten, bortsett fra at den hurtigere ismelting om våren bør føre til økt planteplanktonproduksjon. I vassdraget nærmest utslippspunktene bør produksjonsøkningen bli mer markert på grunn av at isdannelse, bunnis (sørpe) og isdammer avtar. Dette fører nemlig til bedre livsvilkår for bl.a. alger og bunnorganismer. Spesielt pleier algetilveksten å øke betraktelig ved slike inngrep.

Fiskens tilvekstmuligheter bør teoretisk sett øke. I praksis kan imidlertid næringstilgangen, som er begrenset under vinterperioden, ikke dekke det behov som den økede aktivitet medfører, og på denne måten komme til å forårsake en mindre tilvekst. Videre kan tilførsel av relativt varmt vann føre til at fisken som er meget temperaturfølsom, samles på visse lokaliteter. Resultatet vil bli en økt næringskonkurranse og mindre tilvekst. Det som fra fiskerisyndpunkt er de alvorligste konsekvensene, er at rognen kan klekkes betydelig tidligere enn normalt. (Klekking av rogn er nemlig beroende på antall døgngrader, dvs. en bestemt varmemengde.) Dette kan føre til at klekkingen skjer i perioder da næringstilgangen for fiskeyngelen er minimal. Resultatet vil bli økt dødelighet og således dårligere reproduksjon. Dette gjelder aure, røye og sik som er høst og/eller vintergyttere og har sin rognutvikling forlagt til vinterhalvåret.

De forhold som kanskje fra et rent praktisk synspunkt vil få de alvorligste konsekvenser, er at isforholdene lokalt kan bli så dårlige at det vil være en alvorlig fare for fritidsaktivitetene. Videre kan man regne med en kraftig økning i dis- eller tåkedannelsen langs de berørte vassdrag, samt ved ut- og innløpet av de berørte innsjøer. Den mest markerte påvirkningen vil foreligge i de øvre delene av det berørte systemet. Også de andre deler kommer til å bli en del berørt. Ved alternativet med konsentrert supplering og høyest mulig utnyttelse av eksisterende felter, kommer påvirkningen til å bli mest markert - spesielt kan issituasjonen bli vanskelig.

Kjemisk sett vil de to hovedalternativene gi forskjellige påvirkninger, idet vannets saltholdighet og ionesammensetning i Randsfjorden og Hurdalssjøen er forskjellig (se figur 8 og NIVA-rapportene 0-15/64 Randsfjorden - Hurdalssjøen). Vannets ionesammensetning og kjemiske forhold for øvrig i Hurdalssjøen er svært lik de som foreligger i Nordmarksinnsjøene. En overføring av vann fra Hurdalssjøen til Nordmarka kommer derfor i liten grad til å påvirke vannkvaliteten i det aktuelle vassdraget, som fremgår av figurene 2-12. Den påvirkning som forventes å skje, er at kalium-, fosfor- og kiselinnholdet i noen grad stiger da verdiene for disse komponenter i Hurdalssjøens vannmasser er relativt høyere. Utover dette kan man



vente at saltholdigheten først og fremst i Nordvatnet og Trehørningen i noen grad øker, og at vannets pH og bufferevne i disse innsjøer derved øker. Alt i alt kan man således ikke vente noen vesentlig forandring når det gjelder vannets kjemiske kvalitet.

I biologisk sammenheng kommer det antakelig til å skje en viss økning av systemets produksjonskapasitet, først og fremst på grunn av en større tilførsel av næringsstoffer, spesielt fosfor. Såfremt det ikke blir noen økning i belastningen, særlig av plantenæringsstoffer, i Hurdalssjøen, må den produksjonsøkning man ut fra den kjemiske vannkvalitet kan vente, betraktes som positiv, da den bl.a. bidrar til en større fiskeavkastning. Man kan heller ikke vente noe større oksygenforbruk, da det tilførte vannet har et høyt oksygeninnhold, samt en lav organisk belastning gjennom hele året på det aktuelle inntaksdypet, se figur 25. Da supplementsvannet videre har lavt innhold av organisk stoff, kommer heller ikke farge- og turbiditetsforholdene til å bli nevneverdig påvirket.

Noen direkte forskjell fra kjemisk synspunkt når det gjelder alternativet med kontinuerlig overføring kontra periodevis overføring, foreligger ikke. Fosfor- og kiseltilførselen kan muligens totalt sett bli større ved det siste alternativ, da innholdet av disse stoffer er størst i den periode da den største vannoverføringen beregnes å skje.

