

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

0 - 79/62.

Undersøkelse av

Børtervatn

som drikkevannskilde.

Saksbehandler: Cand.real. H. Holtan.

Rapporten avsluttet januar 1964.

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E :

Side:

1.	BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET	3
2.	BATYGRAFI	3
3.	HYDROLOGI	4
4.	UNDERSØKELSESPROGRAM	4
5.	OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODER	5
6.	HYDROGRAFI	6
6.1.	Termiske forhold	6
6.2.	Oksygenforhold	8
7.	KJEMISKE FORHOLD	11
7.1.	pH og elektrolytisk ledningsevne	11
7.2.	Humusforholdene	11
7.3.	Jern og mangan	12
8.	HOLMETJERN OG FUDALSBEKKEN	12
9.	SAMMENFATTENDE DISKUSJON	13
10.	PRAKTISKE KONKLUSJONER	15
10.1.	Plassering av vanninntak	15
10.2.	Rensetiltak	15
10.3.	Hygiene	15

T A B E L L E R:			Side:
1.	Kjemiske analyseresultater 1962/1963, middelverdier		10
2.	Kjemiske analysedata 4/12-62		16
3.	"	22/1-63	17
4.	"	4/3-63	18
5.	"	12/3 og 13/3-63	19
6.	"	4/4-63	22
7.	"	13/5-63	23
8.	"	10/6-63	24
9.	"	22/7-63	25
10.	"	22/8-63	26
11.	"	13/9-63	27
12.	"	24/10-63	28
13.	"	19/11-63	29

## F I G U R E R:

1.	Børtervatn, nedbørfelt	30
2.	Børtervatn, Dybdekart	31
3.	Børtervatn, Areal- og magasinkurver	32
4.	Børtervatn, st. 1 og st. 2, Isotermer	33
5.	Børtervatn, st. 1 og st. 2, Oksygenisopleter	34
6.	Børtervatn, st. 1 og st. 2, Jernisopleter	35.

Turbiditeten. Lysspredningsmåling (Tyndall effekt) med et fotoelektrisk kolorimeter som er kalibrert mot silica-suspensjoner.

Permanganat-tallene er bestemt ifølge forskrifter fra Statens institutt for folkehelse. Proven oppvarmes i surt kalium-permanganat miljø på vannbad i 20 minutter med etterfølgende tilsetning av Standard oksalsyre. Overskudd av oksalsyre titreres varmt tilbake med Standard kalium permanganat. Tallene er oppgitt i mg oksygen pr. liter, idet dette gir det letteste sammenlikningstall for å vurdere innholdet av organiske stoffer i forhold til innhold av løst oksygen i vannet. Ved å multiplisere de oppgitte tallene med 12,5, fremkommer forbruk i ml av n/100  $\text{KMnO}_4/1$ , som ofte er brukt i Norge for drikkevannsanalyser.

Total hårdhet: Titrimetrisk bestemmelse med EDTA, Eriokromsvart T og Murexid som indikatorer.

Jern. Kolorimetrisk bestemmelse med ammoniumthiocyanat og måling av fargeintensiteten i et fotoelektrisk kolorimeter.

Mangan. Kolorimetrisk bestemmelse som kaliumpermanganat med et fotoelektrisk kolorimeter.

## 6. HYDROGRAFI

De hydrografiske og fysisk-kjemiske data som ble observert i undersøkelsesperioden er fremstilt i tabellene 2 - 13. Figurene 4, 5 og 6 illustrerer temperatur, oksygen og jernforholdene på st. 1 og st. 2.

### 6.1. Termiske forhold

Generelt:

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

Under vinterstagnasjonsperioden er vannets temperatur lavere enn temperaturen for vannets maksimums tetthet, som er ca.  $4^{\circ}\text{C}$ . I de øverste vannmasser er temperaturen henimot  $0^{\circ}\text{C}$ ,

men den stiger noe mot dypet hvor temperaturen vanligvis ligger mellom 3 og 4°C. Perioden er således karakterisert ved at vannmassene befinner seg i stabil likevekt. Vertikale forskyvninger og strømninger forekommer derfor bare i beskjeden utstrekning.

Etter isløsningen om våren oppvarmes overflatelagene. Den stabile likevekt blir derved opphevet og resultatet blir vertikale konveksjonsstrømninger. Denne såkalte sirkulasjonsperiode vil vare til hele vannmassen har nådd temperaturen for maks. tetthet. Ved videre oppvarming av overflatelagene inntreer igjen stabil likevekt og sommerstagnasjonsperioden er etablert.

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

Utover høsten avkjøles overflatelagene, konveksjonsstrømmer setter inn, og sprangsjiktet arbeides stadig mot dypere lag. Til slutt vil hele vannmassen ha en ensartet temperatur-, høstsirkulasjonen er etablert. Når avkjølingen har bragt vannet under temperaturen for maks. tetthet, går innsjøen på nytt inn i en stabil periode (vinterstagnasjonen). En videre avkjøling vil nemlig, som følge av tetthetsforskjellen, bare berøre overflatevannet, og det etableres igjen en termisk stratifikasjon med kalt overflatevann over varmere vann i dypet.

#### Børtervatn

Børtervatn frøs til ca. 20/11 1962. Resultatene av prøvetakingen som fant sted den 4/12 s.å., viser således de fysiske-kjemiske forhold i begynnelsen av vinterstagnasjonsperioden. Temperaturforholdene var normale for denne årstid i alle dyp og på alle stasjoner.

