

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 38/69

**Undersøkelse av Bergsvatnet, Eikeren og Fiskumvatnet**

27. og 28. august 1969

Saksbehandler: Cand.real Jon Knutzen  
Rapporten avsluttet: Desember 1969

INNHALDSFORTEGNELSE:

	side:
1. INNLEDNING	4
2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	4
3. GLØNERELLE FORHOLD	5
4. KJEMISKE OG FYSISKE FORHOLD	5
4.1 Bergsvatnet	7
4.2 Eikeren	7
4.3 Fiskumvatnet	9
5. BIOLOGISKE FORHOLD	11
5.1 Bergsvatnet	12
5.2 Eikeren	12
5.3 Fiskumvatnet	13
6. OPPSUMMERING OG DISKUSJON	15
7. KONKLUSJONER	17
8. LITTERATUR	19

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Temperaturobservasjoner på St. 3 i Eikeren 28/8 1969	9
2. Fiskumvatnet og Bergsvatnet. Fysiske og kjemiske forhold 27 - 28/8 1969	10
3. Eikeren. Fysiske og kjemiske forhold 27 - 28/8 1969	14
4. Plankton i Eikeren 7/6 1961 og 27 - 28/8 1969, Fiskumvatnet 27/8 1969 og Bergsvatnet 28/8 1969	20 - 22

FIGURFORTEGNELSE:

1. Eikeren med Fiskumvatnet. Dybdekart (etter Hassel 1934). Morfometriske og hydrologiske data	6
---	---

## 1. INNLEDNING

Etter henvendelse fra sivilingeniør Ragnar Brusletto A/S av 21. april 1969 har instituttet gjennomført en orienterende undersøkelse av Eikeren, Fiskumvatnet og Bergsvatnet. Den primære hensikt var å få et skjønn på vannkvaliteten i Eikeren med herblikk på drikkevannsforsyning til Drammen og deler av Vestfold. Man har spesielt vært interessert i å få et inntrykk av om det har funnet sted forandringer av betydning siden Eikeren ble undersøkt i 1958 (se nedenfor). Innsamling av vannprøver til kjemisk analyse, håv-  
trekkprøver fra overflaten og kvantitative planktonprøver ble foretatt 27. og 28. august 1969. Denne rapporten sammenfatter resultatene av bearbeidelsen av det innsamlede materiale. De limnologiske forholdene ved innsjøene er vurdert av cand.real. Hans Holtan.

## 2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Opplodding av Eikeren og Fiskumvatnet er foretatt av Hassel (1934). Videre er varmembalansen i Eikeren undersøkt av Strøm (1944), som også har publisert et arbeid om geomorfologien til innsjøen og dens omgivelser (Strøm 1934). En undersøkelse av den høyere vegetasjon i Eikeren og Fiskumvatnet er foretatt av Eknes (1949, hovedfagsarbeide, upubl.).

I 1958 gjorde Norsk institutt for vannforskning sommer- og vinterobservasjoner av de kjemiske og bakteriologiske forhold i Eikeren (NIVA 1959, upubl.). Resultatene viste at både i kjemisk og hygienisk henseende var vannet i innsjøen av utmerket kvalitet. I forbindelse med en undersøkelse av produksjonsvannet til Vestfoss Cellulosefabrik ble det i 1961 samlet inn kvantitative og kvalitative planktonprøver (Skulberg 1966). Resultatene fra bearbeidelsen av dette materialet bekreftet Eikerens oligotrofe (næringsfattige) karakter.

### 3. GENERELLE FORHOLD

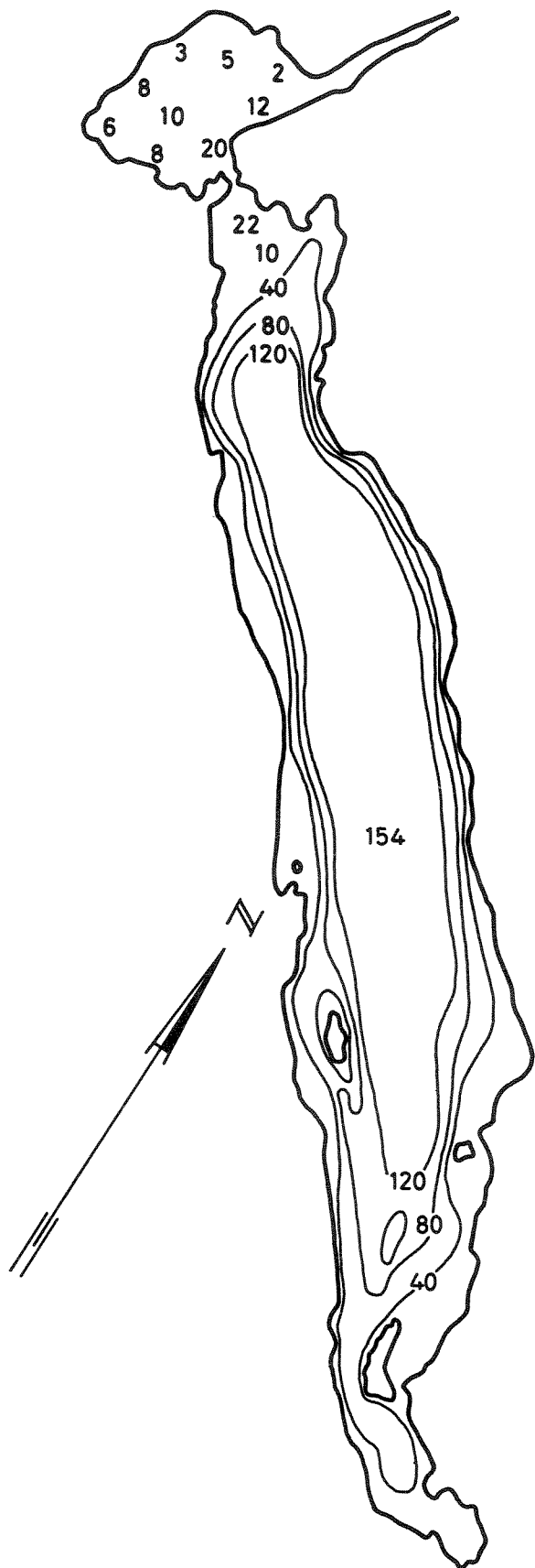
Nedbørfeltets berggrunn er i det vesentlige bygd opp av eruptive dypbergarter (ekeritt) eller dagbergarter. I nord er det et innslag av kambrosiluriske sedimentbergarter. Løsavsetningene består i store deler av nedbørfeltet av et tynt lag bregrus. I lavereliggende områder er det marine avsetninger. Slike områder er særlig fremtredende i den sørlige del av nedbørfeltet; i de lokale nedbørfeltene til Hillestadvatnet, Haugestadvatnet, Vikevatnet og Bergsvatnet. Vegetasjonen er hovedsakelig barskog, enkelte steder med islett av myrer. Bortsett fra rundt Fiskumvatnet og rundt de nordlige og sørlige deler av Eikeren er det mest jordbruksvirksomhet i den sørlige del av nedbørfeltet. Mellom Bergsvatnet og Eikeren ligger tettbebyggelsen Eidsfoss med en del metallindustri.