I det tilfellet supplementsvann tas fra Randsfjorden, vil påvirkningen kjemisk sett bli betydelig større. Foruten at en større del av vassdraget i dette tilfellet vil bli berørt, er det til dels stor forskjell på den kjemiske kvalitet av vannmassene i Randsfjorden og i Nordmarks-innsjøene. Jfr. med figur 8 a. Da Randsfjordens vannmasser er betydelig rikere på salter, vil vannets saltinnhold og elektrolytiske ledningsevne stige vesentlig i den del av Nordmarksvassdraget som blir berørt av overføringen (jfr. med figur 8 og 8 a). Spesielt kommer kalk-, magnesium- og bikarbonatinnholdet til å øke. (Se figurene 8 b, 8 d og 8 f.) Dette fører bl.a. til at vannets pH (se figur 4) og alkalitet (se figur 8 f') stiger, og bufferevnen vil øke vesentlig. Økingen av kalkinnholdet vil føre til en større utfelling av humusstoffer, og dette vil i de mer humuspåvirkede innsjøene kunne påvirke vannets gjennomskinnelighet, slik at

siktedypet og lysklimaet blir bedre. En større jernutfelling kan også ventes på grunn av noe høyere elektrolyttinnhold.

Fra et biologisk synspunkt er disse forandringer av positiv karakter, etter som dette medvirker til en økt produksjon samt at livsbetingelsene for et flertall organismer øker. Dette gjelder i særlig grad for fiskens viktigste næringsorganismer, som krepsdyr, snegler og muslinger, som er kalkkrevende. Fosfor- og kiselinnholdet er også noe høyere i Randsfjorden, og man kan regne med at tilførselen av spesielt fosfor kommer til å høyne produksjonsevnen ytterligere innenfor Nordmarksvassdraget. Så lenge næringssaltinnholdet i Randsfjorden ikke blir for høyt, må dette ansees som en positiv effekt. Fra drikkevannssynspunkt påvirkes vannkvaliteten på en slik måte at vannet blir noe hardere.

I dette tilfellet er en kontinuerlig tilførsel å foretrekke fremfor en periodevis og mer konsentrert, som eventuelt kan få en sjokkeffekt på organismelivet om suppleringen skjer i tidsperioder da organismene er spesielt følsomme. Noe større oksygenforbruk er ikke å vente, da supplementsvannet har en høy metningsverdi, samt at den organiske belastning er lav på det aktuelle inntaksdypet, se figur 24.

Imidlertid må man regne med at tiltaket vil føre til en større tilførsel av tungmetaller og biocider til Nordmarksvassdraget. Denne tilførsel kan i fremtiden få alvorlige og uønskede konsekvenser. Ved den jordbruksaktivitet og industrielle virksomhet man har ved Hurdalssjøen og Randsfjorden i dag, bør påvirkningen nå være relativt liten.

#### Bakteriologiske aspekter

Såfremt ikke Randsfjorden og Hurdalssjøen i fremtiden blir utsatt for ekstremt høye bakterietilførsler eller tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff, vil den bakteriologiske påvirkning av drikkevannet neppe være noe hygienisk risikomoment. Innen vannet når vannverket, vil selvreinsingseffekten helt eller praktisk talt helt bryte ned og uskadeliggjøre eventuelle bakterier av patogen eller fækal opprinnelse. Av figur 13 fremgår det at hvis forholdene ikke forverrer seg, kommer det på grunn av overføringen ikke til å bli noen økning i bakterieinnholdet innenfor Nordmarksvassdraget, da innholdet er lavt i de aktuelle inntaksdyp både i Randsfjorden og i Hurdalssjøen.

Langt alvorligere i denne sammenheng er det at man for fisken og også for øvrige organismer og planter via supplementsvannet kan få tilført Nordmarksvassdraget sykdomsfremkallende bakterier, virus, sopper og protozoer. Blant bakteriene kan spesielt nevnes stavbakterien *Aeromonas* som er obligat for fisk. *Aeromonas salmonicida* gir muskel- og leverblødninger, og *Aeromonas hydrophila* er årsak til gjeddepest. Det bør imidlertid nevnes at det er ytterst sjelden at fisken under naturlige forhold blir utsatt for obligate bakteriesykdommer. Det er først og fremst fakultative bakterier som blir sykdomsfremkallende, noe som særlig beror på forandring i miljøet (pH, jernholdighet, ammoniakk, oksygen m.m.), og således bevirker skader på fiskebestanden. Som eksempel kan nevnes finneråte og gjellesyke. Det finnes sannsynligvis en rekke av vanlig forekommende bakterier som under visse omstendigheter kan virke sykdomsfremkallende. Da disse fakultative bakterier allerede naturlig finnes innenfor Nordmarksvassdraget, vil vannoverføringen neppe få alvorlige konsekvenser i denne sammenheng. Fisk angripes under naturlige omstendigheter sjelden av sykdomsfremkallende virus direkte. Det er derfor liten sjanse for at denne form for sykdom vil bli noe problem i vannforekomstene i Nordmarka. Risikoen for overføring av en virus som angriper nyrer, særlig hos røye, og eventuelt kan føre til skader bl.a. ved at fiskens kvalitet blir nedsatt, bør imidlertid bemerkes.