Da neste prøvetaking, som ble foretatt av NIVA, fant sted (12/3-63), var vannstanden lavere enn normalt. Vannets temperatur var på disse observasjonsdager noe spesiell. På stasjon 3 var temperaturen over  $3^{\circ}\text{C}$  på 1 meters dyp. Også på de andre stasjonene lå sprangsjiktet mellom det kalde overflatevannet og det varmere vann i dypet, forholdsvis høyt. Som tidligere nevnt er Bortervatn regulert, og utover vintermånedene blir det tappet betydelige mengder overflatevann slik at sprangsjiktet stiger og etterhvert blir skarpere. I de aller dypeste lagene ble vannmassene noe oppvarmet utover vinteren. Den viktigste årsak til dette er frigjøring av varme fra mudderet. I denne grunne innsjø blir nemlig mudderet varmet betydelig opp i løpet av sommeren, og denne varme-mengde kommer dypvannmassene til gode utover høsten og vinteren.

Vinterstagnasjonsperioden varte til omkring månedskiftet april - mai, dvs. i ca. 5,5 mndr. Den etterfølgende sirkulasjonsperiode var av relativ kort varighet, og den 13/5 lå temperaturen i overflatelagene i området  $9 - 10^{\circ}\text{C}$ .

På observasjonsdagen den 10/6 lå sprangsjiktet i 3 - 4 meters dyp. Over dette nivå var temperaturen ca.  $20^{\circ}\text{C}$ , mens vannmassene i dypet hadde temperaturer på mellom 4 og  $5^{\circ}\text{C}$ . Sprangsjiktet ble imidlertid arbeidet nedover i løpet av sommeren, og på observasjonsdagen den 22/8 lå det i ca. 7 meters dyp. Sommerstagnasjonsperioden varte antakelig i vel 5 mndr.

Den 24/10 var høstsirkulasjonsperioden kommet igang. Denne perioden varte til isen la seg omkring slutten av november.

## 6.2. Oksygenforholdene

### Generelle betraktninger:

Oksygeninnholdet i en innsjø bestemmes bl.a. av vannets temperatur, biologiske prosesser, meteorologiske forhold og strømningsforhold. I den isfrie del av året er overflate-lagene alltid i kontakt med luft, og er således rike på oksygen. Størrelsen av oksygenmetningen i de dypeste lag er

i det vesentligste betinget av den biologiske aktivitet i vedkommende lokalitet. I sirkulasjonsperiodene vår og høst, får hele innsjøen tilført oksygen, slik at vannmassene ved inngangen til stagnasjonsperiodene har en oksygenmetning på henimot 100%. I humuspregede innsjøer vil det ofte være et betydelig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene, og i ekstreme tilfeller kan oksygeninnholdet være fullstendig brukt opp i slutten av disse perioder. Dette henger sammen med biologisk nedbrytning av organisk materiale.

#### Oksygenforholdene i Bortervatn

Tabellene 2 - 13 viser oksygenforholdene i Bortervatn på de forskjellige observasjonsdager. Under høstsirkulasjonsperiodene 1963 ble det tilført oksygen til vannmassene. Denne sirkulasjonsperiode var av forholdsvis lang varighet, og vannmassene i alle dyp var derfor rike på oksygen da vinterstagnasjonsperioden tok til.

Om vinteren var det et betydelig oksygenforbruk i hele vannmassen. Det største oksygenforbruket ble registrert i dyplagene.

Vårsirkulasjonsperioden 1963 var som nevnt av forholdsvis kort varighet, spesielt i de grunne områder av innsjøen. Bortsett fra på st. 2, fikk vannmassene på de andre stasjonene betraktelig oksygentilførsel i denne perioden. I begynnelsen av sommerstagnasjonsperioden var oksygenmetningen i dyplagene på st. 3 og 4 ca. 70%.

I løpet av sommeren var det et betydelig oksygenforbruk i dyplagene på alle stasjoner. I slutten av sommerstagnasjonsperioden var det således anaerobe forhold under 6 - 7 meter på st. 2. På st. 4 var oksygenforbruket minst, og her var det over 50% oksygenmetning i alle dyp.

Årsaken til oksygenforbruket er dekomponering av organisk materiale (humusstoffer) som blir tilført innsjøen fra nedbørfeltet. Dekomponering av organisk materiale i mudderet spiller også en betydelig rolle.

Tabell 1.

Kjemiske analyseresultater, 1962/1963. Middelværdier.

Kj. komponent	1	2	3	4	5	6	Holmetjern 13/9-63	Fudalen 13/9-63
pH	6,3	6,2	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,2
El. ledn.e. % <sub>20</sub> = n · 10-6	29,9	31,5	29,8	29,7	31,9	30,4	30,5	29,5
Farge, mg Pt/l	33	33	36	23	24	23	43	38
Turbiditet, mg SiO <sub>2</sub> /l	1,0	1,1	0,9	0,7	0,8	0,7	1,2	0,7
KMnO <sub>4</sub> mg O/l	4,6	4,8	4,8	4,1	4,2	4,4	6,9	6,2
Total Hårdhet mg CaO/l	5,8	6,2	5,6	5,7	6,4	5,8		
Jern, mg Fe/l	0,12	0,17	0,31	0,07	0,09	0,05	0,05	0,07
Mangan, mg Mn/l	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05



## 7. KJEMISKE FORHOLD

### 7.1. pH og elektrolytisk ledningsevne

Observasjonsverdiene for pH og elektrolytisk ledningsevne er satt opp i tabellene 2 - 13.

Vannet i Børtervatn er svakt surt, med pH-verdier på ca. 6,30. Det er uvesentlig forskjell på pH i de forskjellige områder av vannet. Om sommeren er vannet i overflatelagene noe mindre surt enn i dyplagene. Dette henger sammen med temperaturforholdene og biologisk virksomhet i vannmassene.

Den elektrolytiske ledningsevne viser at vannet er bløtt og saltfattig. Under stagnasjonsperiodene stiger  $^{20}$ -verdiene noe mot bunnen. Årsaken til dette må søkes i de tidligere omtalte nedbrytningsprosesser som bl.a. resulterer i frigjøring av salter.

Vannets totale hårdhet er overalt lav.

