

0-
110/
/65.

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Snr. 2046
RI. Del 4

Utredning for Østlandskomiteén 1967

OR-204

Rapport I

Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster

Del 4.

Andre vassdrag og innsjøer.

Redigert

av

cand. real. Hans Holtan

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

UTREDNINGEN BESTÅR AV:

RAPPORT I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster.

Del 1. Generell oversikt over arbeidsopplegg og metodikk.

- » 2. Glåma.
- » » Gudbrandsdalslågen.
- » » Drammensvassdraget.
- « « Begnavassdraget.
- » » Hallingdalselva.
- » » Numedalslågen.
- » » Skiensvassdraget.
- » 3. Mjøsa, Hurdalsjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø.
- » » Hydrografiske tabeller.
- » 4. Andre vassdrag og innsjøer.
- » 5. Ferskvannsfisket og skadevirkninger av forurensning.

RAPPORT II. Tekniske og økonomiske vurderinger av vannforsynings- og avløpsforhold.

Del 1. Utredningsoppgave og arbeidsopplegg.

- » 2. Forutsetninger for beregninger og vurderinger.
- » 3. Generell vurdering av vannforsynings- og avløpsforhold i de enkelte fylker.
- » 4. Sammendrag. Eksisterende forhold — utbyggingsbehov og beregnede kostnader.

Bilag A Oslo og Akershus fylker.

- » B 1 — B 4. Buskerud fylke.
- » C 1 — C 5. Hedmark fylke.
- » D 1 — D 6. Oppland fylke.
- » E 1 — E 5. Telemark fylke.
- » F 1 — F 3. Vestfold fylke.
- » G 1 — G 4. Østfold fylke.

RAPPORT III. Hovedrapport.

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Uttredning for Østlandskomiteén 1967

Rapport I

Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster

Del 4.

Andre vassdrag og innsjøer.

Redigert

av

cand. real. Hans Holtan

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet desember 1967

	Side:
FORORD	8
1. INNLEDNING	9
2. OSLO OG AKERSHUS FYLKER	12
2.1. Aurevatn i Bærum	12
2.2. Bleksli/Bråtetjern, Nesodden	17
2.3. Breiviktjern i Vestby	20
2.4. Børtervatn, Enebakk	22
2.5. Gjersjøen i Oppegård	25
2.6. Halsjøen, Dretvatn og Fiskeløysa i Lørenskog	33
2.7. Søndre og Nordre Heggelivatn på Krokskogen, Ringerike	37
2.8. Lyseren, Spydeberg, Enebakk	40
2.9. Maridalsvatn, Oslo	43
2.10. Nitelva, Nittedal	51
2.11. Nordbysjøen, Rælingen	56
2.12. Padderudvatn i Asker	59
2.13. Store Sandungen, Asker	62
3. BUSKERUD FYLKE	68
3.1. Drammen vannforsyning, Drammen	68
3.2. Garsjø, Lier	73
3.3. Glitrevatn i Lier	75
3.4. Krøderen	77
3.5. Lierelva	80
3.6. Sandvatn, Flesberg	82
3.7. Sperillen, Ringerike	84
3.8. Væleren i Ringerike	87
4. HEDMARK FYLKE	89
4.1. Digeren ved Kongsvinger	89
4.2. Dragsjøen i Nes	91

4.3.	Femunden i Engerdal	94
4.4.	Hornsjø og Veksaren i Eidskog	98
4.5.	Ossjøen i Trysil	100
4.6.	Storsjøen i Odalen	103
4.7.	Storsjøen i Rendalen	108
4.8.	Trysilvassdraget	111
5.	OPPLAND FYLKE	113
5.1.	Hunnselva, Gjøvik	113
5.2.	Strondafjorden i Valdres	120
5.3.	Viggavassdraget	122
6.	TELEMARK FYLKE	130
6.1.	Flåtevatn i Bamble	130
6.2.	Mjøvatn, Porsgrunn	133
7.	VESTFOLD FYLKE	136
7.1.	Akersvatn i Stokke	136
7.2.	Aulielva, Sem	139
7.3.	Borrevatn	151
7.4.	Eikeren	155
7.5.	Farrisvatn, Larvik	158
7.6.	Goksjø, Hedrum	161
7.7.	Sandevassdraget	164
7.8.	Svartangen i Lardal	169
7.9.	Åsvatn i Sande	171
8.	ØSTFOLD FYLKE	174
8.1.	Haldenvassdraget	174
8.2.	Isesjø, Skjeberg	194
8.3.	Vannforekomster i Trøgstad	197
8.4.	Vansjø	200
9.	GENERELL DISKUSJON	207

TABELLFORTEGNELSE:

Side:

1. Aurevatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater. Middelveidier	13
2. Aurevatn. Kjemiske analyseresultater før reguleringen. Middelveidier	15
3. Bleksli/Bråtetjern. Morfometriske og hydrologiske data	17
4. Bleksli/Bråtetjern. Middelveidier for kjemiske komponenter	18
5. Breviktjern. Morfometriske og hydrologiske data	20
6. Breviktjern. Kjemiske data	21
7. Børtervatn. Morfometriske og hydrologiske data	22
8. Børtervatn. Middelveidier for kjemiske komponenter	24
9. Gjersjøen. Morfometriske og hydrologiske data	26
10. Gjersjøen. Middelveidier for kjemiske komponenter	29
11. Halsjøen, Dretvatn og Fiskeløysa. Morfometriske og hydrologiske data	33
12. Halsjøen, Dretvatn og Fiskeløysa. Variasjonsbredde og middelveidier for kjemiske komponenter	35
13. Heggelivatnene. Morfometriske og hydrologiske data	37
14. Heggelivatnene. Middelveidier for kjemiske komponenter	38
15. Lyseren. Morfometriske og hydrologiske data	41
16. Lyseren. Middelveidier for kjemiske komponenter	42
17. Maridalsvatn. Morfometriske og hydrologiske data	45
18. Maridalsvatn. Middelveidier for kjemiske komponenter	46
19. Nitelva. Fysisk-kjemiske analyseresultater. Middelveidier	54
20. Nordbysjøen. Morfometriske og hydrologiske data	56
21. Nordbysjøen. Oksygenmetning i %	57
22. Nordbysjøen. Middelveidier for kjemiske komponenter	58
23. Padderudvatn. Morfometriske og hydrologiske data	59
24. Padderudvatn. Middelveidier for kjemiske komponenter	60
25. Store Sandungen. Morfometriske og hydrologiske data	63
26. Store Sandungen. Middelveidier for kjemiske komponenter	64
27. Drammen vannforsyning. Hydrologiske data	69
28. Drammen vannforsyning. Maks., middel og min.-verdier for kjemiske komponenter	70
29. Garsjø. Morfometriske og hydrologiske data	73
30. Garsjø. Middelveidier for kjemiske komponenter	74
31. Glitrevatn. Morfometriske og hydrologiske data	75
32. Glitrevatn. Middelveidier for kjemiske komponenter	76
33. Krøderen. Bosetningsforhold og utnyttelse av nedbørfeltet	77
34. Krøderen. Morfometriske og hydrologiske data	77
35. Krøderen. Kjemiske analyseresultater	79

36. Lierelva. Middelverdier for kjemiske komponenter	81
37. Sandvatn. Morfometriske og hydrologiske data	82
38. Sandvatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	83
39. Sperillen. Bosetningsforhold og utnyttelse av nedbørfeltet	84
40. Sperillen. Morfometriske og hydrologiske data	84
41. Sperillen. Kjemiske analyseresultater	86
42. Væleren. Morfometriske og hydrologiske data	87
43. Væleren. Middelverdier for kjemiske komponenter	88
44. Digeren. Morfometriske og hydrologiske data	89
45. Digeren. Middelverdier for kjemiske komponenter	90
46. Dragsjøen. Morfometriske og hydrologiske data	91
47. Dragsjøen. Middelverdier for kjemiske komponenter	92
48. Femunden. Morfometriske og hydrologiske data	94
49. Femunden. Middelverdier for kjemiske komponenter	96
50. Hornsjø og Veksaren. Morfometriske og hydrologiske data	98
51. Hornsjø og Veksaren. Middelverdier for kjemiske komponenter	99
52. Ossjøen. Morfometriske og hydrologiske data	100
53. Ossjøen. Fysisk-kjemiske analyseresultater	102
54. Storsjøen i Odalen. Nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	103
55. Storsjøen i Odalen. Morfometriske og hydrologiske data	104
56. Storsjøen i Odalen. Temperaturobservasjoner 1966, i °C	105
57. Storsjøen i Odalen. Oksygenobservasjoner 1966, % metn.	105
58. Storsjøen i Odalen. Middelverdier for kjemiske komponenter	106
59. Storsjøen i Rendalen. Morfometriske og hydrologiske data	108
60. Storsjøen i Rendalen. Fysisk-kjemiske analyseresultater	109
61. Trysilervas nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	111
62. Femunden, Trysilelva og Engera. Kjemiske analyseresultater	112
63. Hunnelva. Kjemiske analyseresultater. Middelverdier av korttidsundersøkelser 29., 30. og 31. mars 1960	115
64. Strondafjorden. Morfometriske og hydrologiske data	120
65. Strondafjorden. Middelverdier for kjemiske komponenter	121
66. Jaren. Morfometriske og hydrologiske data	122
67. Viggavassdraget. Stasjonsplassering ved prøvetaking 1. og 2. august 1967.	125
68. Viggavassdraget. Kjemiske analyseresultater	126
69. Jarevatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater	127
70. Flåtevatn. Morfometriske og hydrologiske data	130
71. Flåtevatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	131
72. Mjøvatn. Morfometriske og hydrologiske data	133
73. Mjøvatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	134

74.	Akersvatn. Morfometriske og hydrologiske data	136
75.	Akersvatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	137
76.	Aulielva. Nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	140
77.	Aulielva. Stasjonsplassering ved prøvetaking 3. og 4. august 1967	142
78.	Aulielva. Fysisk-kjemiske analyseresultater. Middelverdier fra mars til august 1958	143
79.	Aulielva. Fysisk-kjemiske analyseresultater	144
80.	Aulielva. Fysisk-kjemiske analyseresultater	145
81.	Aulielva. Fysisk-kjemiske analyseresultater	146
82.	Borrevatn. Morfometriske og hydrologiske data	151
83.	Borrevatn. Vannets oksygenmething i de forskjellige perioder	152
84.	Borrevatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	153
85.	Borrevatn. Bakteriologiske analyseresultater, Horten vannverk, råvann	154
86.	Eikeren. Morfometriske og hydrologiske data	156
87.	Eikeren. Middelverdier for kjemiske komponenter	157
88.	Farrisvatn. Morfometriske og hydrologiske data	159
89.	Farrisvatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	160
90.	Goksjø. Morfometriske og hydrologiske data	161
91.	Goksjø. Middelverdier for kjemiske komponenter	162
92.	Sandevassdraget. Prøvetakingsstasjoner ved befaring 14. og 15. august 1967	165
93.	Sandevassdraget. Kjemiske analyseresultater	167
94.	Svartangen. Morfometriske og hydrologiske data	169
95.	Svartangen. Middelverdier for kjemiske komponenter	170
96.	Åsvatn. Morfometriske og hydrologiske data	171
97.	Åsvatn. Middelverdier for kjemiske komponenter	172
98.	Haldenvassdraget. Regulerte sjøer	177
99.	Haldenvassdraget. Arealutnyttelse, bosetting, industri og middelvannføring	178
100.	Haldenvassdraget. Arealutnyttelse og bosettingsforhold i forskjellige områder av Haldenvassdraget	180
101.	Haldenvassdraget. Stasjonsplassering ved prøvetaking den 5. - 9. juni 1967	183
102.	Haldenvassdraget. Temperatur og oksygenvariasjoner i Haldenvassdraget i undersøkelsesperioden 5. juni - 9. juni 1967	186
103.	Haldenvassdraget. Kjemiske analyseresultater. Middelverdier	187
104.	Haldenvassdraget. Ionekomponenters ekvivalentprosent	189
105.	Haldenvassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater mai 1965 - august 1966. Middelverdier	191

106.	Isesjø. Morfometriske og hydrologiske data	194
107.	Isesjø. Middelerdier for kjemiske komponenter	195
108.	Isesjø. Middeltall for bakteriologiske analyseresultater	196
109.	Vannforekomster i Trøgstad. Temperatur- og oksygenforhold i Maastadtjern	198
110.	Vannforekomster i Trøgstad. Kjemiske analyseresultater	199
111.	Vansjø. Morofmetriske og hydrologiske data	201
112.	Vansjø. Middelerdier på de forskjellige observasjonsdager	202
113.	Vansjø. Middelerdier for kjemiske komponenter	203

F I G U R F O R T E G N E L S E :

1.	Østlandsområdet. Undersøkte vannforekomster	11
2.	Nitelva. Stasjonsplassering	52
3.	Hunnselva. Kjemiske analyseresultater	116
4.	Agedalselva, Jarenvatn og Vigga. Nedbørfelt med stasjonsplassering	123
5.	Viggavassdraget. Kjemiske analyseresultater	128
6.	Aulielva. Nedbørfelt med stasjonsplassering	141
7.	Aulielva. Fysisk-kjemiske analyseresultater	147
8.	Sandevassdraget. Nedbørfelt med stasjonsplassering	166
9.	Sandevassdraget. Kjemiske analyseresultater	168
10.	Haldenvassdraget. Skjematisk lengdeprofil	176
11.	Haldenvassdraget. Månedlig middelerdier og nedbør Månedlig normaltemperatur og normal nedbør	181
12.	Haldenvassdraget. Stasjonsplassering	184
13.	Haldenvassdraget. Kjemiske analyseresultater	188

FORORD

Denne rapport er et ledd i utredningsarbeidet for Østlandskomiteen og omfatter en kort beskrivelse av en rekke vassdrag og innsjøer i Østlandsområdet. De fleste av disse vannforekomster er tidligere undersøkt av vårt institutt etter oppdrag fra diverse kommuner, bedrifter, konsulenter o.s.v. som velvilligst har gitt sitt samtykke i at resultatene blir brukt i denne sammenheng.

Beskrivelsene av de forskjellige vannforekomster er i rapporten skjematisk fremstilt og kan betraktes som et sammendrag av de opprinnelige rapporter som bl.a. oppbevares på instituttet og hos de respektive oppdragsgivere.

Bakgrunns materialet er svært heterogent og har derfor vært vanskelig å fremstille i en enhetlig form. Arbeidet er dessuten blitt utført over et lengere tidsrom og til dels av flere personer. Den formelle side av presentasjonen kan være preget av dette. I de tilfeller det foreligger opplysninger om bruk av vannforekomsten som drikkevannskilde eller som resipient for avløpsvann er dette nevnt under punktet : Bruk av lokaliteten. Andre bruksinteresser er således ikke tatt med.

I en del av vannforekomstene er det også foretatt andre limnologiske undersøkelser, bl.a. av hovedfagstudenter ved Universitetet i Oslo. Disse undersøkelser har imidlertid hatt mer akademiske målsettinger og er derfor ikke uten videre egnet for de praktiske problemstillinger. Tidsfristen for gjennomføringen av dette arbeidet har dessuten ikke tillatt nevneverdig litteraturstudier. Slike undersøkelser er derfor som regel ikke kommet med i denne redegjørelse.

Oslo, den 30. desember 1967.

Hans Holtan
cand.real.

1. INNLEDNING

I samsvar med den klassiske inndeling etter det såkalte trofibegrep, kan man skille mellom tre typer innsjøer, nemlig:

Oligotrofe innsjøer	(næringsfattige)
Eutrofe	" (næringsrike eller produktive)
Dystrofe	" (humuspregede brunvannssjøer)

Mellom disse rene typer er det en rekke overgangsformer.

De fleste mindre innsjøer som ligger i skog- og myrområder, har et mer eller mindre dystroft preg. Det karakteristiske ved slike sjøer er foruten den brunaktige farge, et visst forbruk av oksygen - et fenomen som i særlig grad kommer til syne i de stagnerende dypvannsmasser om sommeren og om vinteren. Årsaken til dette forklares ved nedbrytning av organisk materiale (humusstoffer) som tilføres innsjøen fra nedbørfeltet. Nedbrytning av organisk materiale i bunnsedimentene spiller også en vesentlig rolle i denne sammenheng. Andre karakteristiske trekk ved slike sjøer er en sur og bløt vanntype som gjerne inneholder betydelig jern- og manganforbindelser. Ved bruk av slike sjøer som drikkevannskilder, noe som forøvrig er vanlig, kan vannets innhold av humusstoffer by på vanskeligheter renseteknisk sett. Den mest effektive rensete metode i slike tilfelle er kjemisk felling (fullrensning), men vannets farge kan også reduseres ved bruk av kraftige oksydasjonsmidler. De rensetekniske tiltak må forøvrig vurderes i hvert enkelt tilfelle.

De fleste mindre innsjøer som ligger i jordbruksområder eller i tettbebygde strøk, er gjerne mer eller mindre eutrofierte. Det mest karakteristiske trekk ved slike sjøer er stor planktonproduksjon (algeblomst) i sommerhalvåret. Sekundært betinger denne produksjon en viss overmetning av oksygen i overflate-lagene om sommeren og et visst forbruk av oksygen i dyplagene under stagnasjonsperiodene sommer og vinter. Både av kjemiske, biologiske og bakteriologiske grunner egner slike innsjøer seg vanligvis mindre bra som drikkevannskilder.

De fleste høyereliggende, men også en del innsjøer i lavlandet, i hvert fall de større, kan regnes til den oligotrofe type. Karakteristiske trekk ved slike sjøer er bl.a. stor dybde, klart vann (stort siktedyp), liten planktonproduksjon og ubetydelig forbruk av oksygen i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Slike innsjøer egner seg godt som drikkevannskilder, og vannet er som regel

av en slik kvalitet at det er unødvendig med kompliserte og kostbare renses-
tekniske tiltak.

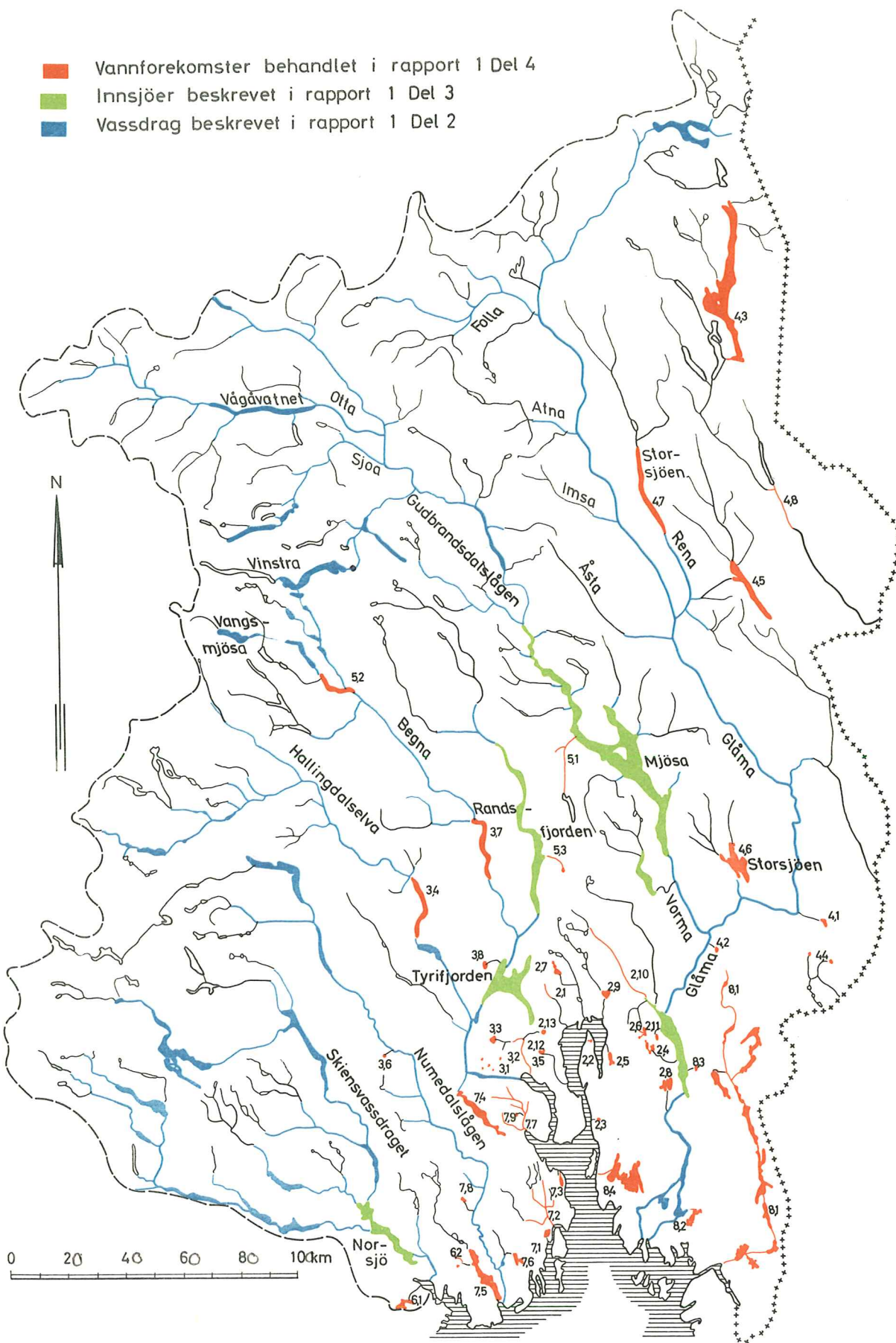
Alle vannforekomster som er beskrevet i denne rapport (I Del 4) er tegnet inn
med rødt på fig.1. Tallene på figuren refererer seg til lokalitetenes nummer-
ering i rapporten. De fleste vannforekomster er undersøkt med henblikk på
praktiske problemstillinger, nemlig som vannforsyningskilder eller som kloakk-
resipienter. I samsvar med den enkelte oppdragsgivers problemstilling, er det
i enkelte av lokalitetene foretatt relativt grundig undersøkelse, mens det
fra andre foreligger mer beskjedent observasjonsmateriale. Prøvetakingsstasjon-
ene i innsjøene er som regel blitt henlagt til de dypeste områder, slik at ana-
lyseresultatene skulle gi en orientering om hovedvannmassenes tilstand. Fra
elvene er det som regel samlet inn prøver ved kortvarige befaringer, og det
foreliggende materiale gir således bare en orientering om vannkvaliteten på det
tidspunkt prøvene ble tatt.

En del av det anvendte observasjonsmateriale er flere år gammelt, og mulighetene
er derfor tilstede for at vannkvaliteten og forholdene, f.eks. i nedbørfeltet,
har endret seg siden undersøkelsen fant sted. I dette arbeidet vil generelle
data og opplysninger om vannkvaliteter o.l. bli gitt slik de er beskrevet i de
respektive rapporter. Eventuelle praktiske konklusjoner i forbindelse med ut-
nyttelsen av de forskjellige vannforekomster bør ihvertfall i enkelte tilfeller
bli gjenstand for fornyet vurdering, og vil derfor i liten utstrekning bli tatt
med i denne rapporten.

Östlandsområdet

Undersökte vannforekomster

- Vannforekomster behandlet i rapport 1 Del 4
- Innsjöer beskrevet i rapport 1 Del 3
- Vassdrag beskrevet i rapport 1 Del 2



OSLO OG AKERSHUS FYLKER

2.1. Aurevatn Bærum

2.1.1. Generelt

Aurevatn er undersøkt etter oppdrag fra Bærum kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 31. Rensing av drikkevann fra Trehørningsvassdraget i Bærum. Blindern, 19.mai 1959.

Aurevatn er den nederste av fire innsjøer, Aurevatn, Småvatn, Byvatn og Trehørningen i Trehørningsvassdraget. Innsjøens nedbørfelt er 16 km^2 stort. Berggrunnen i området tilhører Oslofeltets eruptivbergarter og består i det vesentligste av akeritt og porfyr. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Det er en del myr i området, ellers er feltet tildels bevokst med skog.

Aurevatn brukes som vannkilde for Bærum vannverk, og av den grunn er all hyttebebyggelse bortsett fra to hytter innerst ved Trehørningen, ekspropriert og fjernet. En plass innerst ved Trehørningen, Kapesäter, er fortsatt tillatt drevet som jordbruk, men er pålagt restriksjoner med hensyn til overgjødsling m.v. Nedbørfeltet er forøvrig pålagt en rekke servitutter som bl.a. omfatter forbud mot å nytte eiendommene på annen måte enn til alminnelig skogbruk og beiting. Nødvendige hytter og uthus for skogsdriften kan føres opp, men ikke nærmere innsjø enn 100 m og elv eller bekk enn 50 m uten helserådets samtykke. Bading, vask og skylling av tøy er ikke tillatt i innsjøene eller i tilløpene til disse. I Aurevatn er det også forbudt å fiske.

2.1.2. Morfometriske og hydrologiske forhold

Det foreligger ingen sikre data angående innsjøenes morfometriske forhold. Aurevatn ble i 1958 - 1959 demmet opp 12 m og ifølge Bærum vannverk økte derved innsjøens volum fra $0,4 \text{ mill.m}^3$ til $2,4 \text{ mill.m}^3$. Vannets overflate ved fullt magasin ligger nå på kote 275. Det neddemmede areal er på ca. 141 dekar, hvorav mesteparten av fjellgrunnen delvis var dekket av vegetasjon: lav, mose, gress og lyng. I den nordlige del av dette området var det myr.

Ifølge Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (1958) er avrenningen i området $27,2 \text{ l/sek/km}^2$: ca. $0,4 \text{ m}^3/\text{sek}$. Dette betyr at vannmassenes teoretiske oppholdstid i det oppdemmede Aurevatn er ca. 90 døgn mot ca. 15 døgn før reguleringen. I 1967 ble også Byvatn regulert.

2.1.3. Hydrografiske forhold

Vannkvaliteten i Aurevatn er blitt undersøkt gjennom en rekke år. Inntil 1957 ble slike undersøkelser gjennomført av Statens institutt for folkehelse og Norges Veterinærhøyskole. Prøvene ble samlet inn i overflatelagene. Norsk institutt for vannforskning i samarbeid med Bærum kommune har samlet inn kjemisk observasjonsmateriale fra Aurevatn før, under og etter reguleringen. Middelerverdier for de kjemiske analyseresultater er gjengitt i tabell 1.

Hydrografiske forhold i Aurevatn før reguleringen.

Aurevatn hadde før reguleringen en utpreget termisk lagdeling om sommeren. Sprangsjiktet (termoklinen) lå i 4 - 7 meters dyp. Temperaturen i overflatevannmassene (epilimnion) var 16 - 17°C, og i dypet (hypolimnion) lå temperaturen i intervallet 5 - 6°C.

I de øverste lagene var oksygenmetningen ca. 80 %, i sprangsjiktområdet var det et oksygenminimum (ca. 35 % metning), og i hypolimnion var oksygenmetningen 40 - 50 %. Vannmassene hadde et forholdsvis stort innhold av organisk materiale, og dette antas å ha forårsaket et forholdsvis stort forbruk av oksygen i hele vannmassen. På grunn av tetthetsforholdene ble det antakelig samlet opp organisk stoff i sprangsjiktområdet, slik at de biologiske nedbrytningsprosesser var mest utpreget i dette nivå. Etter hvert som høstavkjølingen grep om seg ble mektigheten av de epilimnioniske lag stadig større, samtidig med at de spesielle forhold i sprangsjiktområdet forsvant. Aurevatns volum før reguleringen var lite i forhold til nedbørfeltet (tilrenningen).

Tabell 2 viser middelerdien og variasjonsområde for en del kjemiske komponenter før reguleringen.

Tabell 2. Kjemiske analyseresultater før reguleringen

Komponent	Middel	Variasjonsbredde
pH	6,4	6,0 - 6,9
Farge, mg Pt/l	33	20 - 45
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	0,8	0 - 1,2
Permanganattall, ml N/100 KMnO ₄ /l	86	65 - 111
" " mg O/l	6,9	5,2 - 8,9
Hårdhet, mg CaO/l	5	5 - 7
Tørrstoff, mg/l	32	25 - 36
Gløderest, mg/l	17	11 - 20
Spes.ledningsevne, 20°C, µS/cm	28,5	20,4 - 34,7
Jern, mg Fe/l	0,13	0,04 - 0,26
Mangan, mg Mn/l	0,05	0 - 0,25
Ammoniakk, mg NH ₃ /l	0,04	0 - 0,10

For denne tabell er å bemerke at de kjemiske komponenter kun gjelder innsjøens overflatevann, hvor vannkvaliteten kan skifte fort i forhold til nedbørforhold og årstid. Tabellen viser at vannet var svakt surt og bløtt. Vannets innhold av organisk materiale varierte, men var i gjennomsnitt forholdsvis høyt. Fargeverdiene varierte således fra 20 - 45 mg Pt/l og var i gjennomsnitt 33 mg Pt/l. Jern- og manganinnholdet varierte i samsvar med humuspåvirkningen, idet disse stoffer er komplekst bundet til organisk materiale.

Hydrografiske forhold i Aurevatn etter reguleringen.

Reguleringen, samt utnyttelsen av Aurevatn som drikkevannskilde, har forårsaket spesielle hydrografiske forhold. Oppdemningen forårsaket en økning av lokalitetens volum fra 0,4 mill.m³ til 2,4 mill.m³, og dette burde bevirke en mer utpreget og normal termisk stratifikasjon. Vannverkets inntak ligger på 13,5 m under høyeste vannstand, og det tappes i gjennomsnitt 20 000 m³ pr. døgn. Den regulerte vannføring er beregnet til 25 000 m³ pr. døgn. Denne uttapping av dypvannsmassene bevirker at sprangsjiktet blir trukket ned mot inntaket forholdsvis hurtig. På grunn av at sommersituasjonen har ført til oksygenmangel i vannverkets inntaksnivå, er det i slutten av sommerstagnasjonsperioden blitt tappet ut vann i bunnen, slik at både vannstand og sprangsjikt forholdsvis hurtig er

blitt trukket nedover mot lavereliggende nivå. Om vinteren er temperaturforholdene normale gjennom hele stagnasjonsperioden.

Det registrerte oksygenforbruk i dyplagene og i sprangsjiktområdet under stagnasjonsperiodene henger sammen med biologisk nedbrytning av organisk materiale. Under sirkulasjonsperiodene får vannmassene i alle dyp av innsjøen tilførsel av oksygen fra luften, og ved inngangen til stagnasjonsperiodene er oksygenmetningen 90 - 100 %. Uttappingen av innsjøens bunnvann på sensommeren fører til en forholdsvis hurtig fornyelse av oksygeninnholdet i de dypere lag av innsjøen. Om vinteren avtar oksygeninnholdet jevnt mot dypet, og i de dypeste lag er det anaerobe forhold i slutten av stagnasjonsperiodene.

Vannets pH varierer i intervallet pH 5,6 - pH 6,7. I stagnasjonsperiodene er det vanligvis noe høyere verdier i de øverste lagene og noe lavere i dyplagene.

Middelverdiene for den spesifikke ledningsevne har etter reguleringen variert i området 21 til 26 μ S og er av samme størrelsesorden som de verdier som ble observert av Statens institutt for folkehelse i tidsrommet 1951 til 1954.

Vannets farge som i stor utstrekning er avhengig av dets innhold av organisk materiale, har etter reguleringen stort sett variert mellom 40 og 50 mg Pt/l i innsjøens vannmasser ned til 16 meters dyp. De laveste verdier er blitt målt i sommermånedene. Ved å sammenlikne verdiene for vannets farge før og etter reguleringen har øyensynlig vannets innhold av organisk materiale økt ved oppdemmingen. Analyseresultatene fra før reguleringen gjelder kun vannprøver fra overflatelagene. Det er derfor vanskelig eksakt å angi hvor stor fargeøkning reguleringen har forårsaket. Analyseresultatene tyder på at det kan dreie seg om 8 - 10 mg Pt/l.

Det er ingen påviselig forskjell i vannets jerninnhold (fra 0,05 til 0,20 mg Fe/l) før og etter reguleringen.

2.2. Bleksli/Bråtetjern

2.2.1. Generelt

Lokaliteten har vært undersøkt etter oppdrag fra Nesodden kommune. Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 14/66. Undersøkelse av vannkvaliteten i Bleksli/Bråtetjern - Nesodden vannverk. Blindern, 18. januar 1967. Det har ellers pågått en del spredte prøvetakinger siden 1957.

Undersøkelsens art: Det har både vært foretatt kjemiske og bakteriologiske undersøkelser. For Bleksli/Bråtetjern ble det foretatt observasjoner 18/3 og 22/8-1966.

2.2.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Vannkilden Bleksli/Bråtetjern ligger på østsiden og like ved riksvei 157 mellom Fjellstrand og Tangen på Nesodden. Berggrunnen i nedbørfeltet ligger i det østnorske grunnfjellssonrådet og består i vesentlig grad av gneis og granitt. Størsteparten av nedbørfeltet er bevokst med skog. Ved oppdemningen ble en del myrområder lagt under vann. Ved vannkilden er det en del bebyggelse, men denne er pålagt restriksjoner når det gjelder husholdningsavløpsvann.

2.2.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

De morfometriske og hydrologiske forhold er fremstilt i tabell 3.

Tabell 3. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	3,48 km ²
Høyde over havet (før oppdemning)	95,5 m
Dyp ved inntak (etter oppdemning)	10,0 m
Overflateareal	0,26 km ²
Volum	1,7 mill.m ³
Største lengde	ca. 800 m
Største bredde	ca. 450 m
Regulering	kote 103-93,5

Opprinnelig var Bleksli og Bråtetjern to adskilte lokaliteter, men ved oppdemning og utbygging av vannforsyningen ble innsjøene sammenhengende.

2.2.4. Bruk av vannkilden

Vannforekomsten er benyttet som vannkilde for Nesodden vannverk.

2.2.5. Hydrografiske forhold

2.2.5.1. Temperatur

I mars var det relativt lave temperaturer i de øverste vannmasser med jevnt stigende temperatur mot dypet. I august avtok temperaturen jevnt mot dypet uten utpreget sprangsjikt.

2.2.5.2. Oksygenforhold

På prøvetakingsdagen 18/3 var det anaerobe forhold i dypene under 6 meter. Her ble det da påvist hydrogen-sulfid. Forholdet skyldes forbruk av oksygen ved dekomponering av organisk materiale. Ved prøvetakingen 22/8 var det anaerobe forhold under 4 meters dyp, og ved 8 og 10 meters dyp ble det påvist hydrogen-sulfid.

2.2.5.3. Andre kjemiske forhold

Tabell 4 viser middelverdier for kjemiske komponenter fra det innsamlede prøvemateriale. Resultatene fra de dypeste lagene er ikke tatt med i beregningene.

Tabell 4. Middelverdier for kjemiske komponenter.

Dato 1966	pH	Spes.ledn.e. $\mu\text{S/cm } 20^{\circ}\text{C}$	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO_2/l	Perm. tall mg O/l	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern $\mu\text{g Fe/l}$	Mangan $\mu\text{g Mn/l}$
18/3	6,3	60,2	56	2,0	9,5	2,5	10,9	490	280
22/8	6,3	60,7	71	3,3	6,2	1,9		370	340

Vannets surhetsgrad, spesifikke ledningsevne, farge, turbiditet, permanganattall, jern og manganinnhold viste stigende tendens mot dypet. Årsaken til dette er at ved dekomponeringen av organisk materiale, spesielt i bunnsedimentene, oppstår et reduktivt miljø i dyplagene. Dette fører igjen til utløsning av visse kjemiske komponenter som brer seg til høyere liggende lag ved diffusjon. Dette har spesielt stor betydning for vannets innhold av jern og mangan.

2.2.6. Biologiske forhold

Det er ikke foretatt noen biologisk undersøkelse i selve innsjøen, men en mikroskopisk undersøkelse av humusslam fra en tappekran på Nesodden ble utført den 1/11 1965. Slammet var rustbrunt og hadde en fnokket karakter. Humusslammet

besto av en brunaktig substans som inneholdt alger, diatoméer, flagellatcyster og protozoer som kom fra vannkilden. En del bakterier av Sphaerotilus-Leptothrix gruppen var til stede. Noen Leptothrix-bakterier hadde tykk, brun kapsel, mens andre var uten. Bakteriene så ut til å ha vært aktive, d.v.s. de har sannsynligvis vært i vekst i ledningsnett.

2.2.7. Bakteriologiske forhold

Bakteriologisk sett var vannet av god kvalitet på prøvetakingsdagen. Det ble ikke funnet coliforme bakterier på hverken 1 eller 8 meters dyp, og kimtallet pr. ml på samme dyp var henholdsvis 3 og 54.

2.3. Breviktjern i Vestby

2.3.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Vestby kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 19/62. Undersøkelse av Breviktjern. Blindern, 6. juni 1962.

Undersøkelsens art: Vurdering av magasinkapasitet og undersøkelse av vannkvalitet.

Undersøkelsesperiode: Det ble foretatt en befaringsreise med innsamling av vannprøver den 29. mai 1962.

2.3.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i grunnfjellsområde og berggrunnen er bygd opp av gneisgranitter. Nedbørfeltet er tildels bevokst med skog. Det er også en del myr og dyrket mark i området. Lokaliteten mottar noe avrenningsvann fra gårdsbruk, ellers er tjernet lite utsatt for forurensningspåvirkning.

2.3.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Lokaliteten er ikke opploddet og dybdekart finnes ikke.

Tabell 5. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	0,34 km ²
Høyde over havet	32 m
Største dyp	ikke kjent
Overflateareal	0,015 km ²
Middel dyp (antatt)	2 m
Volum	30.000 m ³
Midlere avrenning (NVE)	17 l/sek/km ²
d.v.s.	5,8 l/sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 2 mndr.

Ifølge NVE's reguleringskurve for Mosseelv blir den regulerede vannføring ca. 150 m³/døgn.

2.3.4. Bruk av lokaliteten

Vannforsyning.

2.3.5. Hydrografiske forhold

Temperatur og oksygenforhold er ikke blitt undersøkt.

Tabell 6. Kjemiske data

pH		6,3
Spes.ledn.e. 20°C, µS/cm		44,8
Farge	mg Pt/l	48
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	1,3
Perm.tall	mg O/l	6,2
Jern	µg Fe/l	380
Mangan	µg Mn/l	340

Vannet er svakt surt, relativt bløtt og inneholder betydelig organisk og partikulært materiale. Vannets innhold av jern og mangan er betydelig.

2.3.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

2.3.7. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt.

2.4. Børtervatn, Enebakk

2.4.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Ski kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 79/62. Undersøkelse av Børtervatn som drikkevannskilde. Blindern, januar 1964.

Undersøkellesperiode: Desember 1962 - november 1963.

Undersøkelsens art: Opplodding av innsjøen og utarbeidelse av dybdekart samt fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten. Det ble i observasjonsperioden samlet inn månedlige prøver fra forskjellige steder av lokaliteten.

2.4.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet hører med til det såkalte prekambriske grunnfjellsområde som i det vesentligste er bygd opp av gneis og gneisgranitter. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Feltet er i stor utstrekning bevokst med skog, gran og furu er dominerende tresorter. Enkelte steder i nedbørfeltet, særlig på syd- og østsiden av innsjøen er det en del myr. Det er forholdsvis stor friluftaktivitet i området, men hyttebebyggelsen er beskjedent. Ved Saga mellom Rausjø og Børtervatn ligger 4 - 5 mindre gårdsbruk. På innsjøen foregår det tømmertransport både sommer og vinter, og i det sydlige område ligger det betydelige tømmeransamlinger om våren og sommeren.

2.4.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er opploddet og dybdekart tegnet i målestokk 1 : 5000. Vannstanden ved opploddingen var ca. 70 cm under høyeste vannstand.

Tabell 7. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	32	km ²	
Høyde over havet	193	m	
Største dyp	48	m	
Overflateareal	2,2	km ²	
Volum	17,1	mill.m ³	
Middeldyp	7,8	m	
Midlere avrenning	13,4	l/sek/km ²	
	d.v.s. ca.	430	l/sek
Teoretisk oppholdstid	"	460	døgn

Børtervatn er en innsjø med varierende bunntopografi. Mesteparten av innsjøen er grunn, særlig i det sydlige område. Mellom de forskjellige dybdepartier er det trange sund, øyer og terskler. P.g.a. kraftutbyggingen er Børtervatn regulert ca. 4 m. Om vinteren ligger store arealer tørrlagt, og på denne tid er det tildels sterk strøm gjennom de grunne, smale passasjer.

2.4.4. Bruk av innsjøen

Innsjøen brukes i en viss utstrekning som vannkilde.

2.4.5. Hydrografiske forhold

2.4.5.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr.år:

Vinterstagnasjonsperioden:	Nov. - Mai:	5 - 6 mndr.
Vårfullsirkulasjonsperioden:	Mai:	1 - 2 uker
Sommerstagnasjonsperioden:	Mai - Okt.:	5 - 6 mndr.
Høstfullsirkulasjonsperioden:	Okt. - Nov.:	Ca. 1 mnd.

Årsvariasjoner i temperatur:

Overflatelagene:	Fra ca. 1 til over 20°C.
Dyplagene:	" " 4 til 7 - 8°C.

Sprangsjiktet ligger i 6 - 8 meters dyp.