Blant soppangrep som kan få alvorlige følger, kan nevnes tumlesyke som er forårsaket av algesoppen *Ichthyophyonus Hoferi* og krepspesten forårsaket av krepspestsoppen *Aphanomyces astaci*. Tumlesyken forekommer dog sjelden under naturlige omstendigheter, og risikoen for at den sykdomsfremkallende soppen blir tilført Nordmarksvassdraget er sannsynligvis liten. Krepspesten har heldigvis ennå ikke nådd landet; men i tilfellet den i fremtiden vil komme inn i Randsfjorden eller Hurdalssjøen, vil dette føre til at krepsbestanden i Nordmarka blir kraftig redusert og sannsynligvis helt utryddet i forbindelse med en vannoverføring.

En rekke ulike protozoer opptrer som parasitter og sykdomsfremkallende, og risikoen for at disse vil bli tilført Nordmarksvassdraget, øker betydelig ved en vannoverføring. Blant alvorligere sykdommer i denne sammenheng kan nevnes dreiesyken som forårsakes av myxosporidien

*Lentospora cerebralis*. Dreiesyken rammer yngel og unger hos laksefisk. Som regel medfører sykdommen fiskedød. Tas supplementsvannet fra Randsfjorden, vil med all sannsynlighet myxosporidien *Henneguya zschokkei* bli tilført Nordmarksvassdraget, etter som denne parasitt er påtruffet hos strømsik (*Coregonus lavaretus*) i Randsfjorden. Parasitten som angriper sik og lagesild, gir opphav til hvite cyster i fiskekjøttet og gjør dermed fisken uappetittlig. Noen fare ved å bruke denne fisk som mat foreligger imidlertid ikke.

### Fiskeparasitter

Muligheten for spredning av en rekke fiskeparasitter øker betydelig i sammenheng med en vannoverføring. Her kan spesielt nevnes slike parasitter som for nærværende knapt finnes innenfor området, men som med stor sannsynlighet vil komme hit ved en vannoverføring. I forbindelse med at det er betydelig kloakkutslipp både i Randsfjorden og Hurdalssjøen, foreligger alltid risikoen for at egg av den brede bendelormen (*Diphyllobothrium latum*) kommer ut i innsjøene og siden via vannet direkte eller gjennom hoppekreps (*copepoda*) og fisk (gjedde, abbor) overføres til Nordmarkas innsjøer. Kommer gjedde inn i vassdraget, kan man også regne med at gjeddemark (*Triaenophorus crassus*) og (*Triaenophorus nodulosus*) følger med. *Triaenophorus crassus* har et mellomstadium (plerocoid) i sik og lagesild, og siken i Nordmarka kommer derfor med all sannsynlighet til å bli angrepet. Noen fare ved å spise den angrepne fisken foreligger ikke, men da fisken gir et uappetittlig inntrykk og derfor ofte blir kastet, ansees gjeddemarken som en av våre alvorligste fiskeparasitter. Kommer stingsild inn i vassdraget, er det stor risiko for at måkemarken (*Diphyllobothrium dendritium*) innføres. Måkemarken angriper foruten stingsild, aure og røye, og opptrer her i form av hvite cyster i innvollene. Dette fører til at fiskens kvalitet og kondisjon nedsettes, og til at fisken blir uappetittlig. Fiskandmarken (*Diphyllobothrium ditremum*) kan også nevnes. Denne finnes muligens allerede i vannforekomstene i Nordmarka. I sitt mellomstadium vil marken danne hvite cyster i innvollene hos sik, aure og røye. I forbindelse med at gammarider som f.eks. *Gammarus lacustris* og *Pallasea quadrispinosa* kan overføres til Nordmarksvassdraget, kan marflomarken (*Cyathocephalus truncatus*) og krasseren

(*Echinorhynchus truttae*), som begge har gammarider som mellomvert, overføres. Den førstnevnte angriper bl.a. aure og røye, mens den sistnevnte først og fremst angriper aure. Parasittangrep fra disse marker er spesielt farlige for mindre fisk, og rapporter om fiskedød av slike angrep foreligger. Som regel skjer en betydelig kondisjonsnedsettelse hos den angrepne fisken.

#### Botaniske aspekter

Ved en overføring av vann fra Hurdalssjøen vil det neppe bli noen større påvirkning eller forandring av hverken planteplanktonet eller den høyere vegetasjon for øvrig. Floraen i Hurdalssjøen er temmelig lik den man finner i Nordmarksinnsjøene. Som tidligere nevnt, kommer antakelig vannets innhold av plantenæringsstoffer til å øke noe, og i forbindelse med dette kan det muligens bli en likevektsforandring slik at mer næringskrevende planteplanktonarter, f.eks. grønnalger og blågrønnalger, blir mer dominerende enn hva som nå er tilfellet. Videre kan man som tidligere nevnt, regne med en viss produksjonsøkning.