### 7.2. Humusforholdene

Vannmassenes innhold av humusstoffer er tilkjennegitt ved farge, turbiditet- og oksyderbarhetsanalyser ( $\text{KMnO}_4$ -tall), tabellene 2 - 13). I tabell 1 er gjennomsnittsverdiene for forskjellige kjemiske komponenter gitt.

Humuspåvirkningen i de forskjellige deler av Børtervatn er noe varierende. Vannmassene i de sydlige områder (stasjonene 1, 2 og 3) var således noe mer påvirket (farge ca. 35 mg Pt/l) enn vannmassene i de nordlige områder (st. 4, 5 og 6) hvor fargeverdiene var ca. 23 mg Pt/l. Oksyderbarhetsverdiene var overalt forholdsvis høye (mellom 4 og 5 mg  $\text{O}_2$ /l), men også disse tallene var størst i de sydlige områder. Variasjonene i humusinnholdet gjennom året var små.

Vannmassenes innhold av humusstoffer henger sammen med tilførsel av slike stoffer fra skog- og myrområder i nedbørfeltet. I de sydlige områder er innsjøen grunn og oppholdstiden er her så kort at humusstoffene i liten grad blir brutt ned. På grunn av at det i dette området er større myrarealer enn ellers i nedbørfeltet er sannsynligvis tilgangen på humusstoffer størst her.

### 7.3. Jern og mangan

Analyseresultatene for jern og mangan er gjengitt i tabellene 2 - 13 og figur 6. Gjennomsnittsverdier er gjengitt i tabell 11.

Jern- og manganinnholdet har primært sin årsak i nedbørfeltets geologi. Stoffene er bundet til organisk materiale i tilsigsvannet og i bunnsedimentene, og frigjøres fra disse ved reduksjonsprosesser.

Under stagnasjonsperiodene oppstår som tidligere nevnt oksygenfattig og reduserende miljø i en del av innsjøens dypere områder. Disse vannmasser anrikes etter hvert med toverdlig jern og mangan. Under fullsirkulasjonsperiodene vår og høst vil vertikale konveksjonsstrømmer forårsake en blanding av vannmassene slik at vannets kjemiske sammensetning blir noenlunde lik i alle lag. Denne blandingseffekt vil også bl.a. føre til at oksygeninnholdet i vannmassene stiger. Resultatet blir at toverdlig jern og mangan oksyderes og danner tungt oppløselige forbindelser som etter hvert felles ut og sedimenteres.

I likhet med humuspåvirkningen er påvirkningen av jern og mangan størst i innsjøens sydlige områder (st. 1, 2 og 3). Dette henger sammen med at jern og mangan er komplekst bundet til humuskomponentene.

### 8. HOLMETJERN OG FUDALBEKKEN

Den 13/9-63 ble det tatt prøver for kjemisk analyse i Holmetjern og Fudalsbekken (tabell 11). Disse lokaliteter får i stor utstrekning tilsig fra myr- og skogområder. Humuspåvirkningen er noe større enn i Børtervatn.

Gjennomsnittsverdiene for farge, 43 og 38 mg Pt/l for henholdsvis Holmetjern og Fudalsbekken, var noe høyere enn i Børtervatn. Kaliumpermanganattallene var også betraktelig høyere (6,9 og 6,2) enn i Børtervatn. Jern- og manganinnholdet var forholdsvis lavt.

Vannet er forøvrig svakt surt (pH = 6,2) og bløtt ( $^{\circ}20 = \text{ca. } 30 \cdot 10^{-6}$ ).

Nedbørfeltet for Fudalsbekken er ca.  $3,5 \text{ km}^2$  og for Holmetjern ca.  $1,5 \text{ km}^2$ . Med en midlere avrenning på  $13,4 \text{ l/sek/km}^2$ , blir avrenningen fra disse områder:

Fudalsbekken: ca.  $4000 \text{ m}^3/\text{døgn}$

Holmetjern: "  $1700 \text{ m}^3/\text{døgn}$ .

Tilsammen representerer disse vannmassene ca. 15% av det midlere tilsig til Børtervatn. Ved å føre disse vannmassene til Børtervatn, vil det bli en lokal forringelse av vannkvaliteten. Forringelsen vil likevel ikke bli så betydningsfull at den kan anses avgjørende for om en slik overføring bør finne sted eller ikke. Spesielt blir problemene av liten betydning hvis overføringsanordningene munnar ut i Børtervatn i tilbørlig avstand fra drikkevannsinntaket.

## 9. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Børtervatn ligger i Oslo Østmark hvor berggrunnen i det vesentligste består av grunnfjell (gneis og gneisgranitter). I området er det en del myr-, ellers er det i stor utstrekning bevokst med barskog.

Innsjøen er uregelmessig utformet. Flere dype partier er praktisk talt atskilt ved smale sund og terskler, og de forskjellige dypområder kommuniserer derfor ikke. Vannmassenes teoretiske oppholdstid i innsjøen er ca. 460 døgn.

Som de fleste norske innsjøer har Børtervatn 2 stagnasjonsperioder og 2 sirkulasjonsperioder for året. Disse perioder er termisk betinget og varigheten var i observasjonsperioden følgende:

Vinterstagnasjonsperioden:	ca. 5,5 mndr.
Vårfullsirkulasjonsperioden:	" 0,5 "
Sommerstagnasjons	" : " 5,0 "
Høstfullsirkulasjonsperioden:	" 1,0 "

Under stagnasjonsperiodene var det betraktelig oksygenforbruk i dyplagene. Spesielt var dette tilfelle på stasjon 2 (Kongsvika) hvor oksygeninnholdet nær bunnen var null i slutten av disse perioder. Om vinteren var oksygenmetningen

i de øverste vannmasser forholdsvis lav. I sirkulasjonsperiodene ble vannmassene luftet, og ved slutten av disse perioder var vannmassene praktisk talt mettet med oksygen. Biologisk oksygenproduksjon er uten betydning i innsjøen. Vannet er svakt surt og bløtt. Innsjøen er i noen grad påvirket av jernholdige humuskomponenter. Spesielt er dette tilfelle i de sydlige områder. Ulemper i forbindelse med planktonpopulasjoner vil neppe gjøre seg gjeldende i lokaliteten.