Bergsvatnet ligger 36 m over havet og er skilt fra Eikeren ved en kort elvestrekning med bl.a. den vel 13 m høye Eidsfossen. Så vidt vites er Bergsvatnet ikke loddet opp. Sørste registrerte dyp ved den foreliggende undersøkelsen var 12 m (i det nordlige bassenget). Topografien i omegnen indikerer at Bergsvatnet er relativt grunt. Morfometriske og hydrologiske data for Fiskumvatnet og Eikeren fremgår av fig. 1. Man kan spesielt merke seg vannets lange teoretiske oppholdstid i Eikeren, mens oppholdstiden i Fiskumvatnet er meget kort. Sundet mellom de to innsjøene har et minstedyp på ca. 8 m. Oppstuvning i Fiskumvatnet kan reversere den vanlige strømretningen i sundet.

### 4. KJEMISKE OG FYSIKALSKE FORHOLD

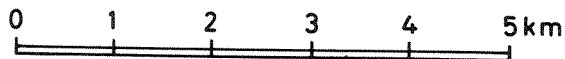
Av de tre innsjøene foreligger det som nevnt publiserte data bare for Eikerens vedkommende. Hos Strøm (1944) fremgår det at vinterstagnasjonsperioden var av 3-4 måneders lengde (januar-april), og at den etterfølgende vårfullsirkulasjonen varte i ca. 1 måned (april-mai). Sommerstagnasjonen hadde en varighet på 5-6 måneder (mai-november), mens høstfullsirkulasjonen inntraff i perioden november-januar og følgelig var ca. 2 måneder lang. Resultatene av de kjemiske analysene og temperaturobservasjonene fra 28-29/8 1969 er samlet i tabellene 2 - 3.

Fig.1  
**EIKEREN med FISKUMVATNET**  
 DYBDEKART (etter Hassel 1934)



Morfometriske og hydrologiske data:

	<u>Eikeren</u>	<u>Fiskumvatnet</u>
Nedbörfelt	311,4 km <sup>2</sup>	153 km <sup>2</sup>
Höyde over havet	19 m	18 m
Störste dyp	154 m	20 m
Overflateareal	25,7 km <sup>2</sup>	3,05 km <sup>2</sup>
Middel dyp	94,4 m	6 m
Volum	2426 mill. m <sup>3</sup>	18 mill. m <sup>3</sup>
Midlere avrenning	ca. 6,2 m <sup>3</sup> /sek	ca. 3,1 m <sup>3</sup> /sek
Gj.snt. teoretisk opph.tid	ca. 12 år	ca. 22 dager



#### 4.1 Bergsvatnet

Stasjonen i Bergsvatnet lå ca. 300 m øst for utløpet.

Av tabell 2 ser man at på observasjonsdagen lå sprangsjiktet i 5 - 8 m dyp. Under dette laget var det et markert oksygenforbruk; men små mengder oksygen ble registrert helt ned til bunnen. For øvrig var det tydelig undermetning også over sprangsjiktet.

Det fremgår videre at vannet var bløtt, forholdsvis saltfattig og hadde nøytral eller svakt sur reaksjon.

Verdiene for turbiditet, farge og kaliumpermanganat viste en påvirkning med humusstoffer fra nedbørfeltet. De høye turbiditets- og fargetall fra 10 m og nedover var forårsaket av de spesielle oksygenforholdene.

Innholdet av ortofosfat og totalfosfor var relativt høyt, særlig i dyp-lagene, og det samme gjaldt mengdene av nitrat og andre nitrogenforbindelser. Konsentrasjonen av disse plantenæringsstoffer har sannsynligvis sammenheng med avrenningen fra gårdsbruk og annen bebyggelse rundt innsjøen.