Randsfjorden har på grunn av vannets noe høyere nærings- og saltholdighet en rikere flora enn den man finner i Nordmarksvassdraget. En viss påvirkning og forandring av kanskje først og fremst planktonfloraen kan derfor ventes i tilfellet supplementsvann blir tatt fra denne innsjøen. Man kan regne med at planteplanktonfloraen kommer til å få en økt dominans av mer nærings- og saltkrevende arter, og at en del nye arter kommer inn. Sannsynligvis kommer veksten av grønnalger, blågrønnalger og kiselalger til å bli stimulert, mens desmediacefloraen antakelig går tilbake. Man kan som tidligere nevnt vente en produksjonsøkning. Disse forandringer kan imidlertid betraktes som positive da fødetilgangen for bl.a. dyreplanktonet og flertallet bunndyr øker ved at visse grønn- og kiselalger er mer hensiktsmessige som fødeobjekt for disse organismer. En altfor høy produksjonsøkning og utvikling av spesielt blågrønnalger, noe som man kan vente hvis tilførselen av plantenæringsstoffer øker kraftig, er imidlertid uønsket. Såfremt Randsfjorden og Hurdalssjøens belastning av disse stoffer ikke øker vesentlig, burde det imidlertid ikke foreligge noen risiko utover den produksjonsøkning som man kan betrakte som positiv.

Blant de høyere vekster som kan tilføres Nordmarksvassdraget, bør man spesielt nevne vasspesten *Elodea canadensis* som allerede nå finnes i Randsfjorden. Vasspesten blir spredd vegetativt og ved at bare 1 mm store fragmenter, såfremt de inkluderer bladkrans med sideskuddanlegg, kan gi opphav til en ny plante, er spredningsmulighetene meget sannsynlig ved vannoverføring. Vasspesten er uønsket på grunn av at den hurtig kan danne stor bestand som helt kan fylle grunnere partier i innsjøer og vassdrag og derved kraftig ødelegge bade- og fiske-mulighetene. Vasspesten er imidlertid temmelig næringskrevende, og i tilfellet den kommer inn i Nordmarksvassdraget, burde risikoen for at man får en masseutvikling være liten under de nåværende forhold. Man bør imidlertid ha klart for seg at det i fremtiden kan skje en økning i tilførselen av plantenæringsstoffer ved bl.a. vannoverføring, og at vasspesten på denne måten kan komme til å utvikles i stor skala.

#### Zoologiske aspekter

Dyreplankton. Foruten av det foreligger en viss forskjell i den relative sammensetningen mellom Randsfjordens, Hurdalssjøens og Nordmarksvassdragets planktonfauna, er den eneste egentlige forskjell at Hurdalssjøen og Randsfjorden huser den relikte hoppekrepsen *Limnocalanus macrurus*. I forbindelse med en vannoverføring kan man regne med at denne hoppekrepsen kommer inn i Nordmarksvassdraget. Den burde imidlertid ikke kunne danne noen selvproduserende bestand, da Nordmarksinnsjøene ikke helt oppfyller dens miljøkrav. *Limnocalanus macrurus* er et utmerket bytteobjekt for planktonetende fisk ved bl.a. sin størrelse. Den er ikke mellomvert for noen alvorlige fiskeparasitter. Dens innførsel til Nordmarka kan derfor bare betraktes som positiv. Skulle den tross alt kunne danne selvproduserende bestand i de større innsjøene, kan dette bli et verdifullt næringstilskudd for fisken.

Spesielt i den innsjø der supplementsvannet innføres, kan man regne med at det dyreplanktonet som følger med, ved overføringen i vesentlig grad kan øke planktonmengden, og derigjennom fødetilgangen for fisken. En altfor høy individtetthet kan i visse tilfeller virke hemmende på reproduksjonen. Risikoen for dette er imidlertid liten, da næringstilførselen

øker i tilsvarende grad. Videre skjer inntaket i de aktuelle innsjøene på et dyp der planktonforekomsten for det meste er lav. Risikoen for overføring av fiskeparasitter gjennom visse hoppekreps (cyclopider) er tidligere nevnt, men skal likevel omtales ytterligere. De parasitter som er mest aktuelle i denne sammenheng, er gjeddemarken, måkemarken og bred bendelorm som alle har hoppekrepsen som mellomvert.

Bunndyr. Det kanskje mest interessante i denne sammenheng er at nye og for fisken verdifulle byttedyr kan tilføres Nordmarksvassdraget. Tar man supplementsvann fra Hurdalssjøen, kan man regne med at de relikte krepsdyrene *Mysis relicta* og *Pallasea quadrispinosa* kommer til å følge med. Begge disse organismer er ytterst verdifulle bytteobjekter for eksempelvis aure og røye, og deres verdi øker ytterligere i og med at de i liten grad blir påvirket av den reguleringsaktivitet som nå foreligger innenfor Nordmarksvassdraget. Da de fysiske-kjemiske forhold er ensartet i Hurdalsjøen og Nordmarka, er mulighetene til stede for at de ovenfor nevnte krepsdyr skal kunne danne selvproduserende bestand i Nordmarksinnsjøene. Det synes først og fremst å være saltholdigheten som er av betydning, da det har vist seg at overføringsforsøk har blitt helt mislykket når saltforholdene har vært altfor ulike.