I betraktning av innsjøens temperatur og kjemiske forhold vil det beste inntakssted og dyp for et eventuelt vanninntak være på ca. 25 m i innsjøens nordligste område ( i område av st. 4). Ved en slik plassering av vanninntaket vil den tilgjengelige vannmasse under sprangsjiktet (mellom 10 og 25 meter i område av stasjon 4) være ca. 1,5 mill. m<sup>3</sup>. Ved et vannforbruk på 30.000 m<sup>3</sup>/døgn vil denne dypvannsmasse vare i ca. 50 døgn. Et stort vannforbruk vil imidlertid føre med seg at de hydrografiske forhold i innsjøen blir forandret slik at vannet over inntaket blir mer homogenisert, men likevel er et dypvannsinntak gunstig for drikkevannskvaliteten også med hensyn til temperaturforholdene, og det er rimelig at temperaturen i løpet av året vil variere innenfor området 2 - 12 (event. 15) °C.

Et vanninntak i de sydlige områder av innsjøen må nødvendigvis føre til at utelukkende overflatevann kommer inn i ledningssystemet. I dette tilfelle vil temperaturen variere i området 0 - 20°C i løpet av et år.

Vannet på st. 1 og 2 er kjemisk sett noenlunde av samme kvalitet. Under stagnasjonsperiodene oppstår for tiden anaerobe forhold i dypet ved st. 2. Dette er årsak til en lokal forverring av vannkvaliteten. Ved å plassere vanninntaket i dette området vil gjennomstrømningen bli så stor at slike situasjoner ikke vil inntreffe, og det er mulig at vannkvaliteten kjemisk sett vil bli noe bedre her enn i området av st. 1. På grunn av tømmertransport og ferdsel kan st. 2 også være å foretrekke som inntakssted fremfor st. 1.

## 10. PRAKTISKE KONKLUSJONER

### 10.1. Plassering av vanninntak

- 1.1.) i området av st. 4. Hensiktsmessig inntaksdyp:  
ca. 25. meter
- 1.2.) i området av st. 2. Hensiktsmessig inntaksdyp:  
5 til 6 meter.
- 1.3.) i området av st. 1. Her bør et eventuelt vanninntak plasseres så dypt som mulig, men på en slik måte at man unngår innsugning av mudder (bunn-materiale) i rørene.

### 10.2. Rensetiltak

Innsjøen er en del humuspåvirket, mest i det sydlige område. Dessuten inneholder vannet en god del jern som kan forårsake korrosjons- og begroingsproblemer.

- 2.1.) Vannets pH bør heves til 7 - 8 ved hjelp av f.eks. hydratkalk.

#### 2.2) Alternative rensetiltak

2.2.1. Fullrensning er den eneste rensemetode som vil gi førsteklasses drikkevannskvalitet.

2.2.2. Ozon-behandling vil kunne føre til en betydelig fargereduksjon og bedre vannets utseende vesentlig. Da et ozon-renseanlegg for Nordbysjøen, (Skedsmo vannverk) settes i drift med det første, vil det være rimelig å avvente erfaringene fra dette anlegg før denne muligheten vurderes nærmere.

2.2.3. Filtrering bør finne sted i sandfiltre eller mikrosil.

### 10.3. Hygiene

Vannkvaliteten vil i bakteriologisk forstand bli tilfredsstillende ved at vannet behandles med svaklorering. Dette spørsmål må imidlertid forelegges helsemyndighetene til vurdering.

Tabell 2.

## Børtervatn.

## Kjemisk-fysiske analysedata.

St	m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.106	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Hårdhet mgCaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mgMn/l
			mgO <sub>2</sub> /l	%Metn.								
1	1	1,7	10,8	80,0	6,12	35,3	37	4,9	5,8	<0,05	ikke påv.	
	2	2,5	8,1	61,4	6,15	32,4	33	4,4	5,8	0,16	"	
	4	3,7	8,6	67,4	6,10	31,4	37	4,6	6,0	0,22	"	
2	1	1,85	9,8	73,0	6,23	30,5	29	4,4	5,7	0,10	"	
	4	3,72	10,3	80,6	6,23	30,5	33	4,8	5,8	0,13	"	
	8	3,98	9,2	72,5	6,24	31,5	38	5,2	6,0	0,18	"	
	10	4,10	8,7	68,9	6,16	32,3	39	5,6	6,2	0,18	"	
3	1	2,83	10,7	81,9	6,15	32,0	38	5,2	5,5	0,26	"	
	8	3,79	9,8	77,0	6,16	30,3	39	4,8	5,4	0,27	"	
	12	3,80	9,6	75,4	6,16	31,5	40	5,1	5,4	0,28	"	
	16	3,81	9,5	74,6	6,13	31,5	41	5,0	5,4	0,29	<0,05	
	20	3,83	9,0	70,7	6,10	31,5	41	5,4	5,5	0,30	0,05	
	24	3,94	7,0	55,0	6,00	30,8	50	5,1	5,7	0,50	0,06	
4	1	1,82	10,9	81,0	6,29	31,5	25	4,4	5,6	0,06	Ikke påv.	
	8	3,13	10,0	77,2	6,26	30,3	25	4,0	5,7	0,03	"	
	16	3,68	9,9	77,4	6,26	30,3	25	4,2	5,4	0,09	"	
	24	3,90	8,2	64,4	6,26	30,3	26	3,9	5,5	0,08	"	
	35	3,89	9,6	75,5	6,26	30,3	27	4,1	5,4	0,12	"	
	44	3,89	9,3	73,0	6,20	30,5	27	4,1	5,8	0,13	0,05	
4a	44	4,0	9,4	74,1								

Tabell 3.