Jernforbindelser er registrert i relativt høye konsentrasjoner, det samme er manganforbindelser. I overflatelaget vil mesteparten av jernet være bundet i humusfraksjonen. De store mengdene av jern og mangan i større dyp skyldes at utfelte forbindelser av disse metaller reduseres og frigjøres under anaerobe forhold eller ved meget lave oksygenspenninger.

Sammensetningen av oppløste salter viste for øvrig virkningen av at deler av nedbørfeltet har marine løsavsetninger (kfr. f.eks. verdiene for natrium og klorid).

Siktedypet ble målt til 1,4 m, og vannet hadde en grålig, brungul farge. Årsaken til den lave sikten var dels humusinnholdet og dels forekomsten av planktoniske alger.

#### 4.2 Eikeren

I Eikeren foreligger det resultater fra tre stasjoner. St. 1 ligger litt under 1 km i sydøstlig retning fra sundet mot Fiskumvatnet og litt syd

for Tangen. St. 2 ligger i området med maksimal dybde, omtrent midt i innsjøens bredderetning og litt syd for linjen S. Gunhildrud - Østerud. St. 3 ligger i sydenden, ca. 1 km utenfor Eidsfoss.

Av tabell 3 fremgår det at det i hovedsaken var små og mindre betydelige variasjoner i de kjemiske forhold mellom stasjonene. For stasjon 3's vedkommende kan man imidlertid merke seg utslaget av påvirkningen fra Bergsvatnet og muligens tettbebyggelsen i Eidsfoss og omegn. Denne påvirkning viste seg i verdiene for farge, turbiditet, kaliumpermanganat og jern.

Analyseresultatene fra alle stasjoner viste at vannet i Eikeren var bløtt og med et relativt lavt saltinnhold. Verdiene for pH lå omkring nøytralt punktet.

Hovedvannmassene i innsjøen hadde lav turbiditet og lave verdier for farge og kaliumpermanganatforbruk. Dette viser at vannets innhold av organisk stoff var lavt, og at påvirkningen med humusforbindelser fra nedbørfeltet var relativt beskjeden.

Konsentrasjonen av ortofosfat lå ned mot grensen av det som er påviselig ved vanlige metoder, og mengdene av totalfosfor var likeledes lave. Analysene på nitrat og total-nitrogen viste imidlertid relativt høyt innhold av dette plantenæringsstoffet.

Mengdene av jern- og manganforbindelser var lave, bortsett fra den ene verdien for jern i overflaten på st. 3.

Som ventet viste resultatene av analysene på klorid, natrium og andre ioner at også Eikerens vannmasser var noe influert av marine leirsedimenter.

Oksygenanalysene viste nær metning i alle dyp; men det var en svak tendens til økt oksygenforbruk mot bunnen.

Siktedypet på de tre stasjonene var mellom 9 og 10 m (været var overskyet med noe vind og lette regnbyger). Nedsenket til halvt siktedyp hadde Secchiskiven gulgrønn farge. Det store siktedypet bekrefter at vannets partikkelinnhold var lite.



Sprangsjiktets markering og beliggenhet varierte noe fra stasjon til stasjon. På stasjonene 1 og 2 var det et mindre utpreget sprangsjikt mellom 8 og 12 m. På stasjon 3 var det derimot et eksepsjonelt skarpt skille mellom overflatelaget og de dypere liggende vannmasser. Ned til 14 m var vannet gjennomblandet, mens et temperatursprang på 8,2 °C ble registrert mellom 14 og 14,5 m. Mellom 14,2 og 14,1 m var det et temperaturfall på 6,5 °C. (Se tabell 1). Dette fenomen skyldes en oppstuvning av overflatevann i den ene enden av innsjøen og må ha sammenheng med vindpåvirkning.

Tabell 1. Temperaturobservasjoner på St. 3 i Eikeren 28/8 1969.

Dyp, m	Temperatur °C
1	16,5
12	16,3
14	16,3
14,1	16,0
14,2	9,5
14,5	8,1
15	7,5
20	5,5
34	4,5

#### 4.3 Fiskumvatnet

Som i de andre innsjøene var også her vannet tilnærmet nøytralt, bløtt og forholdsvis saltfattig (kfr. tabell 2).

Verdiene for farge og turbiditet var noe varierende, men alle var lave. Sett i forhold til Bergsvatnet og hovedvannmassene i Eikeren var det intermediære verdier i Fiskumvatnet; men forholdene lå nærmest de som ble registrert i Eikeren. Det samme gjelder det kjemiske oksygenforbruket (kfr. verdiene for  $\text{KMnO}_4$ ). Til sammen indikerer dette at humuspåvirkningen fra Fiskumvatnets lokale nedbørfelt gjorde seg relativt lite gjeldende.

Tabell 2. Fiskumvatnet og Bergsvatnet.  
Fysiske og kjemiske forhold 27 - 28/8-1969.