2.4.5.2. Oksygenforhold

<u>Oksygenmetning:</u>	<u>Overflatelagene</u>	<u>Dyplagene</u>
Vinterstagnasjonsperioden	60 - 90%	0 - 25%
Sommerstagnasjonsperioden	80 - 90%	20 - 50%
Sirkulasjonsperiodene	60 - 80%	60 - 80%

Oksygenforbruket har sammenheng med nedbrytning av organisk materiale i vannet og bunnsedimentene.

2.4.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 8. Middelverdier for kjemiske komponenter

St.	pH	Spes.ledn.e. 20°C µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
1	6,3	29,9	33	1,0	4,6	5,8	120	<50
2	6,2	31,5	33	1,1	4,8	6,2	170	60
3	6,1	29,8	36	0,9	4,8	5,6	310	<50
4	6,2	29,7	23	0,7	4,1	5,7	70	<50
5	6,2	31,9	24	0,8	4,2	6,4	90	<50
6	6,2	30,4	23	0,7	4,4	5,8	50	<50
Middel	6,2	30,5	29	0,9	4,5	5,9	130	<50
Holmetj. 13/9-63	6,3	30,5	43	1,2	6,9		50	<50
Fudalen 13/9-63	6,2	29,5	38	0,7	6,2		70	<50

Vannet er svakt surt og bløtt. Under stagnasjonsperiodene stiger den spesifikke ledningsevne noe mot bunnen. Vannets innhold av organisk materiale er relativt høyt og er forskjellig i de forskjellige deler av Børtervatn, og vannmassene i de sydlige områder er noe mer påvirket enn de nordlige. Årsvariasjonene i vannets innhold av humusstoffer er små.

Vannets innhold av jern- og manganforbindelser var størst i de sydlige områder. Under stagnasjonsperiodene var påvirkningen av disse stoffer størst i dyplagene.

Holmetjern og Fudalsbekken får i stor utstrekning tilsig fra myr og skogområder, og humuspåvirkningen er noe større enn i Børtervatn, ellers er den kjemiske sammensetning av vannet i disse lokaliteter noe i likhet med i Børtervatn.

2.4.6. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ikke undersøkt.

2.4.7. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt, men innsjøens beliggenhet tilsier at innsjøen er lite bakteriologisk forurenset.

2.5. Gjersjøen i Oppegård

2.5.1. Generelt

Gjersjøen har to ganger vært gjenstand for behandling i hovedfagsoppgaver i fysisk geografi ved Universitetet i Oslo:

A. Bjørklund, 1947^I: Landformer omkring Gjersjøen.

Kjell Stene Johansen, 1955^{II}: En limnologisk undersøkelse av Gjersjøen.

I tidsrommet april 1958 - februar 1959 gjennomførte Norsk institutt for vannforskning som oppdrag fra Oppegård kommune en undersøkelse av Gjersjøen. Undersøkelsen omfattet både kjemiske, biologiske og bakteriologiske forhold, og det ble samlet inn prøver fra i alt 18 stasjoner rundt omkring i innsjøen. Hovedstasjonen (st.IV) ble lagt til innsjøens dypeste område, og fra dette sted ble det samlet inn prøver i alt 9 ganger i nevnte periode. Undersøkelsesmateriale er presentert i rapport nr. 69: Undersøkelse av Gjersjøen som drikkevannskilde. Blindern, 26. juni 1959. Senere har instituttet samlet inn prøvemateriale 2 ganger pr. år, nemlig under vinter- og sommerstagnasjonsperiodene.

I 1964 - 1965 foretok instituttet fellingsforsøk med vann fra Gjersjøen. Undersøkelsen er beskrevet i rapport nr. 119/64: Fellingsforsøk med vann fra Gjersjøen, Norsk institutt for vannforskning, 28. mars 1965.

2.5.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i sin helhet i et grunnfjellsområde hvor berggrunnen er bygd opp av gneiser og gneisgranitter. I den sydlige del av terrenget går Ski-Ås-morenen, og her har de kvartære avsetninger stor mektighet. Innsjøens nedbørfelt er forøvrig et skog- og åslandskap med små myrer og tjern. Det dyrkede areal i området utgjør ca. 16 km² (19%). Vassdraget, som Gjersjøen er en del av, er resipient for tettbebyggelsene Kolbotn, Oppegård, Langhus, Ski og Norby. I hele det aktuelle området bodde det i 1959 ca. 10.500 mennesker. På den tid var det to kloakkrenseanlegg, et ved Roås, Dalselva med en belastning tilsvarende ca. 1.200 personer, og et for ca. 2.000 personer ved Gjersjø bro (ved innsjøens utløp). Det siste utslippet gjorde seg lite gjeldende i innsjøens hovedvannmasser. Det ble antatt at det alt i alt ble ført kloakkvann fra ca. 8.500 personer ut i Dalselva eller dens tilsig. Dalselva drenerer ca. 70% av innsjøens nedbørfelt og munn ut i den grunne bukten i syd. I de

senere år har det vært en stor befolkningsøkning i kommunene Oppegård og Ski, og i følge Statistisk årbok for Norge, 1959 og 1967-utgavene, var det samlede befolkningstall i disse kommuner pr. 1/1 1959 og pr. 1/1 1967 henholdsvis 13.843 og 22.787. I henhold til oppgave fra Utbyggingsavdelingen, Akershus fylke, føres det i dag kloakkvann fra 6.600 personer ut i innsjøen ved Gjersjø bro, mens Dalselva og sydenden av Gjersjøen belastes med kloakkvann fra ca. 7.250 personer.

2.5.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

I forbindelse med undersøkelsene er Gjersjøen blitt loddet opp med ekkolodd, og et dybdekart med 2 m koteavstand er tegnet i målestokk 1 : 5000. Arbeidet er utført av Norsk Luftkartlegging, Stavanger avd. og Bloms Oppmåling, Oslo.

Gjersjøen er et ca. 5 km langt og maksimalt 0,9 km bredt fjellbasseng som er utformet langs en forkastningslinje med hovedsakelig N - S-retning. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 9.

Tabell 9. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	40	m
Maks. lengde	5	km
Maks. bredde	0,9	"
Overflateareal	2,68	km ²
Største dybde	64	m
Volum	61,2	mill.m ³
Middel dybde	23	m
Nedbørfelt	84	km ²
Midlere avrenning	1,26	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	1,5 år

Det sydligste område består av en smal grunn renne (ca. 10 m dyp). Det største dyp ble funnet nærmere vestsiden rett ut for inntaket til Oppegårds nye vannverk.

2.5.4. Bruk av innsjøen.

Lokaliteten brukes i dag som resipient for kloakkvann og som vannkilde for Oppegård vannverk.

2.5.5. Hydrografiske forhold

2.5.5.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

1. Vårfullsirkulasjonsperioden, normalt fra isløsningen i slutten av april til medio mai, d.v.s. ca. 14 dager. I slutten av perioden var temperaturen ca. 5°C overalt i vannmassene.
2. Sommerstagnasjonsperioden, normalt fra medio mai til medio eller slutten av november, d.v.s. ca. 5 mndr. Sprangsjiktet ligger normalt i 9 - 10 meters dyp. Over dette sjikt kan vannets temperatur bli 20°C eller mer. Under sjiktet avtar temperaturen fra ca. 9°C i 10 meters dyp til ca. 6°C i 20 meter, 5°C-isolinjen ligger i ca. 50 meters dyp.

Høstavkjølingen (fra august) og den resulterende delsirkulasjon forårsaker at sprangsjiktet gradvis blir forskjøvet mot dypet.

3. Høstfullsirkulasjonsperioden, normalt fra slutten av november til isleggingen i slutten av desember, d.v.s. ca. 1 mnd. Dyplagenes temperatur er da ca. 3,5°C.
4. Vinterstagnasjonsperioden, normalt fra slutten av desember til slutten av april, d.v.s. ca. 4 mnd.

2.5.5.2. Oksygen

I følge det foreliggende observasjonsmateriale ligger vannets oksygeninnhold i slutten av sirkulasjonsperiodene betydelig under det som er teoretisk mulig etter gassens løselighetsforhold ved de aktuelle temperaturer. Etter fullsirkulasjonen om våren har vannmassene en metningsprosent av størrelsesorden 80, etter fullsirkulasjonen om høsten gjennomgående en metningsprosent på 70.

Forbruket av oksygen i dyplagene er raskt merkbart etter fullsirkulasjonens avslutning. Det er biologiske og kjemiske prosesser i forbindelse med nedbrytning av organisk materiale i vannet og bunnsedimentene som bidrar til dette. Disse organiske stoffer blir for en stor del produsert i den delen av innsjøen hvor lysets virkning gjør seg gjeldende (planteplankton og strandvegetasjon), men noe blir også tilført fra nedbørfeltet (transportert oppløst og partikulært

organisk materiale). De oksygenforbrukende prosesser har tiltatt i intensitet i de senere år, noe følgende eksempler viser: Under sommerstagnasjonsperiodene 1960 og 1966 var oksygeninnholdet under 10 meters dyp pr. m² overflate henholdsvis 379 og 192 gram. Under vinterstagnasjonsperiodene 1962 og 1966 var oksygeninnholdet regnet ut på samme måte henholdsvis 334 og 252 gram. Oksygenets vertikale fordeling under stagnasjonsperiodene er følgende:

Sommersituasjon: Overmetning opptil 120% oksygen i overflatelagene (epilimnion), oksygenminimum i sprangsjiktområdet. Herfra øker vannets oksygeninnhold ned til 30 - 40 meters dyp, hvor metningsverdien siste sommer (1967) var ca. 45%. Videre ned gjennom vannmassene avtar oksygeninnholdet relativt hurtig, og ved bunnen kan det oppstå anaerobe forhold.

Vintersituasjon: Oksygeninnholdet avtar relativt jevnt fra ca. 60% i overflatelagene til ca. 40% i 50 meters dyp. Herfra avtar oksygenet raskt, og ved bunnen er det anaerobe forhold.

2.5.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 10 gjengir middelerverdier for kjemiske analyseresultater fra undersøkelsen (st. IV) i 1958 - 1959, i alt 9 serier, samt middelerverdier for vinter- og sommerundersøkelsene i 1963 og 1967.

pH og spesifikk ledningsevne:

Vannet har en nøytral eller svakt sur reaksjon. Under produksjonsperioder kan pH bli betydelig høyere i overflatelagene. Til tross for at Gjersjøen ligger i et grunnfjellsområde er den elektrolytiske ledningsevne noe høyere enn hva som er vanlig for overflatevann i slike områder. Årsaken til dette er at innsjøen og størsteparten av dens nedbørfelt ligger under den marine grense hvor løsavsetningene består av havavsetninger. Slike avsetninger inneholder salter som lett kan løses ut. Dette illustreres best ved de relativt høye verdier for klorid, natrium og kalium. Vannets kalsium og magnesiuminnhold er også høyt, og forholdet mellom magnesium og kalsium er større enn det som er normalt for overflatevannforekomster i grunnfjellområder. Dette har også sammenheng med utløsning av salter fra de marine avsetninger.

Under stagnasjonsperiodene øker verdiene for ledningsevnen ned gjennom vannmassene mens pH-verdiene avtar. Dette er et vanlig fenomen i slike lokali-

Tabell 10. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent		Dato	M	26/3- 1963	28/2- 1967	13/8- 1963	19/9- 1967
Surhetsgrad	pH		7,0	7,0	6,9	7,3	7,7
Spes.ledningsevne	20°C, µS/cm		95,0	88,3 ^x	93,6 ^x	89,4	95,0
Farge	mg Pt/l		34	42 ^x	39	59 ^x	28 ^{xx}
Turbiditet	mg SiO ₂ /l		0,9	2,2	2,4	4,2 ^x	3,1 ^{xx}
Permanganattall	mg O/l		5,9	6,0	5,2	5,8	5,2
Klorid	mg Cl/l		8,0		9,4		8,4
Sulfat	mg SO ₄ /l				8,2		8,8
Fosfat, orto	µg P/l	50					15
" , total	µg P/l						38
Nitrat	µg N/l	120			625		570 ^{xx}
BFA	mg N/l				0,35		0,35 ^x
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	3,7			4,31 ^x		4,42
Total hårdhet	mg CaO/l	18,4	18,6	18,8			20,8
Kalsium	mg CaO/l			8,26			8,78
Magnesium	mg Mg/l			2,18			2,18
Kalium	mg K/l			1,70			1,54
Natrium	mg Na/l			5,41			4,66
Jern	µg Fe/l	130	81	88 ^x	117 ^x		90
Mangan	µg Mn/l	<50	120	25 ^x	72 ^x		43 ^x
Silisium	mg SO ₄ /l			5,2			4,6 ^{xx}
Ammonium, fritt	mg N/l	0,21					

x resultatet fra bunn-nære vannprøver utelatt

xx " " overflate " "

M = Middelverdier for alle observasjoner i perioden 1958 - 1959.

teter og henger sammen med nedbrytning av organisk materiale og utløsning av salter fra bunnsedimentene.

Partikulært og organisk materiale:

Vannets innhold av organisk og partikulært materiale varierer noe fra år til år. Fargeverdiene varierer stort sett mellom 30 og 50 mg Pt/l, mens turbiditetsverdiene normalt ligger i området 1 - 3 mg SiO₂/l. Under isløsningen om våren kan turbiditetsverdiene være noe høyere, likedan har planktonproduksjonen i de senere år forårsaket relativt høye turbiditetsverdier i overflate-lagene. Hele tiden har permanganatverdiene ligget i området 5 - 6 mg O/l.

Jern og mangan:

Vannets innhold av jern og mangan har variert på de ulike observasjonsdager, men ved alle observasjoner (under stagnasjonsperiodene) har det for begge komponenter vært en økende gradient mot dypet. Særlig er manganinnholdet høyt i de bunn-nære vannmasser. Årsakssammenhengen er at etterhvert som vannets oksygen avtar, oppstår et reduktivt miljø, og det blir utløst forskjellige kjemiske komponenter fra bunnsedimentene bl.a. mangan, jern og fosfater. Mangan er lettere reduserbart enn jern, og vannet vil derfor først anrikes med denne komponent. P.g.a. diffusjonsprosesser vil så de oppløste stoffer bli ført til høyereliggende vannmasser.

Vannets avtakende oksygeninnhold i de senere år har ført til en samtidig økning av vannets manganinnhold. Allikevel kan vannets manganinnhold variere under de forskjellige korresponderende stagnasjonsperioder. Både om vinteren og sommeren 1966 hadde vannet betydelig større innhold av jern og mangan, særlig i dyplagene, enn i 1967. Denne variasjon fra år til år kan bl.a. ha sammenheng med stagnasjonsperiodenes varighet, tilførsel av organisk materiale m.m.

Plantenæringsstoffer (fosfater og nitrogenforbindelser)

Det foreligger relativt få data som viser utviklingen med hensyn til vannets innhold av næringsstoffer. I følge analyseresultatene er nitratinnholdet i dag (500 - 600 µg N/l) ca. 5 - 6 ganger større enn i 1959. For BFA og fosfater finnes det ingen analyseresultater fra 1959.

Innsjøen er i dag sterkt belastet med næringssalter. Verdiene for total N er således over 1000 µg N/l, mens det normalt for norske innsjøer er 200 - 400 µg N/l. Fosfatverdiene er også betydelig høyere enn hva som er normalt for norske vann typer.

2.5.6. Biologiske forhold

Bassengets utforming og det geologiske underlag betinger en litoralsone som er lite egnet for vegetasjon av høyere planter. Det er vesentlig i de grunne områder med løse avsetninger i innsjøens sydlige avsnitt det er en makrovegetasjon av betydning for innsjøens stoffkretsløp. Særlig utmunningsområdet ved Dalselva har en kvalitativ og kvantitativ rik flora av nymphaecider og helofytter. I litoralsonen hvor strendene består av fast fjell og stein, oppstår det i sommerhalvåret en algevegetasjon. Det er arter av slektene Oscillatoria og Phormidium sammen med kiselalger som er dominerende i disse samfunn.

I produksjonsmessig sammenheng er det organismelivet i innsjøens fri vannmasser som har størst betydning. Planteplanktonet viste i undersøkelsesperioden 1958 - 1959 interessante vekslinger i sammensetning og forekomst. Høstsituasjonen var preget av en stor forekomst av flagellater, mens våren medførte en oppblomstring av kiselalger. En rekke av artene som inngikk i planktonet er kravfulle former. De indikerte den eutrofierende tendens som gjør seg gjeldende i innsjøen. Dette ble også understreket ved den betydelige mengde med plankton som ble observert.

I de senere år har en blågrønnalge Oscillatoria Agardhii utviklet vannblomst i innsjøen, og dette er en indikasjon på at utviklingen mot sterkere eutrofi gjør seg gjeldende. Planktonundersøkelsene i de senere år viser at oppblomstring av blågrønnalger er blitt en årviss foreteelse i Gjersjøen.

Skulberg, O.: Studies on eutrophication of some Norwegian inland waters.
Mitt. internat. Verein. Limnol., Stuttgart 1967, in press.

2.5.7. Bakteriologiske forhold

Innsjøen er til sine tider sterkt belastet med bakteriologisk forurensning. De høyeste bakterietall blir observert i sommerhalvåret og da særlig i de epilimniske vannmasser. Colitallene har i de senere år ligget på ca. 50 i epilimnion og noe lavere i dyplagene. Om vinteren er colitallene normalt <10 i alle dyp.

Baalsrud, Kjell, 1961: Distribution of Bacteria in a Stratified lake in S.E. Norway. Verh. Internat. Verein Limnol. XIV. Stuttgart, Juli 1961.

2.5.8. Konklusjon

Gjersjøen var allerede i 1959 betydelig forurenset. Utviklingen i de senere år har ført til en ytterligere forverring av innsjøens tilstand. Vannets oksygeninnhold i dyplagene under sommerstagnasjonsperiodene er f.eks. nå ca. halvparten av hva det var for 6 - 7 år siden. Hvis denne utvikling fortsetter med samme akselererende tempo, kan vannkvaliteten i løpet av få år bli slik at lokaliteten både av økonomiske og rensetekniske grunner bare vanskelig kan opprettholdes som drikkevannskilde.

2.6. Halsjøen, Dretvatn og Fiskeløysa i Lørenskog

2.6.1. Generelt

Lokalitetene er undersøkt etter oppdrag fra Skedsmo og Lørenskog kommuner: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 163. Undersøkelse av Halsjøen, Dretvatn og Fiskeløysa som drikkevannskilde for Skedsmo - Lørenskog vannverk. Blindern, desember 1961.

Undersøkkelsesperiode: Mai 1960 - november 1961.

Undersøkelsens art: Opplodding av Halsjøen og Fiskeløysa og tegning av dybdekart. Fysisk-kjemisk undersøkelse i alle lokaliteter. Fiskeløysa og Dretvatn er blitt undersøkt ved 2 anledninger. I Halsjø er det blitt gjennomført 7 observasjonsserier. Dessuten er det ved en rekke anledninger innhentet prøver fra utløpet av de tre lokaliteter.

2.6.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i et grunnfjellsområde som er bygd opp av gneiser og granitter. Løsavsetningene består av et tynt lag morenegrus. Feltet er bevokst med bar- og løvskog. Dessuten er det en del myr i området. I nedbørfeltet er det ingen bebyggelse, men i området er det en del turtrafikk.

2.6.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Halsjøen er den høyestliggende av de tre innsjøer. Denne drenerer ned til Dretvatn som igjen drenerer ned til Fiskeløysa. Dybdekart over Fiskeløysa er tegnet i målestokk 1 : 500 og over Halsjøen i målestokk 1 : 2000.

Tabell 11. Morfometriske og hydrologiske data

		Fiskeløysa	Dretvatn	Halsjøen
Nedbørfelt,	km ²	6,2	5,4	1,9
Høyde over havet,	m	252	254	280
Største dyp,	m	10,6	25	26,4
Overflateareal,	km ²	0,033		0,333
Volum,	mill.m ³	0,165		1,998
Middel dyp,	m	5		6
Reguleringshøyde,	m		6,5	3
Midlere avrenning	l/sek/km ²	20	20	20
d.v.s.	l/sek	124	108	58
Teoretisk oppholdstid,	døgn	ca.15	ca.500	ca.400

2.6.4. Bruk av lokalitetene

Lokalitetene brukes som drikkevannskilde for Skedsmo - Lørenskog.

2.6.5. Hydrografiske forhold

2.6.5.1. Temperatur

I Fiskeløysa varierte temperaturen (fra 0 til 8 meter) mellom 10 og 12°C den 27.mai 1960 og mellom 6,6 og 7,0°C den 13.oktober 1960. Den høyeste temperaturen som ble observert sommeren 1961 var 17,5°C den 3.juli.

På den førstnevnte observasjonsdag var temperaturen i Dretvatns overflate 13,8°C og i dyplagene ca. 4°C, og på den neste observasjonsdag var temperaturen ca. 7°C og ca. 4,5°C i henholdsvis overflate og dyplagene. Sprangsjiktet lå i 9 - 10 meters dyp.

I Halsjøen var overflatetemperaturen 16 - 20°C i sommerhalvåret. I dyplagene avtok temperaturen fra ca. 5°C i 9 meters dyp til ca. 4,2°C i 15 - 16 meters dyp. Herfra økte temperaturen igjen til ca. 4,5°C ved bunnen (ca. 20 meters dyp). I vinterhalvåret økte temperaturen fra ca. 3°C i 2 meters dyp til 4,56°C ved bunnen (ca. 24 m). Sprangsjiktet lå om sommeren i 9 - 10 meters dyp.

2.6.5.2. Oksygenforhold

Fiskeløysa: Den 27.mai varierte oksygenmetningene gjennom hele vannmassen mellom 100 og 110%, og den 13. oktober var oksygenmetningen ca. 80% overalt i vannmassene. Bassenget er lite i forhold til de gjennomstrømmende vannmasser, som sannsynligvis er godt oksygenert til alle årstider.

Dretvatn: I mai avtok oksygenmetningen fra ca. 100% i overflatelagene til ca. 55% i 25 meters dyp. Den 13. oktober avtok oksygenmetningen fra ca. 80% i overflatelagene til ca. 20% i 24 meters dyp.

Halsjøen: Innsjøen er meromiktisk og har oksygenfrie vannmasser i dyplagene (fra ca. 18 meter og ned til bunnen). De friske vannmasser over dette dyp har følgende oksygenforhold:

Om vinteren avtar oksygenmetningen fra ca. 80% i overflatelagene til 0% i 18 meters dyp. Om sommeren er oksygenmetningen 80 - 90% i overflatelagene (epilimnion) og i dyplagene avtar metningen fra ca. 30% i 8 meters dyp til 0% i 14 meters dyp.

2.6.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 12. Variasjonsbredde og middelveier for kjemiske komponenter.

	Fiskeløysa		Dretvatn		Halsjøen	
	Variasjons- bredde	Middel- verdi	Variasjons- bredde	Middel- verdi	Variasjons- bredde	Middel- verdi
pH	5,8 - 6,5	6,2	5,5 - 6,6	6,0	5,5 - 6,9	6,1
Spes.ledn.e. 20°C µS/cm	16,5 - 31,7	26,2	16,3 - 34,5	26,8	26,0 - 47,5	35,1
Farge mg Pt/l	16 - 35	27	10 - 31	20	23 - 113	34
Turbiditet mg SiO ₂ /l	0,6 - 2,0	1,2	0,6 - 1,2	0,9	0,3 - 11,5	1,0
Perm.tall mg O/l	3,7 - 4,7	4,0	2,5 - 4,6	3,4	2,4 - 8,9	4,1
Sulfat mg SO ₄ /l					4,2 - 5,8	5,0
Klorid mg Cl/l			1,8 - 2,2	2,0	0,2 - 1,8	1,3
Total hårdhet mg CaO/l	5,2 - 8,7	6,1	5,5 - 6,6	6,0	6,2 - 8,8	7,0
Alkalitet ml N/10 HCl/l			0,9 - 1,5	1,2	1,4 - 1,5	1,5
BFA mg N/l			0,3 - 0,9	0,4	0,2 - 0,5	0,4
Fri ammonium mg N/l			0,1 - 0,2	0,1	0,1 - 0,3	0,2
Jern µg Fe/l	60 - 490	140	80 - 400	200	130 - 1120	330
Mangan µg Mn/l	0 - <30	<30	<30 - 360	80	40 - 630	180

Vannet er i alle lokaliteter noe surt, bløtt og betydelig humuspåvirket. Vannet har relativt høyt innhold av jern. Manganinnholdet er lavt. Vannets jerninnhold avtar fra Halsjøen (330 µg/l) til Dretvatn (200 µg/l) og Fiskeløysa (140 µg/l).

I de stagnerte anaerobe vannmasser i dypet av Halsjøen er det spesielle kjemiske forhold, slik følgende oppstilling viser:

pH		6,8
Spes.ledn.evne, 20°C, µS/cm		689
Total hårdhet, mg CaO/l		24
Jern, µg Fe/l		217000
Mangan, µg Mn/l		6900

2.6.6. Biologiske forhold

Planteplanktonet i lokalitetene var karakterisert av artsrikdom, men de enkelte arter forekom i lite antall. Flagellater av klassen Chrysophyceae var den dominerende algekomponent i planktonet på observasjonsdagene sommeren 1960. Tallmessig størst forekomst hadde Dinobryon divergens og Dinobryon bavaricum sammen med et betydelig innslag av heterotrofe former. Dette forhold demonstrerer påvirkning av organiske stoffer fra nedbørfeltet.

Dyreplanktonet var hovedsakelig sammensatt av krepsdyr og hjuldyr. Arter av slektene Daphnia, Bosmina, Conochilus og Keratella var de viktigste komponenter i kvantitativ henseende. Mengdeforholdet mellom plante- og dyreplankton var forskjøvet mot dyreplankton.

2.6.7. Bakteriologiske forhold

Vannprøver fra de forskjellige lokaliteter ble analysert med hensyn til innhold av coliforme bakterier og kintall. I mai varierte de coliforme bakterier fra 0 til 11 bakterier pr. 100 ml. I oktober var antallet i overflatelagene noe høyere.

2.7. Søndre og Nordre Heggelivatn på Krokskogen

2.7.1. Generelt

Lokalitetene har vært undersøkt etter oppdrag fra Bærum kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 106. Søndre og Nordre Heggelivatn, en limnologisk undersøkelse. Blindern, juni 1964.

Undersøkelsesperiode: 1961 - 1963.

Undersøkelsens art: Hydrografisk og biologisk undersøkelse. For Nordre Heggelivatn ble det innsamlet prøvemateriale 26. mars, 6. juni, 28. august, 5. oktober og 23. oktober 1962, og for Søndre Heggelivatn 16. oktober, 17. november, 2. april 1. juni, 31. oktober 1962 og 14. august 1963.

2.7.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av eruptive bergarter (kjelsåsitt, nordmarkitt og rombeporfyr). Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet er bevokst med skog, hvor gran og furu er de dominerende tresorter. Enkelte steder er det en del myrområder. Hyttebebyggelsen i området er beskjeden, men friluftstrafikken er forholdsvis stor.

2.7.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

De morfometriske og hydrologiske forhold er fremstilt i tabell 13.

Tabell 13. Morfometriske og hydrologiske data

	Søndre Heggelivatn	Nordre Heggelivatn
Nedbørfelt	18,6 km ²	11,9 km ²
Høyde over havet	488 m	500 m
Største dyp	34 m	42 m
Overflateareal	1,53 km ²	1,15 km ²
Volum	12,16 mill.m ³	11,00 mill.m ³
Middel dyp	7,9 m	9,5 m
Midlere avrenning	0,37 m ³ /sek.	0,24 m ³ /sek.
Teoretisk oppholdstid	1 år	1,5 år

Begge innsjøene er opploddet, og det foreligger dybdekart i målestokken 1 : 2000. I begge innsjøer er det flere dype partier som er adskilt ved grunnere områder eller terskler. Innsjøene er fra gammelt av regulerte. Under oppdemningen ble en god del myrarealer satt under vann.

2.7.4. Bruk av lokaliteten

Heggelivatnene skal benyttes som magasin for Bærum vannverk.

2.7.5. Hydrografiske forhold

2.7.5.1. Temperatur

Innsjøene gjennomgår 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

1. Vinterstagnasjonsperioden: november - april, ca. 5 mnd.
Temperaturen i dyplagene var i denne perioden ca. 3,5°C.
2. Vårfullsirkulasjonsperioden: fra slutten av april til slutten av mai.
I denne perioden ble hele vannmassen varmet opp til ca. 5°C.
3. Sommerstagnasjonsperioden: fra slutten av mai til slutten av oktober, ca. 5 mnd.
4. Høstfullsirkulasjonsperioden: fra ca. 1 til ca. 20. november, ca. 3 uker.

Sprangsjiktet lå om sommeren i Nordre Heggelivatn i ca. 10 meters dyp og i Søndre Heggelivatn i ca. 7 m dyp.

2.7.5.2. Oksygenforholdene

Under sirkulasjonsperiodene om våren og høsten ble vannmassene tilført oksygen, og metningen var i slutten av disse periodene 90% i alle dyp.

Nedbrytningen av organisk materiale under stagnasjonsperiodene om vinteren og sommeren førte til et forbruk av oksygen i dyplagene. I Søndre Heggelivatn var oksygenmetningen i slutten av stagnasjonsperioden 40 - 50%. I Nordre Heggelivatn var oksygenforbruket i dyplagene noe mindre.

2.7.5.3. Andre kjemiske forhold

Tabell 14. Middelverdier for kjemiske komponenter.

Nordre Heggelivatn

Dato 1962	pH	Spes.ledn.e. 20°C µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l
26/3	6,4	21,0	48	0,5
6/6	6,4	21,2	49	0,5
28/8	6,4	21,5	46	0,4
5/10	6,3	24,0	46	0,7
23/10	6,2	21,9	48	0,6

Søndre Heggelivatn

Dato	pH	Spes.ledn.e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l
16/10 1961	6,3	22,0	41	0,9
17/11 1961	6,3	21,3	51	0,8
2/4 1962	6,2	22,0	44	0,4
1/6 1962	6,3	19,6	47	0,6
31/10 1962	6,4	19,8	40	0,6
14/8 1963	6,1	21,0	44	

Vannet i Heggelivatnene er svakt surt. Den spesifikke elektrolytiske lednings-
evnen viser at vannet er bløtt og saltfattig. Turbiditeten var lav og uten
betydning, mens fargeverdiene derimot var forholdsvis høye. Dette viser at
vannmassene var sterkt belastet med organisk materiale - humusstoffer. Slike
stoffer blir tilført innsjøene fra skog-og myrområder i nedbørfeltet.

2.7.6. Biologiske forhold

Observasjoner fra Søndre Heggelivatn går tilbake til 1958, og det har siden
vært foretatt spredte innsamlinger av prøver av vannmassenes organismeliv.
Dessuten er bunnforholdene blitt undersøkt. Nordre Heggelivatn har ikke
vært tatt med i de biologiske undersøkelsene.

Som det fremgikk av den limnologiske undersøkelse av Søndre Heggelivatn, hadde
denne innsjøen næringsfattige og dystroft pregede vannmasser. De biologiske
undersøkelsene var i god overensstemmelse med dette forhold.

2.7.7. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

2.8. Lyseren, Spydeberg, Enebakk

2.8.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Spydeberg kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 23/62. Undersøkelse av Lyseren ved inntaksstedet for Spydeberg vannforsyning. Blindern, desember 1964.

Undersøkelsesperiode: Juli 1963 - juli 1964.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse. Det ble samlet inn observasjonsmateriale ialt 5 ganger, nemlig 4. juli 1963, 10. november 1963, 22. mars 1964 og 4. juli 1964.

2.8.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet hører med til det prekambriske grunnfjellsområdet som i det vesentligste er bygd opp av gneis og gneisgranitter. I de nordlige og sydlige områder er det en del marine avsetninger, ellers består løsavsetningene av et tynt lag bregrus og morene.

I området med marine avsetninger er det en del gårdsbruk, ellers er nedbørfeltet bevokst med skog.

Særlig i det sydlige og vestlige området er det en utstrakt hyttebebyggelse. Den rekreasjonsmessige bruk av innsjøen er stor både sommer og vinter. Avrenningsvann fra dyrket mark og gårdsbruksinnretninger har også en viss betydning.

2.8.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

I det sydlige området er innsjøen grunn, men i de nordlige deler er det dypere partier. Største målte dyp er angitt til 53 meter.

Tabell 15. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt,		28	km ²
Høyde over havet,		163	m
Største målte dyp,		53	m
Overflateareal,		7,5	km ²
Antatt middeldyp,		9	m
Volum,		67,5	mill.m ³
Midlere avrenning,		13,4	l/sek/km ²
	d.v.s.	375	l/sek
Teoretisk oppholdstid,		5,5	år

2.8.4. Bruk av innsjøen

Lokaliteten brukes som vannkilde for Spydeberg vannverk.

2.8.5. Fysisk-kjemiske forhold

2.8.5.1. Temperatur

Årsvariasjon for temperaturen:

Overflatelagene ca. 1°C - ca. 20°C

Dyplagene " 4°C - " 11 - 12°C

Sprangsjiktet ligger om sommeren i 6 - 8 meters dyp.

2.8.5.2. Oksygenforhold

	Overflate- lagene	Dyp- lagene
O ₂ -metning under vinterstagnasjonsperioden	90 - 100%	50 - 60%
" " " sommerstagnasjonsperioden	90 - 110%	10 - 20%
" " " sirkulasjonsperiodene	ca. 90%	ca. 90%

Overmetning av oksygen i overflatelagene om sommeren skyldes plantep planktonets fotosynteseprosesser. Oksygendefesitt i dyplagene under stagnasjonsperiodene skyldes nedbrytning av organisk materiale.

2.8.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 16. Middelverdier for kjemiske komponenter

	St. 1	St. 2
pH	6,8	6,7
Spes.ledningsevne 20°C µS/cm	41,6	42,1
Farge mg Pt/l	27	29
Turbiditet mg SiO ₂ /l	1,9	2,1
Perm.tall mg O/l	3,5	3,6
Total hårdhet mg CaO/l	8,4	8,2
Jern µg Fe/l	<50	<50
Mangan µg Mn/l	<50	<50
Nitrat µg N/l	46	41

Vannet er nøytralt eller svakt surt, bløtt og noe påvirket av organisk materiale. Verdiene for jern, mangan og nitrater er lave.

2.8.6. Biologiske forhold

Karakteristisk for lokaliteten er et artsrikt plankton. Blågrønnalgen Anabaena flos-aquae og kiselalgen Asterionella formosa utgjorde den største mengde av planteplanktonet, mens ordenen grønnalger var representert som den artsrikste gruppen. Krepsdyr og hjuldyr utgjorde hovedmengden av faunakomponenten i planktonet.

2.8.7. Bakteriologiske forhold

Den bakteriologiske undersøkelse viste at vannet i Lyseren til sine tider er betydelig bakteriologisk forurenset.

2.9. Maridalsvatn

2.9.1. Generelt

Lokaliteten er blitt undersøkt etter oppdrag fra Oslo kommune. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr. 92: En undersøkelse av Maridalsvatnet som drikkevannskilde, 1959 - 60 . Blindern, januar 1961.

Undersøkellesperiode: Februar 1959 - august 1960. I denne periode ble det samlet inn månedlige prøver fra flere steder i innsjøen. Dessuten ble det tatt prøver fra de viktigste tilløpselver. Videre er det fra og med 1963 blitt utført en kontrollundersøkelse med innsamling av prøver fra innsjøens hovedvannmasser 2 ganger pr. år, nemlig under vinter- og sommerstagnasjonsperiodene.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse i innsjøen og dens tilløpselver.

2.9.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Geologi

Berggrunnen i nedbørfeltet er i stor utstrekning bygd opp av Oslofeltets syenitter - nordmarkitt. Foran Maridalsvatnet er det en morenerygg, ellers består løsavsetningene av et tynt lag bregrus.

Utnyttelse av nedbørfeltet

Ca. 50 km² eller ca. 20% av nedbørfeltet består av vann og uproduktive områder. Ca. 190 km² eller ca. 75,5% er bevokst med skog, ca. 9 km² eller ca. 3,5% er myr-arealer og ca. 2,8 km² eller ca. 1% er jordbruksarealer. Jordbruksarealene ligger i det vesentligste rundt Maridalsvatnet.

Bebyggelse

Det finnes en del permanent bebyggelse i nedbørfeltet - ca. 1250 mennesker, som i det vesentligste er konsentrert innen områdene Maridalen, Solemskogen og Sørbråtan. I sommermånedene øker befolkningen til det dobbelte p.g.a. hyttebebyggelsen. For boligområdene er det innført tvungen, kommunal renovasjon av søppel og priveter. Øverst i Maridalen ligger militærforlegningen Skard, hvor det i følge rapport nr. 92 i gjennomsnitt oppholdt seg ca. 150 personer. Denne bebyggelse hadde ordnet vannforsyning, og boligene var utstyrt med vannklosetter.

Kloakkvannet ble samlet til et renseanlegg som ga vannet en høyverdig biologisk rensning. Det rensede vann passerte deretter et cellulosefilter og ble til slutt tilsatt klor for desinfisering, hvoretter det via en grøft førtes ut i elven. Utenom denne militærforlegning var det ingen boliger som var utstyrt med vannklosett.

Gårdsbruk

Det dyrkede areal er ca. 2,8 km². Hittil har husdyrhold vært den viktigste bruksmåte, men denne skal fra i år (1967) endres til korndyrking. Driften skjer forøvrig etter moderne metoder. På flere av brukene har det vært drevet med halmluting og nedlegging av silofor. Dreneringsgrøftene fra de dyrkede områder går tildels rett ut i Maridalsvatnet.

Skogsdrift

Skogsdriften er forurensningsmessig en belastning for Maridalsvatnet, og tidligere har det i elvene foregått betydelig fløting av tømmer. Dessuten har det vært betydelig tømmeropplag på innsjøen. Brekke bruk, som nå er nedlagt, har vært en betydelig forurensningsbelastning for Maridalsvatnet.

Andre forurensningskilder

Langs innsjøen går Bergensbanen. Forurensninger, særlig fra togtoilettene, har betydning i denne sammenheng. Endelig er det et betydelig rekreasjonsliv nær Maridalsvatnet og i nedbørfeltet forøvrig. Fisking og bading er forbudt i Maridalsvatnet og de nærmestliggende vassdragsdeler. Biltrafikken gir mulighet for oljeforurensning. Selve turlivet er ved skilter dirigert bort fra de nærmestliggende deler av tilløpene og Maridalsvatnets bredder. Trafikken er vesentlig større om vinteren enn om sommeren, og om vinteren er det ikke lagt restriksjoner på ferdsele. Det tillates f.eks. skigåing over selve innsjøen.

Måkene som slår seg ned på eller nær innsjøen utgjør en forurensningskilde som må tas i betraktning. Videre er Maridalsvatnet utsatt for forurensninger via luften. Under bestemte meteorologiske forhold er det iaktatt at innsjøens overflate har et synlig belegg av støvpartikler, særlig sot.

2.9.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Maridalsvatnet ble i 1878 loddet opp av Oslo vann- og kloakkvesen, og dybdekart er tegnet i målestokken 1 : 5000 og med 2 meters koteavstand.

De viktigste morfometriske og hydrologiske data er følgende:

Tabell 17. Morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet	146,6	m
Nedbørfelt	251,6	km ²
Største dyp	45	m
Overflateareal	3,9	km ²
Volum	79	mill.m ³
Middel dyp	18	m
Midlere avrenning	5,45	m ³ /sek.
Teoretisk oppholdstid	159	døgn

Maridalsvatnet er en morenedemmet innsjø, og mot syd ligger store opphopninger av løsmateriale som sperring for vannmassene. Bassenget er forøvrig utformet ved erosjon gjennom isaktivitet.

Nedbørfeltets naturlige størrelse er utvidet av Akerselvans Brugseierforening i årene 1908 - 1910, slik at det nåværende nedbørfelt også omfatter nedbørfeltene til Ørfiske, Trehørningen, Nordvatn, Daltjuven og Gjerdingen. De største og viktigste tilløpselver er Skjersjøelva og Dausjøelva.

2.9.4. Bruk av lokaliteten

Maridalsvatnet brukes som drikkevannskilde for Oslo by.

2.9.5. Fysisk-kjemiske forhold

2.9.5.1. Temperaturforhold

Ifølge observasjonsresultatene er de forskjellige termiske perioders varighet i Maridalsvatnet følgende:

Vårfullsirkulasjonsperioden:	ca. 2	uker
Sommerstagnasjonsperioden:	" 6	mndr.
Høstfullsirkulasjonsperioden:	" 1	mnd.
Vinterstagnasjonsperioden:	" 4,5	mndr.

Om sommeren kan temperaturen i overflatelagene bli over 20°C, mens temperaturen i dyplagene (under 30 m) er <5°C. Sprangsjiktet lå i 15 - 20 meters dyp. Om vinteren varierte temperaturen i dyplagene mellom 2 og 4°C.

2.9.5.2. Oksygenforhold

Oksygenmetningen i overflatelagene (ned til 10 - 15 meter) lå stort sett i området 85 - 100% metning gjennom hele observasjonsperioden. Under stagnasjonsperiodene avtok oksygenmetningen mot dypet, og på 35 meter var den ca. 70%. Om vinteren 1959 var oksygenmetningen i 44 meters dyp ca. 20%. Oksygenforbruket har sin årsak i dekomponering av organisk materiale som produseres i innsjøen eller blir tilført gjennom tilsigselvene. Nedbrytning av organisk materiale i mudderet spiller også en betydelig rolle. Under sirkulasjonsperiodene blir vannmassene luftet, slik at oksygenmetningen i begynnelsen av stagnasjonsperiodene er ca. 90%. Kontrollundersøkelsene som senere er utført viser at oksygenforholdene ikke har endret seg.