Børtervatn.

Fysisk-kjemiske analysedata

Prøver tatt 22/1-63.

m dyp	Temp. °C	pH	El. ledn. e. % 20.10 <sup>6</sup>	Farge mg Pt/l	Turbiditet mS SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
<u>St.1</u>								
0	0,0	6,34	34,6	35	2,7	4,9	0,26	ikke påvist
2	2,9	6,29	29,3	26	0,7	4,2	0,12	"
4	3,5	6,10	30,3	31	1,0	4,1	0,26	"
<u>St.2</u>								
0	0,1	6,26	34,2	31	0,9	5,1	0,09	"
2	1,2	6,25	30,2	26	1,3	4,5	0,03	"
4	2,2	6,22	29,2	26	0,7	4,2	0,08	"
6	3,3	6,10	29,7	29	1,0	4,3	0,13	<0,05
8	3,4	6,10	30,2	34	0,9	4,8	0,19	<0,05
10	3,6	6,01	32,8	41	1,4	5,0	0,35	0,06

Tabell 4.

Børtervatn.

Fysisk-kjemiske analysedata.

Prøver tatt 4/3-63.	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	%Metn.	pH	El. ledn. e. 20.10°	Farge mg Pt/l	Turbid mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Hårdhet m <sub>3</sub> CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
<u>St.1</u>											
0	0,8	8,12	58,6	6,26	31,7	30	0,7	4,8		0,15	ikke påvist
1½	3,0	8,38	64,4	6,23	30,0	28	0,7	4,1		0,15	"
<u>St.2</u>											
0	0,4	10,64	76,1	6,21	31,4	25	0,6	4,2		0,09	0,06
2	2,0	8,58	64,0	6,27	30,0	22	0,6	4,3		0,08	0,09
4	3,6	6,05	47,2	6,06	31,1	34	1,0	4,4		0,24	0,09
6	3,9	3,95	31,0	6,04	33,3	44	1,4	4,6	7,0	0,45	0,14
8	4,0	2,49	19,6	6,04	34,7	55	2,6	4,5		0,88	0,19



Tabell 5.

## Børtervatn

## Kjemisk-fysiske analysedata

Prøver tatt 13/3-63		Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.10 <sup>6</sup>	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Hårdhet mgCaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
n dyp	Temp. °C	mg O <sub>2</sub> /l	% Metn.								
St.1											
0	0,00	9,13	64,5	6,21	36,6	34	1,2	5,0	6,2	0,17	Ikke påv.
1	2,85	8,69	66,5	6,14	32,5	28	0,6	4,3	5,8	0,17	"
St.2											
0	0,00	9,40	66,3	6,28	32,6	28	0,8	4,7	5,9	0,12	"
1	2,01	9,24	69,0	6,25	31,0	24	0,6	4,2	6,0	0,09	"
4	3,92	5,33	42,0	6,02	32,3	35	0,8	4,8	6,5	0,25	0,09
6	4,18	2,53	20,0	6,02	34,4	42	1,4	4,7	6,9	0,21	0,14
8	4,26	0,33	2,6	5,99	35,7	66	3,1	4,9	7,3	1,12	0,23
St.3											
0	0,00	10,60	74,8	6,16	32,1	36	0,7	4,9	6,0	0,23	Ikke påv.
1	3,14	9,59	74,0	6,14	29,7	30	0,7	5,1	5,7	0,21	"
4	3,90	8,59	67,7	6,05	28,8	33	0,8	4,7	5,5	0,22	"
8	3,91	7,91	62,3	6,05	29,0	33	1,5	4,9	5,4	0,26	"
12	4,01	6,90	54,5	6,06	29,8	37	1,0	4,7	5,7	0,53	"
16	4,06	5,35	42,3	5,96	29,8	41	1,3	4,9	5,6	0,45	"
20	4,17	0,30	2,4	5,97	31,3	152	5,7	6,5	5,9	4,24	0,49

Tabell 5.

## Børtervatn.

Kjemisk-fysiske analysedata.

Prøve nr i dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Eilredne. % 20.10 <sup>6</sup>	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /1	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/1	Hårdhet mgCaO/l	Jern mgFe/l	Mangan mgMn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	%Motn.								
St.4											
0	0,00	11,61	82,0	6,26	36,0	24	0,8	4,5	6,6	0,11	Ikke påv.
1	2,40	9,85	74,4	6,27	30,3	21	0,6	4,0	5,8	0,06	"
4	3,77	9,27	72,6	6,25	28,7	18	0,3	4,1	5,4	0,06	"
8	3,88	8,99	70,5	6,19	29,8	22	0,5	4,1	5,5	0,06	"
12	3,89	8,70	68,2	6,19	28,6	20	0,6	4,1	5,6	0,08	"
16	3,92	8,38	65,9	6,14	29,2	25	0,7	4,0	5,6	0,10	"
20	3,94	8,16	64,1	6,13	28,8	28	0,6	4,2	5,8	0,10	"
25	3,91	8,07	63,5	6,10	28,8	26	0,7	4,3	5,6	0,12	"
30	3,94	7,79	61,3	6,07	28,7	27	0,7	4,5	5,6	0,13	"
35	3,95	7,36	57,8	6,07	29,0	28	0,9	4,5	5,8	0,13	"
40	4,04	3,26	25,8	5,96	30,8	44	1,6	4,0	6,0	0,72	0,33
St.5											
0	0,00	11,81	83,2	6,28	33,9	24	0,5	4,6	6,8	<0,05	Ikke påv.
1	1,64	11,00	81,1	6,27	32,4	23	0,7	4,5	6,4	<0,05	"
4	3,50	9,23	71,9	6,30	29,3	26	0,5	4,3	5,8	<0,05	"
8	3,73	9,16	71,6	6,26	30,0	22	0,6	4,1	5,8	0,06	"
12	3,78	8,45	66,3	6,21	31,0	22	0,7	4,1	6,2	0,06	"
16	3,83	5,09	40,0	6,10	33,3	28	0,8	3,9	7,0	0,24	0,09
18	4,07	1,96	15,5	6,03	33,6	44	1,6	4,0	7,0	0,77	0,26

Tabell 5.