Komponenter	Fiskumvatnet			Bergsvatnet						
	1	6	10	1	4	6	8	10	11	11,8
Temperatur	16,8	12,8	8,8	16,6	16,3	11,9	9,3	8,6	8,6	8,6
Oksygen	9,1	10,0	8,3	8,3	7,7	8,6	0,20	0,10	0,10	0,15
Oksygen % metn.	96,2	96,9	73,4	87,2	81,1	82,0	1,8	0,87	0,87	1,3
Surhetsgrad	7,3	7,1	7,0	7,1	7,1	6,5	6,4	6,5	6,5	6,4
Spes.el.ledn.evne, 20°C	51,6	52,6	55,2	58,0	59,0	63,0	62,2	64,4	64,0	63,0
Farge	35	30	46	79	76	72	83	140	216	236
Turbiditet	0,53	0,29	1,4	2,3	2,2	2,4	4,7	10,0	15,0	17,5
Permanganattall	2,1	2,3	2,3	4,0	4,4	4,1	4,5	4,7	5,7	5,8
Klorid	3,6	3,8	4,3	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2
Sulfat	5,5	4,9	6,2	7,3	7,6	6,9	6,6	6,2	5,5	5,0
Fosfat, orto	1	1	1	5	4	7	5	7	8	9
Fosfor, total	4	4	5	14	14	16	16	18	19	20
Nitrat	285	305	320	90	100	380	445	420	355	315
Kalsium	5,6	5,4	5,5	5,7	5,7	6,1	6,3	6,4	6,5	6,3
Magnesium	1,2	1,2	1,2	1,5	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Kalium	0,66	0,67	0,69	0,81	0,83	0,84	0,81	0,85	0,86	0,85
Natrium	3,0	3,2	3,3	3,7	3,9	3,4	3,3	3,3	3,2	3,3
Jern	10	15	15	235	135	350	530	930	1350	1650
Mangan	14	22	14	124	148	855	921	1038	1160	1120
Silisium	3,2	3,7	3,6	2,0	2,0	4,2	4,8	5,1	5,2	5,2
Total nitrogen	469	690	690	310	345	570	800	640	520	500
Alkalitet, pH 4,5	2,2	2,3	2,3	2,8	2,8	2,9	2,9	3,1	3,2	3,4

Konsentrasjonene av ortofosfat og totalfosfor var lave;- lavere enn i Eikeren. Derimot var det forholdsvis rikelige mengder av nitrat og andre nitrogenforbindelser.

Jern- og mangankonsentrasjonene var lave.

Analyser på vannets oksygeninnhold viste tilnærmet metning i overflatelaget, mens det var et visst underskudd nær bunnen. Temperaturobservasjoner (ut-over de som er oppført i tabell 1) viste gjennomblandede vannmasser ned til 4 meters dyp og en sprangsjiktbeliggenhet i nivået 4-6 m.

I Fiskumvatnet ble siktedypet målt til 3,9 m, og vannfargen var gulgrønn.

## 5. BIOLOGISKE FORHOLD

Det er samlet inn og bearbeidet overflatehåvtrekk fra Fiskumvatnet, stasjonene 2 og 3 i Eikeren og fra Bergsvatnet. Maskevidden i den benyttede håv var 25  $\mu$ . Videre er det behandlet et overflate-håvtrekk innsamlet i Eikeren sommeren 1961. Det er dessuten samlet inn kvantitative planktonprøver fra samtlige stasjoner, men disse er ikke bearbeidet.

Resultatene av håvtrekkanalysene er gitt i tabell 4. Her vil nannoplanktoniske (små) former være underrepresentert av den grunn at de helt eller delvis vil gå gjennom håvdukens maskeåpninger (25  $\mu$ ).

I tabellen er det subjektive angivelser av de relative mengder av registrerte organismer i prøvene. I denne forbindelse er det brukt følgende skala:

- 5: Dominerende
- 4: Hyppig
- 3: Vanlig
- 2: Sparsom
- 1: Sjelden
- +: Forekommer.

### 5.1 Bergsvatnet

Planktonet i Bergsvatnet var meget artsrikt idet nærmere 60 systematiske enheter ble observert i den ene prøven som foreligger. Særlig gjaldt dette planteplanktonet, der det i tillegg kan ha vært mange av de ovennevnte nannoplanktoniske former.

Den mengdemessige dominerende gruppe var blågrønnalger (Cyanophyceae); men diatoméene (Bacillariophyceae) og særlig grønnalgene viste større artsrikdom. Blant blågrønnalgene er det flere av de mer fremtredende artene som er kjent for å kunne danne vannblomst på næringsrike lokaliteter. Anabaena-artene, Coelosphaerium nägelianum og Microcystis-artene. Selv om algekonsentrasjonene sannsynligvis var høye (lite siktedyp), var det imidlertid ingen tendens til vannblomst på observasjonsdatoen. (Karakteristisk for vannblomst er for øvrig dominans av et fåtall algearter, - m.a.o. planktonsamfunn som i sin sammensetning er vesensforskjellig fra det registrerte). Utenom blågrønnalgene var det bare en grønnalge av slekten Cosmarium som kvantitativt sett var fremtredende. De øvrige var representert i mindre mengder.

Zooplanktonet viste moderate bestander av vanlige arter av hjuldyr (Rotatoria) og krepsdyr (Crustacea). I tillegg kom et tydelig innslag av ciliater (kfr. Protozoa).

Man kan ellers merke seg den betydelige forekomsten av humuspartikler.

### 5.2 Eikeren

Begge stasjonene i Eikeren hadde også et variert plankton, men ikke fullt så artsrikt som i Bergsvatnet. Planktonets sammensetning på de to stedene i innsjøene viste stor likhet. Hvis man regner med samlebetegnelsene (Calnoide copepoder etc.), var det således vel 20 systematiske enheter felles for de ca. 30 fra st. 2 og de ca. 40 fra st. 3. Likheten blir ytterligere fremhevet hvis man ikke regner med dem som var sjeldne på en av stasjonene (under 2 på den subjektive vurderingsskala). Da ser man f.eks. at nesten samtlige av denne kategorien fra st. 2 også er funnet på st. 3. Dette skulle tyde på forholdsvis ensartede planktonsamfunn over hele innsjøen, med de forbehold som er nødvendige på grunn av et sparsomt materiale.