I Randsfjorden finnes ingen relikte krepsdyr utenom den allerede nevnte hoppekrepsen *Limnocalanus*, men den høyere salt- og spesielt kalkholdighet gjør at moluskfaunaen er temmelig rik, og at marfloen (*Gammarus lacustris*) finnes her. Både molluskene, og da først og fremst sneglene, og marfloen er verdifulle bytteorganismer for aure og andre fiskearter, og en innførsel av disse må ut fra fiskeribiologiske synspunkter betraktes som positiv. Imidlertid er det små muligheter for en slik overføring, da disse organismer er sterkt bundet til strandsonen og således ikke forekommer der vanninntaket blir plassert. Videre er både sneglene og marfloen, etter som de lever på grunnere områder, følsomme for reguleringspåvirkning, og selv om de kommer inn i Nordmarka, er det små muligheter for at de skal kunne etablere noen større bestand der.

Til tross for sin store betydning som fiskeføde kan innførselen av *Pallasea quadrispinosa* og *Gammarus lacustris* få negative følger ved at de er mellomverter for fiskeparasitter som den allerede tidligere omtalte marflomarken (*Cyathocephalus truncatus*) og krasseren (*Echinorhynchus truttae*). For øvrig kan nevnes at produksjonen samt trivselen for mer næringskrevende bunnorganismer kan øke i forbindelse med den økede sjonen av planteplankton og øvrige vegetasjon som man kan vente vil skje.

Da de fleste bunndyr først og fremst er avhengig av bunnsubstratet, bør en vannoverføring ikke resultere i noen mer påtakelig forandring utover hva som er nevnt ovenfor. Bunnbeskaffenheten kommer neppe til å bli påvirket i den grad at det skulle føre til noen større forandring av biotopen, og dermed til forandring av livsvilkårene. Lokalt kan man imidlertid regne med at en eventuell økning i tilførselen av organogent materiale til innsjøene kan påvirke faunasammensetningen slik at visse arter stimuleres (f.eks./<sup>1)</sup> *Oligochaeta*), og man kan således få en relativ forskyvning mellom de ulike organismegruppene.

### Fisk

Det som fra et menneskelig synspunkt kanskje fører til den mest påtakelige virkning, biologisk sett, er at nye fiskearter kan bli tilført Nordmarka. Tas supplementsvann fra Randsfjorden, foreligger risikoen for at gjedde, krøkle og stingsild kommer med. Dessuten kommer eventuelle nye sikraser inn. Tas supplementsvann fra Hurdalssjøen, kan man regne med at gjedde, krøkle, lake, steinulke, mort og laue følger med, foruten at ytterligere sikraser kommer inn. Ved at supplementsvann tas på dypt vann, er risikoen for at gjedde, stingsild, steinulke, mort og laue skal overføres, teoretisk sett liten, da yngel og unger til disse arter oppholder seg på grunnere områder nær strendene. I praksis må man imidlertid regne med at disse arter før eller senere tross dette kommer til å følge med supplementsvannet.

En innføring av nye arter til en vannlokalitet fører først og fremst til at næringskonkurransen øker med den følge at konkurransesvake arter som bl.a. aure og røye kan trenges tilbake. For aurens del er det største

1) fåbørstemark



konkurransetrykket å vente fra mort, stingsild, lake og eventuelle nye sikraser, og for røyens del fra sik og krøkle. Selv om man kan vente at den totale fiskeproduksjonen øker, er innførselen av de ovenfor nevnte arter å betrakte som ytterst uønsket, da de fra sportsfiskets synspunkt verdifulle arter kommer til å bli trengt sterkt tilbake. Gjedda er som regel den fisk som man oftest er mest redd for å få inn i et laksefiskførende vassdrag. Ved sitt utpregede predatoriske levesett påvirker gjedda artssammensetning, bestandstørrelse og individuell tilvekst hos fiskebestanden som den lever sammen med. I visse tilfeller kan gjeddas hårde beskatning imidlertid være til fordel for fisket, da byttefiskens tilvekst akselereres. I alminnelighet kan man imidlertid betrakte nærværet av gjedde som ufordelaktig. Til ulempene kan man også regne at gjedda er sluttverten for gjeddemarken. Det er umulig eksakt å klargjøre hvilken effekt en innførsel av gjedde kommer til å få for Nordmarkas nåværende fiskebestand; men sannsynligvis kommer den i uønsket grad til å desimere aurebestanden, mens en desimering av sik og røye muligens kan få en positiv effekt ved at tilveksten for disse arter øker. Man kan også regne med at siken vil få en dårligere kvalitet ved økt parasittangrep (gjeddemarken).