2.9.5.3. Kjemiske forhold

Følgende tabell viser gjennomsnittsverdier for kjemiske komponenter i de vannprøvene som ble samlet inn på hovedstasjonen (dypeste område).

Tabell 18. Middelverdier for kjemiske komponenter

pH		6,5
Spes.ledn.evne,	20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	32,0
Farge,	mg Pt/l	20
Turbiditet,	mg SiO_2/l	1,0
Permanganattall,	mg O/l	3,1
Alkalitet,	ml N/10 HCl/l	0,9
Asiditet,	ml N/10 NaOH/l	0,8
Klorid,	mg Cl/l	1,4
Sulfat,	mg SO_4/l	5,1
Hårdhet,	mg CaO/l	6,6
Kalium,	mg K/l	<1,0
Jern,	mg Fe/l	0,10
Mangan,	mg Mn/l	<0,05
Nitrat,	mg NO_3/l	0,37
Ammonium,	mg N/l	0,18
BFA,	mg N/l	0,30
Ortofosfat,	mg PO_4/l	0,01
Syrehydrolyserbar fosfat,	mg PO_4/l	0,01
Total fosfat,	mg PO_4/l	0,03
Fri kulldioksyd,	mg CO_2/l	3,2

Vannet i Maridalsvatn er svakt surt og bløtt. Verdiene for farge, turbiditet og kaliumpermanganatforbruk viser at vannet i relativt liten grad er påvirket av partikulært og organisk materiale. Konsentrasjonene av plantenæringsstoffer, nitrogen- og fosforforbindelser er relativt lave, og det er ut fra analyse-resultatene vanskelig å vurdere hvilken betydning avrenningsvannet fra gårdsbruk og bebyggelse har i denne sammenheng. Kontrollundersøkelsene har ikke vist noen endring i de kjemiske forhold.

2.9.5.4. Kjemiske forhold i tilløpselvene

Nedbørfeltene Skjersjøelva og Dausjøelva utgjør tilsammen vel 90% av nedbørfeltet til Maridalsvatn. Vannkvaliteten i Maridalsvatn er derfor i det vesentligste bestemt av disse vassdrag.

Ledningsevne målingene viser at Skjersjøelva gjennomgående er noe saltfattigere enn Dausjøelva, men elektrolyttinnholdet pendler omkring middelverdiene for Maridalsvatnet.

Tilsigsvannets innhold av partikulært og organisk materiale varierte i samsvar med vannføringen. I perioder med stor vannføring var enkelte tilløp sterkt preget av suspenderte partikler. Hovedtilløpene hadde imidlertid også i disse perioder relativt lave turbiditetstall. Dette har bl.a. stor betydning for Maridalsvatnet som drikkevannskilde. Alle tilløpsbekker hadde vanligvis et lavt innhold av organisk stoff, men de bekker som drenerte jordbruksområder kunne periodevis ha relativt stor organisk belastning. De registrerte fargetall henger sammen med vannets turbiditetspåvirkning og kunne således variere sterkt.

Analysene tyder på at vannet i hovedtilløpene har litt høyere farge og er preget av noe høyere humusinnhold enn vannmassene i selve Maridalsvatnet.

Tilsigsvannets innhold av plantenæringsstoffer (fosfater og nitrater) var relativt lavt, mens særlig nitratbelastningen var vesentlig større om vinteren og forsommeren enn senere på året. Videre hadde Dausjøelva høyere nitratinnhold enn Skjersjøelva - noe som henger sammen med at den førstnevnte elv i større grad blir belastet med avrenningsvann fra gårdsbruk, bebyggelse o.l.

2.9.6. Biologiske forhold

Bearbeidelsen av planktonmaterialet viste at et stort antall arter inngikk i Maridalsvatnets planktonbestand. Ved den kvantitative bearbeidelse ble ca. 100 ulike kategorier holdt atskilt. Følgende oppstilling viser artenes fordeling mellom de viktigste taksonomiske klasser:

Schizophyceae (blågrønnalger)	6
Chlorophyceae (grønnalger)	37
Chrysophyceae	15
Bacillariophyceae (kiselalger)	18
Dinophyceae	5

Forholdet gjenspeilte innsjøens oligotrofe særpreg. Som vanlig for slike lokaliteter er desmidiaceene artsrikt representert og chrysomonadene setter sitt preg på forsommerplanktonet. Den kvalitative sammensetning av planktonet gir imidlertid enkelte indisier på eutrofierende tendenser i vannmassene.

I kvantitativ sammenheng viser utviklingen av planktonet en typisk periodisitet. Hovedinntrykket er at om vinteren er det små bestander, mens det etter isløslingen følger en gradvis vekst av populasjonene, og i august forekommer de største mengdene. Gjennom høstmånedene avtar så forekomstene igjen inntil vintersituasjonen er etablert. Dette mønster er fulgt av de fleste planktonklasser. Chrysophyceene danner her et unntak idet denne klasse opptrer med et tydelig maksimum på forsommeren.

Med hensyn til planktonets vertikale fordeling viser undersøkelsene at den eufotiske sone under sommersituasjonen strekker seg dypere ned enn til sprangsjiktet, og selv på 20 meters dyp var planktonpopulasjonene gjennomgående av størrelsesorden 10^5 celler/l. Planktonets vertikale fordeling er vist i følgende oppstilling hvor det totale antall organismer i 1 liter vann er notert.

Dyp i m	0	2	4	8	12	20	25	30	35	40
Antall ($n \cdot 10^6$)	13,5	22,7	3,1	1,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

Ved den kvantitative bearbeidelse av fytoplanktonet ble det påvist tildels store forekomster av enkelte arter. Artene som dominerte tilhørte imidlertid nanno-planktonet, slik at biomassen som planktonet i innsjøen representerer i og for seg ikke er atypisk for oligotrofe vannsamlinger, men det indikerer en planktonrik variant.

2.9.7. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske undersøkelsene omfattet bestemmelse av kimtall og coliforme bakterier. Kimtallene varierte i samsvar med de kjemiske og biologiske forhold. Tallene var stort sett lave både om våren og sommeren, men steg utover høsten. Etter isleggingen ble forholdene igjen vesentlig bedre med hensyn til innhold av kimtall. Under stagnasjonsperiodene var det betydelig høyere kimtall i de øverste vannmasser enn i dyplagene, mens under sirkulasjonsperiodene var bakteriene jevnt fordelt i alle dyp.

Resultatene av kimtallbestemmelsene har vist at høye bakterieforekomster gjorde seg gjeldende på de steder og på de tidspunkter man kunne vente kraftig påvirkning fra tilløpene. Bakterietilførselen gjennom tilløpene er således av større betydning enn oppvekst av bakterier i selve innsjøen.

Analyseresultatene viser at det var markerte variasjoner når det gjelder mengder coliforme bakterier i Maridalsvatnet. I vinter- og vårhalvåret var det coliforme bakteriantallet meget lavt. I løpet av sommeren skjedde det en viss stigning som særlig gjorde seg gjeldende i de øvre vannlag. Fra begynnelsen av november ble forholdene markert endret og videre ut denne måned ble Maridalsvatnet tydelig bakterieforurenset gjennom det hele. Så snart vintersituasjonen var etablert avtok igjen vannets innhold av coliforme bakterier. I de frie vannmasser i Maridalsvatnet ble det aldri funnet over 40 coliforme bakterier pr. 100 ml og bare to ganger mer enn 30. Dette viser at en massiv forurensning av Maridalsvatnet ikke lett gjør seg gjeldende. Undersøkelsen viste også at vannmassene i de øvre lag om sommeren var mer bakteriologisk forurenset enn dyplagene. Kontrollundersøkelsene som senere er gjennomført har vist at de bakteriologiske forhold ikke er vesentlig endret.

Resultatene av de bakteriologiske undersøkelser som ble utført i tilløpsbekkene viser at det gjorde seg gjeldende visse årstidsvekslinger på de fleste prøvetakingssteder, slik at bakterieantallet var mindre om sommeren enn om våren og høsten.

I Skjersjøelva var vannets innhold av coliforme bakterier omtrent som i Maridalsvatnet. Undersøkelsen som ble gjort lengre oppe i vassdraget tyder på at påvirkningen av slike bakterier var større der enn i Maridalsvatnet, men observasjonsmaterialet er for lite til en sikker uttalelse om dette. Ved utløpet av Dausjøelva var det svært varierende forhold med tildels høye colitall. Også i dette vassdrag syntes det som om påvirkningen var større lengre oppe i vassdraget. I de mindre bekker kunne den bakteriologiske forurensning under regnvårsperioder bli betydelig, men under alminnelige tørrvårsperioder var bakterieinnholdet av samme størrelsesorden som i de større bekker.

For tilløpsbekkene sett under ett syntes det som om vannets innhold av coliforme bakterier var nøye knyttet sammen med vannføring og avrenningsforhold. Undersøkelsen tyder imidlertid på at innholdet av coliforme bakterier i Maridalsvatnets sentrale partier var lite påvirket av de lokale variasjoner som opptrer i nedbørfeltet.

2.10. Nitelva

2.10.1. Innledning

Denne fremstilling bygger i sin helhet på en undersøkelse utført i 1959/1960 for Arbeidskomitéen for rensing av Nitelva: Kjemisk og bakteriologisk undersøkelse av Nitelv-vassdraget 1959-60. Av K. Baalsrud, N. Kaltenborn og A. Kjelsen. Arbeidskomitéen for rensing av Nitelva, Kjeller, april 1960.

Dessuten er det i tiden etter denne undersøkelse pågått regelmessige observasjoner i Nitelv-vassdraget av Norsk institutt for vannforskning, men observasjonsmaterialet er ennå ikke tilstrekkelig bearbeidet for gjengivelse.

2.10.2. Generelt

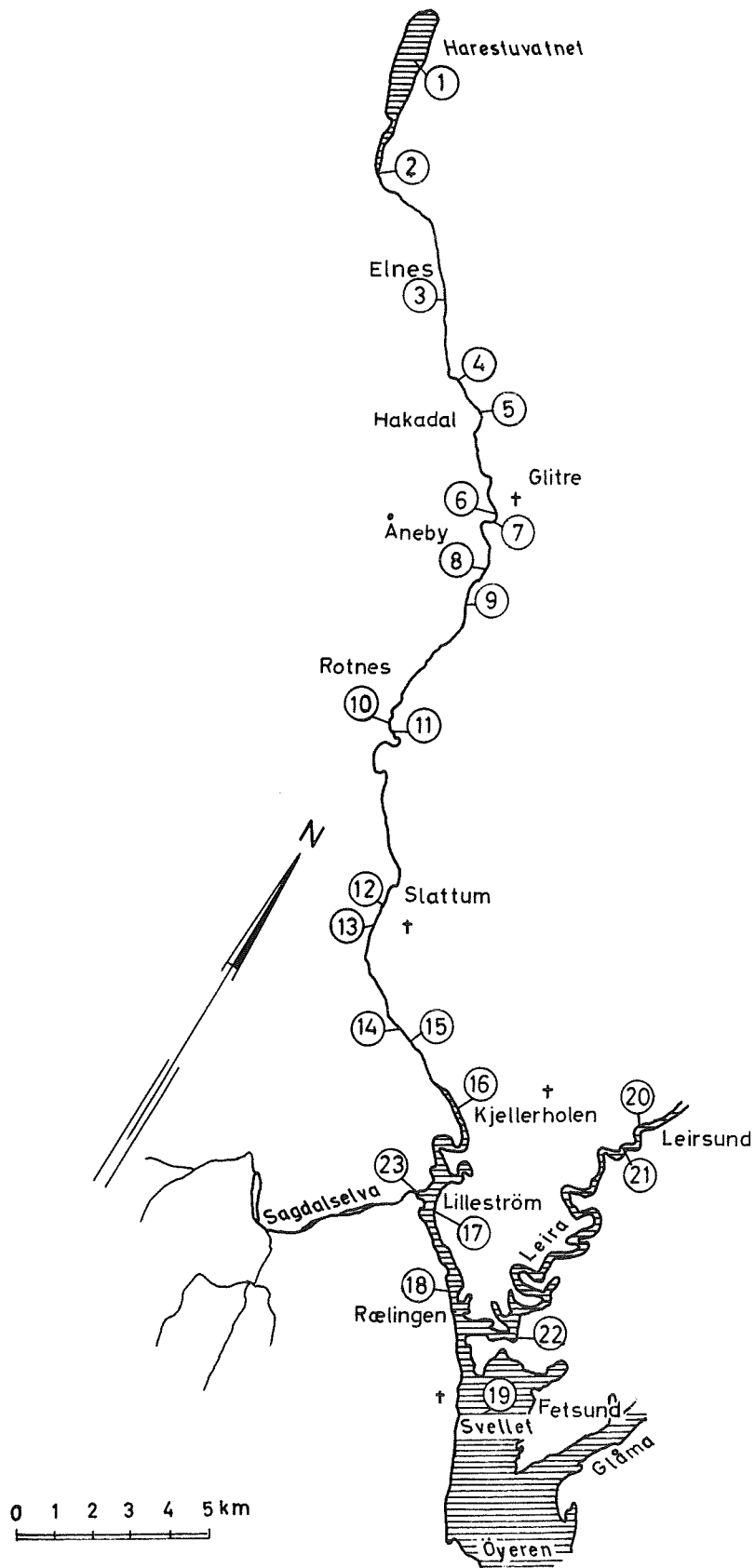
Den ca. 40 km lange Nitelva har sitt utløp fra Harestuvatnet (233 m.o.h.) i Lunner kommune i Oppland fylke. Fra Harestuvatnet og det tilgrensende Strykvatn renner først elva over typisk stenbunn gjennom en skogstrekning med meget sparsom bebyggelse.

Etter å ha passert fylkesgrensen mellom Oppland og Akershus renner elva ca. 25 km gjennom Nittedal. Fra og med Elnes øverst i Nittedal opptrer leirgrunn, som etter hvert blir de dominerende løsavsetninger i nedbørfeltet.

Ved Hakadal får elva de første betydelige tilløp av kloakkvann. Gjennom Nittedal øker belastningen noe gjennom avløpsvann fra tettbebyggelsene Glitre, Åneby, Rotnes og Slattum.

Idet elva passerer grensen til Skedsmo kommune, mottar den kloakken fra det militære etablissement Lahaugmoen. Etter noen store slynger begynner den å vide seg ut, og er flere steder opptil 2-300 m bred. Dybden er imidlertid liten, bare opptil 1-2 m. Elva mottar her ved lagunen kloakkutslipp fra tettbebyggelsen på Kjeller, samt forskningsinstituttene og de militære anlegg.

Den meget forurensede Sagdalselva kommer noen hundre meter lenger nede som et tilløp til Nitelva fra sydvest. Denne elv fører med seg avløpsvann fra betydelige tettbebyggelser og industribedrifter i Strømmen og Lørenskog. Videre passeres Lillestrøm og Rælingen kommuner, hvor elva forurenses ytterligere av en lang rekke kloakkutslipp langs bredden. Like sydøst for Lillestrøm løper Nitelva sammen med Leira. En stor del av avløpsvannet fra bebyggelsen i Øvre Romerike tilføres denne elv.



Prövestasjoner i Nitelva
Fig. 2

Elva utvider seg til slutt til det store grunnområdet Svullet, beliggende mellom Fet og Rælingen. Størstedelen av dette basseng er ved normal vannstand ikke dypere enn 0,5 m, og bunnfryser i vintertiden. Gjennom noen smale kanaler forener så Nitelva seg med Glåma og renner ut i Øyeren (101 m.o.h.). Vannstanden i Nitelva helt opp til Årosbroen er bestemt av vannføringen i Glåma og vannstanden i Øyeren.

2.10.3. Hydrografiske og bakteriologiske undersøkelser

I tiden mai 1959 - februar 1960 ble det regelmessig tatt prøver fra 23 prøve-stasjoner i vassdraget. (Stasjonsplassering, se fig.2). Prøvetakingshyppigheten var 2 serier pr. måned, bortsett fra vintertiden, da det ble tatt 1 serie hver 3. uke.

Middelverdiene for analyseresultatene ved samtlige prøvetakingsserier er satt opp i tabell 19.

Coli-bakterier

Det fremgår at man hadde en betydelig økning i bakterieinnhold like etter hvert hovedklakkutløp, men deretter var det relativt bra selvrensning på de fleste elvestrekninger. Hva bielvene angår, så var det i Sagdalselva gjennomgående ca. 10 ganger så høyt bakterieinnhold som i nedre del av Nitelva. Leira hadde et betydelig lavere innhold av bakterier, omtrent samme størrelsesorden som i øvre del av Nitelva. Forøvrig var bakterieinnholdet i Nitelva klart høyere om sommeren og utover høsten enn om vinteren og våren. I Leira var denne effekt ikke så typisk.

Kjemiske resultater

Vannet i Nitelva var bortimot nøytralt eller svakt surt, bortsett fra vannet på stasjon 17 og 18 som hadde pH-verdier på henholdsvis 7,07 og 7,24. Leira hadde også pH-verdier over nøytralpunktet.

Verdiene for den elektrolytiske ledningsevne varierte mellom stasjon 1 og 10 i området 43,3 - 48,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ved 20°C. De høyeste verdiene på denne elvestrekning forekom øverst. Fra stasjon 11 og nedover økte innholdet av oppløste salter, og på stasjon 19 var den elektrolytiske ledningsevne 101,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. I Leira lå verdiene for ledningsevnen i området 136,1 - 158,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ledningsevnen hadde overalt steget jevnt utover sommeren, med maksimum i oktober.

Tabell 19

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Nitelva. Middelverdier

Prøve- stasjon	pH	Spes.ledn.e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Tørr- stoff mg/l	Gløde- rest mg/l	Klorid mg Cl/l	Orto- fosfat µg PO ₄ /l	Total fosfat µg PO ₄ /l	BFA mg N/l	Total hårdhet mg CaO/l	Kalium mg K/l	Natrium mg Na/l	Jern µg Fe/l	Coli - ant./100 ml
1	6,9	48,5	22	1,8	4,7	43	25	2,9	11	36	0,25	11,2	0,62	0,99	40	161
2	6,9	45,4	22	2,1	4,2	40	22	3,0	10	34	0,17	10,5	0,58	1,09	40	286
3	6,9	44,5	18	1,3	4,3	40	22	3,0	6	30	0,08	10,5	0,58	1,22	40	98
4	6,8	43,3	20	1,8	4,2	40	21	3,3	6	26	0,11	9,9	0,61	1,20	50	400
5	6,8	46,1	30	2,4	4,8	41	24	3,3	21	39	0,18	9,5	0,64	1,29	110	11077
6	6,8	43,7	27	2,8	4,4	41	21	3,4	10	40	0,16	9,1	0,67	1,36	80	1085
7	6,8	45,6	28	3,2	5,0	39	23	3,5	21	53	0,23	9,4	0,69	1,37	80	18836
8	6,8	44,4	27	3,2	4,6	40	24	3,5	10	31	0,30	9,2	0,72	1,40	90	3187
9	6,8	46,6	29	3,1	4,7	44	25	3,5	14	32	0,25	9,6	0,79	1,40	80	3225
10	6,8	47,2	30	4,2	4,5	46	26	3,7	11	31	0,19	9,7	0,79	1,44	100	1372
11	6,8	49,0	31	3,9	5,0	47	28	3,8	12	47	0,17	10,2	0,79	1,53	100	1283
12	6,9	52,0	31	4,3	4,6	50	29	4,0	11	30	0,28	10,6	0,83	1,60	100	628
13	6,8	56,0	35	5,3	5,1	52	31	4,4	36	58	0,38	10,9	0,98	1,84	140	27756
14	6,9	57,7	35	6,3	4,6	52	32	5,1	24	37	0,33	11,4	0,98	1,94	150	943
15	6,9	59,5	36	7,1	5,3	53	35	5,4	25	43	0,38	12,1	1,04	2,03	160	585
16	6,9	60,7	36	7,0	5,2	53	31	5,6	36	63	0,47	12,3	1,00	2,07	120	884
17	7,1	80,4	70	15,4	8,9	78	45	7,3	128	205	1,43	14,6	1,55	3,19	210	15788
18	7,2	91,5	74	14,2	9,5	82	47	9,2	74	116	1,40	15,7	1,47	3,86	180	7860
19	7,2	101,2	57	15,1	7,8	95	58	11,7	33	46	0,45	19,0	1,32	4,07	180	1829
20	7,2	136,1	52	21,8	5,5	118	77	13,4	32	50	0,21	24,7	1,26	5,44	190	875
21	7,3	153,3	53	23,7	5,7	131	92	18,1	29	67	0,19	25,0	1,34	6,90	190	1630
22	7,4	158,9	54	20,7	5,8	124	86	18,6	20	49	0,33	25,9	1,56	6,57	290	1043
23	7,1	124,2	146	33,6	15,5	113	65	12,3	482	731	3,44	18,2	2,39	6,59	540	150150

Når det gjelder de øvrige komponenter, viste de stort sett de tilsvarende variasjoner i resultatene som ledningsevnen. I den øvre del av Nitelva var det relativt liten variasjon i vannkvaliteten. Videre nedover elva steg verdiene for samtlige komponenter, slik at de høyeste verdiene forekom nederst. Leira hadde stort sett en annen vannkvalitet enn Nitelva. Den var spesielt sterkt belastet med suspendert leire.

Hovedinntrykket av undersøkelsen er at man i Nitelva hadde en jevn, svak økning av forurensningsgraden fra Harestuvatnet til Kjellerholen, deretter en kraftig økning nedenfor tilløpet fra Sagdalselva. Forurensningsgraden avtok deretter utover Svillet. Det siste gjelder for organiske og svevende forurensninger, uorganiske, oppløste forurensninger viste derimot tildels økning. Noen komponenter, spesielt colibakterieinnholdet, viste tydelig sprangvise økninger ved stasjonene 5,7,(9), 11, 13, (15) og 17, d.v.s. etter kloakkutløpene. I den øvre del var forurensningsgraden såpass moderat at elva stort sett klarte å rense seg selv.

Nitelvas tilstand vil imidlertid bli gjenstand for fornyede undersøkelser i den nærmeste fremtid, og den skal derfor ikke kommenteres nærmere i denne sammenheng.

2.11. Nordbysjøen i Rælingen

2.11.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Lillestrøm kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 222. Undersøkelse av Nordbysjøen som drikkevannskilde . Utført i tidsrommet august 1960 til mars 1961. Blindern, desember 1961.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse. Det ble samlet inn prøver den 11. og 15. august 1960, og den 22. og 23. mars 1961.

2.11.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i det østnorske grunnfjellsområde og består av gneisgranittiske bergarter. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Feltet er tildels bevokst med skog. Det er en del myrrealer i området. Innsjøen er lite utsatt for forureningspåvirkning.

2.11.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er loddet opp av Widerøes Flyveselskap A/S, og dybdekart er tegnet i målestokk 1: 2000. Bassengets form og bunntopografi er uregelmessig, og terskler avsnører kulper og dypere områder. Da undersøkelsen fant sted var innsjøen regulert mellom kotene 221,2 og 227,7. Tabell 20 for morfometriske og hydrologiske data er satt opp både for den tidligere normale vannstand (kote 223) og den nåværende (kote 229,8).

Tabell 20. Morfometriske og hydrologiske data

		Tidligere	Nåværende
Nedbørfelt	km ²	9,3	9,3
Høyde over havet	m	223,0	229,8
Største dyp	m	22,0	28,8
Overflateareal	km ²	0,380	0,775
Volum	mill.m ³	1,6	4,9
Middel dyp	m	4,0	6,3
Midlere avrenning	l/sek/km ²	15	15
	d.v.s. l/sek	139,5	139,5
Teoretisk oppholdstid dager		130	400

2.11.4. Bruk av lokaliteten

Vannforsyningskilde for Lillestrøm.

2.11.5. Fysisk-kjemiske forhold

2.11.5.1. Temperatur

	Overflatelagene	Dyplagene
August 1960	16 - 18°C	4,5 - 6°C
Mars 1961	0 - 3°C	3,5 - 4,5°C

Sprangsjiktet lå om sommeren i ca. 6 meters dyp.

2.11.5.2. Oksygenforhold

Tabell 21. Oksygenmetning i %

St.	Dato	Overflatelagene 0 - 6 m	Dyplagene 8 - bunn
1	11/8-1960	87 - 77	40 - 4
2	15/8-1960	87 - 77	63 - 51
3	15/8-1960	90 - 71	68 - 18
1	22/3-1961	96 - 90	65 - 22
2	"	92 - 78	66 - 6
3	"	90 - 77	72 - 44

Oksygenforbruket i dyplagene skyldes nedbrytning av organisk materiale (humus) i vannet og bunnslammet.

2.11.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 22. Middelverdier for kjemiske komponenter

	Variasjonsbredde	Middelverdi
pH	5,7 - 6,4	6,0
Spes.ledn.evne, 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	24,1 - 30,8	28,1
Farge, mg Pt/l	24 - 48	39
Turbiditet, mg SiO_2 /l	0,4 - 1,8	0,8
Perm.tall, mg O/l	4,5 - 7,3	5,8
Hårdhet, mg CaO/l	5,3 - 6,0	5,7
Jern, μg Fe/l	<100 - 600	150
Mangan, μg Mn/l	0 - 90	<30

Vannet er noe surt, bløtt og inneholder betydelig organisk materiale (humusstoffer). Vannets innhold av jern og mangan er relativt høyt.

2.11.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

2.11.7. Bakteriologiske forhold

Undersøkelsen viser at vannet i liten grad er påvirket av bakteriologiske forurensninger.

2.12. Padderudvatnet i Asker

2.12.1. Generelt

Lokaliteten er blitt undersøkt etter oppdrag fra Lier kommune. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr. 55/63: Vannforsyning Lierskogen, Padderudvatnet, Blindern, 12. september, 22. oktober 1963 og 16. januar 1964.

Undersøkellesperiode: September 1963 - januar 1964.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk undersøkelse. Det ble i undersøkelsesperioden samlet inn observasjonsmateriale ialt 3 ganger.

2.12.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Fjellgrunnen i nedbørfeltet er i vesentlig grad bygd opp av kambro-siluriske sedimentbergarter. Løsavsetningen består i stor utstrekning av leirholdig bregrus. I nedbørfeltet er det en del skog. De nederste deler av feltet er i stor utstrekning dyrket mark. Lokaliteten mottar avrenningsvann fra gårdsbrukene og bebyggelsen i området.

2.12.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen ble ikke loddet opp av instituttet. Tabell 23 viser de viktigste morfometriske og hydrologiske forhold (tildels oppl. fra Limnologisk institutt):

Tabell 23. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	192	m
Nedbørfelt	3,0	km ²
Største målte dyp	21	m
Overflateareal	0,19	km ²
Middel dyp	11,5	m
Volum	2,2	mill.m ³
Midlere avrenning (NVE)	44	l/sek
Teoretisk oppholdstid	1,5	år

2.12.4. Bruk av lokaliteten

Lokaliteten brukes i dag som vannforsyningskilde for Lierskogen, Lier.

2.12.5. Hydrografiske forhold

2.12.5.1. Temperaturforhold

På observasjonsdagen den 6. september 1963 var temperaturen i overflatelagene 14 - 15°C og i dyplagene ca. 4°C. Sprangsjiktet lå i 6 - 8 meters dyp. Sommer-situasjonen varte ved også på den neste observasjonsdag den 15. oktober 1963. Temperaturen var da ca. 7°C og ca. 4°C i henholdsvis overflate- og dyplagene. Den 9. januar 1964 var innsjøen islagt og temperaturen steg relativt jevnt fra 2,95°C i 1 meters dyp til 4,10°C ved bunnen.

2.12.5.2. Oksygenforhold

Oksygenforholdene under sommerstagnasjonsperioden hadde følgende mønster:

I overflatelagene varierte oksygenmetningen mellom 70 og 103%. I dyplagene var det anaerobe forhold. Denne fordeling har sammenheng med nedbrytning av organisk materiale som tildels tilføres lokaliteten fra nedbørfeltet og tildels produseres i selve innsjøen (produksjon av fyttoplankton).

Nedbrytning av organisk materiale i bunnsedimentene spiller også en betydelig rolle i denne sammenheng. I januar avtok oksygenmetningen fra 50% i 1 meters dyp til 0% ved bunnen. Dette viser at innsjøen er sterkt belastet med organisk materiale.

2.12.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 24 viser middelverdier for kjemiske komponenter:

Tabell 24. Middelverdier for kjemiske komponenter

pH	Spes. ledn. evne 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg $\text{SiO}_2/1$	Perm. tall mg O/1	Jern $\mu\text{g Fe}/1$	Mangan $\mu\text{g Mn}/1$
7,4	202	36	2,0	4,3	<50	<50

Vannet er svakt basisk. pH var noe høyere i overflatelagene enn i dypet - noe som skyldes forbruk av CO_2 ved fyttoplanktonets fotosyntese i overflate-lagene og produksjon av CO_2 ved nedbrytning av organisk materiale i dyplagene. Vannet har et relativt høyt elektrolyttinnhold. De høyeste verdier ble obser-vert i dyplagene. Vannet var betydelig påvirket av organisk og partikulært

materiale. Fargepåvirkningen varierte således mellom 25 og 40 mg Pt/l. Verdiene for kjemisk oksygenforbruk (KMnO_4 -tallene) var også relativt høye. De oksygenholdige vannmasser i de øverste lagene var relativt lite påvirket av jern og mangan-forbindelser. I dyplagene var det imidlertid betydelige mengder (Fe: 0,31 mg/l, Mn: 7,76 mg/l) også av disse komponenter.

2.12.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

2.12.7. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt, men ut fra innsjøens beliggenhet er det grunn til å anta at vannmassene er betydelig bakteriologisk forurenset.

2.13. Store Sandungen i Asker

2.13.1. Generelt.

Lokaliteten er blitt undersøkt etter oppdrag fra Asker kommune v/kommuneingeniøren, Asker. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr. 0-26/62: En undersøkelse av vannforsyningen fra Store Sandungen, Asker. 1962 - 1963 , Blindern, april 1965.

Undersøkellesperiode: April 1962 - august 1963.

Undersøkelsens art:

1. Limnologisk undersøkelse av Store Sandungen.
2. Mikrobiologisk undersøkelse av begroing og slamavsetning i rørsystemer, vannbasseng m.m.
3. Forsøk med kullfilter.
4. Undersøkelse av korrosjonsforhold.

Den limnologiske undersøkelse besto i månedlige fysisk-kjemiske undersøkelser på to observasjonsstasjoner gjennom ca. 1 år.

2.13.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Fjellgrunnen i nedbørfeltet til Store Sandungen er bygd opp av permiske lava-bergarter. Disse lavabergarter tilhører rombeporfyrserien (RP). Den eldre lavastrømmen, som Sandungen sannsynligvis ligger i, er en bergart av porøs og bløret beskaffenhet. Porene er tildels fylt med mangan-oksyder av forskjellige modifikasjoner, videre kalkspatt og jernspatt. Den yngre lavastrøm er en hard og kompakt bergart, som danner berggrunnen i nedbørfeltet omkring Sandungen.

I store deler av nedbørfeltet er berggrunnen dekket med et tynt lag bregrus. På nordvestsiden av innsjøen er det en morenerygg. Enkelte steder er det myr og torvjord. Nedbørfeltet er tildels bevokst med barskog. På østsiden av lokaliteten er det et lite gårdsbruk og en militærleir hvis avløpsvann drenerer ut av nedbørfeltet. Nedbørfeltet blir benyttet som utfartsområde for befolkningen i Asker - Oslo. Fiske og bading i lokaliteten er forbudt. Om sommeren blir feltet benyttet som beitemark.

2.13.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Asker kommune har loddet opp og tegnet dybdekart over Store Sandungen i målestokk 1 : 2000. Langs vestsiden av innsjøen går det en dyprenne hvor det er målt dybder på 27 meter. Store deler av lokaliteten forøvrig er grunnere enn 12 meter.

De morfometriske og hydrologiske data er satt opp i tabell 25.

Tabell 25. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet (fullt magasin)	318	m
Nedbørfelt	4,5	km ²
Største dyp	27	m
Overflateareal	0,87	km ²
Volum	4,6	mill.m ³
Middel dyp	5,3	m
Midlere avrenning (NVE)	95	l/sek
Teoretisk oppholdstid	1,5	år

I 1953 ble Store Sandungen regulert 2 m hvorved et areal på ca. 0,25 km² ble satt under vann. Avrenningen fra Sandungen foregår i det vesentligste gjennom vannverkets tunnel. Tunnelinntaket ligger på ca. 8 m ved fullt magasin.

2.13.4. Bruk av lokaliteten

Lokaliteten brukes i dag som vannforsyningskilde for Asker kommune.

2.13.5. Hydrografiske forhold

2.13.5.1. Temperaturforhold

De forskjellige termiske perioders varighet er følgende:

Sommerstagnasjonsperioden (mai - oktober)	ca. 5 mndr.
Høstfullsirkulasjonsperioden (oktober - november)	" 1 mnd.
Vinterstagnasjonsperioden (november - mai)	" 5½mndr.
Vårfullsirkulasjonsperioden (mai)	" 2 uker

Sprangsjiktet lå om sommeren i ca. 8 - 10 meters dyp. Temperaturen i dyplagene var i denne periode ca. 6°C. I overflatelagene ble det observert temperaturer på 16 - 17°C.

Om vinteren lå temperaturen i dyplagene på mellom 3 og 4°C. I de dypeste lagene steg temperaturen litt i løpet av stagnasjonsperioden.

2.13.5.2. Oksygenforhold

Fullsirkulasjonsperiodene medførte luftning av vannmassene og godt oksygenert vann ble også på grunn av konveksjonsstrømninger ført til dypere lag, men vannmassene oppnådde likevel ikke den metning som løselighetsforholdene tilsa. I begynnelsen av sommer- og vinterstagnasjonsperioden var oksygenmetningen henholdsvis 50 - 60% og ca. 80%. P.g.a. vannets kontakt med luft hadde vannmassene over sprangsjiktet hele sommeren igjennom oksygenmetning på 80 - 90%. Under stagnasjonsperiodene avtok oksygeninnholdet i dyplagene og var i slutten av perioden praktisk talt 0. Dette henger sammen med nedbrytning av organisk materiale som tildels blir tilført innsjøen fra nedbørfeltet og tildels produsert i selve innsjøen. Nedbrytning av organisk materiale i bunnsedimentene spiller sannsynligvis også en viss rolle i denne sammenheng. I Store Sandungen, hvor store arealer myr- og torvjord, samt lyng, busker og trær ble satt under vann ved reguleringen, er det grunn til å anta at bunnmaterialet er en betydelig oksygenforbrukende faktor.

2.13.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 26 viser middelerverdier for en del kjemiske komponenter.

Tabell 26. Middelerverdier for kjemiske komponenter

St.	pH	Spes.ledn.evne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
1	6,7	41,1	30	1,2	3,2	10,0	130	210
2	7,0	41,9	32	1,3	3,4	9,3	170	260
3	6,9	40,0	24	1,1	3,2	9,2	70	50
4	7,0	40,5	25	0,9	3,6	10,5	70	30
5	6,9	39,4	21	0,7	3,3	9,4	60	60

- St. 1: Dypeste område av Store Sandungen
- " 2: Nærheten av vanninntaket
- " 3: Sjakt 1 ved inntaket
- " 4: Sjakt 2, 200 - 300 m fra inntaket
- " 5: Vannverkets høydebasseng på Skaugum.

Vannet har gjennomgående nøytral karakter. I samsvar med den termiske sjiktning etableres om sommeren en pH-sjiktning med svakt basisk vann i de øverste lagene og svakt surt vann i dyplagene. I sirkulasjonsperiodene er det ensartede forhold med pH ca. 6,7 om våren og pH ca. 6,9 om høsten. Utover vinteren blir vannet gradvis svakt surere.

Den spesifikke ledningsevne, som var forholdsvis konstant gjennom hele observasjonsperioden, (ca. 40 μ S/cm) viser at vannet er bløtt og kalkfattig.

Praktisk talt gjennom hele observasjonsperioden hadde vannmassene i de øverste lagene av innsjøen (fra 0 til 10 - 12 m) fargeverdier i intervallet 20 - 30 mg Pt/l. Kaliumpermanganattallene varierte stort sett i området 3 - 4 mg O/l. De høyeste verdier både for farge og KMnO_4 -tall ble registrert i sirkulasjonsperiodene, spesielt om høsten. Under stagnasjonsperiodene var det betydelig høyere farge- og turbiditetsverdier i dyplagene - noe som henger sammen med dypvannets spesielle kjemiske forhold. Humuspåvirkning i Store Sandungen er tildels forårsaket av humustilførsel gjennom tilsigsbekkene, men myr- og torvjordområdene som ble demmet ned under reguleringen, bidrar antakelig også til forøkelse av vannets innhold av slike stoffer.

Vannets innhold av jern og manganforbindelser har primært sin årsak i nedbørfeltets geologi. Stoffene er bundet til organisk materiale i tilsigsvannet og i bunnsedimentene, og frigjøres fra disse ved reduksjonsprosesser. Det reduserende miljø som etter hvert dannes i dyplagene under stagnasjonsperiodene resulterer i en forøkelse av toverdlig jern og mangan i disse lag. Det oppsto således en jern- og mangansjiktning med forholdsvis lave konsentrasjoner i de øverste lagene ned til 10 - 15 meters dyp og forholdsvis høye konsentrasjoner i dyplagene. Under sirkulasjonsperiodene ble p.g.a. konveksjonsstrømninger vannets kvalitet utjevnet, med bl.a. det resultat at overflatevannets innhold av jern og mangan ble størst på denne tid. Denne utluftning og sammenblanding med oksygenrikt vann førte imidlertid etter hvert til oksydasjon og utfelling av jern og manganforbindelser.

Kjemisk sett hadde prøvene, som ble tatt på st. 3, 4 og 5 omtrent samme kvalitet som vannet i de øvre lag av Sandungen.

Analyseresultatene av de vannprøver som ble samlet inn fra tilsigselvene viser en noe varierende kjemisk sammensetning. Dette henger sammen med de geologiske forhold samt løsavsetningene og vegetasjonsdekket i de områdene de forskjellige bekker drenerer. Spesielt varierte tilsigsvannets humus-, jern- og manganinnhold.

2.13.6. Biologiske og bakteriologiske forhold

Store Sandungen er en lite produktiv innsjø, og vannet inneholder beskjedne mengder fyttoplankton og zooplanktonorganismer. Vannet, som renner ut av innsjøen, inneholder imidlertid farget, suspendert materiale som hovedsakelig er av en annen sort enn det som kommer inn ved tilløpsbekkene. Mye av det suspenderte materialet i Sandungen består av Siderocapsa-liknende organismer. Det antas at disse organismene lever ved oksydasjon av løst organisk stoff i humus som er bundet sammen med jern- og manganioner. Bakteriernes nedbrytning av humusstoffer fører til utfelling av jern- og mangan som uløselige salter, og dette dannet et gulbrunt lag rundt bakteriene. De eksemplarerne av Siderocapsa som var tilstede i Sandungen var opptil 5 μ i diameter, og fargen varierte fra gul til mørkebrun.

Forsøk har vist at avsetningsmengdene kunne reduseres betraktelig ved hjelp av cellulosefilter (poreåpning 5 μ), mens filterduk med større poreåpning bare fjernet større eksemplarer av fyto- og zooplankton.

De Siderocapsa-liknende organismene forekom i store mengder i bunnslammet fra bassenget på Skaugum. Særlig på sensommeren og høsten, når slamproblemet var mest plagsomt, preget de bildet på membranfiltrene som ble brukt til filtrering av vann fra de øverste lag av Sandungen. Det ble funnet betydelige mengder av fyttoplankton og krepsdyrrester i avsetningen, særlig i bassenget, og plankton må regnes som en betydelig faktor i avsetningen ihvertfall i sommerhalvåret.

2.13.7. Forsøk med kullfilter

Aktivt kull ble benyttet i et filtreringsanlegg med råvann fra Store Sandungen. Rensemetsoden resulterte bl.a. i en midlere reduksjon av fargen og det kjemiske oksygenforbruk (KMnO_4) på ca. 50%.

2.13.8. Korrosjonsforhold

I et forsøksanlegg ble korrosjon på jernrør og galvaniserte jernrør nærmere studert. Ved forsøkets slutt, etter ca. 3 mndr., hadde jernrøret et ca. 2 mm tykt innvendig belegg av rust, og under dette var jernet ujevnt korrodert.

Korrosjonsgropene var inntil 1 mm dype. Vannets relativt høye korrosivitet antas å bero på at bergarter omkring Store Sandungen inneholder høyereverdige manganoksyder som oppløses og tilføres vannmassene. De høyereverdige manganioner virker som depolarisatorer for korrosjonsprosessene. Forsøkene viste at korrosiviteten var størst ved inntaket og avtok utover i innsjøen.

2.13.9. Konklusjon

Vannmassene i Store Sandungen inneholder humuskomponenter og har et relativt høyt innhold av jern og manganforbindelser. Innholdet av mangan i forhold til jern er større enn det man vanligvis finner i norske innsjøer. Ellers er vannet relativt bløtt og har en praktisk talt nøytral reaksjon. Asker vannverk har hatt problemer i forbindelse med begroing og slamdannelse i ledningene. Dannelsen av humusslam som inneholder jern og mangan er et alminnelig problem ved norske vannverk, men det er grunn til å anta at det uvanlige forhold mellom jern og mangan i Sandungens vannmasser kan ha betydning for ulempenes karakter i Asker. Slamproblemene har sammenheng med dannelsen av meget små partikler som oppstår ved kjemiske og biologiske prosesser. Manganinnholdet kan ha betydning for korrosjon på ledningsnett.