Av tabellen fremgår det også at svært mange av formene fra Bergsvatnet gikk igjen i materialet fra Eikeren. Dette er særlig tilfelle for stasjon 3's vedkommende, der ca. 4/5 av enhetene var felles med planktonsamfunnet i Bergsvatnet. Siden denne innsjøen drenerer til Eikeren, kan dette være et eksempel på tilførselens betydning for planktonsamfunnets sammensetning. Denne faktor representerte følgelig en vanskelighet ved bedømmelsen av Eikeren på grunnlag av kvalitative kriterier.

Både hva angår antall arter og kvantitativt betraktet, var grønnalgene og dernest blågrønnalgene de mest fremtredende grupper i Eikerens planteplankton. De som var best representert blant grønnalgene, var Crucigenia rectangularis og Quadrigula pfitzeri, mens Chroococcus cf. turgidus og Aphanothece clathrata (st. 2) var tallrikest av blågrønnalgene. Store mengder ble også funnet av chrysophycéen Stichogloea olivacea.

Dyreplanktonsamfunnet var av en vanlig sammensetning, og det er heller ikke noe å bemerke til forekomsten av humuspartikler.

Som nevnt er det også analysert et tidligere innsamlet håvtrekk fra Eikeren. Man ser av tabell 3 at det planktonsamfunn som var til stede i innsjøen på innsamlingstidspunktet i 1961, var annerledes enn det som ble registrert i 1969. Foruten et ubestemt Palmella-stadium (formodentlig av en grønnalge), var det i 1961 dominans av forskjellige diatoméer. Denne forskjellen behøver imidlertid ikke skyldes annet enn tilfeldige årsaker (se nærmere under pkt. 6).

### 5.3 Fiskumvatnet

Karakteristisk var planteplanktonsamfunnets mangfoldighet med grønnalger og diatoméer som de mest artsrike grupper, dernest blågrønnalgene. Av de kvantitativt mest fremtredende kan nevnes blågrønnalgene cf. Aphanothece clathrata og Chroococcus cf. turgidus, grønnalgene Crucigenia rectangularis og Quadrigula pfitzeri, foruten chrysophycéarten Stichogloea olivacea.

Bestandene av krepsdyr og hjuldyr dominerte dyreplanktonet, uten at noen arter hadde særskilt stor forekomst.

Tabell 3. Eikerøen.

Fysiske og kjemiske forhold 27 - 28/8 1969.

Komponenter	Stasjon 1			Stasjon 2			Stasjon 3					
	1	12	20	1	12	30	100	150	1	12	20	34
Temperatur	16,8	10,1	6,6	16,7	9,6	4,2	3,9	3,9	16,5	16,3	5,5	4,5
Oksygen	9,0	10,6	11,3	9,0	10,9	11,7	11,7	11,5	9,1	9,0	11,6	11,7
Oksygen	94,8	97,4	95,4	95,1	98,9	93,2	92,5	90,2	95,5	94,5	95,4	93,6
Surhetsgrad	7,1	7,1	7,1	7,3	7,1	7,1	7,1	7,0	7,2	7,0	7,0	7,0
Spes. el. ledn. evne, 20 °C	50,4	51,4	52,6	52,2	53,4	53,2	51,2	52,4	50,4	50,0	51,6	51,8
Farge	20	23	14	26	25	15	16	23	58	48	90	40
Turbiditet	0,21	0,21	0,08	0,38	0,36	0,15	0,22	0,22	1,1	0,40	1,2	0,43
Permanganattall	2,0	1,9	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	3,2	2,6	2,8	2,5
Klorid	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4	3,7	3,4	3,3	3,4	3,4
Sulfat	6,1	5,2	5,1	5,4	4,8	5,2	4,8	4,9	6,3	7,0	6,0	6,4
Fosfat, orto	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1
Fosfor, total	7	6	7	5	5	5	5	5	8	5	5	5
Nitrat	325	350	370	330	350	370	365	370	330	330	380	390
Kalsium	5,3	5,3	5,3	6,5	5,7	5,2	4,9	7,1	5,3	5,4	5,4	5,4
Magnesium	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2
Kalium	0,68	0,67	0,64	0,66	0,67	0,65	0,65	0,67	0,72	0,64	0,66	0,65
Natrium	2,8	2,9	2,8	3,0	2,7	2,8	2,9	3,1	2,9	3,1	3,2	3,2
Jern	20		25	25	20	20		15	130		6	25
Mangan	14	13	30	31	10	10	11	5	11	6	6	9
Silisium	3,5	3,7	3,7	3,6	3,7	3,8	3,8	3,8	3,4	3,4	3,9	3,8
Total nitrogen	440	465	465	435	470	465	485	465	480	480	510	530
Alkalitet, pH 4,5	2,3	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

Håvtrekkmaterialets humusfraksjon var markert, men ikke dominerende. Likeledes var det et visst innslag av leirpartikler.

## 6. OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Alle innsjøene hadde bløtt vann med pH-verdier omkring 7. Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne (saltinnholdet) ligger ubetydelig høyere i Bergsvatnet enn i de to andre innsjøer.