## 6.2 Sammenfattende diskusjon

Som det går frem av det foranstående, er det meget vanskelig å foreta en totalvurdering av de følger man kan vente ved overføring av vann fra Randsfjorden eller Hurdalssjøen til Nordmarksvassdraget. Påvirkningene kan være både positive og negative. Da Nordmarka og dens innsjøer og vassdrag for nærværende utgjør et ytterst verdifullt rekreasjonsområde, og da disse verdier i fremtiden ytterligere kommer til å øke, ville det være mest korrekt å foreta en vurdering med utgangspunkt i dette. Selv om visse effekter som eksempelvis økning i nærings- og saltholdigheten, tilførsel av nye næringsdyr og økt vannføring, er å betrakte som positive påvirkninger for fisket, blir imidlertid sluttvurderingen den at en vannoverføring fra enten Randsfjorden eller Hurdalssjøen til Nordmarka først og fremst vil medføre negative effekter med hensyn på vassdragets verdi som fritids- og rekreasjonsområde. De mest iøynefallende følger er:

1. Isforholdene vil lokalt bli dårligere.
2. Risikoen for overvann på isen vil øke betydelig.
3. Lokal tåkedannelse.
4. Økt risiko for at fiskesykdommer og fiskeparasitter blir innført.
5. Uønskede fiskearter og andre organismer (vasspest) kan bli overført.

De praktiske følger av dette blir at de berørte innsjøer under visse perioder blir lite egnet for skisport, og at fisket etter laksefisk og spesielt aure blir mye dårligere. Med utgangspunkt i at en betydelig større del av vassdraget blir berørt, kan man vente at en overføring av supplementsvann fra Randsfjorden kommer til å foranledige den største påvirkning. En overføring av vann fra Hurdalssjøen er derfor å foretrekke i denne sammenheng. Videre kan man regne med at de negative effektene blir mer påtakelige med alternativet med konsentrert supplering, og at reguleringspåvirkningen herved ytterligere øker. En så jevn supplering som mulig er derfor å anbefale.

For om mulig ytterligere å senke effekten av skadevirkninger bør man utføre nøyaktige ismålinger i de aktuelle innsjøer og vassdrag, slik at man får en god oppfatning om hvor forholdene kan bli usikre og således ved skilting eller på annen måte verne skiløpere og fiskere. Man kan også tenke seg å føre vannet gjennom et kanalsystem før det slippes ut i de respektive innsjøer. Vannet vil derved bli avkjølet om vinteren og i noen grad oppvarmet om sommeren. Dette kan vesentlig hindre dårlig iskvalitet og tåkedannelse om vinteren.

Ved å bygge vandringshinder kan man motvirke at innførte og uønskede fiskearter blir spredt til nærliggende innsjøer og vannsystem som ikke direkte blir berørt av vannoverføringen. Ytterst verdifullt ville det være om man lot vannet passere i et filtersystem, eventuelt klorerings- og avkloringssystem, innen det ble overført. Herved ville man minske eller kanskje helt eliminere risikoen for at nye fiskearter, fiskeparasitter, fiskesykdommer og andre uønskede dyr og vekster ble overført.

Ved tekniske tiltak er det således mulig å redusere eventuelle negative effekter som kan oppstå ved vannoverføring.

Videre er det både ut fra et overføringssynspunkt og fra et vannhygienisk synspunkt ytterst viktig at den aktuelle suppleringskilden, dvs. Randsfjorden eller Hurdalssjøen, ikke utsettes for slik belastning at dette medfører at innsjøens nåværende status blir dårligere ved tilførsel av organisk stoff, næringsstoffer, tungmetaller eller giftstoffer. Dette gjelder også for innførsel av fisk og andre organismer.

Hvis det blir aktuelt med overføring av vann, bør det bli foretatt undersøkelser innenfor de mest berørte deler av Nordmarksvassdraget, slik at man får bedre grunnlag for å bedømme effekten av overføringen, og hvordan man på beste måte skal kunne eliminere de uønskede effekter. Dette er spesielt viktig i fiskeribiologisk sammenheng. Da det i fremtiden kan bli aktuelt med liknende tiltak, er det viktig både av faglige og praktiske grunner at man får et så godt erfaringsmateriale som mulig.

---o0o---

Tabell 68. Morfometriske data fra 16 innsjøer i Maridalsvassdraget.

Lokalitet	Høyde over havet i m	Overflate- areal i km <sup>2</sup>	Volum i 3 mill.m	Største dyp i m	Middel dyp i m
Ølja	526,0	0,343	-	≈ 6,5	-
Tverrsjøen	508,0	0,314	-	≈ 22,0	-
Katnosa	463,6	2,211	28,94	35,2	13,1
Gjerdingen	448,5	2,804	39,22	60,0	14,0
Daltjuven	441,0	0,428	-	≈ 22,5	-
St. Sandungen	391,2	2,522	27,82	36,2	11,0
Hakkloa	373,0	1,816	37,60	56,0	20,7
Ø. Fyllingen	349,8	0,950	10,96	29,8	11,5
Bjørnsjøen	335,0	2,528	17,80	38,8	7,0
Skjersjøen	258,0	0,615	2,56	15,9	4,2
Trehørningen	360,0	0,581	8,38	50,0	14,4
Helgeren	358,0	1,828	23,52	34,0	12,9
Øyungen	282,0	0,793	5,10	24,6	6,4
Ørfiske	338,5	0,803	6,37	19,0	7,9
Nordre Movatn	274,0	0,048	0,36	15,0	7,5
Søndre Movatn	273,0	0,087	0,68	20,0	7,8

Tabell 69. Hydrologiske data fra 16 innsjøer i Maridalsvassdraget.