Børtervatn.

Kjemisk-fysiske analysedata.

St. 6	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.100	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Hårdhet mgCaO/l	Jern mg/l	Mangan mgMn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	% Metn.								
0	0,00	12,01	84,6	6,22	33,1	25	0,6	2,8	6,2	0,05	Ikke påv.
1	1,82	10,68	79,5	6,32	30,8	25	0,5	5,3	6,0	<0,05	"
4	3,49	9,65	75,1	6,30	28,3	20	0,5	5,1	5,6	<0,05	"
8	3,72	9,56	74,7	6,24	28,3	19	1,0		5,6	<0,05	"
12	3,80	9,13	71,6	6,23	28,4	21	0,8	4,2	5,7	<0,05	"
16	3,83	8,95	70,2	6,20	28,7	22	0,7	3,8	5,8	0,06	"
20	3,82	8,65	67,9	6,14	29,2	22	0,8	4,1	5,3	0,07	"
24	3,84	6,98	54,8	6,10	30,0	27	0,8	3,9	6,0	0,09	"
27	4,03	0,04	0,3	6,20	37,1	220	7,2	6,2	12,0	4,60	1,03

Tabell 6.

Bortervatn.

Fysisk-kjemiske analysedata.

Prøver tatt m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.10 <sup>6</sup>	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	mangan mgMn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	%Metn.							
<u>St.1</u>										
0	1,4	8,20	60,3	6,20	32,1	30	0,9	4,5	0,15	ikke påvist
1½	1,5	8,00	59,0	6,13	30,8	29	0,7	3,9	0,15	"
<u>St.2</u>										
0	0,9	7,79	56,4	6,20	32,0	24	0,6	4,0	0,08	0,09
2	1,0	8,48	61,5	6,20	30,8	29	0,7	4,1	0,09	0,11
4	3,8	3,96	31,1	6,07	32,9	42	0,9	5,1	0,32	0,14
6	3,9	2,63	20,7	6,00	34,0	46	1,1	5,1	0,56	0,14
8	4,0	0,84	6,6	5,96	35,0	65	2,5	5,7	0,97	0,21

Tabell 7.

Bøttervatn.

Kjemisk-fysiske analysedata.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.106	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	MnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Hårdhet mgCaO/l	Jern mgFe/l	Mangan mgMn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	% Metn.								
<u>St.1</u>											
0	10,5	9,55	88,5	6,32	28,4	30	0,9	3,8	5,3	0,10	0,08
2	10,5	9,49	87,9	6,20	27,9	31	0,9	4,2	5,7	0,13	0,09
4	10,5	9,70	89,9	6,16	28,6	34	1,2	4,3	6,1	0,11	0,09
<u>St.2</u>											
0	10,5	9,63	89,2	6,56	28,4	34	1,0	4,7	5,4	0,08	0,06
2	10,5	9,65		6,46	28,8	35	1,2	4,7	5,4	0,10	0,09
4	10,5	9,13		6,18	28,7	37	1,1	4,8	6,5	0,11	0,10
6	10,5	7,33		6,14	29,6	38	1,2	4,6	6,3	0,24	0,12
8	10,5			6,25	30,7	43	1,5	4,0	6,3	0,30	0,14
10	10,5	0,59		6,40	37,2	89	4,2	3,6	9,2	1,02	0,25

Tabell 8.

## Børtervatn

## Kjemisk-fysiske analysedata

Prøver tatt dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.100	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	Farge mg Pt/l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	% Metn.							
<u>St.1</u>										
1	20,57	8,37	95,2	6,44	28,7	0,7	27	4,9	0,07	ikke påv.
4	9,78	10,58	96,3	6,26	27,6	0,7	29	4,8	0,06	"
<u>St.2</u>										
1	20,37	8,25	93,7	6,46	28,4	0,6	21	4,5	<0,05	0,06
4	9,40	10,40	94,0	6,32	28,3	0,8	25	4,3	0,05	<0,05
8	5,25	4,37	35,7	5,94	37,1	1,0	20	4,9	0,36	0,09
10	4,60	0,53	4,2	6,00	36,1	2,5	65	5,1	1,02	0,20
<u>St.3</u>										
0	20,10	8,70	98,2	6,34	28,1	0,6	21	4,2	0,06	ikke påv.
1	19,10			6,46	28,1	0,6	22	4,2	0,05	"
4	9,68	10,60	96,1	6,34	28,1	0,8	25	4,3	0,09	0,06
8	6,97	10,72	91,2	6,04	28,2	0,7	29	4,3	0,19	0,06
12	5,21			5,92	29,5	0,7	32	4,2	0,53	0,09
16	4,89	9,82	79,4	5,87	29,4	0,7	35	4,3	0,42	0,09
20	4,82	8,78	70,8	5,84	29,5	1,0	39	4,4	0,52	0,09
24	4,80	8,76	70,7	5,89	30,0	1,1	42	4,6	0,58	0,11
<u>St.4</u>										
1	20,03	7,15	80,6	6,64	30,0	0,6	17	4,2	<0,05	ikke påv.
4	9,02	9,46	80,8	6,43	29,1	0,7	21	4,4	<0,05	"
8	7,05	9,40	78,9	6,19	29,1	0,6	22	4,1	0,07	"
12	6,41	8,88	74,0	6,23	29,6	0,8	20	4,1	0,06	"
16	6,06	8,22	67,7	6,11	29,1	0,6	20	3,9	0,07	"
20	5,53	7,92	63,5	6,08	29,4	0,6	20	4,1	0,06	"
30	4,66	7,68	61,3	6,00	29,6	0,6	21	3,9	0,03	"
40	4,45			6,00	29,8	0,6	22	4,1	0,15	0,07

Tabell 9.