BUSKERUD FYLKE

3.1. Drammen vannforsyning

3.1.1. Generelt

Fra Drammen kommune har instituttet hatt i oppdrag å undersøke en rekke vannlokaliteter som i dag anvendes som drikkevannskilder for Drammen: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 268. En undersøkelse av drikkevannskildene for Drammen . Blindern, 10. november 1962.

Undersøkelsesperiode: Februar 1961 til februar 1962.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse.

3.1.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av eruptive bergarter, i det vesentlige granitter og syenitter. Løsavsetningene består i det vesentligste av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet er på det nærmeste dekket med skog. I området, særlig rundt vannlokalitetene, er det en del myr. I nedbørfeltet er det en del hytter. Dessuten er det en utstrakt bruk av feltet for rekreasjonsformål.

3.1.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Vannlokalitetene er ikke opploddet, og de morfometriske data er ikke kjent. Byingeniøren i Drammen har utarbeidet en oversikt over visse hydrologiske forhold, hvorfra følgende delvis er hentet: (De angitte verdier for midlere avrenning (oppgitt av NVE), gir noe lavere vannføringstall enn det som er oppgitt i nevnte oversikt).

Tabell 27. Hydrologiske data

Lokalitet	Felt	Nedbør- areal ₂ i km ²	Midlere avrenning ₂ i l/sek/km ²	Midlere avrenning i l/sek				
Langvatn og Vranglevatn } Solbergvatn } Mellomdammen }	Glitrevassdraget	5,1	15	76,5				
Nerdammen } Vasshella } Eiksdammen }					Solbergvassdraget	11,0	15	165,0
Myrdammen } Hvalsdammen } Svarttjern }									Vivelstadfeltet	14,0	15	210
Kloptjern	0,52	15	7,8					
Landfalltjern	0,49	15	7,4					
Blektjern	0,30	15	4,5					
Skapertjern	1,63	15	24,5					
Kjøsterudbekken	2,8	15	42,0					

3.1.4. Bruk av vannkildene

Vannforsyningskilder for Drammen.

3.1.5. Hydrografiske forhold

3.1.5.1. Temperatur

Lokalitetene er grunne, og vannets temperatur varierer derfor sterkt med de meteorologiske forhold. Temperaturen er forøvrig bare målt i overflatelagene.

3.1.5.2. Oksygenforhold

Vannets oksygenforhold i de forskjellige lokaliteter er ikke observert.

3.1.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 28. Maks., middel- og min.-verdier for kjemiske komponenter

	pH	Spes.ledn. evne, 20°C µS/cm	Farge mg Pt/l	Turb. mg SiO ₂ /l	Perm.- tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l
<u>Lengvatn:</u>							
maks.	6,4	20,6	18	0,4	3,0		
middel	6,0	19,6	13	0,4	2,5	3,0	
min.	5,6	18,6	8	0,3	2,0		
<u>Vranglevatn:</u>							
maks.	6,3	20,9	14	0,5	2,0		
middel	6,1	20,2	12	0,5	2,0	3,6	
min.	5,8	19,5	10	0,4	1,9		
<u>Solbergvatn:</u>							
maks.	7,0	23,2	33	0,9	5,3		0,12
middel	6,4	19,1	30	0,6	4,0	2,6	0,12
min.	6,2	15,9	23	0,5	3,0		0,12
<u>Mellomdammen:</u>							
maks.	6,7	19,3	39	0,9	4,7		0,16
middel	6,0	15,7	24	0,7	3,2	1,6	0,16
min.	5,4	8,6	16	0,5	2,4		0,16
<u>Nerdammen:</u>							
maks.	6,6	21,1	44	1,3	4,7		0,18
middel	6,4	19,6	32	0,9	3,9	4,2	0,16
min.	5,9	18,6	22	0,6	2,4		0,14
<u>Vasshella:</u>							
maks.	6,5	23,3	53	2,2	6,9	3,2	0,32
middel	6,1	19,6	39	1,1	5,0	3,2	0,21
min.	5,4	17,1	28	0,5	3,5	3,1	0,14
<u>Eiksdammen:</u>							
maks.	6,3	22,1	97	1,3	13,7		0,36
middel	5,3	19,9	79	1,1	11,2	6,4	0,34
min.	4,8	17,1	52	0,8	7,8		0,31
<u>Myrdammen:</u>							
maks.	5,8	21,6	97	1,4	15,6	3,4	0,30
middel	5,3	19,0	71	1,0	10,2	3,0	0,24
min.	4,9	15,2	46	0,4	5,5	2,6	0,14

Tabell 28. (forts.)

	pH	Spes.ledn. evne, 20°C µS/cm	Farge mg Pt/l	Turb. mg SiO ₂ /l	Perm. - tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l
<u>Hvalsdammen:</u>							
maks.	7,3	52,4	58	0,8	7,5	14,1	0,16
middel	7,1	39,3	40	0,6	5,5	11,2	0,13
min.	6,9	32,0	26	0,3	3,1	8,2	0,10
<u>Svarttjern:</u>							
maks.	7,3	70,5	46	1,9	7,3		0,17
middel	7,2	62,4	39	1,4	5,8	14,0	0,10
min.	7,0	56,2	24	0,9	5,2		0,06
<u>Vivelstaddammen:</u>							
maks.	7,5	67,3	88	5,8	8,5	14,7	0,26
middel	7,2	50,1	40	1,2	5,0	14,7	0,12
min.	6,9	33,5	24	0,3	2,8	14,6	0,05
<u>Bekk fra Hvalsdammen:</u>							
maks.	7,5	66,2	101	8,8	9,1	16,7	0,28
middel	7,4	53,1	49	1,6	5,2	14,2	0,13
min.	7,2	37,5	26	0,4	3,2	11,7	0,04
<u>Bekk fra Eiksdammen:</u>							
maks.	7,4	74,5	101	3,1	9,3	13,8	0,17
middel	7,2	46,6	32	0,7	4,3	11,3	0,07
min.	6,8	22,6	7	0,3	1,6	8,8	0,01
<u>Kloptjern</u>							
maks.							
middel	7,9	79,1	13	0,4	2,5		0,08
min.							
<u>Landfalltjern</u>							
maks.	7,2	37,0	44	1,4	5,0	8,2	0,26
middel	6,7	30,2	28	1,1	3,7	5,9	0,19
min.	6,2	17,8	16	0,8	2,5	3,7	0,12
<u>Blektjern</u>							
maks.	8,2	189,0	22	1,5	3,2		0,11
middel	7,5	173,0	17	1,1	2,4	61,4	0,10
min.	7,0	140,0	10	0,8	1,5		0,09
<u>Skapertjern</u>							
maks.	7,4	48,0	24	1,0	3,7		0,12
middel	7,0	43,6	19	0,8	3,0	9,3	0,09
min.	6,6	37,7	14	0,6	2,6		0,06

3.1.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt

3.1.7. Bakteriologiske forhold

Resultatet av de bakteriologiske analyser viser at vannet har et vekslende innhold av coliforme bakterier på de forskjellige prøvetakingssteder. Vannlokalitetene i Solbergvassdraget er i bakteriologisk sammenheng relativt lite påvirket. Det samme er tilfelle med vannlokalitetene øverst i Vivelstadvfeltet. Prøvene som ble tatt lengre nede i Vivelstadvfeltet var tildels sterkt bakteriologisk forurenset, og det ble flere ganger notert så høye tall som 1600 coliforme bakterier pr. 100 ml. Landfalltjern har også tildels høye bakterietall. Kloptjern, Blektjern og Skapertjern er relativt lite bakteriologisk forurenset.

3.2. Garsjø i Lier

3.2.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Lier kommune: Norsk institutt for vannforskning, rapport nr. 88/65. En undersøkelse av Garsjø som vannkilde for Lier vannverk . Blindern, september 1966.

Undersøkellesperiode: Oktober 1965 - mai 1966.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse. Det er blitt samlet inn prøver ialt 4 ganger, nemlig 4.oktober, 25. november 1965, 29. mars og 24. mai 1966.

3.2.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet er geologisk bygd opp av granittiske bergarter. Store deler av nedbørfeltet er bevokst med skog av gran og furu. I enkelte områder er det myr. På østsiden av innsjøen ligger 3 - 4 mindre gårdsbruk og ellers er det noen hytter i nedbørfeltet.

3.2.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Garsjø er opploddet og dybdekart er tegnet i målestokk 1 : 2000.

Tabell 29. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	15,3	km ²
Høyde over havet	380	m
Største dyp	36	m
Overflateareal	0,378	km ²
Volum	3,6	mill.m ³
Middel dyp	9,3	m
Midlere avrenning (NVE)	ca. 15	l/sek/km ²
d.v.s.	230	l/sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 6	mdr.

3.2.4. Hydrografiske forhold

3.2.4.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

Vinterstagnasjonsperioden, november - mai: ca. 6 mdr.
Vårfullsirkulasjonsperioden, mai: 1 - 2 uker

Sommerstagnasjonsperioden, mai - oktober: ca. 4 mndr.
 Høstfullsirkulasjonsperioden, oktober - november: " 1 mnd.

	<u>Overflatelagene</u>	<u>Dyplagene</u>
Vannets sommertemperatur i °C	15 - 20°C	Ca. 4°C
Vannets vintertemperatur i °C	1 - 2°C	" 4°C

Sprangsjiktet ligger om sommeren i 7 - 8 meters dyp.

3.2.4.2. Oksygenforhold

Oksygenmetning:

	<u>Overflatelagene</u>	<u>Dyplagene</u>
Vinterstagnasjonsperioden	60 - 70%	17 - 40%
Sommerstagnasjonsperioden	80 - 90%	30 - 40%
Sirkulasjonsperiodene	70 - 80%	70 - 80%

3.2.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 30. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato	pH	Spes. ledn. evne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
<u>1965</u>							
4/10	6,7	39,8	35	0,6	5,5	133	<50
25/11	6,9	38,6	34	0,5	5,9	102	Ikke påvist
<u>1966</u>							
29/3	6,7	41,0	31	0,6	4,7	165	" "
24/5	6,6	37,4	37	0,6	4,6	128	" "
Års- middel	6,7	39,2	34	0,6	5,2	133	<50

Vannet er svakt surt, bløtt og inneholder en del jernholdige humusstoffer. Det var liten variasjon i de kjemiske forhold under observasjonsperioden.

3.2.5. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ikke undersøkt.

3.2.6. Bakteriologiske forhold

Innsjøen er lite påvirket av bakteriologiske forurensninger.

3.3. Glitrevatn i Lier

3.3.1. Generelt

Glitrevatn er undersøkt av Rolf B. Sjøgaard som hovedfagsarbeide ved Universitetet i Oslo: Glitrevatn. En limnologisk undersøkelse av Rolf B. Sjøgaard. Hovedfagsoppgave til matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen i geografi ved Universitetet i Oslo 1963^I. Dette arbeidet ble utført i samarbeide med Norsk institutt for vannforskning: Rapport nr. 268. En undersøkelse av drikkevannskildene for Drammen. Blindern, 10. november 1962.

Undersøkellesperiode: Februar 1961 - februar 1962 med månedlig innsamling av prøver.

Undersøkelsens art: Opplodding og utarbeidelse av dybdekart. Hydrografiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser.

3.3.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er i det vesentlige bygd opp av granittiske og syenittiske eruptiver. Løsavsetningen består av et tynt lag bregrus. Hele nedbørfeltet er på det nærmeste bevokst med skog. Det er også en del myrareal-er i nedbørfeltet. Lokaliteten er lite utsatt for forurensningspåvirkning.

3.3.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Lokaliteten er opploddet og dybdekart er utarbeidet i målestokk 1 : 5000.

Tabell 31. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	46	km ²	
Høyde over havet	368	m	
Største dyp	89,4	m	
Overflateareal	3,61	km ²	
Volum	111,3	mill.m ³	
Middel dyp	30,8	m	
Midlere avrenning	15	l/sek/km ²	
	d.v.s.	690	l/sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	5	år

3.3.4. Hydrografiske forhold

3.3.4.1. Temperatur

	Overflatelagene	Dyplagene
Vinterstagnasjonsperioden	0 - 2°C	3 - 4°C
Sommerstagnasjonsperioden	ca. 15°C	4 - 5°C
Sirkulasjonsperiodene	3 - 5°C	3 - 5°C

Sprangsjiktet ligger om sommeren i 10 - 15 meters dyp.

3.3.4.2. Oksygenforhold

Vannmassene har et høyt oksygeninnhold til alle årstider.

Oksygenmetning

	Overflatelagene	Dyplagene
Vinterstagnasjonsperioden	85 - 95%	60 - 70%
Sommerstagnasjonsperioden	90 - 100%	80 - 90%
Sirkulasjonsperiodene	85 - 95%	85 - 95%

3.3.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 32. Middelverdier for kjemiske komponenter

	pH	Spes. ledn. evne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern µg Fe/l
Maksimum	6,4	22,3	24	0,8	3,4	5,0	200
Middel	6,3	21,3	9	0,4	1,7	4,2	60
Minimum	6,1	20,5	4	0,3	1,2	3,7	20

Vannet er svakt surt, bløtt og i liten grad belastet med organisk materiale.

3.3.5. Biologiske forhold

Den kvantitative sammensetningen av planktonet i Glitrevatn indikerer en klarvannsjø med lavt innhold av plantenæringsstoffer. Vannmassene er fattige på frittsvevende organismer.

3.3.6. Bakteriologiske forhold

Innsjøen er bakteriologisk sett lite forurenset.

3.4. Krøderen

3.4.1. Beskrivelse av nedbørfeltet

I de nordlige områder av Krøderens nedbørfelt består berggrunnen for det meste av sterkt omdannede kambro siluriske bergarter, sparagmitter og gabbro. Lengere sydover er grunnfjellet den dominerende bergartstype. Løsavsetningene består i det vesentligste av et tynt lag bregrus.

Tabell 33. Bosetningsforhold og utnyttelse av nedbørfeltet

Nedbørfelt	4490	km ²	
Skog	666,8	km ²	): 14,85%
Myr	155,5	km ²	): 3,46%
Dyrket mark	95,6	km ²	): 2,12%
Personer	16550		): 3,68/km ²
Fosforekv.for husdyr	161678		): 36/km ²
Industriekv.	4589		): 1,02/km ²

Befolknings tettheten og jordbruksvirksomheten er størst i den nordvestlige delen av Hallingdalen (Nesbyen, Gol - Geilo).

3.4.2. Morfometriske og hydrologiske forhold

Krøderen ble loddet opp av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen i oktober 1958 og mai 1959. Det ble tegnet dybdekart over innsjøen med 10 meters ekvidistanse. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 34.

Tabell 34. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	152	m
Nedbørfelt	4490	km ²
Største lengde	38	km
Største bredde	2,1	km
Overflateareal	41	km ²
Største målte dyp	130	m
Volum	1337	mill.m ³
Middel dyp	33	m
Midlere avrenning	120	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 130	døgn

3.4.3. Hydrografiske forhold

Det foreliggende hydrografiske undersøkelsesmateriale fra Krøderen begrenser seg til en observasjonsserie fra 29. juni 1963. Prøvene ble samlet inn fra flere dyp i Krøderens dypeste områder i nord utenfor Leknes. Analyseresultatene er stilt opp i tabell 35.

Sprangsjiktet lå på prøvetakingsdagen i 8 - 12 meters dyp, og temperaturen i dyplagene var på dette tidspunktet ca. 4°C. Oksygenmetningen varierte fra 97% i overflaten til 84% i dyplagene. Vannet var bløtt og hadde en svak sur reaksjon. Elektrolyttinnholdet var lavt og den spesifikke elektrolytiske ledningsevnen varierte fra 17,3 - 19,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Fargeverdiene varierte fra 19-28 mg Pt/l, og kaliumpermanganat-tallet lå i området 1,9 - 3,5 mg O/l. Turbiditeten var lav og varierte fra 0,8 - 1,1 mg SiO_2/l . Dette viser at vannet i liten grad var påvirket av organisk materiale. På observasjonsdagen ble det hverken påvist jern eller mangan-forbindelser med de anvendte analysemetoder.

3.4.4. Biologiske forhold

Biologisk observasjonsmateriale foreligger ikke.

3.4.5. Bakteriologiske forhold

Bakteriologisk observasjonsmateriale foreligger ikke.

Tabell 35.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Krøderen

Dato: 29/6-63.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Spes. ledn. e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% O ₂								
1	14,98	9,5	97,2	6,9	17,3	19	0,8	1,9	3,4	<0,05	Ikke påvist
4	13,78	9,6	95,5	6,8	19,3	19	1,1	1,9		<0,05	"
8	12,24	9,1	87,6	6,7	17,4	22	1,1	2,6		<0,05	"
12	6,84	8,2	69,6	6,5	17,8	26	1,1	3,0	3,6	<0,05	"
16	6,80	10,7	91,0	6,4	18,1	28	1,1	3,5		<0,05	"
20	5,06	10,8	87,2	6,4	17,6	26	0,9	3,3		<0,05	"
50	4,14	11,0	86,6	6,4	18,0	25	0,8	3,5		<0,05	"
100	4,04	11,0	87,0	6,4	17,5	25	0,8	3,5	4,0	<0,05	"
125	4,00	10,6	83,6	6,4	17,7	26	0,8	3,1		<0,05	"

3.5. Lierelva

3.5.1. Generelt

Lierelva dannes av Asdøla fra Asker og Solbergelva fra Finnemarka. Den opptar Glitra fra Glitrevatn (369 m.o.h. og overfl. $3,6 \text{ km}^2$) og renner med slakt fall og mange slynger til Drammensfjorden. Lierelva er ca. 25 km lang og har et samlet nedbørfelt på $303,7 \text{ km}^2$.

Berggrunnen i nedbørfeltet består vesentlig av kambrosiluriske bergarter og permiske dyperuptiver. Forøvrig er store deler av Lierdalen dekket av marineavsetninger.

Lierdalen er et betydelig jordbruksområde med spesielt stor frukt- og grønnsakdyrking. Av nedbørfeltet er 17% dyrket mark og 63% produktiv skog. Over halvparten av jordbruksarealet er åker og hage.

Foruten hovednæringsveiene jord- og skogbruk er industrien av stor betydning i Lierdalen. De viktigste industribedrifter er Tronstad Brug (tresliperi), fellesvaskeri for sykehusene i Buskerud og Vestfold, stor maling- og lakkfabrikk og halmluteri. Av andre virksomheter som har betydning for vassdraget bør nevnes Lier sykehus. Foruten de spesielle problemene som disse virksomheter påfører Lierelva foreligger generelle kloakkproblemer fra befolkningen og avrenningen fra dyrket mark. Det bor ca. 15.000 mennesker i Lierelvas nedbørfelt. Befolkningen og jordbruksarealet er vesentlig konsentrert i Lierdalen på begge sider av elva.

Den midlere avrenningen i nedbørfeltet er $15 \text{ l/sek. pr.km}^2$. Lierelva har således ved utløpet i Drammensfjorden en middelvannføring på $4,6 \text{ m}^3/\text{sek}$. Solbergelva og Glitra er begge regulert for kraftproduksjon. Kraften fra disse kraftverk går vesentlig til Tronstad Brug.

3.5.2. Hydrografiske forhold

I tidsrommet februar 1961 - februar 1962 foretok Norsk institutt for vannforskning en undersøkelse i vassdraget: Rapport nr. 268. En undersøkelse av drikkevannskilder for Drammen. Blindern, 10. november 1962. Dessuten kan nevnes instituttets rapport nr. 74/62. Virkningen av avløpsvann fra Tronstad Brug Ltd. på Solbergelva/Lierelva. Blindern, 8. april 1964.

Av andre undersøkelser i vassdraget foreligger et limnologisk hovedfagsarbeide: Glitrevatn. En limnologisk undersøkelse av Rolf B. Søgård. Hovedfagsoppgave til matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen i geografi ved Universitetet i Oslo 1963^I.

Tabell 36 viser resultater fra de foran nevnte undersøkelser.

Tabell 36. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent \ Stasjon	Glitrevatn St. 1	Glitra v/Høgfoss	Solbergelva ved utløpet fra Tronstad Brug	Solbergelva ca. 300 m nedenfor Tronstad Brug	Lierelva v/Grøtte
pH	6,3	7,0	5,7	5,8	7,1
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	21,4	32,5	17,3	19,9	59,1
Farge mg Pt/l	9	25			
Turbiditet mg SiO ₂ /l	0,4	0,5			
Perm.tall mg O/l	1,7	3,6			
Total hårdhet mg CaO/l	4,2	8,3			
Dikromattall filtrert mg O/l			11,2	59,2	0,8

Det er en åpenbar forskjell på kvaliteten av vannmassene i Glitrevatn og vannet som renner i Glitra. Dette henger trolig sammen med reguleringsforholdene. Glitrevatn hadde under hele undersøkelsesperioden vesentlig samme vannkvalitet, men vannkvaliteten i Glitra kunne variere kraftig fra prøvetaking til prøvetaking.

Solbergelva nedenfor Tronstad Brug bærer tydelig preg av avløpsvannet fra fabrikken. Vannet kan her være meget turbid og inneholder betydelige mengder partikulært materiale, særlig flis og barkrester.

Lierelva har etter samløpet med Glitra et større innhold av oppløste salter. Det henger sannsynligvis sammen med de geologiske forholdene og tildels den økende belastningen fra sivilisatoriske virksomheter.

3.6. Sandvatn, Flesberg

3.6.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra ingeniør Stener Wold, Jacob Aalls gt. 8b, Oslo: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 58/64. En vurdering av kloakkforhold ved Norsk Folkeferies hotellanlegg, Sandvatn, Flesberg kommune. Blindern, mars 1965.

Undersøkelsestidspunkt: 29/9 1964

Undersøkelsens art: Opplodding og utarbeidelse av dybdekart samt fysisk-kjemisk undersøkelse. Det er bare blitt foretatt en observasjon, nemlig den 29. september 1964.

3.6.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen er bygd opp av gneis og granitter som tildels er dekket med et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet består i stor utstrekning av myrområder og er tildels bevoskt med skog og kratt. Rundt innsjøen er det en del hytter. Norsk Folkeferies hotell benytter lokaliteten som resipient for kloakkvann.

3.6.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Tabell 37. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt		10,5	km ²	
Høyde over havet		602	m	
Største dyp		31	m	
Overflateareal		0,41	km ²	
Volum		4,2	mill. m ³	
Middel dyp		10	m	
Midlere avrenning (NVE)	ca.	25	l/sek/km ²	
	d.v.s.	"	260	l/sek
Teoretisk oppholdstid	"	6	mndr.	

Sandvatnets utløp munner ut i Mjaavatn ca. 200 m nedenfor. Fra Mjaavatn renner vannet videre ca. 300 m til Holmevatn som benyttes som magasin for Asker og Bærum Kraftselskap.

3.6.4. Hydrografiske forhold

3.6.4.1. Temperatur

På observasjonsdagen varierte temperaturen fra 8,65°C i overflatelagene til 5,54°C ved bunnen. Sprangsjiktet lå i ca. 14 meters dyp.

3.6.4.2. Oksygenforholdene

Oksygenmetning i de øverste lagene var 75 - 80% og i dyplagene 50 - 60%.

3.6.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 38. Middelverdier for kjemiske komponenter

Sted	pH	Spes. ledn. evne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Jern µg Fe/l
Sandvatn	4,7	15,1	80	1,2	8,7	188
Utløp Sandvatn	4,7	17,2	96	3,5	10,6	260
Innløp Mjaavatn	4,7	15,4	86	1,5	9,4	220
Utløp Mjaavatn	4,8	16,1	82	1,0	9,0	180
Fylløp Sandvatn	4,8	14,6	91	0,4	12,0	220

Vannet er surt, bløtt og belastet med jernholdige humusstoffer. Farge- og oksyderbarhetsverdiene er høye. Vannets innhold av organisk stoff er årsak til forbruk av oksygen.

3.6.5. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ikke undersøkt. Innsjøen er tom for fisk, noe som tilskrives vannets sure karakter.

3.6.6. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

3.7. Sperillen, Ringerike

3.7.1. Beskrivelse av nedbørfeltet

I de nordlige områder av Sperillens nedbørfelt består berggrunnen i det vesentligste av sterkt omdannede kambrosilur bergarter og sparagmitter, lengre sydover er grunnfjellet den dominerende bergartstype. Løsavsetningene består i det vesentligste av et tynt lag bregrus.

Tabell 39. Bosetningsforhold og utnyttelse av nedbørfeltet

Nedbørfelt	4290	km ²	
Skog	1236,6	km ²	): 28,8%
Myr	158,1	"	): 3,7%
Dyrket mark	136,6	"	): 3,2%
Personer	19425		): 4,5/km ²
Fosforekv.for husdyr	213485		): 49,8/km ²
Industriekv.	4750		): 1,1/km ²

Befolkningstettheten samt jordbruksvirksomheten er av størst betydning i Valdres-Slidre området.

3.7.2. Morfometriske og hydrologiske forhold

Sperillen ble loddet opp av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen i tiden 3. - 6. august 1960, samme instans har tegnet dybdekart over innsjøen med 10 meters ekvidistanse. De viktigste morfometriske data er gjengitt i tabell 40.

Tabell 40. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	150	m	
Nedbørfelt	429,0	km ²	
Største lengde	25	km	
Største bredde	2,5	km	
Overflateareal	37,6	km ²	
Største målte dyp	123	m	
Volum	1647	mill.m ³	
Middeldyp	38,5	m	
Midlere avrenning	90	m ³ /sek	
Teoretisk oppholdstid	ca.	210	døgn

3.7.3. Hydrografiske forhold

Det foreliggende hydrografiske undersøkelsesmateriale fra Sperillen begrenser seg til en observasjonsserie fra 19. juni 1963. Prøvene ble samlet inn fra flere dyp i innsjøens dypeste område i nord. Analyseresultatene er gjengitt i tabell 41.

På prøvetakingsdagen var sprangsjiktet etablert i 8 - 12 meters dyp. Temperaturen i dyplagene var på dette tidspunkt ca. 4°C. Oksygenmetningen varierte fra ca. 100% i overflatelagene til 85 - 90% i dyplagene.

Vannet hadde en nøytral eller svak sur reaksjon. Elektrolyttinnholdet var lavt og den spesifikke ledningsevne varierte fra 17,8 - 22,5 μ S. Fargeverdiene varierte stort sett mellom 15 og 20 mg Pt/l, og permanganat-tallene lå i området av 2,8 mg O/l. Dette viser at vannet i liten grad er påvirket av organisk materiale. Jern og mangan ble ikke påvist med de anvendte analysemetoder.

3.7.4. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ikke undersøkt.

3.7.5. Bakteriologiske forhold

Bakteriologisk observasjonsmateriale foreligger ikke.

Tabell 41.

Kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Sperillen

Dato: 19/6-63

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Spes.ledn.e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% O ₂								
1	14,90	9,6	98,2	6,9	19,2	15	0,8	2,5	4,7	ikke påvist	ikke påvist
4	14,82	9,8	99,1	7,0	19,3	13	0,7	2,8			
8	12,75	10,3	100,3	6,9	19,1	15	1,0	2,5			
10	8,40	10,7	94,0	6,7	18,9	18	1,1	2,8	4,6	"	"
12	6,73	10,8	91,6	6,8	18,8	17	1,1	2,6			
16	5,42	11,1	91,2	6,7	19,6	15	0,9	2,8	4,6	"	"
20	4,58	11,3	90,0	6,7	18,2	17	1,1	2,8			
30	4,08	11,2	88,7	6,7	17,9	18	1,1	3,0	4,7	"	"
50	4,02	11,3	89,3	6,7	17,8	17	0,5	2,6			
70	3,99	11,2	88,6	6,7	18,0	18	0,7	2,9	5,0	"	"
105	3,95	11,0	86,4	6,7	18,1	22	1,0	2,8	4,4	"	"

3.8. Væleren i Ringerike

3.8.1. Generelt

Lokaliteten er blitt undersøkt etter oppdrag fra NTNF, Gaustadalléen 30, Blindern: Norsk institutt for vannforskning, rapport nr. 43/65. Kjølvann til Cern-prosjektet . Blindern, mai 1965.

Undersøkelsestidspunkt: 19. mai 1965 (en observasjonsserie).

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse.

3.8.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av eokambriske grunnfjellsbergarter i det vesentligste gneis og granitt. Løsavsetningene i området består av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet er i stor utstrekning bevokst med barskog. I området er det en del myrarealer. Bortsett fra noen hytter er det ingen bebyggelse i nedbørfeltet. Det foregår en del tømmertransport og fiske på innsjøen.

3.8.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er ikke loddet opp og dybdekart foreligger ikke.

Følgende tabell viser noen morfometriske og hydrologiske data:

Tabell 42. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet		205	m
Nedbørfelt	ca.	38	km ²
Største målte dyp		49	m
Overflateareal	"	2,7	km ²
Middel dyp (<u>antatt</u>)	"	15	m
Volum	"	40	mill.m ³
Midlere avrenning (NVE)	"	530	l/sek
Teoretisk oppholdstid	"	2	år

3.8.4. Bruk av lokaliteten

Lokaliteten brukes i dag som drikkevannskilde for Tyristrand.

3.8.5. Hydrografiske forhold

3.8.5.1. Temperaturforhold

Observasjonsresultatene (fra den 19.mai 1965) viser vannmassens termiske forhold ved begynnelsen av sommerstagnasjonsperioden. I overflatelagene var temperaturen da ca. 6°C og i de dypere lag ca. 4°C. Sprangsjiktet vil sannsynligvis om sommeren være etablert i 10 - 15 meters dyp.

3.8.5.2. Oksygenforhold

Vannets oksygenmetning varierte på observasjonsdagen mellom 83 og 91%. Den høyeste metningsverdi ble registrert i de øverste lagene.

3.8.5.3. Kjemiske forhold

Følgende tabell viser middelerverdier for de kjemiske komponenter som ble analysert.

Tabell 43. Middelerverdier for kjemiske komponenter

pH	Spes.ledn.e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
6,74	29,9	23	0,6	4,2	7,3	4,4	0,52	<50	<50

Vannet er svakt surt og bløtt. Verdiene for farge og kjemisk oksygenforbruk viser at vannet er noe belastet med humusmateriale. Vannet inneholder ubetydelige mengder jern og mangan.

3.8.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

3.8.7. Bakteriologiske forhold

På observasjonsdagen ble det ikke påvist coliforme bakterier i noen av vannprøvene. Kimtallene var også lave.

HEDMARK

4.1. Digeren ved Kongsvinger

4.1.1. Generelt

Lokaliteten er blitt undersøkt etter oppdrag fra ingeniørfirmaet Chr. F. Grøner, Oslo: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 9/65. Undersøkelser i forbindelse med vannforsyning for Kongsvinger kommune. Delrapport I og II . Blindern, 3.mai og 3.juni 1965.

Undersøkellesperiode: April - september 1965.

Undersøkelsens art: Opplodding av Digeren samt fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten. Videre er det blitt utført koagulerings- og ozoneringsforsøk med vann fra Digeren.

4.1.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av eokambriske grunnfjellsbergarter - gneiser og granitter. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet er i stor utstrekning bevokst med barskog. I området er det en del myr-områder. Bortsett fra litt dyrket mark er det få forurensningskilder i nedbørfeltet.

4.1.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er opploddet, og dybdekart er tegnet i målestokk 1: 15000. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er følgende:

Tabell 44. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	243	m	
Nedbørfelt	38,2	km ²	
Største dyp	63	m	
Overflateareal	2,54	km ²	
Volum	47,2	mill.m ³	
Middel dyp	18,6	m	
Midlere avrenning (NVE)	13	l/sek/km ²	
	d.v.s.	ca.	
		500	l/sek
Teoretisk oppholdstid	"	3	år

4.1.4. Hydrografiske forhold

4.1.4.1. Temperaturforhold

Sommeren 1965 lå ifølge observasjonsmaterialet sprangsjiktet i Digeren i ca. 7 - 8 meters dyp. Temperaturene i de dypereliggende vannmasser lå i området 5 - 7°C.

4.1.4.2. Oksygenforhold

På begge observasjonsdager lå oksygenmetningen i de dypere vannmasser i området 70 - 80%. I overflatelagene var oksygenmetningen noe høyere, men overalt lavere enn 90%. Vannets forholdsvis lave oksygeninnhold skyldes nedbrytning av organisk materiale.

4.1.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 45. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato 1965	pH	Spes. ledn. e. 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Farge mg Pt/l	Turb. mg SiO_2/l	Perm. tall mg O/l	Orto-fosfat $\mu\text{g P}/\text{l}$	Nitrat $\mu\text{g N}/\text{l}$	Total hårdhet mg CaO/l	Jern $\mu\text{g Fe}/\text{l}$	Mangan $\mu\text{g Mn}/\text{l}$
5/4	5,8	22,1	38	0,2	6,3	2	90	4,1	126	24
7/9	5,8	22,4	35	0,5	5,6	8	61	3,3	114	<50

Vannet i Digeren er noe surt og bløtt. Verdiene for farge og kjemisk oksygenforbruk (KMnO_4 -tall) er forholdsvis høye og viser at vannet er påvirket av humusstoffer. Turbiditeten er lav. Vannet inneholder en del jern som er kompleks bundet til humusstoffene. Manganinnholdet er lavt. Innholdet av ortofosfater og nitrater er av størrelsesorden som vanligvis finnes i norske innsjøer av denne type.

4.1.5. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.1.6. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.2. Dragsjøen i Nes

4.2.1. Generelt

Lokaliteten er blitt undersøkt etter oppdrag fra Årnes vannverk v/kommuneingeniøren i Nes kommune, Årnes: Norsk institutt for vannforskning, rapport nr.58/63 Undersøkelse av Dragsjøen som drikkevannskilde for Årnes vannverk . Blindern, januar 1965.

Undersøkelsesperiode: September 1963 - august 1964.

Undersøkelsens art: Opplodding av innsjøen og tegning av dybdekart. Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten, samt koaguleringsforsøk med vann fra Dragsjøen.

4.2.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av eokambriske grunnfjellsbergarter - gneiser og granitter. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet er i stor utstrekning bevokst med barskog. I området er det en del myr-arealer. Bortsett fra 2 bolighus ved utløpet av innsjøen, finnes det ingen bebyggelse og forurensningskilder i nedbørfeltet.

4.2.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er opploddet og dybdekart er tegnet i målestokken 1: 15000. Dragsjøen består av to dypområder hvorav det nordligste basseng er ca. 40 m dypt, og det sydlige er ca. 30 m dypt. Terskeldybden mellom disse bassenger er 3 - 4 m.

De viktigste morfometriske og hydrologiske data er følgende:

Tabell 46. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	192,3	m v/overløp
Nedbørfelt	6,7	km ²
Største dyp	41	m
Overflateareal	ca. 0,5	km ²
Volum	6,4	mill.m ³
Middel dyp	12	m
Midlere avrenning (NVE)	93,8	l/sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 2	år

4.2.4. Bruk av lokaliteten

Lokaliteten brukes i dag som vannforsyningskilde for Årnes vannverk.

4.2.5. Hydrografiske forhold

4.2.5.1. Temperaturforholdene

Observasjonsmaterialet viser at sprangsjiktet under sommerstagnasjonsperiodene ligger i 6 - 8 meters dyp. Temperaturen i de dypere lag ligger om sommeren i området 4 - 5°C. Temperaturen i overflatelagene er avhengig av de klimatiske forhold og vil derfor variere i løpet av sommeren og fra år til år. Om vinteren steg temperaturen fra ca. 1,9°C i 1 meters dyp til ca. 4,1°C i 37 meters dyp. Sirkulasjonsperiodene i Dragsjøen er av forholdsvis kort varighet. Det er mulig sirkulasjonsperioden om høsten er noe lengre enn om våren.

4.2.5.2. Oksygenforholdene

Observasjonsmaterialet viser at det er et betydelig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Den 18. september 1963 og 23. august 1964 var oksygenmetningen på 10 - 12 meters dyp ca. 50% og på 30 meter ca. 30%. I overflatelagene, som stadig er i kontakt med luft, lå metningen mellom 80 og 90%.

Om vinteren var oksygenmetningen i de øverste vannmasser 60 - 70%, og i de dypeste lagene var oksygenmetningen vel 20%.

Det lave oksygeninnhold henger sammen med nedbrytning av organisk materiale (humusstoffer). Under sirkulasjonsperiodene får imidlertid vannmassene tilførsel av oksygen fra luften, slik at metningsverdiene ved inngangen til stagnasjonsperiodene sannsynligvis er henimot 100%.

4.2.5.3. Kjemiske forhold

Følgende tabell viser middelverdiene for en del kjemiske komponenter ned til 20 meters dyp.

Tabell 47. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato	pH	Spes. ledn. e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
18/9-63	6,3	29,9	84	1,0	12,9	250	<50
1/4-64	6,1	33,2	85	0,6	12,8	310	<50
23/8-64	6,3	28,6	83	0,7	12,0	260	<50

Vannet i Dragsjøen er svakt surt, bløtt og saltfattig. Verdiene for farge og kjemisk oksygenforbruk er høye og viser at vannet er sterkt påvirket av organisk materiale (humusstoffer). Turbiditetsverdiene er lave. Vannet inneholder betydelige mengder jernforbindelser, men manganinnholdet er lavt. pH-verdiene avtar mot dypet av innsjøen, mens verdiene for spesifikk ledningsevne, farge og kjemisk oksyderbarhet øker.

Under befaringen den 18. september 1963 ble det tatt vannprøver fra 2 tilløpsbekker til Dragsjøen, utløpsbekken og fra en del vannlokaliteter syd for Dragsjøens nedbørfelt. Analyseresultatene av disse prøver viser at utløpsbekken har omtrent den samme kjemiske kvalitet som innsjøens vannmasser. Tilløpsbekkene er sterkere påvirket av organisk materiale, ellers er den kjemiske kvalitet noenlunde lik innsjøens. Vannmassene i Flolangen og Øysjøen har noenlunde samme kjemiske kvalitet som Dragsjøen.

Resultatene av koaguleringsforsøkene viser at det for å bedre vannkvaliteten minst må doseres 40 mg alun/l og 10 mg kalk/l. Optimale fellingsbetingelser opptrer i pH-området 5,6 - 6,0. Vannet har liten bufferkapasitet, og det bør avsettes plass for dosering av aktivert silica eventuelt i et teknisk anlegg, slik at fellingen kan foregå i et bredere pH-område enn det man oppnår med alun og kalk som koagulanter. Råvannet bør luftes til oksygenmetning før koagulering, og muligheten for forklorering bør være tilstede.

4.2.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.2.7. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt, men lokaliteten er sannsynligvis lite bakteriologisk forurenset.

4.3. Femunden, Engerdal

4.3.1. Generelt

Femunden hører med til de utvalgte lokaliteter som blir undersøkt i forbindelse med Norsk institutt for vannforsknings IHD-program. Undersøkelsen, som omfatter fysisk-kjemiske forhold, kom i gang i mars 1966, blir foretatt 4 ganger pr. år, nemlig vår, sommer, høst og vinter. Observasjonsstasjonen er blitt lagt til innsjøens dypeste område omtrent midt i fjorden mellom Bjørnebergene og Store Grånesset. Det blir på hver observasjonsdag samlet inn prøver fra forskjellige dyp, og disse blir analysert på ialt 24 kjemiske komponenter. Det blir også samlet inn biologisk materiale, og videre blir temperaturen målt i de forskjellige dyp.

4.3.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i det øst-norske sparagmittområde, og berggrunnen består i stor utstrekning av kvartsitter og mer eller mindre grovkornet sparagmitt. I enkelte områder har løsavsetningene -morenedekket- betydelige dimensjoner. Ellers er det mange store myrområder i feltet. De lavereliggende deler av feltet er beveget med skog. I feltet bor det i alt ca. 1200 mennesker hvorav ca. 200 bor rundt selve innsjøen (Femundsenden, Sorken, Elgåa, Buvika). Jordbruksvirksomheten er således heller ikke særlig utpreget i dette området. Rundt innsjøen og i feltet forøvrig er det noen hytter.

4.3.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen ble loddet opp i 1950 av Oddvar Åsbø som også har tegnet dybdekart over innsjøen. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 48.

Tabell 48. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	663	m
Største lengde	56,4	km
Største bredde	9,3	km
Overflateareal	202,5	km ²
Største målte dyp	131,5	m
Volum	6000	mill.m ³
Middel dyp	29,6	m
Nedbørfelt	1723	km ²
Midlere avløp	25,3	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	7,5	år

Femunden er Norges nest største innsjø. Den er delt opp i to store basseng: Røfjorden nordligst (ca. 90 m dyp) og Grosnesfjorden i sør (ca. 130 m dyp) med et grunnere parti ut for Elgåa med 15 - 20 m dyp.

Området har typisk innlandsklima med store variasjoner i lufttemperaturen fra sommer til vinter. Årsnedbøren varierer gjerne mellom 400 og 700 mm. Innsjøen er sterkt utsatt for vind, særlig fra nord og sør. Ifølge opplysninger fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen er innsjøen normalt islagt fra midten av desember til ut mai.

4.3.4. Hydrografiske forhold

Inntil nå er det samlet inn prøver fra Femunden til følgende tidspunkter.

1966: 22.mars, 6.juni, 14.august og 15.november
1967: 5.mars, 14.juni, 10.august og 13.november.