Lokalitet	Nedbørfelt i km	Spes. avrenning i l/sek. km	Midlerø avrenning i m/sek.	Arlig tilsløst i mill. m	Teoretisk oppholdstid i år
Ølja	1,97	23,8	0,05	1,48	≈ 0,50
Tvernsjøen	5,75	23,8	0,14	4,32	≈ 0,50
Katnosa	45,50	23,8	1,08	34,15	0,80
Gjerdingen	16,45	23,8	0,39	12,36	3,20
Daltjuven	19,02	23,8	0,45	14,28	≈ 0,20
St. Sandungen	76,25	23,8	1,81	57,23	0,50
Hakkloa	87,50	23,8	2,08	65,69	0,60
Ø. Fyllingen	16,65	23,8	0,39	12,48	0,90
Bjørnsjøen	114,87	23,8	2,73	86,22	0,20
Skjersjøen	128,52	23,8	3,06	96,46	0,03
Trehørningen	7,12	23,8	0,17	5,33	1,60
Helgeren	14,87	23,8	0,35	11,16	2,10
Øyungen	27,87	23,8	0,66	20,90	0,20
Ørfiske	12,30	23,8	0,29	9,24	0,70
Nordre Movatn	12,90	23,8	0,31	9,68	0,04
Søndre Movatn	15,50	23,8	0,37	11,64	0,06