Børtervatn

Kjemisk-fysiske analysedata.

Prøver tatt dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.10°C	Farge ms Ft/1	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /1	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/1	Hårthet mg CaO/1	Jern mg Fe/1	Mangan mg Mn/1
		mg O <sub>2</sub> /1	% Metn.								
St. 1											
0	18,6	8,1	89,3	6,49	26,8	32	0,9	4,7	5,8	0,00	Ikke påv.
2	17,1	7,9	84,5	6,49	27,5	38	1,1	5,0	5,6	0,08	"
4	16,6	8,-	84,6	6,43	28,5	39	1,1	4,5	5,1	0,08	"
St. 2											
0	16,8	8,6	91,4	6,64	27,7	32	1,0	4,6	6,0	<0,05	"
2	16,5	8,5	89,9	6,68	29,2	40	1,1	4,4	5,9	<0,05	"
4	14,0	8,9	88,6	6,36	28,6	39	1,2	4,7	5,5	0,05	"
6	10,6	7,5	69,8	5,99	30,0	43	1,5	5,2	5,8	0,09	"
8	7,3	1,1	9,0	5,96	33,9	61	2,4	5,5	7,2	0,57	0,13
10	6,5	0,3	2,5	6,07	39,6	34	6,7	6,2	7,7	1,72	0,21

Tabell 10.

## Børtervatn

Kjemisk-fysiske analysedata.

Prøver tatt n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.106	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	% Metn.							
<u>St.1</u>										
1	17,60	8,05	86,6	6,44	28,9	31	1,0	4,8	0,10	<0,05
3	16,39	7,75	81,4	6,40	28,1	33	1,0	4,4	0,12	<0,05
4	16,10	7,75	81,4	6,33	27,8	34	1,1	5,1	0,13	0,05
<u>St.2</u>										
1	16,61	8,25	87,5	6,51	28,2	31	1,1	4,4	0,08	<0,05
4	15,87	7,75	80,6	6,36	28,7	38	1,1	5,5	0,10	<0,05
6	10,54	5,00	46,4	5,90	29,5	34	1,1	4,6	0,14	0,17
8	6,54			5,85	33,0	51	2,0	5,4	0,41	0,21
10	5,24			6,24	42,0	75	3,9	6,8	1,32	<0,05
<u>St.3</u>										
0	16,40	8,28	87,1	6,51	28,9	29	0,8	4,8	0,42	<0,05
1	16,40	8,22	86,3	6,50	27,9	29	0,8	4,6	0,06	<0,05
4	15,89	7,78	80,8	6,25	28,1	33	1,0	5,6	0,13	<0,05
6	11,50	7,46	70,7	6,00	27,9	30	0,7	4,6	0,09	<0,05
8	7,68	6,46	56,0	5,87	28,7	31	1,0	4,6	0,13	<0,05
12	5,51	5,58	45,8	5,80	29,3	32	0,8	4,1	0,30	0,05
16	5,18	5,10	41,5	5,77	29,7	36	0,9	5,1	0,47	0,07
20	4,94	4,21	33,9	5,77	29,6	45	1,1	4,2	0,73	0,08
22	4,92	3,52	28,4	5,73	29,8	52	1,5	4,7	0,96	0,14
<u>St.4</u>										
0	16,70	8,44	89,1	6,63	28,4	28	1,1	4,1	<0,05	Indre påv.
1	16,65	8,45	89,0	6,68	28,5	28	1,1	4,5	<0,05	"
4	16,44	8,51	89,4	6,64	28,4	25	1,1	4,5	<0,05	"
8	9,15	8,51	76,5	6,19	29,4	25	0,9	3,8	<0,05	"
12	6,80	8,44	71,6	6,12	29,2	22	0,9	3,8	<0,05	"
16	6,18	8,14	68,0	6,06	29,0	21	0,7	3,9	<0,05	"
20	5,65	8,05	66,3	6,06	29,4	22	0,7	3,6	0,05	"
30	4,76	7,48	60,3	6,02	29,2	22	0,5	3,8	<0,05	"
40	4,59	6,67	53,5	5,96	29,5	22	0,4	3,5	0,08	"



Tabell 11.

Bortervatn.

Kjemisk-fysiske analysedata.

St.	n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20.10 <sup>6</sup>	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
			mg O <sub>2</sub> /l	% Metn.							
1	0	13,6	7,85	78,0	6,25	29,6	37	1,5	5,3	0,13	Ikke påv.
	2	13,6	8,05	80,0	6,29	27,8	38	1,4	5,1	0,13	"
2	4	13,5	8,10	80,3	6,25	28,6	37	1,5	5,1	0,15	"
	0	13,0	8,40	82,4	6,34	29,0	37	1,4	4,9	0,11	"
	2	13,0	8,28	81,2	6,34	29,1	36	1,3	4,9	0,11	"
	4	13,0	8,45	82,2	6,37	28,4	34	1,4	5,0	0,11	"
Holmestjern:	6	12,4	6,51	62,9	6,20	28,9	43	1,2	4,7	0,16	"
	8	8,7	0,05	0,4	5,80	31,3	53	2,0	5,6	0,65	0,14
	10	6,9	0,00	0,0	6,21	41,5	107	4,3	6,4	2,26	0,24
Fudals- beken	0	13,6	8,82	37,7	6,46	30,0	46	1,3	7,1	<0,05	Ikke påv.
	2	13,6	9,05	89,9	6,48	30,0	46	1,4	7,0	<0,05	"
	4	13,0	8,50	83,3	6,34	29,8	47	1,2	7,2	<0,05	"
	8	7,2	5,91	50,5	5,94	32,1	34	3,9	6,2	0,07	"
					6,15	29,5	38	3,7	6,2	0,07	"

Tabell 12.