4.3.4.1. Temperatur

Som de fleste innsjøer i Norge gjennomløper Femunden 4 termiske perioder pr. år. Typisk for denne innsjø er lang vinterstagnasjonsperiode. Om sommeren er termoklinen utviklet i ca. 20 meters dyp med temperatur på 11 - 15°C og 5 - 6°C i henholdsvis epi- og hypolimnion. Vannets vintertemperatur er relativt lav, men kan variere en del. Ifølge NVE har vannmassene under 50 m dyp vanligvis en temperatur på mellom 2 og 3°C.

4.3.4.2. Oksygen

Vannmassene i Femunden har til alle årstider høyt oksygeninnhold, og metningsverdiene varierer i løpet av året mellom 85 og 95%.

4.3.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 49. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent		Middelverdi
Surhetsgrad	pH	6,7
Spes.ledningsevne	20 ⁰ C, µS/cm	13,9
Farge	mg Pt/l	11
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	0,4
Permanganattall	mg O/l	2,2
Klorid	mg Cl/l	0,75
Sulfat	mg SO ₄ /l	0,7
Fosfat, orto	µg P/l	3
Fosfat, total	µg P/l	14
Nitrat	µg N/l	69
BFA	µg N/l	150
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	1,2
Total hårdhet	mg CaO/l	3,3
Kalsium	mg Ca/l	1,16
Magnesium	mg Mg/l	0,43
Kalium	µg K/l	274
Natrium	µg Na/l	698
Jern	µg Fe/l	31
Mangan	µg Mn/l	Ikke påvist
Kobber	µg Cu/l	19
Sink	µg Zn/l	44
Silisium	mg SiO ₂ /l	2,24

Vannet i Femunden er svakt surt og elektrolyttfattig. Innsjøen er lite belastet med partikulært og organisk materiale. Vannets innhold av næringssalter er også lavt.

4.3.5. Biologiske forhold

Det er samlet inn en del biologisk materiale fra Femunden, men foreløpig er dette ikke bearbeidet.

4.3.6. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt, men vannet er sannsynligvis i liten grad bakteriologisk forurenset.

4.4. Hornsjø og Veksaren i Eidskog

4.4.1. Generelt

Lokalitetene er undersøkt etter oppdrag fra Eidskog kommune v/kommuneingeniøren, Skotterud: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 24/65. Vannforsyning til Skotterud og Magnor. Blindern, 28. april 1965.

Undersøkelsesperiode: 2. april 1965 (en observasjonsdag)

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten i forskjellige dyp.

4.4.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltene er bygd opp av eokambriske grunnfjellsbergarter - gneiser og granitter. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltene er i det vesentligste bevoskt med barskog. I området er det en del myrarealer.

4.4.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Dybdekart foreligger ikke av disse innsjøene. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er følgende:

Tabell 50. Morfometriske og hydrologiske data

		<u>Hornsjø</u>	<u>Veksaren</u>
Høyde over havet,	m	182	228
Nedbørfelt,	km ²	8,0	16,5
Overflateareal,	km ²	0,7	0,3
Største målte dyp,	m	15,5	16
Antatt middel dyp,	m	8,0	8,0
Volum,	mill.m ³	ca. 5,6	ca. 2,4
Midlere avrenning,	l/sek	104	215
Tecretisk oppholdstid,	mnd.	" 20	" 4

4.4.4. Hydrografiske forhold

4.4.4.1. Temperaturforhold

Undersøkelsen som fant sted i slutten av vinterstagnasjonsperioden, viste at temperaturen steg fra 1,2°C i 1 meters dyp til 3,1°C i 4 meters dyp og videre til 4,4°C i 15 meters dyp i Hornsjø. Temperaturen i tilsvarende dyp i Veksaren var 1,5, 3,8 og 4,6°C.

4.4.4.2. Oksygenforhold

I begge lokaliteter var det betydelig oksygenmangel i dyplagene, og i 15 meters dyp var metningsverdiene 23% og 34% for henholdsvis Hornsjø og Veksaren. Begge lokaliteter hadde 80 - 90% oksygenmetning i overflatelagene. Oksygenforbruket, som hadde funnet sted under vinterstagnasjonsperioden, skyldtes nedbrytning av organisk materiale som var blitt tilført innsjøen fra nedbørfeltet.

4.4.4.3. Andre kjemiske forhold

Følgende tabell viser middelerverdier for de kjemiske forhold:

Tabell 51. Middelerverdier for kjemiske komponenter

	pH	Spes. ledn. e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
Hornsjø	5,4	24,1	46	1,0	8,7	3,4	340	40
Veksaren	5,6	24,7	58	0,9	10,7	4,3	520	60

Vannet i begge lokaliteter er noe surt og bløtt. Veksaren er noe mer påvirket av organisk materiale (humusstoffer) enn Hornsjø, men verdiene både for farge og kjemisk oksygenforbruk er høye i begge lokaliteter. Forskjellen i den organiske belastning beror sannsynligvis på forskjellen i den teoretiske oppholdstid for de to lokaliteter. I begge lokaliteter er vannets jerninnhold relativt høyt, men konsentrasjonen var størst i Veksaren.

Jern er vanligvis komplekst bundet til humusstoffer og må derfor ses i sammenheng med lokalitetenes organiske belastning. Vannets manganinnhold er relativt lavt.

4.4.5. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.4.6. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.5. Ossjøen i Trysil

4.5.1. Beskrivelse av nedbørfeltet

Ossjøen har et nedbørfelt på 1190 km². Fjellgrunnen består i syd av grunnfjell (gneiser og gneisgranitter). Lengre nord er grunnfjellet dekket av omdannede kambrosilurbergarter. Høyere opp i lagrekken er det sparagmitt som er fjellgrunnen i den nordlige del av feltet. Løsavsetningene består for det meste av et tynt lag bregrus og lynghumus. Langs vassdragene dominerer elveavsetningene jordsmonnet. Ca. 700 km² eller ca. 60% av nedbørfeltet er bevokst med skog, ca. 180 km² eller 15% er myr og ca. 1% eller ca. 12 km² er jordbruksområde. I området bor det alt i alt ca. 2500 personer.

4.5.2. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er ikke opploddet og volumet er således ikke kjent. Det nedenfor angitte volum er beregnet ut fra antatt middeldyp.

Tabell 52. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	437	m
Største lengde	30	km
" bredde	2,5	"
Overflateareal	41,5	km ²
Største dyp	109	m
Middel dyp (antatt)	50	m
Volum (antatt)	2075	mill.m ³
Nedbørfelt	1190	km ²
Midlere avrenning	23	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 3	år

Ossjøen er regulert for kraftforsyningsformål, og reguleringshøyden er 6,6 m (mellom 430,9 og 437,5 m.o.h.)

Innsjøens viktigste tilløpselver er Nordre Osa og Slemma som begge munner ut i lokalitetens nordlige områder. Avløpselven heter Søndre Osa som renner sammen med Rena.

4.5.3. Hydrografiske forhold

Den 5.mars 1967 ble det samlet inn prøver fra forskjellige dyp av Ossjøen. Prøvetakingsstedet ble valgt i nærheten av utløpet. Analyseresultatene er gjengitt i tabell 53. Temperaturen varierte på observasjonsdagen fra 0,45°C i 1 meters dyp til 2,80°C i 45 meters dyp. Oksygenmetningen varierte stort sett fra 80 til 85 %.

Vannet i Ossjøen er svakt surt, elektrolyttfattig og betydelig belastet med organisk materiale som i det vesentligste blir tilført fra nedbørfeltet. Vannets innhold av næringssalter (fosfor- og nitrogenforbindelser) er lavt.

4.5.4. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.5.5. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt.

Tabell 53

Dato: 5/3 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Ossjøen

Værforhold: Overskyet, oppholdsvær, sydlig bris

Andre oppl.: Is ca. 50 cm, største dyp: 46,5 m

Komponent	m dyp	1	4	8	16	30	40	45
Temperatur °C		0,45	1,53	2,02	2,25	2,55	2,70	2,80
Oksygen	mg O ₂ /l	11,0	11,0	11,4	11,0	10,8	10,9	11,5
	% O ₂	78,4	81,3	85,5	83,0	82,1	82,7	88,0
pH		6,2	6,3	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3
Spes.ledningsevne 20°C, S/cm		19,6	18,6	17,0	16,5	16,5	16,5	16,8
Farge mg Pt/l		38	47	48	48	49	49	49
Turbiditet mg SiO ₂ /l		0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
Permanganattall mg O/l		2,9	5,0	6,1	5,6	5,2	5,7	5,5
Klorid mg Cl/l			0,6				0,6	
Sulfat mg SO ₄ /l			2,3				1,4	
Fosfat, orto µg P/l			8				8	
Fosfat, total µg P/l			9				9	
Nitrat µg N/l			80				74	
BFA mg N/l			0,18				0,20	
Alkalitet ml N/10 HCl/l			1,47				1,27	
Total hårdhet mg CaO/l			4,5				3,8	
Kalsium mg Ca/l			1,61				1,61	
Magnesium mg Mg/l			0,45				0,40	
Kalium mg K/l			0,28				0,28	
Natrium mg Na/l			0,91				0,73	
Jern µg Fe/l			175				95	
Mangan µg Mn/l			16				7	
Silisium mg SiO ₂ /l			7,0				3,6	

4.6. Storsjøen i Odalen

4.6.1. Generelt

Storsjøen i Odal hører med til de utvalgte lokaliteter som blir undersøkt i forbindelse med Norsk institutt for vannforsknings IHD-program. Undersøkelsen, som omfatter fysisk-kjemiske og biologiske forhold, kom i gang i mars 1966, og blir foretatt 4 ganger pr. år, nemlig vår, sommer, høst og vinter. Observasjonsstasjonen er blitt lagt til innsjøens dypeste område midt i innsjøen utenfor Klokkerud. Det blir på hver observasjonsdag samlet inn prøver fra forskjellige dyp, og disse blir analysert på i alt 24 kjemiske komponenter. Det blir også samlet inn biologisk materiale og videre blir temperaturen målt i forskjellige dyp.

4.6.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i det øst-norske grunnfjellsområde, og berggrunnen består i det vesentligste av gneiser og gneisgranitter. Løsavsetningene består i stor utstrekning av sandholdig bregrus. Enkelte steder rundt innsjøen og ved utmunningsområdene for tilsigselvene er det betydelige mengder leire, sand og grus.

Oversikt over utnyttelsen av nedbørfeltet samt visse virksomheter i området er gjengitt i tabell 54.

Tabell 54. Nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter

	Nedbørfelt	Skog	Jordbruk	Myr	Uprod.omr.
km ²	774	588	55	65	66
% av nedbørfelt	100	76	7,1	8,4	8,5

Antall personer	11860
Antall storfe	4300
Antall småfe	6500
Antall fosforekv. for husdyr	53100
Antall personer pr. km ²	15,3
Antall fosforekv. pr. km ²	68,3

De betydeligste jordbruksområder ligger rundt innsjøen og rundt de nederste deler av de viktigste tilløpselver (nordligste områder). Disse områder er også tettest befolket.

4.6.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Storsjøen ble loddet opp med ekkograf av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen i 1960, og dybdekart er tegnet med 2 m ekvidistanse.

De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 55.

Tabell 55. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	130	m
Største lengde	16	km
Største bredde	4,5	km
Overfl. (uten øyer)	44,3	km ²
Største dyp	17	m
Volum	308,5	mill.m ³
Middel dyp	7	m
Nedbørfelt	774	km ²
Midlere avrenning	10	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 1	år

Innsjøen er uregelmessig utformet og består av flere basseng som er atskilt fra hverandre med terskler, tanger og øyer. De viktigste tilløpselver: Styggåa og Trautåa som renner sammen og munner ut i Råsen (nordvest). Tannåa og Juråa renner også sammen og munner ut i nordøst. Austvatnåa og Kuggerudåa munner ut i innsjøens østligste områder.

4.6.4. Hydrografiske forhold

Hittil er det samlet inn prøver fra Storsjøen i Odal til følgende datoer:

1966: 23. mars, 27. mai, 18. august og 26. oktober

1967: 20. februar, 18. mai, 17. august og 9. november

4.6.4.1. Temperatur

Tabell 56. Temperaturobservasjoner 1966 i °C

m dyp Dato	1	4	8	12	14
23/3	1,02	3,48	3,85	4,00	4,24
27/5	5,90	5,87	5,80	5,79	5,60
18/8	15,81	15,62	15,62	11,21	11,20
26/10	7,81	7,70	7,68	7,65	7,58

Resultatene viser bl.a. at det om sommeren er relativt liten forskjell på dypvanns- og overflatetemperaturen. Dette har sin årsak i innsjøoverflatens størrelse, vindeksponertheten og dybdeforholdene. Samme faktor bevirker også at temperaturforholdene under korresponderende årstider kan være forskjellige. Vinteren 1967 var således vannet betydelig kaldere med temperaturer jevnt stigende fra 0,37°C i 1 meters dyp til 2,33°C i 11,7 meters dyp. Sommertemperaturene 1967 var noe høyere i alle dyp enn i 1966. P.g.a. de nevnte forhold er det også meget sannsynlig at sirkulasjonsperiodene er av relativ lang varighet.

4.6.4.2. Oksygen

Tabell 57. Oksygenobservasjoner 1966, % metning.

m dyp Dato	1	4	8	12	14
23/3	80,6	80,6	75,2	67,8	60,1
27/5	84,7	84,2	85,4	84,7	83,2
18/8	96,9	94,5	93,5	55,4	49,5
26/10	88,5	88,8	89,7	88,2	88,7

Som det går frem av tabellen er det betydelig forbruk av oksygen i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Likedan er oksygenmetningene under sirkulasjonsperiodene relativt lave. Begge fenomen henger sammen med oksygenforbruk ved nedbrytning av organisk materiale.

4.6.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 58. Middelverdier for kjemiske komponenter

Stasjon		Middel- verdier	Variasjonsbredde	Antall bestemmelser
Surhetsgrad	pH	6,3	5,9 - 6,7	39
Spes.ledningsevne	20°C, µS/cm	24,7	22,5 - 29,2	39
Farge	mg Pt/l	44	19 - 71	40
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	2,4	0,5 - 10,5	40
Permanganattall	mg O/l	7,0	4,7 - 10,4	36
Klorid	mg Cl/l	1,6	1,0 - 3,0	30
Sulfat	mg SO ₄ /l	4,4	3,3 - 7,3	33
Fosfat, orto	µg P/l	5	<2 - 8	28
Fosfat, total	µg P/l	17	<2 - 80	27
Nitrat	µg N/l	69	28 - 152	28
BFA	µg N/l	220	170 - 320	7
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	1,28	0,93 - 1,88	30
Total hårdhet	mg CaO/l	5,3	4,3 - 7,3	29
Kalsium	mg Ca/l	2,07	1,91 - 2,34	28
Magnesium	mg Mg/l	0,62	0,57 - 0,76	28
Kalium	µg K/l	523	320 - 667	27
Natrium	µg Na/l	1020	800 - 1300	28
Jern	µg Fe/l	140	50 - 286	28
Mangan	µg Mn/l	33	0 - 120	28
Kobber	µg Cu/l	27	10 - 50	11
Sink	µg Zn/l	32	0 - 60	9
Silisium	mg SiO ₂ /l	2,9	2,3 - 4,0	30

Vannet i Storsjøen er svakt surt og bløtt. Verdiene for farge og permanganatforbruk viser at vannet er betydelig belastet med organisk materiale som i det vesentligste har sin opprinnelse i innsjøens nedbørfelt. Stort sett ligger fargeverdiene i området 30 - 50 mg Pt/l, men i enkelte perioder kan påvirkningen være betydelig større. Turbiditetspåvirkningen er høyest om våren. Vannets relativt høye jerninnhold har sammenheng med at denne komponent er komplekst bundet til humusstoffer.

4.6.5. Biologiske forhold

Det er samlet inn en del biologisk materiale fra Storsjøen i Odal, men foreløpig er dette ikke bearbeidet.

4.6.6. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

4.7. Storsjøen i Rendalen

4.7.1. Beskrivelse av nedbørfeltet

Storsjøen har et nedbørfelt på 2270 km², hvorav mesteparten er bygd opp av sparagmitter. Løsavsetningene består i det vesentligste av et tynt lag bregrus og lynghumus, men i dalførene er det til dels morenevoller, gruskjegler og elveavsetninger av betydelige dimensjoner.

Ca. 900 km² eller 40% av nedbørfeltet er bevokst med skog, ca. 136 km² eller ca. 6% er myrterreng og ca. 16 km² eller ca. 0,7% er jordbruksområder. I nedbørfeltet bor det noe over 4000 mennesker.

4.7.2. Morfometriske og hydrologiske forhold

De viktigste morfometriske og hydrologiske data for Storsjøen er satt opp i tabell 59.

Tabell 59. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	251	m
Overflateareal	50	km ²
Største lengde	ca. 40	km
Største dyp	309	m
Volum	7200	mill.m ³
Middel dyp	144	m
Nedbørfelt	2270	km ²
Midlere avrenning	33,8	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 7	år

4.7.3. Hydrografiske forhold

Den 4.mars 1967 ble det samlet inn prøver fra forskjellige dyp av Storsjøen. Prøvetakingsstedet ble valgt i det dypeste område av innsjøen. Analyseresultatene er gjengitt i tabell 60.

Innsjøen var islagt da prøvetakingen fant sted, og temperaturen varierte fra 0,44°C i 1 meters dyp til 3,60°C i 290 meters dyp. Oksygenmetningen lå i alle dyp i området 85 - 90%.

Vannet i Storsjøen er bløtt og har praktisk talt nøytral reaksjon. Verdiene for farge og kjemisk oksygenforbruk (KMnO_4 -tallene) viser at vannet er noe belastet med organisk materiale. Denne belastning skyldes sannsynligvis tilførsel av organisk materiale fra nedbørfeltet. Vannets innhold av nærings-salter - fosfater og nitrogenforbindelser - er lavt.

4.7.4. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

4.7.5. Bakteriologiske forhold

Ikke undersøkt.

Tabell 60.

Dato: 4/3 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Storsjøen i Rendalen Vårforhold: Overskyet oppholdsvær, svak vind

Andre oppl.: Is ca. 0,40 m

Komponent	m dyp	1	4	8	16	30	50	100	200	290
Temperatur °C		0,44	0,94	1,22	1,46	1,90	2,50	3,36	3,54	3,60
Oksygen	mg O ₂ /l	12,4	12,4	12,0	12,0	11,8	11,8	11,3	11,1	10,9
	% O ₂	88,5	89,2	87,7	88,3	87,7	89,5	87,7	86,1	85,3
pH		6,9	7,1	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	7,0	6,8
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm		22,8	21,9	21,7	21,5	21,4	21,0	21,5	21,5	22,0
Farge	mg Pt/l	23	21	21	21	21	21	20	23	23
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Permanganattall	mg O/l	2,6	2,8	3,0	3,2	3,0	2,7	3,2	2,8	3,6
Klorid	mg Cl/l		0,6						0,5	
Sulfat	mg SO ₄ /l		2,8						1,6	
Fosfat, orto	µg P/l							6		
Fosfat, total	µg P/l		6					15		
Nitrat	µg N/l		121						94	
BFA	mg N/l		0,10						0,07	
Alkalitet	ml N/10 HCl/l		2,02						2,16	
Total hårdhet	mg CaO/l								4,7	
Kalsium	mg Ca/l		2,19						2,19	
Magnesium	mg Mg/l		0,64						0,62	
Kalium	mg K/l		0,37						0,37	
Natrium	mg Na/l		0,91						0,85	
Jern	µg Fe/l		25						35	
Mangan	µg Mn/l		5						2	
Silisium	mg SiO ₂ /l		5,4						5,4	

4.8. Trysilvassdraget

Trysilelva (Klaraelv) har ved passering av grensen med Sverige et nedbørfelt på ca. 5510 km² og en midlere vannføring på ca. 87 m³/sek. I nord består berggrunnen av sparagmitt og i det sydlige område av grunnfjell. Løsavsetningen består i stor utstrekning av et tynt lag bregrus, men i enkelte områder har løsavsetningene betydelige dimensjoner.

Tabell 61 viser utnyttelsen av og virksomheter i nedbørfeltet.

Tabell 61. Trysilelvas nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter

Faktorer	Mengde	
Nedbørfelt	5510 km ²	100 %
Skog	2566 "	46,6 %
Myr	750 "	13,6 %
Jordbruksareal	44 "	0,8 %
Uproduktivt område	1812 "	32,9 %
Vann	338 "	6,1 %
Antall personer	9457	1,7 pers/km ²
Antall storfe	6422	1,2 storfe/km ²
Antall småfe	8141	1,5 småfe/km ²
Antall fosforekv.for husdyr	76432	13,9 fosforekv/km ²

Som det går frem av tabellen består mesteparten av nedbørfeltet av skog og lite produktive områder. Jordbruk og bosetting av betydning finnes bare langs vassdragene og da særlig i de sydligste deler. De viktigste befolkningssentrer er Jordet, Nybygda og Nybergsund.

Av industribedrifter kan nevnes et meieri og en sponplatefabrikk ved Nybergsund samt en del mindre sagbruk.

Den 14.juni 1967 ble det samlet inn enkeltprøver fra Engera ved utløp fra Engeren, Trysilelva ved Eidet (før samløp med Engera) og ved Jordet. De kjemiske analyseresultater av disse prøver samt middelerverdier for Femunden er gjengitt i tabell 62.

Tabell 62. Femunden, Trysilelva og Engera. Kjemiske analyseresultater

Lokalitet Komponent		Middelverdier 1966	Prøver tatt 14.juni 1967		
		Femunden	Trysilelva v/Eidet	Engera utl. Engeren	Trysilelva v/Jordet
pH		6,7	6,9	7,2	7,1
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm		13,9	15,4	31,0	18,4
Farge mg Pt/l		11	26	30	29
Turbiditet mg SiO ₂ /l		0,4	1,4	1,0	1,6
Permanganattall mg O/l		2,2	3,1	3,6	3,2
Klorid mg Cl/l		0,8	0,7	0,9	0,7
Sulfat mg SO ₄ /l		0,7	1,3	0,3	0,8
Orto-fosfat µg P/l		3			
Total-fosfat µg P/l		14			
Nitrat µg N/l		69	29	68	37
BFA µg N/l		150	135	130	150
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,2	2,9		3,1
Total hårdhet mg CaO/l		3,3			
Kalsium mg Ca/l		1,16	1,63	4,26	2,01
Magnesium mg Mg/l		0,43	0,30	1,05	0,48
Kalium µg K/l		274	340	340	340
Natrium µg Na/l		698	410	460	460
Jern µg Fe/l		31	50	50	55
Mangan µg Mn/l		Ikke påvist	9	9	9
Kobber µg Cu/l		19			
Sink µg Zn/l		44			
Silisium mg SiO ₂ /l		2,2	2,8	4,1	3,1

Analyseresultatene viser at vannets innhold av partikulært og organisk materiale er betydelig høyere i Trysilelva enn i Femunden, ellers er den kjemiske kvalitet noenlunde den samme begge steder.

I Engera var elektrolyttinnholdet ca. dobbelt så stort som i Trysilelva før sam- løp. Den partikulære og organiske belastning var høyest i Engera.

Vannkvaliteten i Trysilelva ved Jordet var omtrent som ved Eidet, dog med noe høyere spes.ledningsevne. Vannets innhold av nitrogenforbindelser var lavt på alle stasjoner.

OPPLAND FYLKE

5.1. Hunnselva - Østre Toten og Gjøvik

5.1.1. Generelt

Etter oppdrag fra kommuner og industribedrifter langs vassdraget foretok Norsk institutt for vannforskning i 1960 og 1961 en undersøkelse av forurensningssituasjonen i Hunnselva. Instituttets oppdrag nr. 155: Undersøkelse av forurensninger i Hunnselva, Blindern, 20. desember 1961. De fysiske-kjemiske undersøkelser ble foretatt ved en korttidsundersøkelse og ved 3 gangers innhenting av enkeltprøver. Observasjoner og innsamling av materiale for å belyse biologiske forhold i det aktuelle vassdragsavsnitt, ble gjort på fem befaringer i samme tidsrom. Videre ble det også samlet inn en del bakteriologiske prøver. Det ble samlet inn forskjellige typer prøver fra ialt 18 stasjoner som hovedsakelig var valgt etter bedriftenes og tettbebyggelsenes plassering langs vassdraget. Den øverste stasjon lå ved broen over utløpet fra Einavatn og den nederste ved utløpet i Mjøsa. De 18 stasjoner innbefatter en stasjon i Storaelv og en i Vesleelv.

5.1.2. Generell beskrivelse av vassdraget og nedbørfeltet

Hunnselva renner ut fra Einavatn og har et løp på ca. 23 km. Omtrent hele veien følger elven en forkastningssone med grunnfjell på vestsiden og kambrosilurbergarter på østsiden. Nedbørfeltet er 375,5 km² hvorav ca. 40 km² er dyrket mark og resten i det vesentligste produktiv skog. Den gjennomsnittlige lavvannsføring er 2,8 m³/sek målt ved Eina. Hunnselvas midlere vannføring ved utløp i Mjøsa er 6,4 m³/sek. Fra Eina løper først elven i nordlig retning til Nygard hvor den bøyer av østover mot Gjøvik. På veien nedover kommer det til mange små bekker og noen få relativt større tilløp:

Korta ved Raufoss

Storaelv ved Breiskallen

Vesleelv ved Nygard

Langs Hunnselva er befolkningen vesentlig konsentrert i tettbebyggelser: Eina, Reinsvoll, Raufoss og Breiskallen. Fra Nygard er bebyggelsen mer sammenhengende ned til Gjøvik.

5.1.3. Forurensningskilder

Hunnselva tilføres forurensninger fra jordbruk, befolkning og industri. Jordbruksarealene omfatter ca. 10% av nedbørfeltet. Det er ingen fellesanlegg for halmluting, men førsiloer finnes i distriktet.

I undersøkelsesperioden bodde det i nedbørfeltet ca. 11000 personer, hvorav ca. 7500 var tilknyttet kloakkanlegg som brukte Hunnselva som resipient. Dessuten var det langs elva en rekke enkeltutslipp. Elven kan deles i 3 avsnitt i forhold til art og opprinnelse av det tilførte forurensningsmateriale:

1. Strekningen Eina - Raufoss: Vesentlig husholdningskloakk og avfallsvann fra næringsmiddelbedrifter.
2. Strekningen Raufoss - Toten Cellulosefabrik : Kloakkvann og avløpsvann fra Raufoss Ammunisjonsfabrikk.
3. Toten Cellulosefabrik - Mjøsa: Industrielt avløpsvann preger forholdene.

Industriutslippene tilsvarte i 1961 ca. 140000 personekvivalenter regnet som organisk stoff. Dessuten føres det ut i elven avfallsstoffer etter metallbearbeidelser samt kjemikalier som bl.a. kan være giftige for dyr og planter.

5.1.4. Fysisk-kjemiske forhold

Enkelte bedrifter langs vassdraget hadde periodevis, tildels kortvarige utslipp av konsentrerte avfallsstoffer, slik at det var vanskelig å få helt representative prøver av elvevannet.

De fysisk-kjemiske forhold er undersøkt ved korttidsundersøkelser som ble foretatt i dagene 29., 30. og 31. mars 1960. Det ble hver dag tatt 7 prøver (kl. 8, 10, 12, 14, 16, 18 og 20) på samtlige stasjoner. Temperaturen ble målt samtidig. Enkeltp prøver ble innhentet 5. juli, 16. september 1960 og 27. januar 1961.

Middelverdier for analyseresultatene fra korttidsundersøkelsen på de forskjellige stasjoner er gjengitt i tabell 63 og figur 3.

De store forandringer i de kjemiske forhold nedover i vassdraget, har tildels sammenheng med de geologiske forhold i nedbørfeltet og tildels med den sterke belastning av industriavløpsvann. Økningen f.eks. i vannets elektrolyttinnhold skyldes således ikke bare industriavløpsvann, men er også tildels geologisk betinget, idet vassdraget får stadig større tilsig av vann fra kambrosilur-områder. Industriavløpsvannet er i første rekke ansvarlig for en økning i vannets organiske belastning og avtakende pH. Økningen i vannets innhold av nitrogenforbindelser skyldes også i vesentlig grad industriutslipp, men avrenningsvann fra jordbruket spiller sannsynligvis også en viss rolle i denne sammenheng.

Tabell 63

Kjemiske analyseresultater - Middelerverdier av korttidsundersøkelser

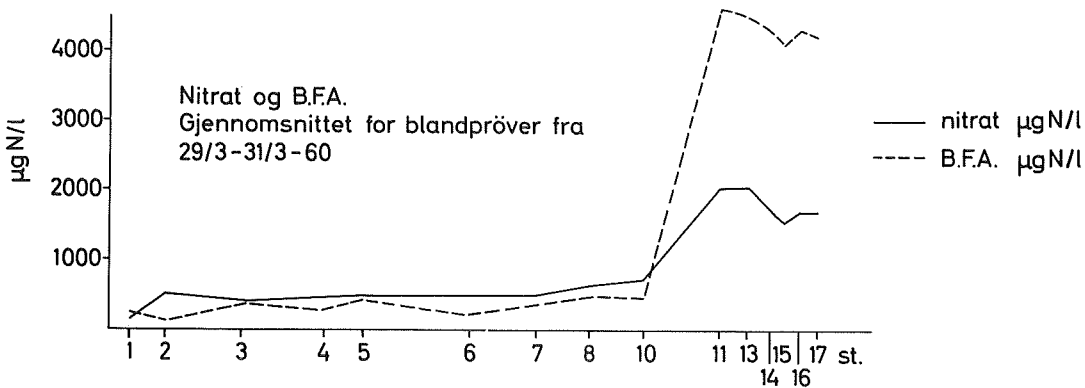
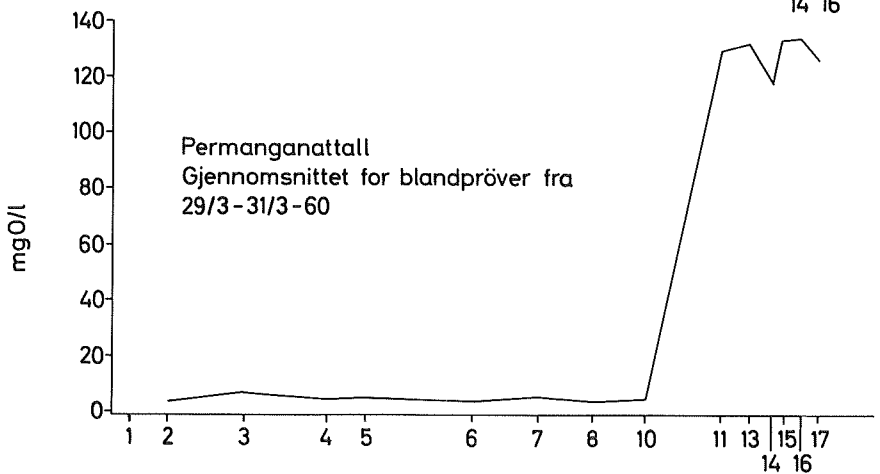
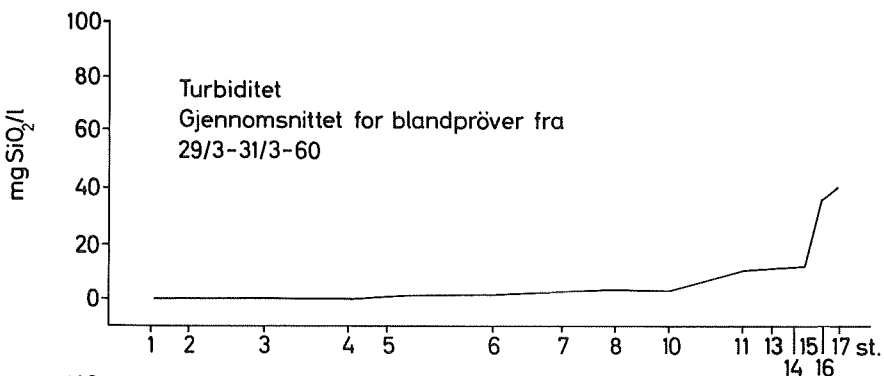
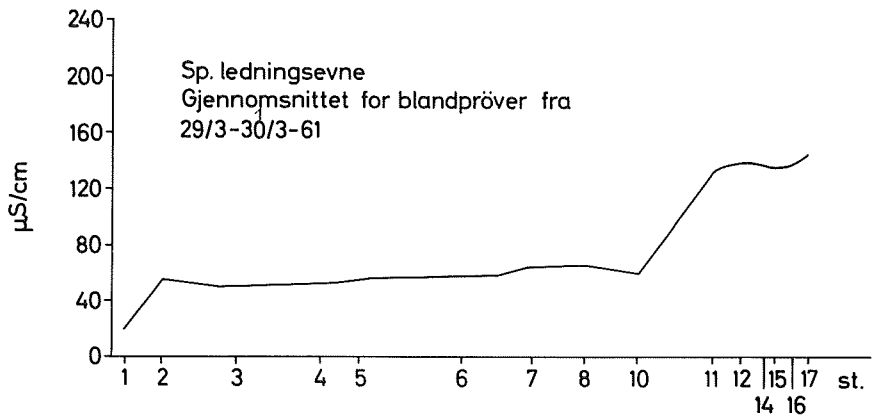
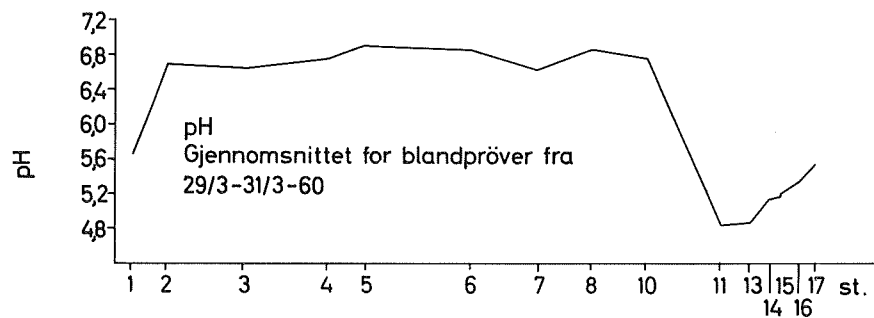
29., 30. og 31. mars 1960

Lokalitet: Hunnselva

Stasjon	pH	Spes. ledn. evne, 20°C µS/cm	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Permanganat- tall mg O/l	Nitrat µg N/l	BFA µg N/l	Fenol mg/l	Kobber mg Cu/l	Syrhydrolyserbar fosfat µg P/l
1 Utløp Skjelbreia	5,7	22,0	0,3	5,1	167	240			26
2 Utløp Eina	6,7	55,7	0,2	3,9	520	120			23
3 Bro, Bruflat	6,7	50,6	0,6	7,5	429	350			55
4 Reinsvoll Mølle	6,8	53,4	0,7	4,6	452	260			29
5 Bro, Roksvoll	6,9	56,6	1,4	4,3	497	420			16
6 Raufoss vannverk	6,8	56,9	1,5	5,1	497	230			26
7 Bro, Musehullet	6,6	64,1	3,0	6,3	520	360			72
8 Før Storaelv	6,9	64,3	3,4	4,8	655	460			49
9 Storaelv	5,8	24,7	0,9	7,8	219	310			16
10 A/S Toten Cellulosefabr.	6,7	59,5	2,2	5,4	723	460			33
11 Bro nedenf. A/S Toten Cellulosefabrik	4,8	131,0	9,5	129,0	2033	4600			46
12 Vesleelv v/utløp	6,9	108,0	2,4	3,4	2033	530			78
12B Vesleelv	6,9	102,0	0,6	2,6	2033	310			36
13 Ovenfor Mustad	4,9	139,0	9,9	131,0	2033	4500	3,0	0,12	65
14 Nedenfor Mustad	5,1	135,0	10,3	118,0	1694	4300	3,0	0,14	72
15 Ovenfor A/S Hunton	5,3	134,0	10,7	133,0	1581	4100	3,2	0,12	55
16 Ovenfor Holmen A/S	5,3	136,0	35,0	133,0	1694	4300	3,0	0,09	75
17 Utløp Mjøsa	5,5	141,0	39,0	141,0	1694	4200	3,0	0,06	78

Fig. 3

Hunnselva
Kjemiske analyseresultater



5.1.5. Biologiske forhold

Det ble under de nevnte befaringer samlet inn biologisk materiale fra elvebunnen og breddene og fra de fritt strømmende vannmasser.

5.1.5.1. Forholdene langs breddene og på elvebunnen

Organismesamfunnene i et vassdrag, som lever fastsittende på eller er knyttet til et underlag, er sammensatt av planter og dyr hvis hovedtyngde av organismer utgjøres av lavere former - alger, invertebrater o.s.v. I Hunnselva kan man se disse forekomster av organismer som fargerike belegg, som grønnaktige matter og grålige tjafser eller det kan være bestand av høyere planter med tydelig overgroing. I instituttets rapport ble det pekt på arter som er særlig karakteriserende for vokseplasser med forurensningspåvirkning.

Øverst i vassdraget (utløp fra Eina) var mulighetene for utvikling av høyere vegetasjon innskrenket, og det var alger som utgjorde hovedtyngden av biomassen. Den kvalitative sammensetning av disse samfunn indikerte at lokaliteten bare i meget liten utstrekning var påvirket av organiske forurensninger.

Nedenfor Reinsvoll ved Roksvoll bro var både flora og fauna frodig utviklet. De biologiske forhold viste at lokaliteten var tydelig påvirket av organiske forurensninger. Klassifisert etter saprobiesystemet var graden av forurensning på dette elveavsnitt av β -mesosaprob type. Forurensningene hadde hatt en stimulerende innflytelse på organismelivet, og de biologiske prosesser forløp intenst og realiserte en effektiv selvrensning av vannmassene. Det var god balanse mellom autotrofe og heterotrofe komponenter i organismesamfunnene. Produksjonen av viktige næringsdyr for aure var stor.

Undersøkelser av elveavsnittet forbi Raufoss viste at kloakktilførselen fra tettbebyggelsen hadde en markert innflytelse på organismelivet. På en kort strekning forandret elven radikalt sitt β -mesosaprobe preg, og forholdene nærmet seg den polysaprobe tilstand. Samfunnene besto i det vesentligste av heterotrofe organismer. Bare i grensesjikt mellom vannfase og luftfase, markert som striper på steiner som stakk opp av vannet, kom autotrofe arter til utvikling. Det dreide seg om chlorococcale grønnalger som er meget tolerante overfor forurensninger. Elveavsnittet var estetisk meget lite tiltalende, og luktulempen gjorde seg gjeldende. Like nedenfor Raufoss var organismesamfunnene dominert av Leptomitius lacteus og trichale schizomyceter. Faunakomponenten var kvantitativt fattig. Invertebratene Chironomus thummi og Tubifex tubifex hadde påfallende sparsom forekomst.

På elvestrekningen nedenfor Raufoss gjorde selvrensningseffekten seg tydelig gjeldende, men ved Dybdalsbekken var mineraliseringen av de tilførte organiske forurensninger ennå ikke fullført. Forekomsten av trichale schizomyceter var gått sterkt tilbake i kvantitet, men både Sphaerotilus natans og Cladotrix dichotoma var fremdeles representert. Autotrofe arter dannet her et kvantitativt viktig innslag i samfunnene, særlig var kiselalgene betydningsfulle.

Etter utslippet fra A/S Toten Cellulosefabrik var det et nytt sprang i elvens biologiske forhold. Soppen Fusarium aquaeductuum dominerte organismesamfunnene og dannet sammenhengende bevoksninger på hele resten av elvestrekningen ned til Mjøsa. På steder med små stryk antok soppbevoksningen en nærmest teglsteinsrød farge som var iøynefallende selv på avstand. Av de få ledsagende arter er det grunn til å fremheve ortocladiine chironomider som til dels hadde tallrik forekomst.

5.1.5.2. Forholdene i de strømmende vannmasser

Oppholdstiden for vannet på elvestrekningen er for kort til at det utvikler seg noe eget plankton. Organismelivet i de fri vannmasser var derfor vesentlig preget av løsrevne individer fra benthiske samfunn. Mengden av heterotrofe organismer tiltok således sterkt nedenfor A/S Toten Cellulosefabrik. Fibertransporten preget forøvrig forurensningsbildet på denne elvestrekning.

5.1.6. Bakteriologiske forhold

I nevnte rapport ble vassdraget nedenfor Bruflat i hygienisk forstand betegnet som kraftig forurenset. Tallene kunne tyde på at kloakkvannet ikke oppnådde større fortynning enn ca. 1 : 20 når det ble blandet med elvevannet.

5.1.7. Konklusjon

På bakgrunn av undersøkelsen ble det bl.a. trukket følgende konklusjoner:

1. Selve Einavatn bør belastes med minst mulig avfallsvann idet det i sin alminnelighet bare vil være til begrenset hjelp å rense eventuelle avløp til selve innsjøen.
2. Strekningen Eina - Raufoss. Denne strekning er i sin alminnelighet ikke overbelastet selv om lokale uestetiske forhold eksisterer. Vassdragets hygieniske tilstand er dårlig og bør bedres.

3. Strekningen Raufoss - Nygard. Elven er sterkt overbelastet med kloakkvann og påvirket av giftige utslipp fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker.