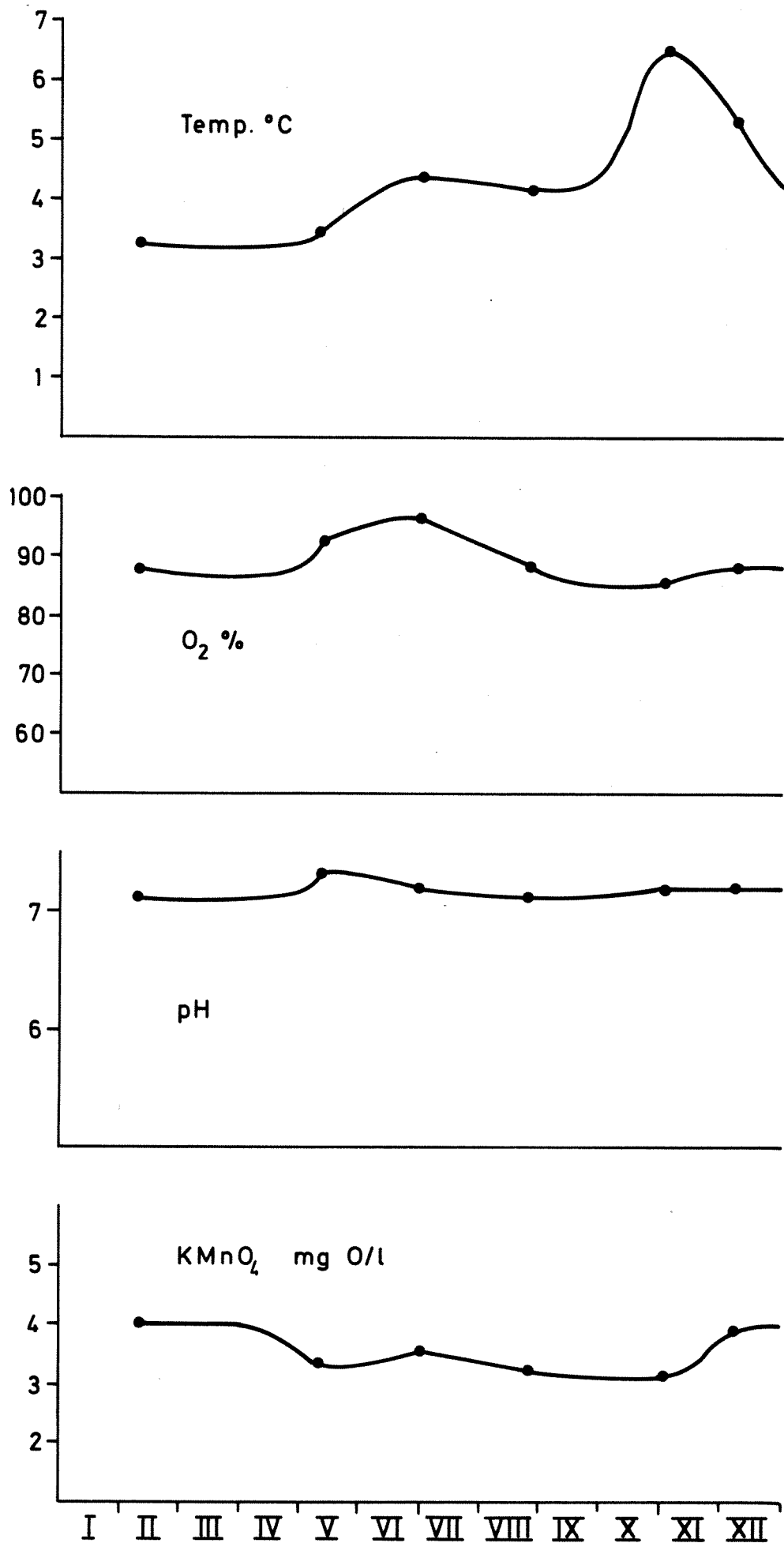


Fig. 24 Fysisk-kjemiske forhold på 40m dyp i søndre delen av Randsfjorden 1967

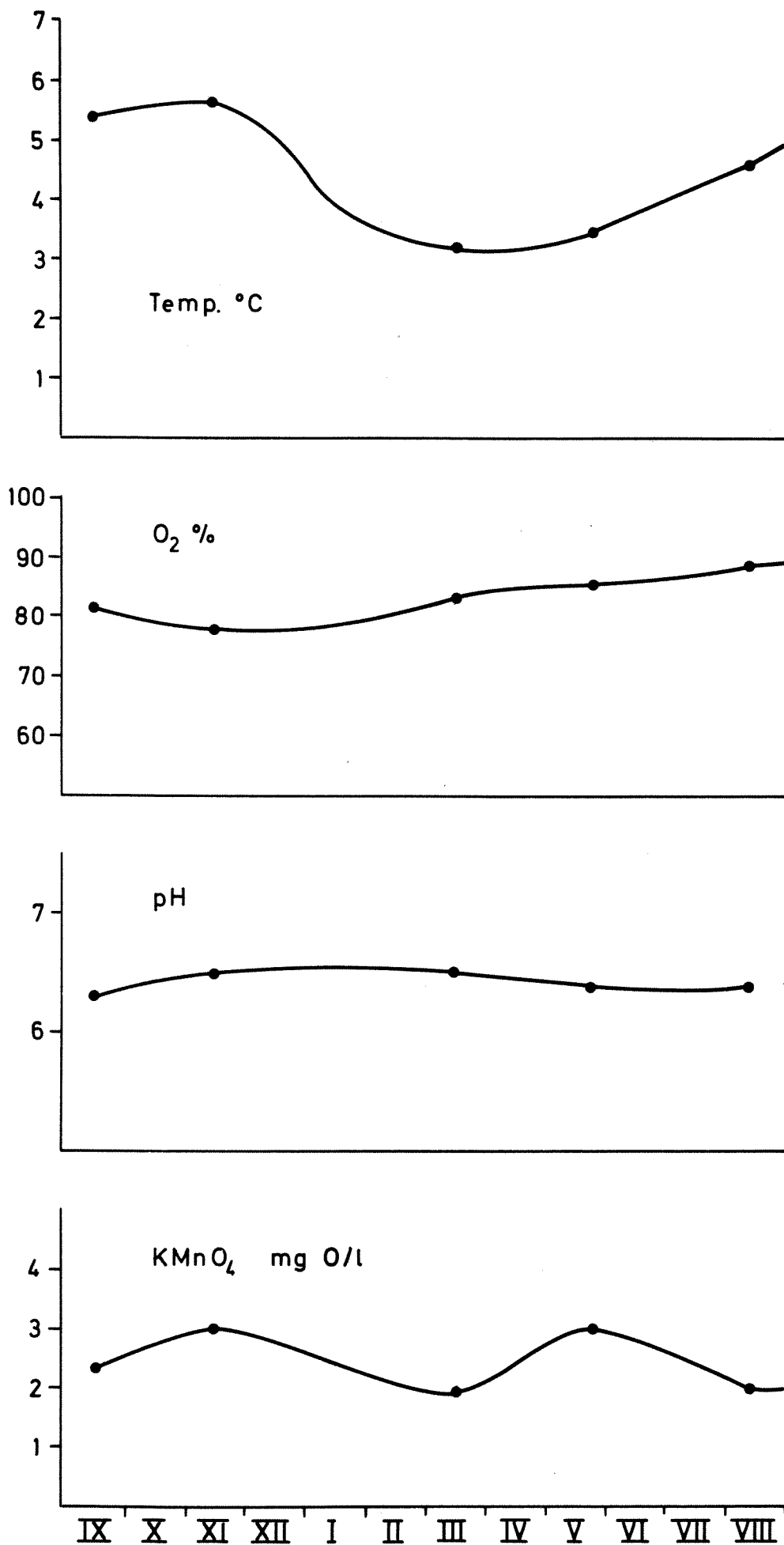


Fig. 25 Fysisk-kjemiske forhold på 40m dyp i Hurdalssjøen 1965 - 1966