Børtervatn

Fysisk-kjemiske analysedata 24/10-63.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. o. 20.10 <sup>5</sup>	Farge mg Pt/l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	% O <sub>2</sub>						
<u>St.1.</u>									
0	7,2	9,6	81,6	6,4	28,5	36	4,3	0,05	0,05
2	7,0	9,6	81,6	6,4	27,3	34	4,3	0,05	0,05
4	7,0	9,5	80,6	6,3	27,7	38	4,3	0,06	0,06
<u>St.2.</u>									
0	7,3	9,5	81,7	6,4	28,3	35	5,1	<0,05	0,05
2	7,0	9,5	80,9	6,5	27,6	34	4,3	<0,05	0,05
4	7,0	9,5	81,1	6,4	28,5	34	5,3	<0,05	0,06
6	7,0	9,2	78,6	6,5	28,1	29	5,1	0,05	0,05
8	6,8	8,8	74,8	6,3	28,5	36	5,2	<0,05	0,06

Tabell 13.

Børtervatn

Kjemisk-fysiske analysedata 19/11-63.

n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. o. % 20.106	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	KMnO <sub>4</sub> -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O <sub>2</sub> /l	% O <sub>2</sub>							
<u>St.l.</u>										
0	3,20	8,97	69,2	6,56	28,6	38	1,8	4,5	0,17	0,07
2	3,25	9,05	69,9	6,39	28,6	37	2,1	4,9	0,23	0,09
3	3,25	7,83	60,5	6,45	28,3	42	2,2	1,7	0,18	0,06

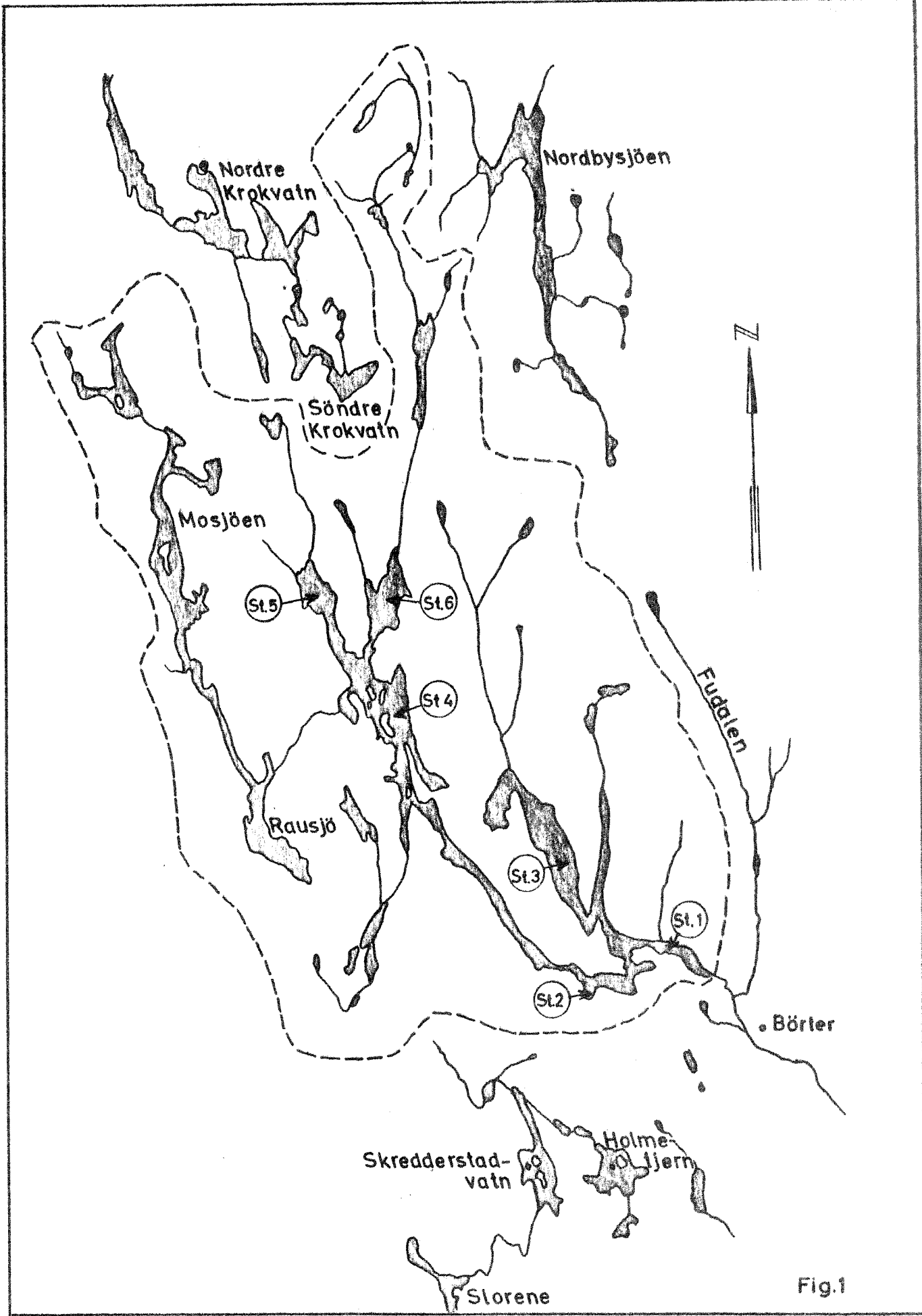


Fig.1

NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN

Börtervatn  
Oversiktskart og nedbørfelt

M. 1: 50.000  
0-79/62 4391