4. Strekningen Nygard - Mjøsa. Dette avsnittet er som elv betraktet helt ødelagt. Virkningen av utslippet fra A/S Toten Cellulosefabrik er dominerende for forholdene. I denne fabrikken blir i dag over halvparten av tørrstoffet i sulfitluten tatt vare på ved produksjon av garvestoffer. Selv om utnyttelsen av disse stoffene muligens kan bli mer effektiv vil det ikke kunne drives så langt at elvens belastning blir tilstrekkelig redusert. En del av forurensningen fra fabrikken vil nødvendigvis bli sluppet ut i sterkt fortynnet tilstand slik at tekniske tiltak for å minske forurensningsmengden er tilsvarende vanskeligjort. Det må derfor antas at hverken forandringer i selve produksjonsprosessene eller behandling av avfallsvannet kan gi tilfredsstillende forhold i denne del av vassdraget.

5. Fremtidige utslipp. Da Hunnselva er en liten elv, har den sterkt begrenset evne som resipient for utslipp av kloakkvann og industriavløp. Den har derfor reagert kraftig på de belastninger den hittil har fått. Ved den videre utbygging i distriktet bør resipientbetraktninger komme sterkt med i bildet ved planlegging av boligområder og industriområder.

6. Forurensningspåvirkninger av selve Mjøsa. Mjøsa ble ikke vurdert i utredningen. Vurdering av Mjøsa som resipient er meget komplisert og denne del av problemet må eventuelt vurderes i en større sammenheng.

5.2. Strondafjorden i Valdres

5.2.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Fagernes kommune: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr.61/62. Undersøkelse av Strondafjorden som drikkevannskilde for Fagernes vannverk. Blindern, november 1962.

Undersøkelsens art: Opplodding og tegning av dybdekart. Fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse. Det er blitt foretatt en undersøkelse, nemlig den 9. oktober 1962.

5.2.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltets geologiske oppbygging er komplisert og varierende. Gneiser og granitter er dominerende bergarter. Nedbørfeltet består i stor utstrekning av høyfjellsterreng. I lavereliggende lende er det skog og litt jordbruk. Innsjøen og tilløpselvene mottar avrenningsvann fra gårdsbruk og bebyggelse. Fra Fagernes er det betydelig utslipp av kloakkvann. (Se forøvrig rapport I Del 2. Begnavassdraget).

5.2.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Den østligste delen av innsjøen er loddet opp og dybdekart over denne delen av innsjøen er tegnet i målestokk 1 : 10000.

Tabell 64. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	1840	km ²
Høyde over havet	353	m
Største målte dyp	91	m
Overflateareal	13	km ²
Middel dyp (antatt)	40	m
Volum	520	mill.m ³
Midlere avrenning	20,8	l/sek/km ²
	d.v.s.	38,3 m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	5 mndr.

5.2.4. Bruk av lokaliteten

Drikkevannskilde og kloakkvannsresipient for bl.a. Fagernes.

5.2.5. Hydrografiske forhold

5.2.5.1. Temperatur

På observasjonsdagen varierte temperaturen i overflatelagene mellom 9 og 10°C og i dyplagene mellom 4 og 5°C som sannsynligvis også er sommerens dypvannstemperatur. Sprangsjiktet lå i 20 - 25 meters dyp.

5.2.5.2. Oksygenforhold

Oksygenmetningen varierte fra 80 - 93%. Dette tyder på at oksygenmetningen er >80% overalt i vannmassene under sommerstagnasjonsperioden.

5.2.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 65. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent	Variasjonsbredde	Middelverdi
pH	6,6 - 7,0	6,8
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	20,0 - 23,8	20,7
Farge mg Pt/l	2 - 6	4
Turbiditet mg SiO ₂ /l	0,4 - 0,7	0,5
Perm.tall mg O/l	0,9 - 1,6	1,3
Total hårdhet mg CaO/l	4,1 - 5,2	4,7

Vannet har praktisk talt nøytral reaksjon, er bløtt og inneholder lite organisk og partikulært materiale.

5.2.6. Biologiske forhold

Ikke undersøkt.

5.2.7. Bakteriologiske forhold

Vannmassene var i noen grad bakteriologisk forurenset særlig i nærheten av Fagernes og i innsjøens overflatelag.

5.3. Viggavassdraget

5.3.1. Generell beskrivelse

Vigga kommer fra noen tjern nord for Nyseterbrenna (592 m.o.h.) og Petershøgda (602 m.o.h.) øst for Grua i Lunner kommune. Elven går først i vestlig retning, men dreier snart av mot nordvest og renner med jevnt løp gjennom dyrkede og senere gjennom myraktige områder i Gran kommune til den danner innsjøen Jaren. Fra Jaren går elven videre i nordvestlig retning under navnet Augedalselva og munner til slutt ut i Røykenvika i Randsfjorden. Elven opptar flere mindre tilløp bl.a. Skjerva og Eggeelva.

Nedbørfeltet er ca. 178 km² stort. Den midlere avrenning i området er ifølge Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (1958) ca. 13,1 l/sek/km² som tilsvarer ca. 2,4 m³/sek.

De viktigste morfometriske og hydrologiske data for innsjøen Jaren er stilt sammen i tabell 66.

Tabell 66. Jaren - Morfometriske og hydrologiske data

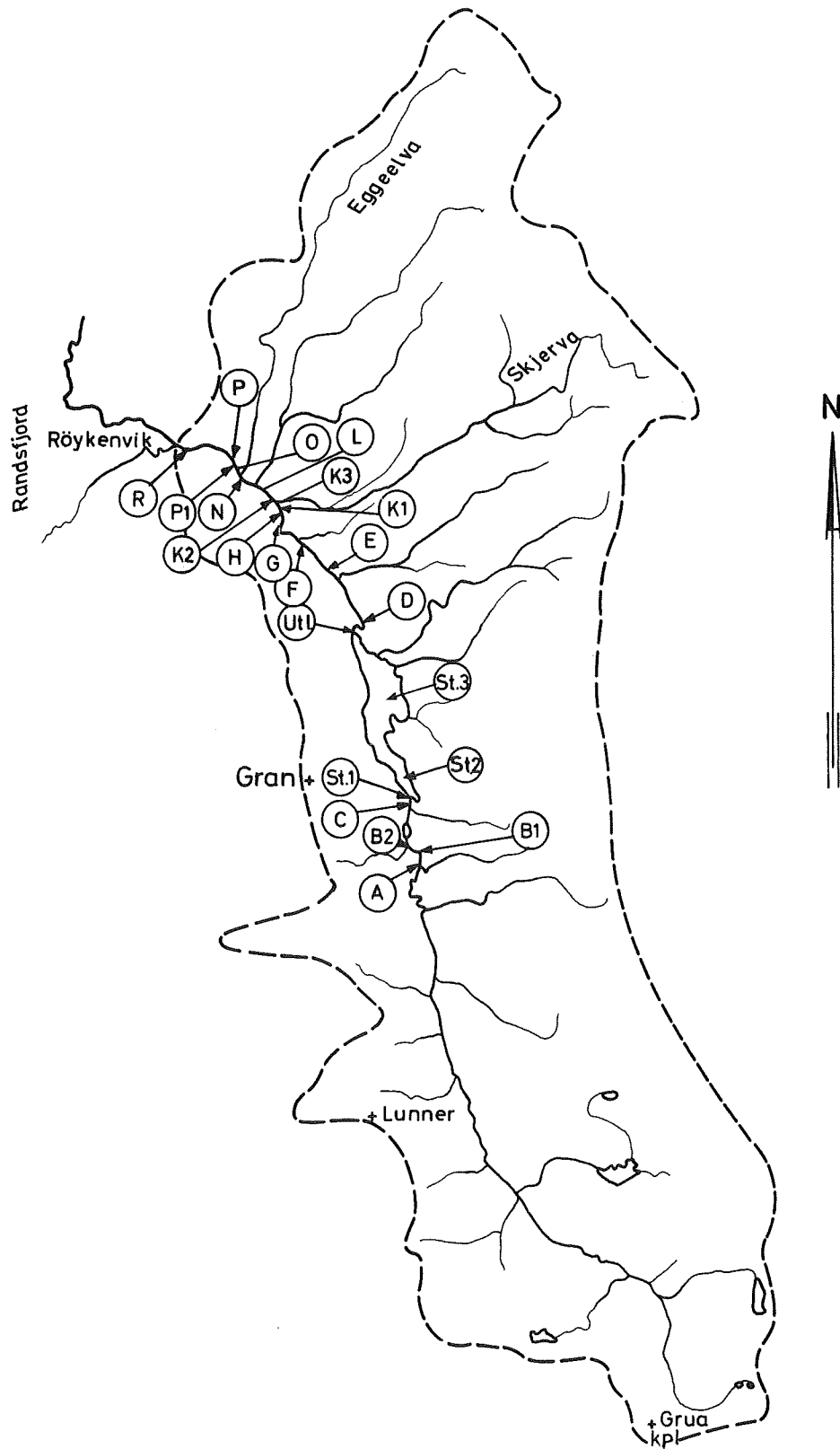
Høyde over havet	194	m
Nedbørfelt	111	km ²
Overflateareal	1,7	km ²
Største dyp	38	m
Volum	21,4	mill.m ³
Middel dyp	12,6	m
Midlere avrenning	1,46	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 6	mndr.

Jarenvatnet består av to bassenger med dybder på ca. 38 m (nord) og ca. 14 m (syd). Bassengene er atskilt med en terskel ved Tangen.

Den største delen av nedbørfeltet er bygd opp av lite omdannet kambrosiluriske sedimentbergarter. Bare i skog- og fjellområdet i nord består berggrunnen av grunnfjell.

I kambrosiluroområdet er det jordbruksmessig godt jordsmonn og her er derfor i stor utstrekning dyrket mark. Det har vært vanskelig å finne ut hvor stor del av nedbørfeltet som er oppdyrket, men anslagsvis er en kommet frem til at ca. 40 km² d.v.s. 22% av hele nedbørfeltet er dyrket mark. I hele den lavereliggende

Fig. 4 Augedalselva, Jarenvatnet og Vigga
Nedbörfelt med stasjonsplassering



del av feltet er det relativt tett bebyggelse. De viktigste befolkningsentra er Roa, Lunner sentrum, Gran sentrum, Jaren og Brandbu sentrum. Alt i alt bcr det i feltet minst 7000 mennesker, hvorav ca. 3000 direkte bruker Viggavassdraget eller dets tilløpslever som resipienter for kloakkvann, mens kloakkvann fra de øvrige på en mer indirekte måte blir tilført vassdraget. Befolkningsmengden i forhold til vannføringen er ved utløpet av Augedalselva 2,91 pers.pr.1 pr. sek. Til sammenlikning kan nevnes at det samme teoretiske belastningstall for Randselva før samløp med Begna er 0,265 pers. pr. 1 pr. sek.

Av industri i området kan nevnes Gran meieri ovenfor Jarenavatn og Brandbu meieri som har utslipp av sitt avløpsvann i elven mellom stasjonene K 1 og K 2 (fig. 4). Utslippene fra disse meierier tilsvare 30 og 75 personekvivalenter (industri-ekvivalenter) for henholdsvis Gran og Brandbu. Ved Brandbu ligger også et potetvaskeri med et utslipp som tilsvare 200 personekv. Andre industritiltak av betydning er ikke registrert i dette området.

5.3.2. Fysisk-kjemiske forhold

5.3.2.1. Prøvetaking og resultater

Denne beskrivelse bygger på vannprøver som ble samlet inn den 1. og 2. august 1967. Prøvetakingsstedene er satt opp i tabell 67 og avmerket på fig. 4.

Analyseresultatene er gjengitt i tabellene 68 og 69 og fig.5. (For Jarenavatnet er verdiene for pH, spes.ledningsevne, farge, turbiditet og permanganattall i 1 m dyp tegnet inn. De andre inntegnede verdier for Jarenavatnet gjelder 4 m dyp.)

5.3.2.2. Diskusjon av de fysisk-kjemiske forhold

Sammenliknet med overflatevann ellers i Østlandsområdet er verdiene for spes. ledningsevne i Viggavassdraget meget høye. Dette har sammenheng med at vassdraget i stor utstrekning drenerer kambrosiluumråder. Ledningsevnen avtok nedover i vassdraget i samsvar med at det etter hvert mottok mer og mer dreneringsvann fra grunnfjellsområder. I Skjerva var således ledningsevnen 66 μS , mens den i Augedalselva før og etter samløp med Skjerva var henholdsvis 196 og 181 μS . Ved passering av Jarenavatnet avtok ledningsevnen fra 300 μS ved innløpet til 180 μS ved utløpet. Dette kan tenkes å ha flere årsaker. For det første betinger vannets oppholdstid i innsjøen en utjevning av eventuelle variasjoner i tilløpsvannets kjemiske sammensetning. Videre er det rimelig at det i Jarenavatnet er en utpreget kalkfelling som kommer i stand ved planteplanktonets forbruk av karbon-dioksyd.

Tabell 67. Viggavassdraget. Stasjonsplassering ved prøvetaking 1. og 2. august 1967.

Prøvetakingsdato	Prøvetakingssted	Prøve-merking	km fra st. A (Vøien)	Merknader
2/8-67	Bro vest for Vøien	A	0	
"	50 m ovenfor jernbanebro	B ₁	1,40	Kloakkutslipp m.m. fra Cal-
"	50 m nedenfor "	B ₂	1,47	tex st.mellom st.B ₁ og B ₂ .
"	Ca. 50 m sør for innløp Jarenvatn	C	2,53	Kloakkutslipp for Gran
1/8-67	Jarenvatn v/innløpet	st.1.	2,75	mellom st.B ₂ og C.
"	"	st.2	3,37	
"	" dypeste punkt	st.3	5,24	
2/8-67	" utløp	Jarenv. utløp	6,46	Tatt øverst i elva
"	200 m sør for utløpet	D	6,68	
"		E	8,20	
"		F	8,73	
"		G	9,78	
"		H	10,00	
"	Ovenfor utslipp Brandbu meieri	K ₁	10,25	
"	Nedenfor " " "	K ₂	10,29	
"	Skjerva ca. 50 m ovenfor samløp Vigga	K ₃	10,27/0,04	
"		L	10,67	
"	Sørvest for brannstasjon i Brandbu	M	10,84	
"	Høgkorsveien bro over Vigga	N	11,15	
"		O	11,42	
"	Ovenfor bro ved Brandbu hovedkloakkutslipp	P ₁	11,48	
"	Nedenfor bro ved Brandbu hovedkloakkutslipp	P ₂	11,88	
"	Utløp Randsfjorden	R	12,55	Prøven er tatt like nedenfor broen.

Tabell 68

NIVA-67
0-110/65Kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Vigga

Dato: 2/8 1967

Komponent	stasjon																			
	A	B.1	B.2	C	utl. Jarenv.	D	E	F	G	H	K.1	K.2	K.3	L	M	N	O	P.1	P.2	R
pH	8,2	8,0	8,0	7,9	8,5	8,5	8,0	8,1	7,9	8,0	7,9	7,9	7,2	7,9	7,8	7,9	7,9	7,9	8,0	8,1
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	284	293	295	300	178	181	200	203	200	199	196	181	66,0	179	180	174	176	178	179	181
Farge, filtrert mg Pt/l	13	15	14	18		12	14	12	14	12	14	15	15	14	15	19	16	17	17	14
Farge, ufiltrert mg Pt/l	21	23	38	32	13	18	21	18	22	22	23	25	17	22	25	42	27	33	38	25
Turbiditet, filtrert mg SiO ₂ /l	0,4	0,4	0,6	0,7		0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,2
Turbiditet, ufiltrert mg SiO ₂ /l	1,2	2,9	5,4	2,2	1,0	1,6	1,6	1,4	1,4	2,1	2,7	2,1	0,4	1,5	2,1	5,3	2,5	2,2	3,8	1,1
Permanganattall mg O/l	2,1	2,1	2,2	2,2	2,9	2,5	2,8	2,5	2,6	2,7	2,7	2,9	3,3	2,7	2,9	3,3	3,3	2,9	3,2	3,2
Klorid mg Cl/l	7,5	7,9	8,4	8,4		5,2	6,5	6,6	7,0	6,9	7,2	7,1	7,8	7,0	7,5	7,8	7,3	7,9	7,9	7,8
Sulfat mg SO ₄ /l			19,7						19,0				16,3			17,4		17,2	16,3	15,6
Fosfat, orto µg P/l			128			7		35				37			68		61	74	67	
Fosfat, total µg P/l			176			25		46				61			92		94	115	82	
Nitrat µg N/l			1200			825		725				675			625		600	625	675	
BFA mg N/l			0,47			0,37		0,37				0,28			0,48		0,45	0,49	0,30	
Alkalitet ml N/10 HCl/l			25,13			15,05		14,63				13,22			12,72		12,40	12,49	13,30	
Total hårdhet mg CaO/l			88,5			56,6		56,4				51,1			49,6		49,2	49,0	50,0	
Kalsium mg K/l			61,0			40,0		37,8				35,8			33,6		33,6	33,6	33,6	
Magnesium mg Mg/l			4,40			3,24		3,61				3,05			3,02		3,05	3,08	3,14	
Kalium mg K/l			2,34			1,44		1,44				1,44			1,44		1,44	1,53	1,62	
Natrium mg Na/l			5,80			3,74		4,00				3,80			4,13		4,06	4,32	4,32	
Jern µg Fe/l			235			110		155				120			380		205	180	60	
Mangan µg Mn/l			25			16		16				17			22		13	15	<5	
Kobber µg Cu/l			18			18		21				26			35		26	26	29	
Sink µg Zn/l			13			9		13				13			57		13	16	13	

Tabell 69

Fysisk- kjemiske analyseresultater

Dato: 1/8 1967

Lokalitet: Jarenavatn

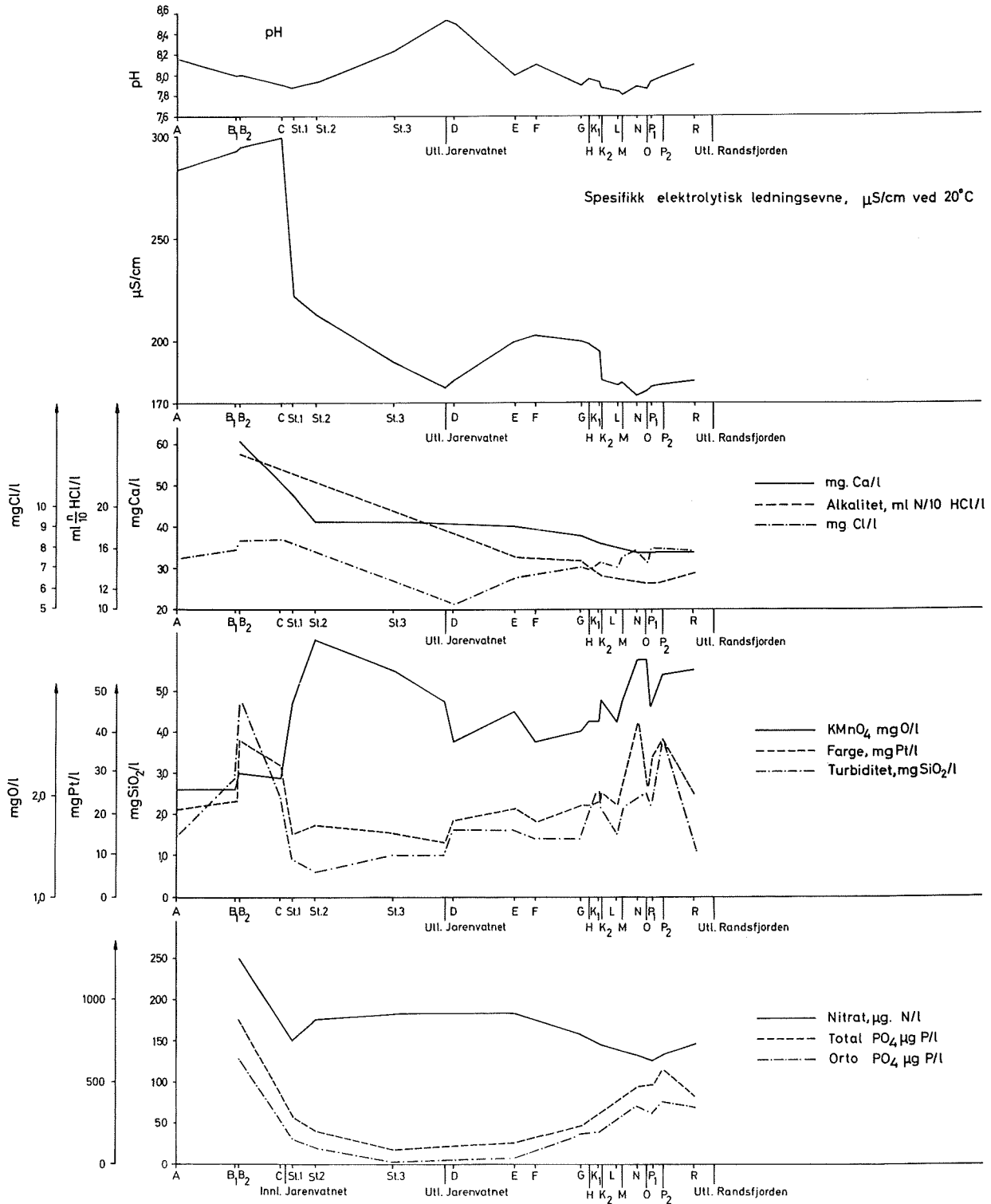
Lufttemp.: 25,9°C

Stasjon: 1, 2 og 3.

Værforh.: Sol, svak vind.

Komponent	stasjon 1		stasjon 2				stasjon 3						
	1	4	1	4	8	10,5	1	4	6	8	16	23	
Temperatur °C	17,8	17,1	18,0	16,8	10,8	9,0	18,9	18,1	9,1	6,43	4,6	4,4	
Oksygen	mg O ₂ /l	8,5	7,5	8,6	7,2	0,3	0,1	9,3	8,8	8,9	9,0	7,6	6,9
	% O ₂	92,0	79,3	92,8	75,7	3,2	1,0	102,2	95,3	80,2	75,6	60,9	55,0
pH	7,9	7,7	7,9	7,8	7,2	7,2	8,2	8,3	7,7	7,5	7,5	7,5	
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	223	229	214	223	201	202	190	189	208	221	251	256	
Farge													
mg Pt/l	15	17	17	17	39	50	15	15	21	22	17	17	
Turbiditet													
mg SiO ₂ /l	0,9	0,6	0,6	1,0	3,7	4,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,9	
Perm.tall													
mg O/l	2,9	2,9	3,5	3,0	3,3	4,0	3,2	3,3	3,7	3,7	3,1	3,3	
Fosfat, orto													
µg P/l		31		19					<2		4		
Fosfat, total													
µg P/l		57		41					17		11		
Nitrat													
µg N/l		700		800					825		2175		
BFA													
mg N/l		0,42		0,45					0,43		0,32		
Kalsium													
mg Ca/l		47,6		41,2					41,2		52,0		
Magnesium													
mg Mg/l		3,14		3,08					2,58		3,77		
Kalium													
mg K/l		1,89		1,80					1,53		1,98		
Natrium													
mg Na/l		4,13		4,00					3,16		3,94		
Jern													
µg Fe/l		90		70					30		30		
Mangan													
µg Mn/l		68		64					13		8		

Fig. 5 Augedalselva, Jarevatnet og Vigga
Kjemiske analyseresultater



Kalkutfelling kan bl.a. ha betydning for innsjøens fosfatinnhold. I overensstemmelse med dette var vassdragets innhold både av total- og ortofosfat lavt i innsjøavsnittet og nedover i elven, inntil tilførsel av diverse kloakkt-slipp begynte å gjøre seg gjeldende. Kloakktslippet fra Brandbu sentrum bevirker en betydelig økning av vassdragets fosfatinnhold. En eventuell utfelling og lagring av fosfater i Jarenavatnets bunnsedimenter har betydning for innsjøens eutrofieringsutvikling. Den stadig økende produksjon av organisk stoff som man må regne med foregår i innsjøen, vil etter hvert føre til at dyplagenes oksygenforråd blir brukt opp. Derved oppstår et reduktivt miljø som fører til utløsning av bl.a. fosfater fra bunnsedimentene. Disse fosfater vil således til en viss grad komme produksjonen til gode, slik at man etter hvert får en akselererende utvikling i eutrof retning.

Variasjonene i ledningsevnen kan også til en viss grad skyldes innbyrdes variasjoner i de enkelte komponenter som betinger vannets elektrolyttinnhold. Det økende kloridinnhold nedover i vassdraget kan f.eks. bli kompensert med avtakende alkalitet og kalsiuminnhold, slik at resultatet blir avtakende ledningsevne. Vannets innhold av klorider, natrium og kalium er forøvrig relativt høyt. I hvilken grad dette skyldes de geologiske forhold og jordsmonnet eller tilsigsvann fra jordbruket og kloakkvann, er det på grunnlag av det foreliggende analyse materialet vanskelig å ha noen formening om.

De relativt høye pH-verdier (7,8 - 8,5) har sammenheng med vannets kalkinnhold, men planktonproduksjonen spiller sannsynligvis også en viss rolle i denne sammenheng. Maksimumsverdiene ved utløpet av Jarenavatnet er et eksempel på det. Oksygenmetningen i 1 m dyp på st. 3 viser også at det foregår en viss produksjon i innsjøens overflatelag. Planktonproduksjonen betinger nemlig et forbruk av CO₂ (som resulterer i høyere pH) og produksjon av oksygen. Vannets innhold av organisk materiale (permanganattall) var relativt lavt på alle observasjonsstasjoner. Verdiene var høyest i Jarenområdet - noe som henger sammen med produksjon av organisk materiale. Verdiene for vannets farge og turbiditet varierte noe på de forskjellige stasjoner, og de laveste verdier ble registrert i Jarenområdet. Når det gjelder fargeverdiene er de til en viss grad tilsynelatende, idet ufiltrerte prøver er lagt til grunn for målingene, og ved den benyttede analysemetode blir også turbiditeten registrert som farge.

På grunnlag av det foreliggende materiale er det ikke mulig å gi noen nærmere vurdering av Viggavassdragets forurensningstilstand, og i hvilken grad det videre kan benyttes som resipient for avløpsvann.

TELEMARK FYLKE

6.1. Flåtevatn i Bamble

6.1.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra ingeniørfirmaet Brusletto, Rosenkrantz plass 2, Oslo: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 133/64. En undersøkelse av Flåtevatn som drikkevannskilde for Bamble vannverk. Blindern, februar 1966.

Undersøkellesperiode: Mars - november 1965.

Undersøkelsens art: Opplodning og utarbeidelse av dybdekart, samt fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten i forskjellige dyp. Det ble ialt utført fire observasjonsserier, nemlig 4. mars, 12. mai, 19. august og 1. november 1965.

6.1.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltets berggrunn er bygd opp av gneis og granitt. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Feltet er i stor utstrekning bevokst med skog, særlig gran og furu. Enkelte steder er det myrområder. I nedbørfeltet er det noen få gårdsbruk og en del hytter. Lokaliteten brukes både vinter og sommer som ferdselsåre for fremdrift av tømmer. Lokaliteten får relativt liten tilførsel av forurensningsmateriale.

6.1.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Dybdekart er tegnet i målestokk 1 : 15000.

Tabell 70. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	77	km ²
Høyde over havet	52	m
Største dyp	122	m
Overflateareal	3,67	km ²
Volum	163,5	mill.m ³
Middel dyp	44,6	m
Midlere avrenning (NVE)	25	l/sek/km ²
d.v.s.	1,9	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca. 33	mndr.

6.1.4. Hydrografiske forhold

6.1.4.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

1. Vinterstagnasjonsperioden, normalt november - mai: Ca. 5 mndr.
2. Vårfullsirkulasjonsperioden, normalt i mai: Ca. 2 uker.
3. Sommerstagnasjonsperioden, normalt mai - november: 5½ mndr.
4. Høstfullsirkulasjonsperioden, normalt i november: Ca. 3 uker.

Årsvariasjoner for vannets temperatur:

Overflatelagene (2 m dyp): Fra ca. 2°C til ca. 18°C.
Dyplagene: Fra ca. 3°C til ca. 5°C.

Sprangsjiktet ligger om sommeren i ca. 10 meters dyp.

6.1.4.2. Oksygenforholdene

Overflatelagene: Oksygenmetning på mellom 90 og 100% til alle årstider.

Dyplagene: Under stagnasjonsperiodene var metningen mellom 70 og 80%. I sirkulasjonsperiodene er metningsverdiene noe høyere overalt i vannmassene.

6.1.4.3. Andre kjemiske forhold

Tabell 71. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato 1965	pH	Spes.ledn.e. 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	Perm.tall mg O/1	Jern µg Fe/1	Mangan µg Mn/1
4/3	6,5	36,0	12	0,3	2,7	<50	<50
12/5	6,3	34,0	14	0,4	2,7	<50	<50
19/8	6,5	35,4	14	0,4	2,0	<50	<50
1/11	6,3	36,6	13	0,4	2,8	<50	<50
Års- middel	6,4	35,5	13	0,4	2,6	<50	<50

Vannet i Flåtevatn er svakt surt, bløtt og lite påvirket av jern, mangan og partikulært og organisk materiale. Det er liten variasjon i de kjemiske forhold i løpet av året.

6.1.5. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ikke undersøkt.

6.1.6. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

6.2. Mjøvatn, Porsgrunn

6.2.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Porsgrunn og Eidanger kommune: Norsk institutt for vannforskning's oppdrag nr. 170. Undersøkelse av Mjøvatn som drikkevannskilde. Utført i tidsrommet mai 1960 - oktober 1961. Blindern, januar 1962.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten på forskjellige steder og i forskjellige dyp samt biologisk og bakteriologisk undersøkelse. Det ble ialt utført 4 observasjonsserier, nemlig 16.mars, 31.august, 14.september 1960 og 11.november 1961.

6.2.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er i det vesentligste bygd opp av kvartssyenitt. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Nedbørfeltet er tildels bevokst med bar- og løvskog. I enkelte områder er det myr- og torvjord. Lokaliteten er relativt lite belastet med forurensninger, men det er noen gårdsbruk og en del hytter i nedbørfeltet.

6.2.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Mjøvatn er en ca. 3 km lang innsjø som er blitt til ved at Stulstjern, Broken og Mensvatn er demmet opp til en enhet. Demningen er ca. 10 meter høy slik at vannstanden ved overløp er på kote 101,23. Innsjøbunnens topografi er uregelmessig, og flere bassenger atskilles ved grunnere partier og terskler. Innsjøen er ikke opploddet og nøyaktig oppgave over dybder og volum er ikke kjent. Fra det sydligste avsnitt av innsjøen er det slått en 7 km lang tunnel fram til Valleråsen ved Porsgrunn. Tunnelinntaket ligger i ca. 10 m dybde.

Tabell 72. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	15,75	km ²
Høyde over havet (fullt magasin)	101,23	m
Største målte dyp i Mensvatn	43	m
" " " " Stulstjern	27,5	m
Overflateareal	1,09	km ²
Midlere avrenning (NVE)	23	l/sek/km ²
d.v.s.	362	l/sek

6.2.4. Bruk av lokaliteten

Innsjøen brukes idag som drikkevannskilde for Porsgrunn og Eidanger.

6.2.5. Hydrografiske forhold

6.2.5.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper stort sett 4 forskjellige termiske perioder pr. år. Broken og Stulstjern hører med til de såkalte meromiktiske innsjøer og vannmassene under 16 m deltar hverken i vår- eller høstfullsirkulasjonen. I de sirkulerende vannmasser er dypvannstemperaturen om vinteren 3 - 4°C og om sommeren 7 - 9°C. I de stagnerte lag øker temperaturen fra 4°C i 14 meters dyp til ca. 5°C ved bunnen. Sprangsjiktet ligger om sommeren i ca. 8 meters dyp.

6.2.5.2. Oksygenforhold

Under stagnasjonsperiodene er det betydelig oksygenforbruk i dyplagene overalt i innsjøen. I de permanente stagnerte vannmasser (Stulstjern og Broken), er det anaerobe forhold hele året igjennom. I overflatelagene lå metningsprosenten i området 80 - 100% på alle observasjonsdager.

6.2.5.3. Andre kjemiske forhold

Tabell 73. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent	St.	1	2	3	4	5
pH		6,4	6,4	6,2	6,2	6,4
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm		34,7	38,3	38,4	37,1	31,4
Farge	mg Pt/l	24	22	30	35	8
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	1,5	1,3	1,0	1,3	0,6
Perm.tall	mg O/l	4,4	4,5	5,0	4,7	2,7
Klorid	mg Cl/l	3,4	4,5	2,5	3,3	
Total fosfat	µg P/l			9	6	
Nitrat	µg N/l			133	112	
BFA	mg N/l			0,16	0,23	
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	1,2	1,1	1,0	1,0	
Total hårdhet	mg CaO/l	6,7	7,0	7,4	7,0	5,0
Jern	µg Fe/l				500	80
Mangan	µg Mn/l				500	<50

Vannet i Mjøvatn er svakt surt, bløtt og noe påvirket av organisk materiale. Vannet inneholder også noe jern- og manganforbindelser. I de stagnerende vannmasser er de kjemiske forhold svært avvikende. Spesielt med hensyn til vannets innhold av jern og mangan.

6.2.6. Biologiske forhold

Grønnalger og flagellater preget planktonvegetasjonen. Disse forhold er karakteristiske for oligotrofe innsjøer, men den relativt store planktontetthet synes å gi grunn til å karakterisere lokaliteten som en noe næringsrik variant.

6.2.7. Bakteriologiske forhold

I bakteriologisk forstand er vannet lite preget av direkte forurensningspåvirkning.

6.2.8. Konklusjon

Deler av Mjøvatn har permanent stagnerende dypvann. Innsjøen har forøvrig hovedsakelig oligotrofe preg. Vannet er svakt surt, bløtt og er i noen grad belastet med partikulært og organisk materiale.

VESTFOLD FYLKE

7.1. Akersvatn i Stokke

7.1.1. Generelt

Lokaliteten har vært undersøkt som oppdrag for Vestfold Interkommunale Vannverk: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 57, Vestfold Interkommunale Vannverk. Undersøkelse av vannkilder i 1958. Blindern, 7. februar 1959. Undersøkelsen gikk ut på innsamling og bearbeidelse av prøver fra vannverkets pumpestasjon og fra innsjøens overflatelag. Senere har Norsk institutt for vannforskning mer sporadisk samlet inn observasjonsmateriale.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse.

7.1.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen er i stor utstrekning bygd opp av larvikitt. Løsavsetningene består i det vesentligste av marine avsetninger og morenemateriale. Innsjøen ligger utenfor det store Ra. Store deler av nedbørfeltet er jordbruksarealer. Enkelte steder er det skog- og myrområder, særlig kan Akersmyra nevnes i denne forbindelse. Lokaliteten er i betydelig grad belastet med avrenningsvann fra dyrket mark, gårdsbruk og bebyggelse.

7.1.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Tabell 74. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	18	km ²
Høyde over havet	16	m
Største dyp	15	m
Overflateareal	2,76	km ²
Volum	19,5	mill.m ³
Middel dyp	7	m
Midlere avrenning (NVE)	20	l/sek/km ²
d.v.s.	360	l/sek
Teoretisk oppholdstid	Ca. 21	mndr.

Innsjøen er opploddet og dybdekart er tegnet i målestokk 1 : 5000.

7.1.4. Bruk av lokaliteten

Akersvatnet brukes idag som vannkilde for Stokke og Tønsberg vannverk.

7.1.5. Hydrografiske forhold

7.1.5.1. Temperatur

Innsjøen er grunn og sirkulasjonsperiodene er derfor av lang varighet. Vannets temperatur varierer således sterkt med årstidene. Spesielt er å bemerke vannmassenes høye temperatur (16 - 19°C) i sommerhalvåret.

7.1.5.2. Oksygenforhold

Vannets oksygeninnhold er ikke tilstrekkelig undersøkt, men sannsynligvis gjør det seg gjeldende et visst oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene, særlig om vinteren.

7.1.5.3. Andre kjemiske forhold

Tabell 75. Middelverdier for kjemiske komponenter

Prøve fra pumpestasjon

Komponent	Benevning	Overflatelag	Pumpe fra pumpestasjon	Variasjonsbredde
pH		7,1	7,3	6,8 - 8,2
Spes.ledningsevne	20°C µS/cm	138	140	127 - 159
Farge	mg Pt/l	54	44	24 - 93
Perm.tall	mg O/l	5,5	5,1	4,9 - 5,9
Klorid	mg Cl/l	24,6	24,0	
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	4,61	4,96	
Total hårdhet	mg CaO/l	19,3	19,2	17,3 - 21,5
Jern	µg Fe/l	100	160	
Mangan	µg Mn/l		250	

Det foreliggende materiale tyder på at vannets kjemiske forhold varierer noe med årstidene. Om sommeren er pH relativt høy som følge av planteplanktonets fotosyntese. Under de øvrige årstider er vannet sannsynligvis svakt surt. Som overflatevann betraktet har vannet en relativt høy ledningsevne og total hårdhet. Vannet er i betydelig grad påvirket av organisk materiale.

7.1.6. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ufullstendig undersøkt. På sensommeren og høsten forekommer det regelmessig betydelig oppblomstring av blågrønne alger.

7.1.7. Bakteriologiske forhold

Middelverdier for bakteriologiske data fra 15.mars til 4.oktober 1958 (ialt 18 prøver).

	Middelverdier	Variasjonsbredde
Coliforme bakterier pr. 100 ml	64	0 - 350
Kimtall pr. ml	9	0 - 94

Den største belastning ble påvist under vår- og høstmånedene.

7.1.8. Konklusjon

Det foreliggende observasjonsmateriale tyder på at eutrofiutviklingen i Akersvatnet er langt fremadskreden, og i sommer- og høstmånedene blir det utviklet vannblomst av blågrønnalger. Vannet har en nøytral eller svak alkalisk reaksjon. Elektrolyttinnholdet er relativt høyt. Spesielt er det grunn til å påpeke de høye kloridverdier. Vannet er dessuten sterkt belastet med organisk materiale.

7.2. Aulielva

7.2.1. Generell beskrivelse av vassdraget og dets nedbørfelt

Aulielva som har et nedbørfelt på 362 km², kommer fra Revovatn - Holmsvatn. Denne innsjø har en overflate på ca. 1,5 km² og ligger i en høyde av 44 meter over havet. I sin sydlige ende mottar lokaliteten et tilløp fra Korssjøen (0,6 km², 104 m.o.h.) som ved en skogbevokst åsside er skilt fra Revovatn. Fra Revovatn går elven under navn av Storelva først et lite stykke i østlig retning på grensen mellom Holmestrand og Ramnes kommuner, senere i sydlig retning hvor den et langt stykke danner grensen mellom Våle og Ramnes kommuner. Den har her et jevnt løp mellom lave, flate og oppdyrkede bredder. Øst for gården Brår går den helt inn i Ramnes og fortsetter i sydøstlig og sydlig retning inn i Sem kommune, hvor den renner gjennom et jevnt terreng med store sletter og mange gårdsbruk på sidene. Etter å ha forenet seg med Merkedamselva, tar den navnet Aulielva som gjennombryter Raet og faller ut i Tønsbergfjorden. I den øvre del av nedbørfeltet består berggrunnen av porfyr som for det meste er dekket med leire, senere nede i Ramnes strømmer den gjennom et leireområde som hviler på syenitt, og i Sem går den som nevnt gjennom Raet og over i et leireområde. Elva er ca. 38 km lang.

Følgende tilløp skal nevnes:

Bettum elv eller Greåker elv som kommer fra Gurann i Botne og renner sammen med Storelva ved Tangen (nedenfor st. 1). Lengden er ca. 10 km og den strømmer i rolig tempo gjennom leiredekket porfyrområde.

Tverrdalselv eller Sørbyelv kommer fra høyden nordvest for Botne kirke og renner sammen med Storelva ved Fossangårdene. Lengden er ca. 14 km og denne elv strømmer også gjennom leiredekket porfyrområde.

Bjuneelva, Mofjellselva eller Dalselva kommer fra Sollivatn i Botne og renner sammen med Storelva litt syd for Bjune. Elven er ca. 22 km lang og den strømmer gjennom et jevnt dyrket terreng av leire som hviler på porfyr og syenitt.

Sollerødbekken kommer også fra Borre og renner sammen med Mofjellselva ved Bjune. Bekken har ubetydelig fall, er ca. 14 km lang og renner gjennom et jevnt dyrket terreng av leire som hviler på syenitt.

Merkedamselva kommer fra Merkedammen 329 m.o.h., Elven strømmer først i østlig retning til den opptar Vivestadelva litt syd for Valmestad, derpå dreier den mer i syd-sydøstlig retning og renner sammen med Storelva ved Åleborga. Syd for Valmestad renner elven rolig gjennom et jevnt, dyrket terreng av leire som hviler på porfyr. Langs elven, særlig den nedre del, er det relativt tett bebyggelse. I Andebu får Merkedamselva tilløp fra Hillestadvatn som har en overflate på ca. 0,34 km². I nærheten av Askehaug mottar den tilløpet Borgeelva som kommer fra Gjennestadv. (0,47 km², 52 m.o.h.).

7.2.2. Hydrologiske forhold

Foreløpig er det ikke utført vannføringsmålinger i Aulielva. Vassdraget er ikke regulert og de naturlige reguleringsmuligheter er små. Derfor er det grunn til å anta at elvens vannføring varierer sterkt i samsvar med nedbørforholdene. Ifølge Norges vassdrags- og elektrisitetvesen er middelvannføringen i området 20 - 25 m³/sek/km² d.v.s. ca. 8 m³/sek.