Konsentrasjonen av nitrat og andre nitrogenforbindelser var relativt høye og i det vesentlige like i de tre innsjøer, med unntak av de tydelig mindre mengdene i Bergsvatnets epilimnion (laget over sprangsjiktet). Dette siste kan ha sammenheng med planktonalgenes forbruk av nærings**salter**. Selv om det ikke var spesielt høye konsentrasjoner av ortofosfat eller totalfosfor i Bergsvatnet, fremgår det av resultatene at for begge parameteres vedkommende var mengdene 2-3 ganger større enn i Eikeren. Forskjellen overfor Fiskumvatnet var enda mer markert. Når det gjelder andre stoffer som er viktige for algeproduksjonen, ser man at innholdet av jernforbindelser er høyt i Bergsvatnet, mens det er lavt i de to andre innsjøene. (Den høyeste jernverdien fra stasjon 3 i Eikeren kan sannsynligvis tilskrives påvirkningen fra <sup>Bergs-</sup>~~Bogstad~~vatnet). Ut fra kjemiske kriterier er det derfor grunnlag for å anta at vannmassene i Bergsvatnet vil gi bedre vekstbetingelser for alger enn vannet i Eikeren og Fiskumvatnet.

Verdiene for farge, turbiditet og kjemisk oksygenforbruk ( $\text{KMnO}_4$ ) viser at Bergsvatnet var påvirket med humusstoffer fra nedbørfeltet. Det samme indikeres av de forholdsvis høye jern- og mangankonsentrasjonene. Jevnført med det som er nevnt om tilgangen på plantenæringsstoffer ovenfor, kan Bergsvatnet følgelig karakteriseres som en noe eutrofiert innsjø, som samtidig har et visst dystroft preg. Eutrofieringen må antas å ha sammenheng med tilførselen av plantenæringsstoffer fra de omliggende dyrkede områder og bebyggelse. (Eutrofi: Innsjøtilstand karakterisert ved høyt innhold av næringsstoffer, stor planteproduksjon og følgelig høyt innhold av organisk stoff. Dystrofe innsjøer har lavt nærings-saltinnhold, liten produksjon, men med høyt innhold av organisk stoff (vesentlig humusforbindelser) tilført fra nedbørfeltet. I begge disse innsjøtypene leder nedbrytningen av organisk stoff til oksygenforbruk i

dypereliggende lag under stagnasjonsperiodene om sommeren og vinteren. I Bergsvatnet er det mulig at mesteparten av det organiske stoff stammer fra nedbørfeltet.)

Som nevnt er Eikerens planteplanktonsamfunn i stor grad preget av de samme arter som er funnet i Bergsvatnet. Ut fra mengdene av nærings-salter, spesielt fosforforbindelser, er det imidlertid overveiende sannsynlig at vekstforholdene er mindre gunstige i Eikeren. Dybdeforskjellen vil imidlertid også spille en rolle. I Eikeren vil denne faktor virke hemmende på utviklingen av store planteplanktonbestander. Det store siktedypet indikerer forøvrig at planktonbestandene var beskjedne.

Planktonsamfunnet i en innsjø vil variere gjennom året. Overflatehåv-trekket fra 1961 er derfor ikke uten videre sammenlignbart med det tilsvarende materialet fra undersøkelsen i 1969. De konstaterte forskjeller er sannsynligvis tilfeldige, og det er liten grunn til å tro at vannkvaliteten i Eikeren har endret seg. De kjemiske resultatene fra sommeren 1958 er også i god overensstemmelse med resultatene i tabell 3 i denne rapport. Innsjøens oligotrofe natur er således bekreftet. (Oligotrofe innsjøer har lavt næringssaltinnhold, liten planteproduksjon og små mengder av organisk stoff).

På den annen side er det neppe tvil om at Eikeren til sine tider er utsatt for en viss påvirkning med gjødselstoffer via Bergsvatnet. Med den lange oppholdstiden som vannet har i Eikeren, må man regne med en effektiv binding av næringssaltene. Følgelig vil en god del av de plantenæringsstoffer som tilføres, akkumuleres i innsjøens bunnsedimenter, og forholdsvis lite føres ut igjen. Fordi det dreier seg om små mengder, vil den resulterende akkumulering av gjødselstoffer foregå meget langsomt.

Med hensyn til næringssaltinnhold lignet forholdene i Fiskumvatnet mest på de i Eikeren, mens farge- og turbiditetsverdiene lå noe nærmere resultatene fra Bergsvatnet. Konsentrasjonen av ortofosfat og totalfosfor var meget lave, og på denne bakgrunn er det sannsynligvis ikke spesielt gode betingelser for produksjon av planteplankton. Forøvrig er det trolig at vannets korte oppholdstid vil bidra til å forhindre store algebestander i de frie vannmasser. Det forholdsvis lave siktedypet og tendensen til oksygenforbruk nedover mot bunnen skyldtes muligens tilførsel



av humusstoffer og leirpartikler fra Fiskumvatnets nedbørfelt. På den annen siden syntes ikke de funne verdiene for farge, turbiditet og permanganatforbruk å tyde på at humuspåvirkningen var særlig stor.

Det må understrekes at det materialet som er samlet inn ved denne undersøkelse, er sparsomt og at nødvendige forbehold kanskje er utelatt i for stor utstrekning. For å få en bedre forståelse av innsjøenes karakter, særlig med hensyn til produksjonsforholdene, vil det være nødvendig med bearbeidelse av kvantitative planktonprøver, i første rekke fra det produktive laget. Slike prøver må innsamles til ulike tider av året. Noe materiale foreligger allerede, men det har ikke vært anledning til å analysere dette innenfor rammen av den foreliggende undersøkelse. Andre typer observasjoner kan også være aktuelle, f.eks. vekstforsøk med vann fra de tre innsjøene eller direkte produksjonsmålinger på stedet.

Spesielt aktuelt vil det være med parallelle undersøkelser i Bergsvatnet og den sørlige del av Eikeren, som muligens har en noe annen vannkvalitet enn resten av innsjøen.