7.2.3. Arealutnyttelse og virksomheter

Tabell 76 viser utnyttelse av og virksomheten i nedbørfeltet.

Tabell 76. Nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter.

Nedbørfelt totalt	362	km ²	
Skog	200,9	km ²	): 55,5%
Myrareal	3,8	km ²	): 1,0%
Jordbruksareal	114,8	km ²	): 31,7%
Uproduktivt område	42,5	km ²	): 11,7%
Antall innbyggere	13790		): 38 pr. km ²
Antall storfe	9400		): 26 pr. km ²
Antall småfe	7410		): 21 pr. km ²
Antall foseforekvivalenter for husdyr	105150		): 290 pr. km ²
Middel vannføring			8 m ³ /sek.
Teoretisk belastning, personer			1,72 pers.pr. 1/sek.
Teoretisk belastning, foseforekvivalenter, husdyr			13,14 ekv.pr. 1/sek

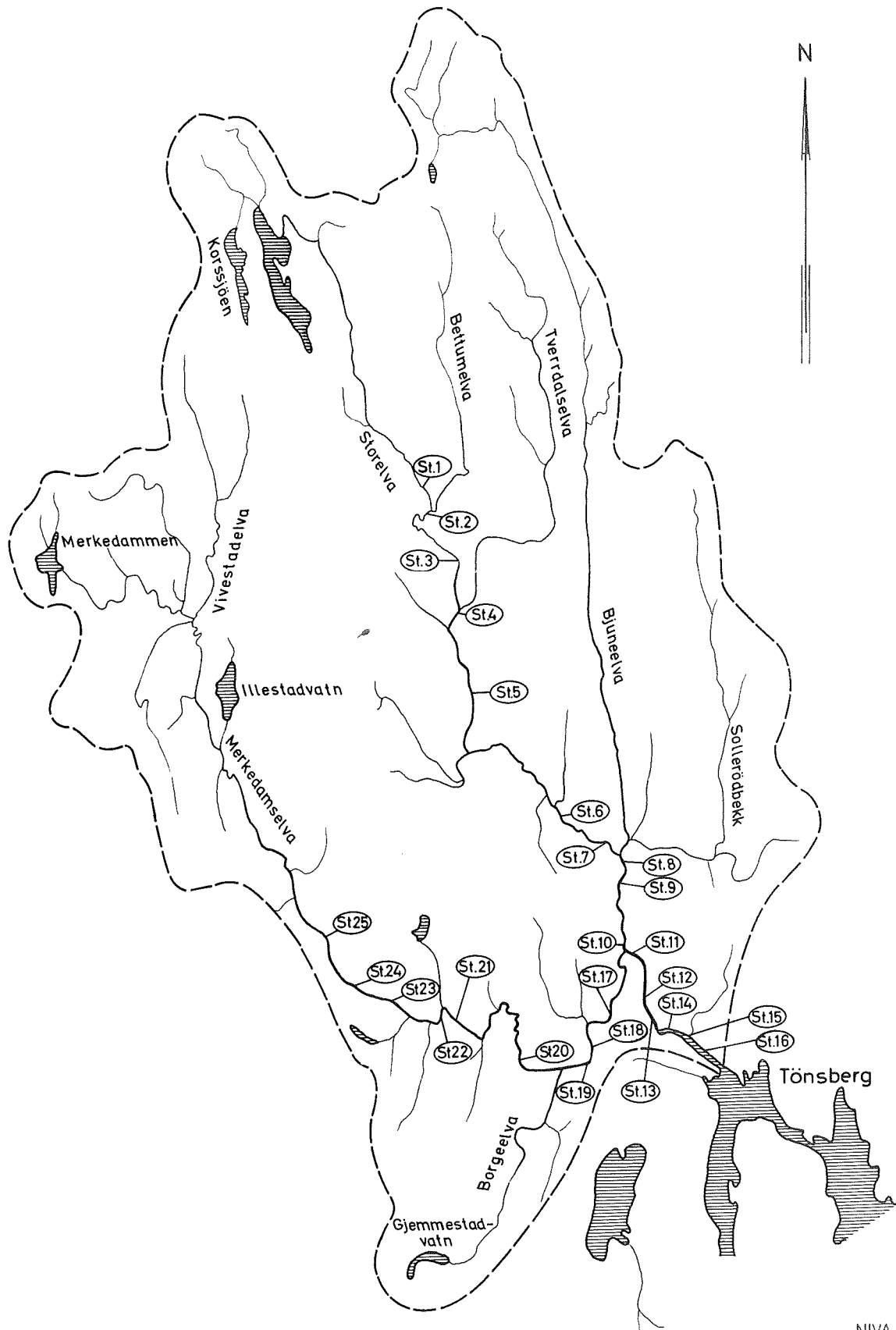
Generelt er mindre elvesystemer i lavlandet særlig ømfintlig for forurensningsbelastning idet vannføringen gjerne er svært vekslende. Minstevannføringen i Aulielva er langt lavere enn det tabell 76 viser. Dette samt at elven i stor utstrekning renner gjennom oppdyrkede leireområder med relativ tett bebyggelse, gir grunn til å anta at vannmassene til sine tider er meget sterkt belastet med forurensningsmateriale.

7.2.4. Fysisk-kjemiske forhold

I tidsrommet mars til august 1958 ble det gjennomført en fysisk-kjemisk undersøkelse av Aulielva. Norsk institutt for vannforskning oppdrag nr. 57: Vestfold interkommunale vannverk. Undersøkelse av vannkilder i 1958, Blindern, 7.februar 1959. Vassdraget er senere blitt undersøkt og beskrevet i forbindelse

Fig. 6 Aulielva

Nedbörfelt med stasjonsplassering



med instituttets oppdrag nr. 38/62: Hydrologiske undersøkelser i resipienter ved Tønsberg, Blindern, 20.april 1966. Videre hører Aulielva med til de utvalgte lokaliteter som blir undersøkt i forbindelse med instituttets IHD-program. Denne undersøkelse ble satt i gang i juni 1966 og omfatter månedlig innsamling av prøver fra 1 stasjon (st.13). Disse prøver er hittil blitt analysert på i alt 24 forskjellige kjemiske komponenter. Endelig ble det den 4.august 1967 samlet inn kjemiske prøver fra 25 forskjellige stasjoner i elvesystemet. Prøvetakingsstasjonene er gjengitt i tabell 77 og avmerket på fig. 6. Analyseresultatene fra de forskjellige prøvetakingsserier er gjengitt i tabellene 78 - 81 og fig. 7.

Tabell 77. Stasjonsplassering ved prøvetaking 3. og 4. august 1967.

St.	Prøvetakingssted	Avstand i km fra Holmsvatn
1	Storelva Bro ovenfor Vika	9,8
2	" Nedenfor Vika	11,2
3	" Veikryss syd for Bakke	15,1
4	" Bro ovenfor Firing	17,3
5	" Brår nedenfor Revatal	20,4
6	" Bro ved Klopp	27,3
7	" Bro ved Førum	29,6
8	" Ca. 500 m ovenfor Fresti	30,7
9	" Bro ved Fresti	31,2
10	" Like før samløp Merkedamselv	33,2
11	Aulielva Ca. 200 m nedenfor samløp	33,4
12	" Ved Låne	34,9
13	" Bro ved riksvei 18	35,5
14	" Ca. 800 m nedenfor riksvei 18	36,3
15	" Ca. 700 m ovenfor Jarlsberg landbane	36,9
16 a	" Bro Jarlsberg landbane, midt i elva	37,4
16 b	" Bro Jarlsberg landbane, østre bredd	37,4
17	Merkedams- elva Ovenfor bro på vei til Ramnes	33,2 / 2,6
18	" Like nedenfor bro på vei 35	33,2 / 4,0
19	" Like ovenfor bro på vei 35	33,2 / 4,7
20	" Bro ved Kverne (vei 35)	33,2 / 7,1
21	" Fossnes	33,2 /12,0
22	" Ovenfor Arnadal kirke	33,2 /12,9
23	" Ovenfor Haugen	33,2 /14,6
24	" Nedenfor Kvernland	33,2 /17,0
25	" Langbrekke	33,2 /20,2

33,2/n: Merkedamselva hvor n angir antall km ovenfor samløp Merkedamselva - Storelva.

Tabell 78. Fysisk-kjemiske analyseresultater
Middelverdier fra mars til august 1958

Komponent \ Dato	10 -12/3	23 -30/4	28 -30/5	17 -19/6	22 -24/7	25 -27/8
Temperatur °C	0,0	0,10	11,00	15,30	16,50	13,50
pH	7,1	6,7	7,2	7,2	7,0	6,8
Spes. ledningsevne 20°C, µS/cm	237,0	67,0	109,0	176,0	174,0	114,0
Farge mg Pt/l	63	500	155	137	103	688
Permanganattall mg O/l	7,2	7,3	5,7	6,3	9,2	10,0
Tørrstoff mg/l	147	258	109	144	171	199
Klorid mg Cl/l	30,7					
Alkalitet ml N/10 HCl/l	11,7					
Total hårdhet mg CaO/l	32,5	12,9	20,6	27,2	27,6	22,4
Jern µg Fe/l	23					

Tabell 79

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Aulicelva

Komponent	Dato	1966								1967									
		1/6	15/6	16/7	16/8	16/9	14/10	16/11	15/12	16/1	13/2	13/3	13/4	9/5	14/6	5/7	10/8	13/9	12/10
Temperatur °C		13,0	19,0	17,0					-0,5	-0,5	0,5			17,0	17,0	18,0	16,0	8,0	
pH		7,2	7,3	7,4	7,1	7,2	7,1	7,0	7,1	7,2	7,3	6,8	6,9	7,1	7,1	7,2	8,9	7,2	6,9
Spes.lednings- evne, $\mu\text{S/cm}$ @ 20°C		97,0	140,0	215,0	110,0	47,8	145,0	109,0	109,0	129,0	169,0	70,2	62,0	76,0	142,0	202,0	247,0	124,0	123,0
Farge																			
mg Pt/l		77	55	65	177	92	125	242	82	58	58	580	219	232	75	55	110	19	51
Turbiditet																			
mg SiO ₂ /l		30,0	2,2	6,7	39,0	14,8	18,0	27,6	11,6	7,4	6,4	100,0	51,0	47,0	18,0	8,8	13,1	8,2	14,5
Permanganattall																			
mg O/l		4,5	3,8	4,9	5,9	5,5	4,9	4,3	3,1	3,2	4,1	5,4	2,9	3,3	5,6	5,7	7,2	5,1	5,4
Klorid																			
mg Cl/l		11,5	15,0	27,5	13,0	16,0	17,5	10,0	9,3	13,2	18,5	5,9	6,3	8,3	17,0	29,5	48,0	15,3	14,5
Sulfat																			
mg SO ₄ /l		10,0	9,7	10,6	11,9	16,2	14,8	12,9	13,8	10,5	12,7	7,1	8,8	9,6	6,2	7,3	7,0	10,7	11,6
Fosfat, orto																			
$\mu\text{g P/l}$		25	53	3	28	28	10	14	18	8	26	21	4	19	11	42		9	14
Fosfat, total																			
$\mu\text{g P/l}$		53	61	85	50	61	85	50	39	55	80	132	67	72	61	91	151	59	49
Nitrat																			
$\mu\text{g N/l}$		118	450	380	1200	1440	1080	700	840	745	1340	1460	555	575	325	490	15	720	1180
BFA																			
mg N/l								0,50	0,67	0,15		0,60	0,33	0,51	0,41	0,62	0,86	0,45	0,49
Alkalitet																			
ml N/10 HCl/l		4,66	7,20	11,85	4,60	5,72	5,59	4,33	4,68	6,58	9,26	3,00	3,14	3,88	9,69	11,38	13,00	5,44	5,41
Total hårdhet																			
mg CaO/l		17,4	22,5	32,8	21,0	27,0	26,6	20,0	20,1	23,4	33,8	14,1	12,2	15,2	27,3	31,4	34,2	23,6	27,9
Kalsium																			
mg Ca/l		6,40	8,54	13,20	7,70	9,11	9,38	7,48	6,95	7,60	9,06	5,24	4,53	5,46	10,40	13,10	14,10	8,99	
Magnesium																			
mg Mg/l		2,42	3,54		3,20	4,68	2,62	3,54	3,06	4,37	5,60	2,34	1,83	0,22	3,70	5,52	6,30	3,62	
Kalium																			
mg K/l		1,43	1,82	3,51	2,76	2,96	2,35	2,22	1,61	1,97	2,36	2,84	1,16	1,30	1,95	3,66	3,21	2,12	
Natrium																			
mg Na/l		13,80	9,50	24,60	7,76	10,00	10,80	8,60	8,64	9,92	12,30	4,07	3,60	3,97	10,80	2,24	30,30	10,70	
Jern																			
$\mu\text{g Fe/l}$		490	1100	350	430	600	375	1650	600	410		1340	1050	500	5400	485	385	650	385
Mangan																			
$\mu\text{g Mn/l}$		75	<50	<50	770	<50	<50	59	30	42	41	103	49	34	30	49	33	32	
Kobber																			
$\mu\text{g Cu/l}$		14	11	15	22	20	36	73	23	14	11	56	13	19	21	56	14	22	23
Sink																			
$\mu\text{g Zn/l}$		90	80	50	40	50	29	45	38	128	156	21	24	34	20	150	11	15	15
Silisium																			
mg SiO ₂ /l		7,1	3,0	2,4	5,5	7,3	7,3	7,1	7,3	7,5	10,2	4,6	6,8	7,0	5,3	4,0	2,0	6,3	8,6

Tabell 80

Dato: 4/8 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Aulielva Værforhold: Pent vær

Stasjon: Storelva, Aulielva

Stasjon Komponent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16a	16b
pH	7,1	7,0	7,1	7,5	7,9	7,3	7,7	7,7	7,5	7,9	8,1	7,6	7,5	7,4	7,5	7,6	7,5
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	92,0	108,0	110,0	116,0	147,0	239,0	226,0	319,0	396,0	273,0	241,0	239,0	244,0	3765	7620	8670	14400
Farge (filtret) mg Pt/l	25	29	29	27	30	35	29	39	31	23	27	18	18	22	21	19	
Turbiditet mg SiO ₂ /l	21,4	9,4	10,0	5,6	25,0	7,6	11,1	27,5	17,5	13,3	18,4	4,7	8,2	3,4	1,8	4,1	
Permanganattall mg O/l	6,0	5,0	5,1	4,7	4,2	5,4	4,6	5,8	5,3	5,1	5,9	4,4	5,0				
Klorid mg Cl/l	5,0				21,4		36,5				44,0		43,5			3425	6250
Sulfat mg SO ₄ /l	2,6				3,8		5,5				5,6		9,9				
Fosfat, orto µg P/l	38				54		35				36		20			7	15
Fosfat, total µg P/l	169				89		87				225		77			56	92
Nitrat µg N/l	57				305		445				13		185			65	5
BFA mg N/l	0,90				0,59		0,75				1,10		0,69			0,68	0,84
Alkalitet ml N/10 HCl/l	7,27				10,83		12,65				12,27		12,12			13,00	14,25
Total hårdhet mg CaO/l	20,3				29,4		34,9				32,9		35,7			597	1074
Kalsium mg Ca/l	9,24				12,6		13,7				12,8		13,1			82,0	151,0
Magnesium mg Mg/l	2,06				4,94		6,16				6,48		6,16			271,0	456,0
Kalium mg K/l	2,34				2,16		3,06				3,06		3,14			73,8	117,0
Natrium mg Na/l	6,60				13,50		28,40				32,20		29,60			1728	2940
Jern µg Fe/l	390				860		460				350		240			150	190
Mangan µg Mn/l	59				30		33				38		53			69	77

16a: Midt i elven

16b: Ved østlige elvebredd

Tabell 81

Dato: 4/8 1967

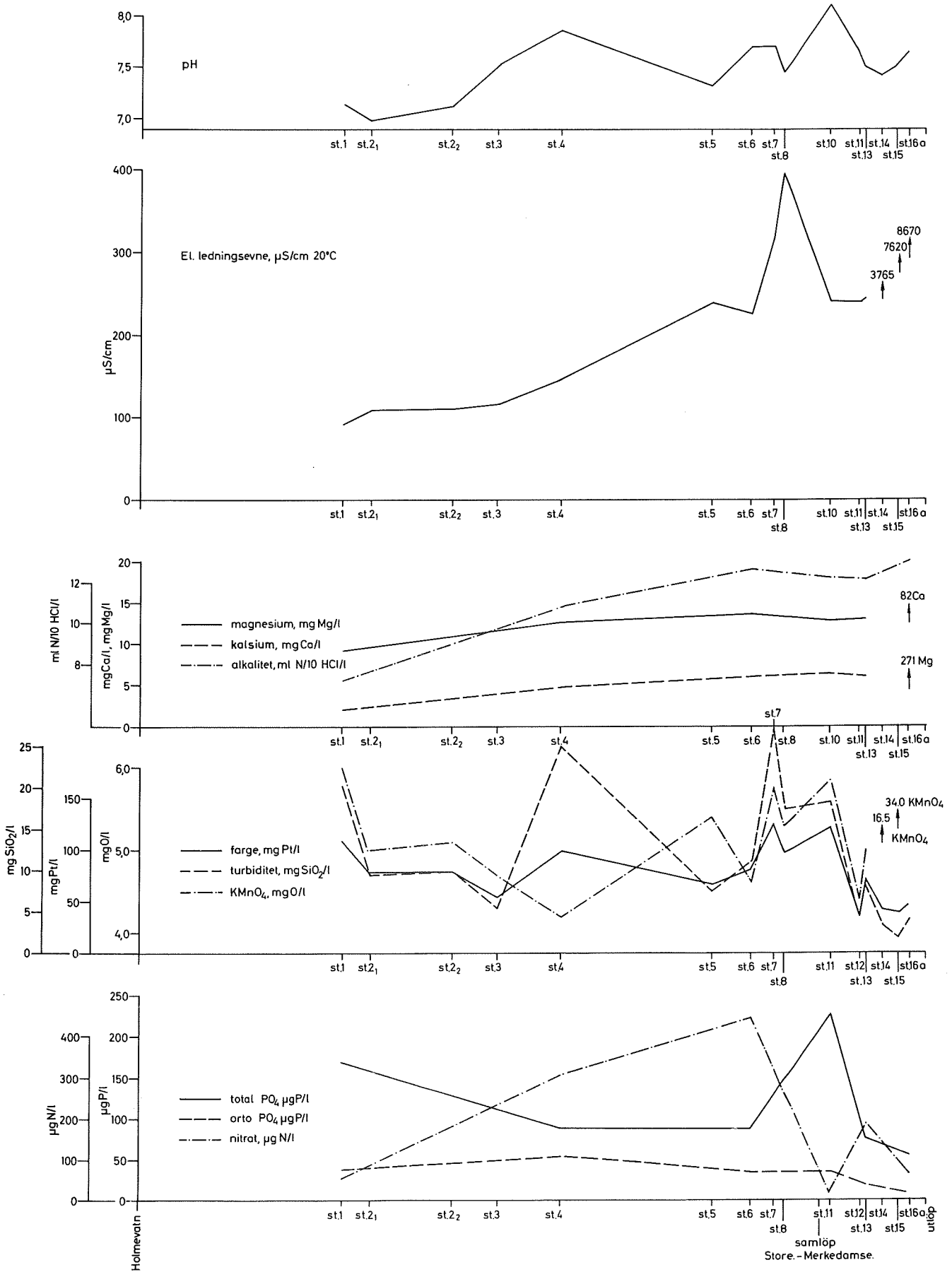
Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Merkedamselva

Værforhold: Pent vær

Stasjon	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Komponent									
pH	7,2	7,3	7,2	7,4	7,4	7,2	7,4	8,4	7,8
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	161,0	153,0	156,0	143,0	134,0	142,0	136,0	119,0	117,0
Farge (filtrert) mg Pt/l	27	37	37	51	33	39	27	21	20
Turbiditet mg SiO ₂ /l	8,9	6,9	8,9	15,3	11,8	12,2	12,4	4,5	3,4
Permanganattall mg O/l	4,6	4,6	4,4	3,9	4,3	4,2	4,4	3,7	3,7
Klorid mg Cl/l	21,5	20,6			15,8		13,2		8,3
Sulfat mg SO ₄ /l	6,7	6,2			55,0				64,0
Fosfat, orto µg P/l	125	62			20		17		26
Fosfat, total µg P/l	191	96			43		69		53
Nitrat µg N/l	158	170			55		177		395
BFA mg N/l	0,90	0,49			0,48		0,61		0,36
Alkalitet ml N/10 HCl/l	9,44	9,43			8,82		9,59		8,49
Total hårdhet mg CaO/l	25,0	27,0			24,0		25,9		24,8
Kalsium mg Ca/l	10,3	10,1			9,46		11,0		10,7
Magnesium mg Mg/l	4,62	4,62			4,62		4,62		4,00
Kalium mg K/l	2,16	1,98			1,62		1,98		1,44
Natrium mg Na/l	18,10	16,80			13,50		11,60		8,40
Jern µg Fe/l	495	700			1550		1000		160
Mangan µg Mn/l	53	20			187		169		25

Fig.7 Aulielvassdraget
Fysisk - kjemiske analyseresultater



De fysisk-kjemiske forhold i Aulielva er sterkt varierende i samsvar med vannføring og årstid.

Vinter- og sommersituasjonen er karakterisert med et elektrolyttrikt vann. De høyest registrerte ledningsevneverdier er således 245 μS i mars 1958 og 247 μS i august 1967, mens de laveste verdier 47,8 μS og 62 μS ble målt henholdsvis den 16. september 1966 og 13. april 1967.

Den største transport av materiale foregår i perioder med stor vannføring særlig under snøsmeltingsperioden om våren. Den høyeste registrerte turbiditetsverdi 100 mg SiO_2 /l ble målt den 12. mars 1967. Det transporterte materiale består vesentlig av leire.

De høye verdier for kjemisk oksygenforbruk (mål for mengden av organisk stoff som er oksyderbart med en kaliumpermanganatløsning) viser at elvens belastning med organisk materiale alltid er stor - de største verdier er målt i sommerperiodene. Vannets nitratinnhold er minst i disse perioder, mens innholdet av ammonium og fosforforbindelser (særlig ortofosfat) synes å være relativt høyt under de samme perioder. Dette tyder på at det om sommeren er betydelig produksjon av organisk stoff i selve elvens vannmasser.

Vannets belastning med plantenæringsstoffer er forøvrig stort hele året igjennom. De høye klorid-, natrium-, og kaliumverdier henger i størst utstrekning sammen med at elven drenerer områder med marine løsavsetninger som er relativt innholdsrike på slike komponenter. Vassdragets nære beliggenhet til havet, samt belastning med husholdningskloakkvann spiller sannsynligvis også en viss rolle. Vannets innhold av kalsium og magnesiumsalter er stort, noe som har sammenheng med de marine avsetninger.

Observasjonsresultatene fra befaringen den 4. august 1967 (tabell 80 og 81 og fig. 7) viser at vannets elektrolyttinnhold øker nedover vassdragene. I Storelva økte ledningsevnen fra 92 μS på st. 1 til 273 μS på st. 10. I Merkedamselva var elektrolyttinnholdet jevnt over noe lavere og stigningen (fra 117 - 161 μS) var heller ikke så markert her. Etter samløp (Aulielva) er ledningsevnen 241 μS . De høye verdier for vannets elektrolyttinnhold ved elvens utløp har sammenheng med innblanding av sjøvann. Vannets innhold av kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid og sulfat øker også i samsvar med økningen i den spesifikke elektrolytiske ledningsevne. Storelva er sterkest belastet med partikulært og organisk materiale.

Belastningen med plantenæringsstoffer (fosfor og nitrogenforbindelser) er overalt høy, men meget varierende fra stasjon til stasjon. Dette har sannsynligvis sammenheng med utslipp av kloakkvann og tilsigsvann fra jordbruket.

7.2.5. Biologiske forhold

Utviklingen av organismelivet i Aulielva er preget av vassdragets utforming i de marine leirsedimenter som bl.a. betinger høy turbiditet og stadig erosjon i materiale i elvebunnen. Breddene får ofte en steil profil med utrasningskanter. Disse forhold er gjerne ugunstige for utviklingen av et rikt organismeliv.

Den biologiske undersøkelse begrenset seg til materiale som ble samlet inn under en befaring den 15. august 1964 fra samløpet mellom Merkedamselva og Storelva til Aulielvas utløp.

Det var en sparsom forekomst av høyere planter, og alger sammen med moser dominerte vegetasjonen. Fontinalis cf. antipyretica Hedw. dannet store bevoксninger på stener hvor det var strømming i vannet, arter av Oscillatoria laget hudliknende begroinger på elvebunnen. Oscillatoria Vaucher sp. (14 μ) hadde størst forekomst. Forøvrig hadde Vaucheria De Candolle sp. (32 μ) utviklet store, frodige matter. Bare sterile eksemplarer ble funnet. Interessant var påvisninger av rødalgen Lemanea fluviatilis (L) Ag. i dette algesamfunnet. Heterotrof vekst var ikke tilstede på lokaliteten i visuell forekomst. Chlamydobakterier var vanlige i alle de prøver av materialet som ble undersøkt mikroskopisk, men det var andre arter enn Sphaerotilus natans Kg., som hadde størst forekomst. Det var forøvrig stor forekomst av fargeløse flagellater og ciliater i materialet.

Fra 4 stasjoner i Storelva, Merkedamselva og Aulielva ble det den 10. februar 1964 samlet inn vannprøver som ble brukt til kulturforsøk med Selenastrum capricornutum. Vekstkurvene viste at vannmassene ved stasjonen A1 som faller sammen med st. 7 (fig.6), hadde et høyt innhold av plantenæringsstoffer. Det var et lavere innhold av plantenæringsstoffer ved st. A2 (like før samløp med Merkedamselva), mens kurvene for st. A3 (utl. Merkedamselva) og A4 (tilsvarende st.12 på fig.6) viste bedre vekstbetingelser for alger. At vekstbetingelsene var så gode på st. A1, hvor elva enda ikke har mottatt noen særlig kloakkvannsbelastning, må antakelig henge sammen med at plantenæringsstoff fra dyrket mark var av utslagsgivende betydning for vannmassenes gjødslingspåvirkning.

7.2.6. Konklusjon

Vannets kjemiske kvalitet i Aulielva er sterkt skiftende. Dette kan forklares med at vannet i tørrvårsperioder vesentlig er dreneringsvann, mens det i flomperioder er overflateavrenningen som dominerer. Elven er sterkt slamførende og belastet med næringssalter (fosfor- og nitrogen-forbindelser). Forurensningsbelastningen i Aulielva er allerede meget stor særlig ved lavvannsføringer, og vannet er således ikke egnet som drikkevann.

En videre anvendelse av elvesystemet som resipient for kloakk- og avløpsvann er ut fra de allsidige bruksinteresser knyttet til vassdraget betenkelig.

7.3. Borrevatn

7.3.1. Generelt

Det foreligger 2 omfattende undersøkelser av Borrevatn:

1. Skulberg, O.M. 1957: Borrevannet, en eutrof innsjø i Vestfold fylke. Hydrografiske og biologiske observasjoner desember 1954 - november 1955. (Ikke publisert hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo).
2. Økland, Jan, 1964: The eutrophic lake Borrevann (Norway) - an ecological study on shore and bottom fauna with special reference to gastropods, including a hydrographic survey. Folia Limnologica Scandinavia, No. 13.

Begge disse undersøkelser omfatter i første rekke de biologiske forhold, men de fysisk-kjemiske forhold er også undersøkt. De kjemiske forhold i råvannet til Horten vannverk er undersøkt som oppdrag fra A/S Norske Esso, Tønsberg: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 109. Analyser for Esso. Instituttet har også senere sporadisk undersøkt Borrevatn.

7.3.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

I geologisk sammenheng hører nedbørfeltet til det såkalte Oslofeltet. Berggrunnen er i det vesentligste bygd opp av basalt og rombeporfyr. Løsavsetningene består av marine avsetninger og morenegrus. Innsjøen er demmet opp av det store Ra. Store deler (ca. 15 km²) av nedbørfeltet er dyrket mark. Det resterende areal er tildels skogbevokst. Lokaliteten har relativt stor tilførsel av foruresninger fra dyrket mark og de omliggende gårdsbruk. I nedbørfeltet bor det ca. 1300 mennesker.

7.3.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Tabell 82. Morfometriske og hydrologiske data (J. Økland)

Nedbørfelt	32	km ²	
Høyde over havet	8,95	m	
Største dyp	15,2	m	
Overflateareal	2,08	km ²	
Volum	13,3	mill.m ³	
Middel dyp	6,4	m	
Midlere avrenning (NVE)	20	1/sek/km ²	
	d.v.s.	640	1/sek
Teoretisk oppholdstid	8	mndr.	

Innsjøen er opploddet og dybdekart er tegnet i målestokk 1: 25000. (Horten byingeniørkontor).

7.3.4. Bruk av lokaliteten

Innsjøen brukes som drikkevannskilde for Horten vannverk.

7.3.5. Hydrografiske forhold

7.3.5.1. Temperaturforhold

Sommerlagdelingen i Borrevatn er lite utpreget. På denne årstid avtar temperaturen gradvis fra over 20°C i overflatelagene til 12 - 14°C i dypet.

Varigheten av de forskjellige termiske perioder er følgende:

- | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-------------|
| 1. Vinterstagnasjonsperioden, | normalt november - mai: | Ca. 5 mndr. |
| 2. Vårfullsirkulasjonsperioden, | " april - mai: | 3 - 4 uker |
| 3. Sommerstagnasjonsperioden, | " juni - september: | Ca. 4 mndr. |
| 4. Høstfullsirkulasjonsperioden, | " oktober - november: | Ca. 2 mndr. |

Høstfullsirkulasjonsperioden er etablert ved ca. 14°C.

7.3.5.2. Oksygenforhold

Tabell 83. Vannets oksygenmetning i de forskjellige perioder

	Oksygenmetning i %	
	Overflatelag	Dyplag
Vinterstagnasjonsperioden	70 - 80	0 - 10
Fullsirkulasjonsperiodene	ca. 100	ca. 100
Sommerstagnasjonsperioden	100 - 130	3 - 10

7.3.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 84. Middelverdier for kjemiske komponenter. Prøvene tatt i Horten vannverk (råvann) i perioden 15/12 1959 til 5/8 1960.

Komponent	Benevning	Middelverdi	Variasjonsbredde
pH		7,3	6,9 - 7,6
Spes.ledningsevne	20°C, µS/cm	159	135 - 191
Farge	mg Pt/l	59	43 - 126
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	5,8	1,8 - 11,5
Perm.tall	mg O/l	4,8	2,4 - 6,4
Tørrstoff	mg/l	125	78 - 175
Gløderest	mg/l	80	55 - 122
Klorid	mg Cl/l	18,3	14,9 - 21,5
Sulfat	mg SO ₄ /l	18,9	7,2 - 31,6
Fosfat, orto	µg P/l	17	< 5 - 58
Nitrat	µg N/l	438	4 - 1377
BFA	mg N/l	0,26	0 - 0,68
Asiditet	ml N/10 NaOH/l	2,5	0,2 - 6,8
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	6,1	0,8 - 10,2
Fri CO ₂	mg CO ₂ /l	6,9	1,7 - 14,3
Total hårdhet	mg CaO/l	28,5	25,0 - 32,0
Natrium	mg Na/l	16,4	11,5 - 32,0
Jern	µg Fe/l	440	50 - 1200
Mangan	µg Mn/l	<50	
Silisium	mg SiO ₂ /l	5,2	0 - 10,0

Variasjonene i vannets kjemiske forhold viser at Borrevatn er eutrofiert. pH-verdiene er som følge av planteplanktonets fotosyntese høyest om sommeren. Vannet har relativt høy spesifikk ledningsevne og total hårdhet. Verdiene for farge, turbiditet, perm.tall, tørrstoff og gløderest er høye og viser at vannet inneholder organisk og partikulært materiale. De høye verdier for klorid, sulfat og natrium skyldes utvasking av salter fra marin leire.

7.3.6. Biologiske forhold

Borrevatn har stor planktonproduksjon, og på sensommeren og høsten forekommer algeblomst av blågrønnalger.

7.3.7. Bakteriologiske forhold

Tabell 85. Horten vannverk, råvann (Borrevatn). Bakteriologiske analyseresultater

Dato	Coliforme bakterier pr. 100 v/37°C	Kimtall pr. ml ved 20°C
21/9 1959	2	271
12/10 1959	5	159
11/11 1959	1	1650
15/12 1959	30	630
12/2 1960	32	1100
3/5 1960	5	55
5/8 1960	12	55

De bakteriologiske forhold viser at Borrevatn er noe belastet med kloakkvann og avrenningsvann fra gårdsbruk.

7.3.8. Konklusjon

Vannet i Borrevatn er som regel svakt basisk og har et relativt høyt elektrolyttinnhold. Dette har sammenheng med innsjøens beliggenhet under den marine grense hvor løsavsetningene inneholder salter som lett lar seg løse ut. Vannets belastning av organiske stoffer og plantenæringsstoffer er betydelig. Vannets jerninnhold er også høyt. I stagnasjonsperiodene er det et visst oksygenforbruk i dyplagene og om sommeren er det overmetning av oksygen i overflate-lagene som følge av planteplanktonets fotosyntese. På sensommeren og høsten forekommer algeblomst av blågrønnalger. Borrevatn kan karakteriseres som en eutrofiert innsjø.

7.4. Eikeren i Eiker

7.4.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Vestfold interkommunale vannverk, Tønsberg. Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 57: Vestfold interkommunale vannverk. Undersøkelse av vannkilder i 1958. Blindern, 7. februar 1959. Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse av vannkvaliteten i forskjellige dyp. Det ble ialt utført to observasjonsserier, nemlig 26. mars og 31. juli 1958.

Andre undersøkelser:

1. Eknes, T.H., 1949: En undersøkelse av den høyere vegetasjon i Eikeren og Fiskumvatnet. (Ikke publisert hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo).
2. Hassel, O., 1934: Dybdeforholdene over Eikeren og Fiskumvatnet.

Strøm, K.M., 1934: Geomorfologiske bemerkninger om Eikeren og dens omgivelser. Norsk Geografisk Tidsskrift, Bind V, Hefte 1, 1934.
3. Skulberg, O.M., 1966: Crustaceans of an Oligotrophic Lake as Interfering Organisms for an Industrial Water Supply. Int. Revue ges. Hydrobiol. 51, 2, 1966 (237 - 242).
4. Strøm, K.M., 1934: Heat in a South Norwegian Lake. Studies on Lake Eikeren during the years 1934 and 1935. - Geofysiske publikasjoner Vol. XVI. No.3.

7.4.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltets berggrunn er i det vesentligste bygd opp av eruptive dypbergarter (ekeritt) og dagbergarter (rombeporfyrer). I det nordlige området er det kambrosiluriske bergarter. Løsavsetningene i store deler av nedbørfeltet består av et tynt lag bregrus. I lavereliggende områder er det marine avsetninger. Feltet er i stor utstrekning bevokst med skog, særlig barskog. Enkelte steder er det myrområder. Rundt innsjøen, særlig i de sydlige og nordlige områder er det en del bebyggelse, gårdsbruk og hytter.

7.4.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Dybdekart over innsjøen er tegnet av Hassel i målestokk 1 : 100.000.

Tabell 86. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	311,4	km ²
Høyde over havet	16	m
Største dyp	154	m
Overflateareal	25,7	km ²
Volum	2426	mill.m ³
Middel dyp	94,4	m
Midlere avrenning (NVE)	20	l/sek/km ²
d.v.s.	ca. 6,22	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	" 12	år

7.4.4. Bruk av lokaliteten

Innsjøen blir i en viss utstrekning brukt som vannforsyningskilde og kloakkvannsresipient for den omliggende bebyggelse og industri.

7.4.5. Hydrografiske forhold

7.4.5.1. Temperatur.

Innsjøens termiske forhold er beskrevet av Strøm. Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

1. Vinterstagnasjonsperioden, normalt januar - april: 3 - 4 mndr.
2. Vårfullsirkulasjonsperioden, normalt april - mai: ca. 1 mnd.
3. Sommerstagnasjonsperioden, normalt mai - november: 5 - 6 mndr.
4. Høstfullsirkulasjonsperioden, normalt november - januar: 1 - 2 mndr.

Årsvariasjoner for vannets temperatur:

Overflatelagene: Fra ca. 1°C til ca. 18°C.

Dyplagene: Fra ca. 3°C til 4,5°C.

Sprangsjiktet ligger om sommeren i ca. 20 meters dyp.

7.4.5.2. Oksygenforhold

Oksygenmetningen var i alle dyp ca. 100% på begge observasjonsdager.

7.4.5.3. Andre kjemiske forhold

Tabell 87. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato 1958	pH	Spes.ledningsevne 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Farge mg Pt/l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l
26/3	7,1	47,2	5	2,0	9,8
31/7	7,3	48,5	5	2,3	9,4

Vannet i Eikeren er relativt bløtt og har nøytral eller svakt alkalisk reaksjon. Vannet er i liten grad påvirket av organisk materiale, og fargeverdiene er lave.

7.4.6. Biologiske forhold

Planktonets arter og sammensetning viser at Eikeren er en næringsfattig innsjø.

7.4.7. Bakteriologiske forhold

Innsjøen var i alle dyp lite påvirket av bakteriologiske forurensninger.

7.5. Farrisvatn, Larvik

7.5.1. Generelt

Lokaliteten er relativt grundig undersøkt av Norsk institutt for vannforskning etter oppdrag fra Vestfold Interkommunale Vannverk:

1. Rapport O-57: Vestfold Interkommunale Vannverk. Undersøkelse av vannkilder i 1958. Blindern, 7.februar 1959.
2. Rapport O-57: Vestfold Interkommunale Vannverk. Mikroskopiske undersøkelser av vannprøver innsamlet i Farris i perioden 17.februar - 1.november 1963. Blindern, 2.mars 1964.
3. Rapport O-57: Vestfold Interkommunale Vannverk. Undersøkelse av vann fra Farris 1959 - 1963. Blindern, 30.april 1964.

Undersøkelsesperiode: 1958 - 1963.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse. Undersøkelsen har foregått over en lengre tidsperiode, og det er samlet inn et relativt stort observasjonsmateriale fra forskjellige dyp.

7.5.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i Oslofeltet, og berggrunnen er i det vesentligste bygd opp av nefelinsyenitt, larvikitt og ekeritt. Det er i stor utstrekning bevokst med skog, særlig gran og furu. Enkelte steder er det myrområder. I nedbørfeltet er det en del gårdsbruk, bebyggelse og hytter. Lokaliteten brukes både vinter og sommer som ferdselsåre for fremdrift av tømmer, og det er tildels stort tømmeropplag i innsjøen. Tømmeret blir tildels avbarket ved sydenden av innsjøen, og her er det en relativt stor lagringsplass for bark.

7.5.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Tabell 88. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	ca.	480	km ²
Høyde over havet		21	m
Største målte dyp		131	m
Overflateareal	ca.	22	km ²
Antatt middel dyp	ca.	50	m
Volum (50 . 22 mill.) m ³ =		1100	mill. m ³
Midlere avrenning (NVE)		25	l/sek/km ²
	d.v.s.	12	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	3	år

Innsjøen er ikke loddet opp og dybdekart finnes ikke. De morfometriske data er derfor tildels antatte verdier.

7.5.4. Bruk av lokaliteten

Farrisvatnet er vannkilde for Vestfold Interkommunale Vannverk.

7.5.5. Hydrografiske forhold

7.5.5.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

1. Vinterstagnasjonsperioden, normalt januar - mai: 4 - 5 mndr.
2. Vårfullsirkulasjonsperioden, normalt i mai: ca. 2 uker
3. Sommerstagnasjonsperioden, normalt juni - november: 5 - 6 mndr.
4. Høstfullsirkulasjonsperioden, normalt november - desember: 1 - 1½ mndr.

Årsvariasjoner for vannets temperatur:

Overflatelagene: Fra ca. 1°C til ca. 18°C
Dyplagene: " " 3°C til ca. 5°C

Sprangsjiktet ligger om sommeren i ca. 15 meters dyp.

7.5.5.2. Oksygenforhold

Overflatelagene: Oksygenmetning mellom 90 og 100% om vinteren og mellom 100 og 115% om sommeren.

Dyplagene: Oksygenmetning mellom 80 og 90% om vinteren og ca. 90% om sommeren.

I sirkulasjonsperioden er oksygenmetningen ca. 100% i alle dyp.

7.5.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 89. Middelverdier for kjemiske komponenter
(Prøvene er tatt i tidsrommet 1958 - 1963)

Komponent	Benevning	Antall analyser	Middel- verdier	Variasjons- bredde	Middelverdier fra ca. 40 m dyp ^{x)}
pH		159	6,3	6,1 - 6,7	6,4
Spes.led- ningsevne	20°C, µS/cm	159	31,9	27,8 - 37,9	31,6
Farge	mg Pt/l	111	20	13 - 36	21
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	83	0,7	0,2 - 2,2	0,8
Perm.tall	mg O/l	103	3,7	2,4 - 5,0	3,7
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	14	0,82	0,69 - 0,92	
Total hårdhet	mg CaO/l	28	4,9	4,7 - 5,2	
Jern	µg Fe/l	103	<50		<50
Mangan	µg Mn/l	103	<50		<50

x) 9 prøver.

Vannet er svakt surt, bløtt og inneholder relativt lite organisk og partikulært materiale. Jern- og manganinnholdet er lavt. Det var liten variasjon i de kjemiske forhold i løpet av observasjonsperioden.