## 7. KONKLUSJONER

I Alle de tre undersøkte innsjøene hadde et særpreget og artsrikt planteplankton. I Bergsvatnet var det kvantitativt dominans av blågrønnalger, mens gruppene grønnalger og diatoméer hadde det største antall arter. I Eikeren var grønnalgene både kvalitativt og mengdemessig mest fremtredende, samtidig som det var en variert og relativt rikelig forekomst av blågrønnalger. Den samlede mengde av planktoniske alger var imidlertid liten i forhold til i Bergsvatnet. Fiskumvatnets planteplanktonsamfunn var mest preget av grønnalger og diatoméer, men også her var enkelte blågrønnalgearter av kvantitativ betydning.

II De kvalitative likhetspunkter mellom planktonet i Bergsvatnet og Eikeren tydet på at tilførselen fra Bergsvatnet i hvert fall til tider har stor betydning for sammensetningen av planktonsamfunnene i Eikeren. Det er også funnet indikasjoner på at innflytelsen fra Bergsvatnet kan merkes på den kjemiske vannkvalitet i Eikerens sydende. Forholdene i denne delen av innsjøen vil imidlertid også influeres av tilgrensende bebyggelse og jordbruksområder.

- III Resultatene fra Bergsvatnet viste at denne noe dystrofe innsjøen sannsynligvis er noe eutrofiert på grunn av tilførselen av gjødselstoffer fra omgivelsene. Det ble registrert et markert oksygen-svinn fra 8 meters dyp. Disse forhold, sammen med høy turbiditet og forholdsvis høyt innhold av jern- og manganforbindelser, gjør innsjøen mindre brukbar som drikkevannsforsyning.
- IV Hovedvannmassene i Eikeren har en naturlig oligotrof karakter, og det er intet som tyder på at vannkvaliteten har forandret seg innenfor det tidsrommet man har observasjonsmateriale fra. Ut fra såvel kjemiske som biologiske kriterier er denne vannforekomsten følgelig velegnet til vannforsyningsformål. Hvis man ønsker å bevare vannets nåværende kvalitet, må imidlertid utviklingen i nedbørfeltet planlegges med dette for øyet.
- V Trolig som en følge bl.a. av vannets korte oppholdstid i innsjøen hadde Fiskumvatnet et markert innhold av humuspartikler og leirpartikler. Den korte oppholdstiden vil også medvirke til å holde planktonbestandene nede. Forholdsvis høy turbiditet, som særlig vil følge med flomsituasjoner, vil vanskeliggjøre Fiskumvatnets eventuelle bruk til vannforsyningsformål.
- VI Materialet fra denne rapport gir et noe spinkelt grunnlag for å bedømme vannkvaliteten. Det gjelder f.eks. forholdene i sydenden av Eikeren og den dermed sammenhengende innflytelse fra Bergsvatnet og tettbebyggelsen i Eidsfoss og omegn. Særskilt i dette området vil det derfor kunne bli aktuelt med videre undersøkelser. Imidlertid vil det også for resten av vassdraget være fordelaktig med et overvåkningsprogram for på denne måten å sikre løpende informasjon om tilstanden.

8. LITTERATUR:

- Eknes, T.H.; 1949      En undersøkelse av den høyere vegetasjon i Eikeren og Fiskumvatnet.  
(Upubl. hovedfagsarbeide ved Oslo Universitet)
- Hassel, O.; 1934      Dybdekarter over Eikeren og Fiskumvatnet.  
N. Geogr. Tidsskr. 5: 27-29.
- Norsk institutt for vannforskning, 1959  
Vestfold interkommunale vannverk. Undersøkelse av vannkilder 1958 (Rapport 0-57, upubl.).
- Skulberg, O.M.; 1966      Crustaceans of an oligotrophic lake as interfering organisms for an industrial water supply.  
Int. Rev. Hydrobiol. 51 (2): 237-242.
- Strøm, K.M.; 1934      Geomorfologiske bemerkninger om Eikeren og dens omgivelser.  
N. Geogr. Tidsskr. 5: 30-32.
- Strøm, K.M.; 1944      Heat in a south Norwegian lake. Studies on lake Eikeren during the years 1934 and 1935.  
Geofysiske publikasjoner vol. XVI (3): 1-23 Oslo.

Tabell 4. Plankton i Eikeren 7/6 1961 og 27-28/8 1969,  
Fiskumvatnet 27/8 1969 og Bergsvatnet 28/8 1969.

Organismer	Sted	Eikeren		Fiskum-	Bergs-
		St. 2	St. 3	vatnet	vatnet
Dato	7/6-61	27/8-69	28/8-69	27/8-69	28/8-69
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Breb.		2	2	2	3
Anabaena Bory sp.			1-2		4
Cf. Aphanothece clathrata W.& G.S.West		3-4	2	4	2
Chroococcus cf. minutus (Kütz.) Nägeli					+
Chroococcus cf. turgidus (Kütz.) Nägeli		3-4	3-4	3-4	+
Cf. Chroococcus limneticus Lemm.					2-3
Coelosphaerium nägelianum Unger		+	2		2-3
Gomphosphaeria lacustris Chod.		1	2-3	2-3	4-5
Gomphosphaeria cf. lacustris var. compacta Lemm.		2-3	3		2
Microcystis cf. aeruginosa Kütz.					2
Microcystis cf. flos-aquae (Wittr.) Kirch.			+		3-4
Oscillatoria Vauch. sp. (6-7 $\mu$ )		2	2	1	2-3
Oscillatoria Vauch. sp. (ca. 10 $\mu$ )				+	
<b>CHLOROPHYCEAE</b>					
Arthrodesmus cf. incus (Breb.) Hassall					1
Botryococcus braunii Kütz.		2	2		2
Coelastrum microporum Nägeli				1	+
Cosmarium Corda sp.			1		4
Crucigenia rectangularis (A.Braun) Gay		3-4	4	4	+
Crucigenia tetrapedia (Kirch.) W.& G.S.West				1	
Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli					+
Dictyosphaerium pulchellum Wood					3
Elakatothrix gelatinosa Wille		1			
Eudorina elegans Ehr.			1		2
Euastrum Ehr. sp.					+
Glocococcus schroeteri (Chod.) Lemm.		2-3	2	2	
Gloecystis planctonica (W.& G.S.West) Lemm.		+		+	
Gloeotila Kütz. sp. (ca. 4 $\mu$ )			+		2
Kirchneriella lunaris (Kirch.) Moeb.					2
Kirchneriella lunaris cf. var.dianae Bohlin					1
		forts.			

Tabell 4 forts.

Sted	Eikeren		Fiskum-	Bergs-	
	St. 2	St. 3	vatnet	vatnet	
Dato	7/6-61	27/8-69	28/8-69	27/8-69	28/8-69
CHLOROPHYCEAE forts.					
Nephrocytium cf. agardhianum Nägeli			1-2		
Nephrocytium Nägeli sp.		+			
Oocystis Nägeli sp.		1	1		
Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.	+		1	2	
Pediastrum duplex Meyen			1	2	
Quadrigula cf. closterioides (Bohlin) Printz				1	
Quadrigula pfitzeri (Schroeder) Printz		4	4	4	
Scenedesmus arcuatus Lemm.			1-2	2	
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Breb.				2	
Staurastrum cf. cuspidatum Breb.			1	2	
Staurastrum Meyen spp.				2	
BACILLARIOPHYCEAE					
Amphiprora cf. ornata Bailey			1		
Asterionella formosa Hass.	3		2	3	
Cyclotella cf. comta (Ehr.) Kütz.	+	3	2-3	3	2
Cyclotella cf. kützingiana Twaites	+				
Cyclotella stelligera Cl. & Grun.				+	
Cymatopleura elliptica (Breb.) W. Smith			+		
Diploneis Ehr. sp.			2	1	
Fragilaria crotonensis Kitton			+		
Fragilaria Lyngb. sp.				1	
Fragilaria Lyngb. spp.			2		
Melosira ambigua (Grun.) O. Müller	+		2	3-4	
Melosira distans (Ehr.) Kütz.			1	2	
Melosira cf. islandica O. Müller	3				
Stenopterobia intermedia (Lewis) Fricke			1		
Surirella Turp. spp.			+	2-3	+
Synedra cf. acus Kütz. (2 varieteter)			2	3	
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.			1		
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz		1	1	1	
Tabellaria cf. fenestrata var. asterionelloides Grun:	3				
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	+	1	2	1-2	2-3
Diverse pennate diatoméer	2		+	2	+
forts.					

Tabell 4 forts.

Organismer	Sted	Eikeren		Fiskum-	Bergs-	
		St. 2	St. 3	vatnet	vatnet	
Dato		7/6-61	27/8-69	28/8-69	27/8-69	28/8-69
<b>CHRYSTOPHYCEAE</b>						
<i>Chrysosphaerella longispina</i> Lauterborn				1		
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof		+				
<i>Dinobryon cylindricum</i> Imhof		+				
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		2		2		
<i>Mallomanas cf. tonsurata</i> Teiling				2-3		
<i>Mallomanas</i> Perty sp.			3			
<i>Stichogloea olivacea</i> Chod.			4	4	4	2
<b>DINOPHYCEAE</b>						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Schrank			2	2		
<i>Peridinium</i> Ehr. sp. (ca. 35-38 x 27-30 µ)				2		2
<i>Peridinium</i> Ehr. sp. (ca. 60 x 55 µ)		3				
<i>Cf. Peridinium</i> Ehr. sp. (ca. 22 x 17 µ)				2-3		
<b>PROTOZOA</b>						
<i>Codonella cratera</i> Leidy				2		3
<i>Epistylis rotans</i> Svec						2
<i>Vorticella</i> Ehr. sp. (delvis på <i>Anabaena flos-aquae</i> )				2-3		2-3
Skall av thecamoer				+		
<b>ROTATORIA</b>						
<i>Conochilus</i> Ehr. sp.		+	2-3	2-3		
<i>Kellicottia longispina</i> (Kell.)			2-3	3		2
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)		1	1	1-2		2-3
<i>Polyarthra</i> Ehr. sp.			2-3	3	3-4	+
Ubestemte			2		2	2
<b>CRUSTACEA</b>						
<i>Bosmina coregoni</i> Baird		4	3	3	3-4	3
<i>Cyclops</i> O.F. Müller sp.		2			+	2
<i>Daphnia</i> O.F. Müller sp.		3	3-4	2-3	2	
<i>Holopedium gibberum</i> Zadd.			2	2-3	3	
Calanoide copepoder		4	2-3	2-3	2-3	2
Nauplier		2-3	2	1-2		1
<b>VARIA</b>						
Rester av trådformede alger			2			
Ubestemt <i>Palmella</i> -stadium		4				
Pollen av bartrær		4	1	1-2	2-3	2
Humuspartikler m. utfelt jern			2-3	3	3-4	4
Mineralpartikler			+	+	3	+