7.5.6. Biologiske forhold

Planktonet i Farrisvatn sommeren 1958 var både i kvalitativ og kvantitativ sammenheng som for en oligotrof innsjø. Artssammensetningen var kvalitativt preget av grønnalger og flagellater. For dyreplanktonets vedkommende var hjuldyr den artsrikeste gruppen. Organismenes livsprosser influerer bare i ubetydelig grad på de kjemiske forhold i innsjøen. Planteplanktonets fotosyntese var årsak til overmetning av oksygen i overflatelagene om sommeren.

7.5.7. Bakteriologiske forhold

Farrisvatn er i ubetydelig grad belastet med bakteriologiske forurensninger.

7.6. Goksjø, Hedrum

7.6.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt som oppdrag fra Vestfold Interkommunale Vannverk. Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 57. Vestfold Interkommunale Vannverk. Undersøkelse av vannkilder i 1958. Blindern, 7.februar 1959. Lokaliteten har vært undersøkt 2 ganger tidligere, nemlig i 1950/51 og 1953/54, begge ganger av lektor Finn Gade.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten i forskjellige dyp. Ved instituttets undersøkelse ble det ialt utført 2 observasjonsserier, den 13.august og 5.oktober 1958.

7.6.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Geologisk hører nedbørfeltet med til Oslofeltet, og berggrunnen er i det vesentligste bygd opp av larvikitt og ekeritt. Løsavsetningene består av bregrus og marine avsetninger. Innsjøen er demmet opp av det store Ra. Feltet er i stor utstrekning bevokst med skog, særlig gran og furu. Relativt store deler av nedbørfeltet er dyrket mark, og det er en del bebyggelse i området.

7.6.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Tabell 90. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	190	km ²
Høyde over havet	29	m
Største dyp	25	m
Overflateareal	3.42	km ²
Volum	26	mill.m ³
Middel dyp	7,6	m
Midlere avrenning (NVE) ca.	20	l/sek/km ²
d.v.s.	3,8	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid ca.	80	døgn

7.6.4. Bruk av lokaliteten

Lokaliteten blir tildels brukt som kloakkresipient for den omliggende bebyggelse og vannkilde for Sandefjorddistriktet.

7.6.5. Hydrografiske forhold

7.6.5.1. Temperatur

På observasjonsdagen den 13. august 1958 var temperaturen i overflatelagene 16 - 18°C og i dyplagene ca. 11°C. Sprangsjiktet lå i ca. 12 meters dyp.

7.6.5.2. Oksygenforhold

Nevnte dato var oksygenmetningen på 1 meters dyp 110% og i dyplagene (15 - 20 m) ca. 30%.

7.6.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 91. Middelverdier for kjemiske komponenter (5.oktober 1958)

Komponent	Benevning	Øst (3 prøver)	Vest (5 prøver)
pH		6,8	6,7
Spes.ledningsevne	20°C, µS/cm	72,0	66,0
Farge	mg Pt/l	45	50
Perm.tall	mg O/l	6,0	6,0
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	3,2	3,1
Fri CO ₂	mg CO ₂ /l	3,8	3,8
BFA	mg N/l	0,12	0,08
Nitrat	µg N/l	219	189
Total hårdhet	mg CaO/l	11,7	11,2

Vannet er svakt surt (i produksjonsperioder litt alkalisk i overflatelagene), relativt bløtt og til en viss grad påvirket av organisk materiale. Vannet er relativt rikt på næringsalter.

7.6.6. Biologiske forhold

De biologiske forhold er sporadisk undersøkt. Om sommeren er det betydelig algevekst i innsjøens overflatelag. Dette har bl.a. betydning for oksygenforbruket i dyplagene under stagnasjonsperiodene.

7.6.7. Bakteriologiske forhold

De bakteriologiske forhold er ikke undersøkt, men innsjøen ligger utsatt til med hensyn til hygieniske forurensninger.

7.6.8. Konklusjon

Vannet i Goksjø er svakt surt, har en relativt høy spesifikk ledningsevne og inneholder betydelige mengder organisk materiale. Fargeverdiene lå på undersøkelsestidspunktet i området 45 - 50 mg Pt/l. Under stagnasjonsperiodene er det et betydelig oksygenforbruk i dyplagene. De biologiske forhold er lite undersøkt, men det foreliggende undersøkelsesmaterialet tyder på at Goksjø er betydelig eutrofiert.

7.7. Sandevassdraget

7.7.1. Hydrografiske observasjoner 14. august 1967

Nedbørfeltet for Sandevassdraget ligger i Buskerud og Vestfold fylker mellom Drammen og Sandebukta (fig.8). Det er 193 km^2 stort og har en midlere avrenning på 15 l/sek/km^2 , d.v.s. en total avrenning på $2,9 \text{ m}^3/\text{sek}$. Sandevassdraget er sammensatt av Verkenselva som har sitt utspring nordligst i nedbørfeltet (Konnerudområdet). Bremsa renner sammen med Verkenselva fra vest ved Viulsrud. Sideelven Gryta renner sammen med hovedvassdraget nord for Jaren. I tillegg til disse kommer Vesleelva (Haukelielva) inn fra vest og løper sammen med Sandeelva et par kilometer ovenfor Sandebukta.

Geologisk sett ligger vassdraget innenfor Oslofeltet og har en sterkt variert geologi.

Innenfor vassdragets nedbørfelt bor ca. 6.000 mennesker, og ca. 12% av nedbørfeltet er utnyttet som jordbruksareal. Den største del av området består av skogsarealer (ca. 61%).

Særlig den øvre del av nedbørfeltet (Konnerudområdet) er sterkt bebygget.

Tilsammen er ca. 27% av området lite produktivt.

Den industri-

elle virksomhet i nedbørfeltet er liten. Her kan nevnes Fibo A/S, som produserer elektrisk installasjonsmateriell, Sande Fabrikker som lager plastprodukter og Sande & Skoger Halmluterlag. Med hensyn til utslipp betraktes idag halmluterier som det mest vesentlige, og dette antas å representere ca. 3.300 personekvivalenter.

7.7.2. Den utførte elveundersøkelse

Den 14. august ble det fra vassdraget innsamlet ialt 19 vannprøver. Samtlige ble analysert med hensyn på surhetsgrad, spesifikk ledningsevne, farge, turbiditet og mengde av organisk stoff (permanganattall). Et utvalg av ni prøver av disse ble dessuten analysert med hensyn på en hel rekke andre komponenter (se tabell 93). Prøvetakingsstedene er gjengitt i tabell 92. På figur 9 og i tabell 93 er gjengitt de kjemiske resultater. Resultatene viser at den kjemiske sammensetning av Sandevassdraget varierte sterkt på prøvetakingsdagen. Det skal i denne forbindelse bemerkes at i et så lite vassdrag vil små, lokale utslipp til elven gjøre seg gjeldende i vesentlig større grad enn i et stort vassdrag. Man kan følgelig legge bare liten vekt på de illustrerte variasjoner, fordi materialet er så lite.

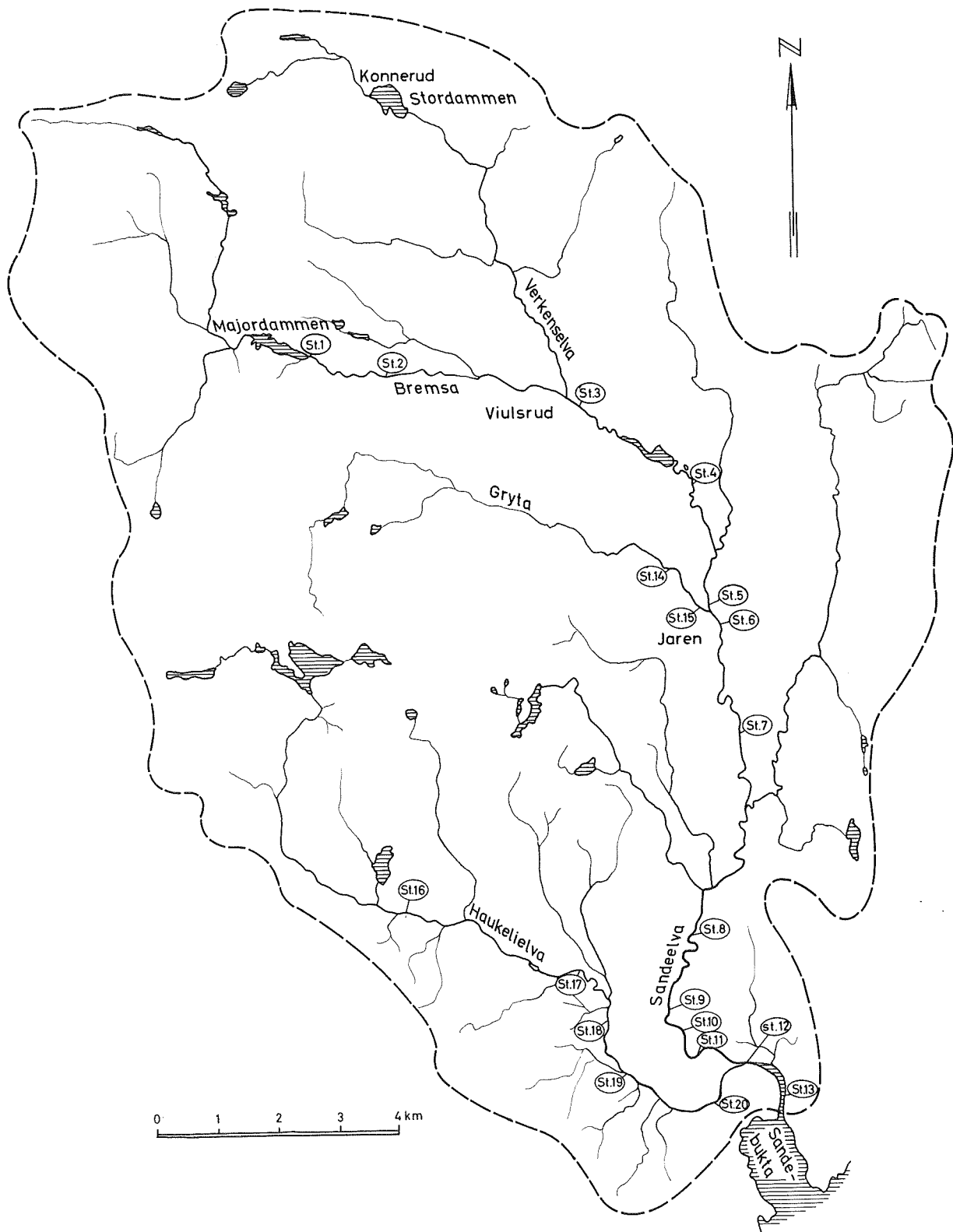
Generelt kan man si at vannkvaliteten er sterkt influert av forurensninger. Vannet er meget turbid, har et høyt innhold av nitrogen, både som nitrat og som bundet og fri ammonium (BFA). Det er hårdt, og er rikt på elektrolytter. Gjennomsnittlig surhetsgrad er 7,5. Analysene tyder dessuten på et relativt høyt innhold av fosfat.

Tabell 92. Stasjonsplassering ved prøvetaking 14. og 15. august 1967.

/ x: Bielvens lengde i km fra samløp med hovedelven.

Dato	St.	Prøvetakingssted	Avstand i km fra Ormtjern	Høyde over havet
14/8	1	Bremsa utløp Majordammen	9,1/4,4	180
14/8	2	" ca. 1,3 km nedenfor Majordammen	9,1/3,2	155
14/8	3	Etter samløp Verkenselv - Bremsa	9,5	80
14/8	4 ₁	Sandeelva ved dam ovenfor Drammen ullvarefab. ovenfor fabrikken	12,2	75
14/8	4 ₂	Sandeelva ved dam ovenfor Drammen ullvarefab. nedenfor fabrikken	12,2	75
14/8	5	Sandeelva før samløp med Gryta	14,8	72
14/8	6	" etter samløp med Gryta	15,2	55
14/8	7 ₁	" ved Foss mølle(ovenfor El8) ovenfor dam	17,8	20
14/8	7 ₂	" " " " " i dam	17,8	20
14/8	7 ₃	" " " " " nedenfor dam	17,8	20
14/8	8	" syd for Gran	22,3	13
14/8	9	" ved Sande	24,0	10
14/8	10	" " "	24,6	10
14/8	11	" " veibro (El8)	25,2	9
14/8	12 ₁	" " Hersgården	26,1	5
14/8	12 ₂	" " "	26,1	5
15/8	13	" før samløp Sandebukta	27,5	0
15/8	14	Gryta ved veibro	15,0/1,6	60
15/8	15	" før samløpet med Sandeelva	15,0/0,2	56
15/8	16	Vesleelva (Haukelielva) ca.1,5 km nord for kirken	26,1/8,2	135
15/8	17	" " syd for Nedre Verdal	26,1/4,9	20
15/8	18	" " ved Valle	26,1/4,0	18
15/8	19	" " ved veibro (318)	26,1/2,7	6
15/8	20	" " ved veibro (El8)	26,1/0,9	5

Fig. 8 Sandevassdraget
Nedbørfelt med stasjonsplassering.



Tabell 93

Dato: 14/8 - 15/8 1967

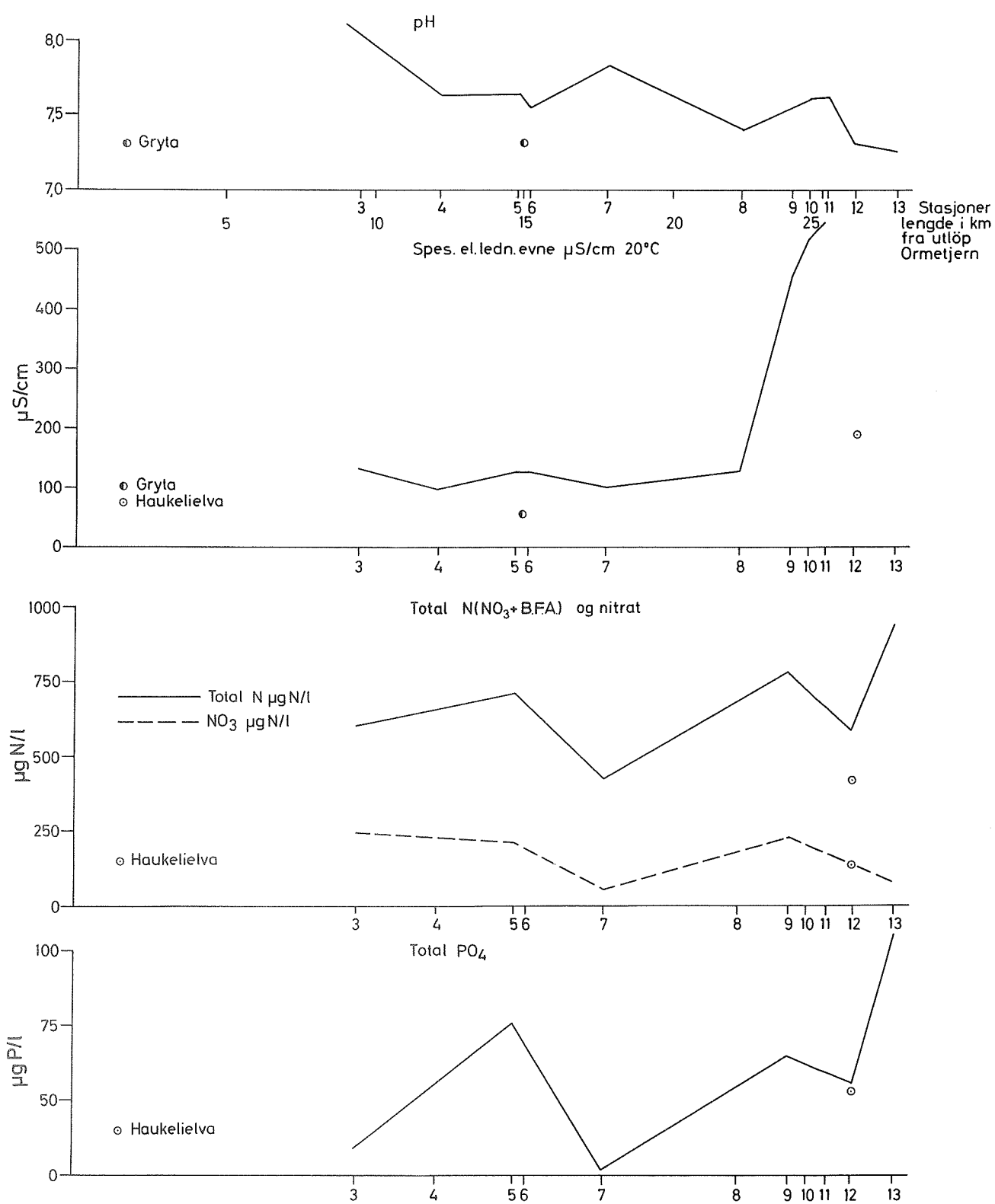
Kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Sande-elva, Gryta og Haukelielva

Stasjon	1	2	3	4.1	4.2	5	6	7.1	7.2	7.3	8	9	10	11	12.1	12.2	13	14	15	16	17	18	19	20
Komponent																								
pH	7,4	7,7	8,1	7,7	7,6	7,7	7,6	7,7	7,6	7,8	7,4	7,6	7,6	7,6	7,7	7,3	7,3	7,3	7,3	6,3	6,8	6,9	6,9	6,9
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	62,6	63,2	132	96,0	98,0	128,5	128	102	103	103	136	455	518	838	1860	1390	3380	44,1	58,8	18,8	25,8	37,1	38,0	140
Farge mg Pt/l	20	10	32	66	80	332	402	95	74	95	375	119	105	116	63	34	75	9	42	24	26	33	39	50
Turbiditet mg SiO ₂ /l	2,1	3,0	3,8	7,4	8,2	63,5	70,1	11,5	10,2	11,5	83,0	27,0	22,5	27,0	10,4	6,5	10,0	3,7	7,8	0,6	1,1	4,4	6,0	7,4
Permanganattall mg O/l	2,2	1,2	3,8	3,6	3,5	4,4	3,9	4,3	3,9	3,6	5,7	4,9	5,4	5,9	10,2	7,9	13,0	1,3	1,3	2,9	2,9	2,9	3,1	3,1
Klorid mg Cl/l			3,3			4,8				2,8		128				450	1340	0,9			2,1		34,0	
Sulfat mg SO ₄ /l									7,8			15,9				48,3	134,0							
Fosfat, orto µg P/l			11			47			7			21				27	45	12				38		37
Fosfat, total µg P/l			34			76			27			65				56	106	25				54		53
Nitrat µg N/l			245			215			60			235				140	85	350				115		145
BFA mg N/l			0,36			0,50			0,37			0,55				0,45	0,86	0,04				0,27		0,28
Alkalitet ml N/10 HCl/l			11,85			11,62			10,68			11,74				7,19	8,64	3,23				3,32		1,29
Total hårdhet mg CaO/l			43,4			36,6			28,8			57,4				93,8	218,4	10,3				8,8		7,3
Kalsium mg Ca/l			23,10			20,70			17,20			22,40				20,00	42,80	5,72				3,82		5,00
Magnesium mg Mg/l			1,45			2,10			1,60			9,85				33,80	88,30	0,95				0,80		3,05
Kalium mg K/l			1,05			1,47			1,05			4,41				10,70	21,60	0,32				0,63		1,47
Natrium mg Na/l			2,71			3,68			3,10			57				206,00	568,00	1,73				2,00		17,3
Jern µg Fe/l			115			1250			255			455				250	255	65				225		295
Mangan µg Mn/l			26			188			106			70				49	84	31				29		22
Kobber µg Cu/l			29			36			32			25				36	32	43				29		46
Sink µg Zn/l			16			28			17			50				44	44	20				31		28
Silisium mg SiO ₂ /l			45			1,8			<0,3			0,9				1,8	1,1	4,9				3,3		3,3

Fig. 9

Sande - elva
Kjemiske analyseresultater



7.8. Svartangen i Lardal

7.8.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Vestfold Interkommunale Vannverk, Tønsberg: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 57. Vestfold Interkommunale Vannverk. Undersøkelse av vannkilder i 1958. Blindern, 7. februar 1959.

Undersøkelsesperiode: Mai - august 1958.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten i forskjellige dyp. Det ble ialt utført to observasjoner, den 3.mai og 10.august 1958.

7.8.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet består i det vesentlige av grunnfjell (gneis og granitt) og eruptive dypbergarter. Nedbørfeltet er i stor utstrekning bevokst med skog og i enkelte områder er det myr. Den sivilisatoriske forurensning er liten.

7.8.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er ikke opploddet og dybdeforholdene er utilstrekkelig kjent.

Tabell 94. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt	ca.	81	km ²
Høyde over havet		251	m
Overflateareal	ca.	1	km ²
Største målte dyp		30	m
Midlere avrenning (NVE)	ca.	25	l/sek/km ²
d.v.s.		2	m ³ /sek

7.8.4. Hydrografiske forhold

7.8.4.1. Temperaturforhold

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år.
Årsvariasjoner i temperaturen:

Overflatelagene: 1 - 18°C

Dyplagene: 3,5 - 6°C.

Sprangsjiktet ligger i ca. 8 meters dyp.

7.8.4.2. Oksygenforholdene

Oksygenmetning under stagnasjonsperiodene:

	<u>Overflatelagene</u>	<u>Dyplagene</u>
Vinter	80 - 100%	40 - 60%
Sommer	80 - 100%	60 - 80%

Under sirkulasjonsperiodene varierer oksygenmetningen mellom 80 og 100%.

7.8.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 95. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato 1958	pH	Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l
3/5	5,9	19,2	40		
10/8	6,1	19,9	41	5,6	3,7

Vannet er noe surt, bløtt og er i betydelig grad belastet med organisk materiale.

7.8.5. Biologiske forhold

Biologiske forhold er ikke undersøkt.

7.8.6. Bakteriologiske forhold

Bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

7.9. Åsvatn i Sande

7.9.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Sande kommune v/ingeniørfirmaet Østlandskonsult A/S, Fredrikstad. Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 360. Undersøkelse av Åsvatn som drikkevannskilde for Sande vannverk. Blindern, oktober 1962.

Undersøkellesperiode: April - september 1962.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannkvaliteten på forskjellige steder og i forskjellige dyp. Det ble ialt utført 2 observasjonsserier, nemlig den 4.april og 11.september 1962.

7.9.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltets berggrunn er bygd opp av grovkrystallinske eruptive dypbergarter, ekeritt og nordmarkitt. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. Åsvatn ligger i et utpreget skog- og myrområde som i en viss utstrekning brukes i rekreasjonsøyemed. Det er således en del hytter i feltet.

7.9.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Dybdekart er tegnet i målestokk 1 : 2000 av Østlandskonsult A/S.

Tabell 96. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt		5,5	km ²
Høyde over havet		312	m
Største dyp		14,4	m
Overflateareal	ca.	0,1	km ²
Volum	"	435000	m ³
Midlere avrenning (NVE)		17	l/sek/km ²
	d.v.s.	93,5	l/sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	54	døgn

7.9.4. Bruk av lokaliteten

Innsjøen brukes nå som vannkilde for Sande vannverk.

7.9.5. Hydrografiske forhold

7.9.5.1. Temperatur

Innsjøen gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder pr. år:

Dypvannstemperatur om vinteren	ca. 4°C
" " om sommeren	5 - 7°C

Sprangsjiktet ligger om sommeren i 8 - 10 meters dybde.

7.9.5.2. Oksygenforhold

Analyseresultatene viser at det er et betydelig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonerperiodene. I overflatelagene var metningen ca. 60% om vinteren og ca. 75% om sommeren.

7.9.5.3. Kjemiske forhold

Tabell 97. Middelverdier for kjemiske komponenter

Dato 1962	pH	Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm.tall mg O/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
4/4	5,6	25,0	20	0,7	6,2	4,6	240	60
11/9	5,5	20,6	65	0,5	10,0	3,4	200	50

Vannet i Åsvatn er svakt surt og bløtt. Det er tildels sterkt påvirket av humusstoffer. Tilførselen av slike stoffer synes å være størst på sensommeren og om høsten. Vannet inneholder forholdsvis mye jern.

7.9.6. Biologiske forhold

Biologiske forhold er ikke undersøkt.

7.9.7. Bakteriologiske forhold

Bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

7.9.8. Konklusjon

Vannet i Åsvatn er svakt surt, bløtt og i betydelig grad belastet med organisk materiale og har et høyt innhold av jernforbindelser. Videre er det et betydelig forbruk av oksygen under stagnasjonsperiodene. Åsvatn kan karakteriseres som en dystrof innsjø.

ØSTFOLD FYLKE

8.1. Haldenvassdraget

8.1.1. Generell beskrivelse av Haldenvassdraget

Den øvre delen av Haldenvassdraget ligger i Akershus fylke og går under navnet Hølandsvassdraget. Det omfatter helt eller delvis følgende kommuner: Aurskog, Nordre- og Søndre Høland og Setskog. Resten av vassdraget ligger i Østfold og omfatter her helt eller delvis kommunene Marker (tidligere Rødnes og Øymark), Aremark, Halden (tidligere Idd, Berg og Halden).

Haldenvassdraget har fra utløp Flolangen til utløp ved Halden en lengde på 144 km, og vassdragets samlede nedbørfelt er 1.597 km².

Flolangen i Nes har avløp til Øysjøen på grensen til Aurskog. Herfra går elva i en kort strekning til Floen (181 m.o.h.). Fra Floen renner Bergerelva og opptar nord for Aurskog bygdesentrum Liserelva. Denne kommer fra Tævsjøen (182 m.o.h.) som ligger sør for bygdesentret, og renner gjennom tettbebyggelsen.

Bergerelva renner så sørøstover og opptar i nordenden av Liermosen Børta. Denne er 14 km lang og kommer fra Oppsjøen (276 m.o.h.). Liermosen er en gjengrodd innsjø på ca. 4.000 mål.

Bergerelva renner så ut i Bjørkelangen (124 m.o.h.), som har et overflateareal på 3,64 km² og et nedbørfelt på 280,0 km².

På den ca. 50 km lange strekningen mellom Bjørkelangen og Rødnessjøen går elva under navnet Hølandselva. På denne strekningen opptar den ved Løken fra vest Prestelva som kommer fra Langfossjøen. (200 m.o.h.). Videre nedover danner Hølandselva det langstrakte Bersjøvatnet (147 m.o.h.), og i sørenden av dette løper Korselva ut i hovedvassdraget. Den dannes av to elver, nemlig Hafsteinelva fra Tunnsjøen (179 m.o.h.) og Henneselva fra Øgderen (132 m.o.h.). Øgderen har i nord tilløp fra den 11 km lange Dalselva. Korselvas samlede nedbørfelt er 176 km².

Omtrent midtveis mellom Bersjøen og Skullerudsjøen løper Mjærmenelva sammen med Hølandselva. Mjærmen-vassdraget er 44 km langt og har ovenfor Lundefossen et samlet nedbørfelt på 260 km². Dette vassdraget har sitt utløp fra Garsjø (260 m.o.h.) i Aurskog kommune. Herfra renner Setta først mot nord et par km og deretter mot sør ut i den 11,3 km² store Setten (166 m.o.h.).

Setten går nesten i ett med Mjærmen (163 m.o.h.). Før Mjærmenelva munner ut i hovedvassdraget danner den en 15 m høy foss - Lundefossen.

Hølandselva renner deretter ut i Skullerudsjøen (117 m.o.h.).

Ved Skirfoss renner den inn i Østfold fylke og danner den smale 17,5 km lange Rødenessjøen. Av andre tilløp har den bare noen mindre elver (bekker). Det største er Risenvassdraget, nedbørfelt $27,2 \text{ km}^2$, som løper ut i Rødenessjøen ved Kroksund.

Fra Rødenessjøen renner den korte Ørjeelva ut i den smale, 16 km lange Øymarksjøen (107 m.o.h.). På denne elvestrekningen er det bygd 4 sluser for båttrafikk. I nordenden har Øymarksjøen tilløp fra øst gjennom den korte Bøenselva fra Gjølssjøen (114 m.o.h.). Den sørligste del av Øymarksjøen heter Bøensfjorden. Fra denne renner den 3 km lange Strømselva med 3 sluser ved Strømsfoss til den 9 km lange Aremarksjøen (Ara). Den er gjennom det 5 km lange sundet, Tordyvelen, forbundet med Asperen (105 m.o.h.).

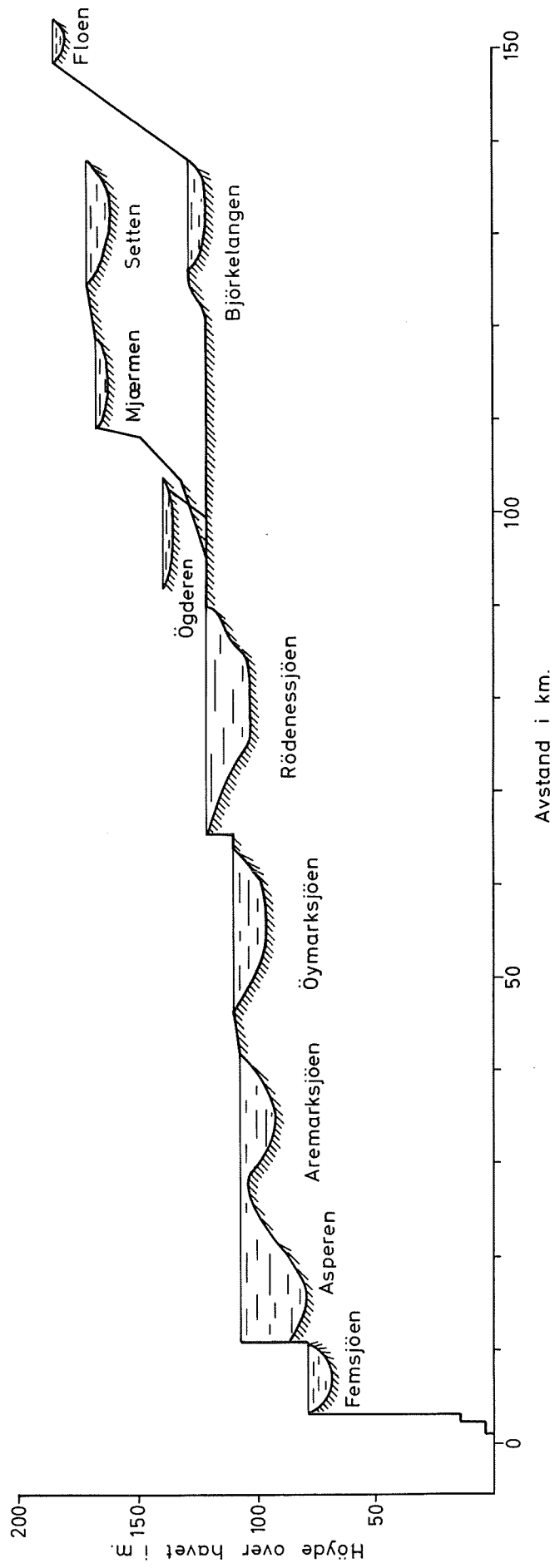
Fra Asperen renner Steinselva (7 km lang) mot vest med et fall på 26,6 m ut i Femsjø (79 m.o.h.). Etter anlegget av Brekke kraftverk er fallet i elva vesentlig konsentrert ved Brekke, hvor det er bygd et sluseanlegg på til sammen 4 sluser.

Steinselva har før den renner ut i Femsjø tilløp fra Lille Ertevatn (172 m.o.h.), Holvatn (153 m.o.h.) og Store Ertevatn (105 m.o.h.) gjennom Ganselva.

Fra Femsjø renner så den 5 km lange Tista gjennom Tistedalen til utløpet i Iddefjorden ved Halden.

Vassdraget ble regulert og kanalisert av Haldenvassdragets kanalselskap i 1850 - 70- årene og senere av Brugseierforeningen. Tilsammen utgjør nå de regulerte sjøer et magasin på $136,76 \text{ mill.m}^3$, herav ca. 25 mill.m^3 i sidevassdragene (se tabell 98). Den samlede kraftproduksjon er i dag 23.300 kW. Skjematisk lengdeprofil av Haldenvassdraget er tegnet på fig. 10.

Fig.10 Haldensvassdraget, skjematisk lengdeprofil.



Tabell 98. Regulerte sjøer

Navn	Høyeste vannstand m.o.h.	Laveste vannstand m.o.h.	Reg. høyde m	Magasin ₃ mill. m ³
Setten	167,24	165,15	2,09	21,88
Mjærmen	164,83	163,58	1,25	3,26
Bjørkelangen	123,66	122,30	1,36	4,85
Øgderen	133,23	131,83	1,40	18,70
Rødenessjøen	118,44	117,50	0,93	15,97
Øymarksjøen	108,57	107,57	1,00	13,14
Aremarksjøen og Asperen	106,10	104,47	1,63	25,26
Store Ertevatn	109,10	105,10	4,00	17,50
Femsjøen	79,50	78,50	1,00	11,20

8.1.2. Geologiske forhold

Haldenvassdragets nedbørfelt ligger i det sørøstnorske grunnfjellsområde. Berggrunnen består i det vesentligste av gneis og gneisgranitter (sterkt presset granitt). Store deler av nedbørfeltet ligger under den marine grense, som i dette området ligger på rundt 190 m.o.h. Løsavsetningene langs vassdraget er vesentlig av marin opprinnelse, og består tildels av leire, sand og grus. Spesielt er det store marine avsetninger av leire, sand og grus i Hølandsvassdraget.

Femsjøen er demmet opp av den store moreneryggen som går under navnet Raet.

8.1.3. Nedbørfeltet, utnyttelse og virksomheter

Arealutnyttelse og bosettingsforhold i de forskjellige områder i de forskjellige områder i Haldenvassdraget er satt opp i tabellene 99 og 100.

Tabell 99. Arealutnyttelse, bosetting, industri og middelvannføring.

Avstand i km fra utløp Flo- langen x	Nedbørfelt	Nedbørf. km ²	Vannf. m ³ /sek	Skog km ²	Jordbr. km ²	Myr km ²	Personer	Storfe	Småfe	Fosforekv. for husdyr
36	Utløp Bjørkelangen	280	4,3	158,1	58	18,4	4694	2531	1872	28118
50/6	Utløp Øgderen	91	1,4	30,5	10,7	2,0	950	919	676	10204
58/8	Utløp Mjærmen	245	3,7	152,8	4,5	16,0	855	633	402	6933
83	Utløp Rødenessjøen	1019	15,5	611,2	105,7	68,6	10952	8416	5807	92871
101	Utløp Øymarksjøen	1166	17,8	705,6	120,1	77,6	12641	9937	6220	108700
114	Utløp Aremarksjøen	1256	19,2	767,6	128,6	85,6	13396	10666	6299	116109
127	Asperen	1394	21,3	829,6	135,5	93,5	13773	11262	6364	122166
133/1	Utløp Store Ertevatn	60	0,9	24,0	0,2	4,5	61	94	51	1017
133/7	Utløp Lille Ertevatn	2	0,03							
137	Utløp Femsjø	1573	24,0	928,0	157,3	108,0	14255	12526	6993	135750
143	Utløp Iddefjorden ved Halden	1597	24,4	941,6	166,7	109,7	30495	13275	7411	143867

x Bielver. Avstand i km fra samløpet med hovedelva.

Tabell 99. (forts.)

Nedbørfelt	Industri ekv.	Mål dyrket mark pr.l./sek.	Personer pr.l./sek.	Fosforekv. pr.l./sek.	Industriekv. pr.l./sek.
Utløp Bjørkelangen		8,8	1,09	6,54	
Utløp Øgderen		7,6	0,68	7,29	
Utløp Mjærmen		1,2	0,23	1,87	
Utløp Rødnessjøen		6,8	0,71	5,99	
Utløp Øymarksjøen		6,7	0,71	6,11	
Utløp Aremarksjøen		6,7	0,70	6,05	
Asperen		6,4	0,65	5,74	
Utløp Store Ertevatn		0,2	0,07	1,13	
Utløp Femsjø		6,6	0,59	5,66	
Utløp Iddefjorden ved Halden	1000000	6,8	1,25	5,90	40

Tabell 100. Arealutnyttelse og bosettingsforhold i forskjellige områder i Haldenvassdraget.

Nedbørfelt	Jordbruksareal i %	Prod. skog i %	Myr i %	Storfe pr. km ² dyrket mark	Folketetthet i personer/km ²
Utløp Bjørkelangen	14	56	7	67	17
Utløp Øgderen	12	34	2	86	10
Utløp Mjærmen	2	62	7	141	4
Bjørkelangen-Rødenessjøen	9	61	7	87	9
Rødenessjøen-Øymarksjøen	10	64	6	108	12
Øymarksjøen-Asperen	7	54	7	86	5
Asperen-utløp i Iddefjorden	15	55	8	65	82

Av Haldenvassdragets nedbørfelt utgjør dyrket mark 10%, prod.skog 59% og myr 7%. Dessuten er vannarealet ca. 12% av nedbørfeltet. Jordbruket er vesentlig basert på korndyrking og husdyrhold. Av jordbruksarealet er vel halvparten åker, og husdyrholdet er i stor utstrekning basert på storfe, ca. 80 storfe pr. km² dyrket mark.

Den totale folkemengde langs vassdraget er på ca. 30000 personer, herav utgjør Halden ca. 10000 personer. Folketettheten er altså ca. 19 personer pr. km².

I nedbørfeltene til Hølandsvassdraget og nedre del av Haldenvassdraget er jordbruksarealet betydelig større enn i feltet forøvrig. Korndyrkingen er relativt stor i disse områdene, mens storfeholdet er mindre enn ellers i nedbørfeltet, henholdsvis 67 og 65 storfe pr. km² dyrket mark.

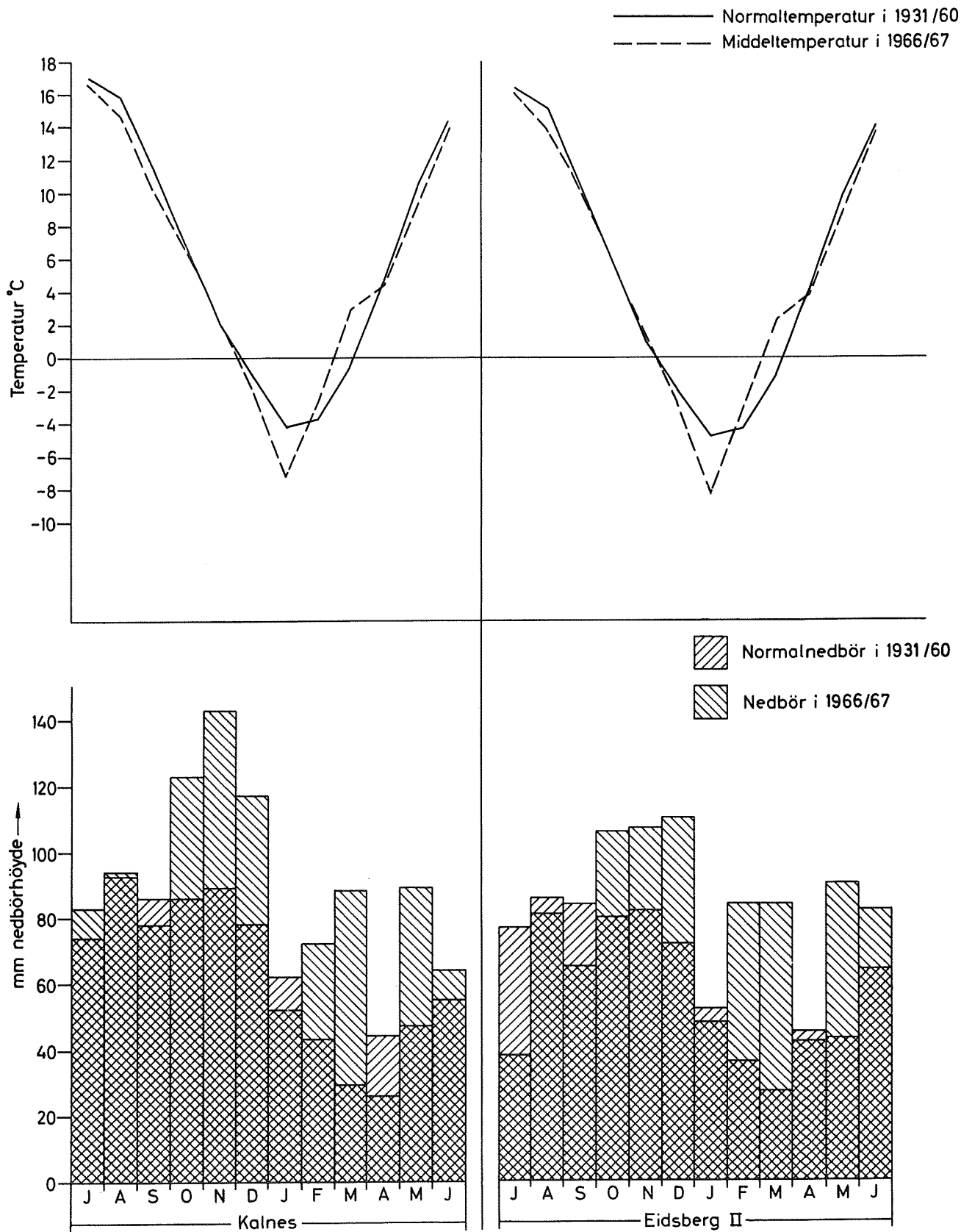
De viktigste jordbruksområder har også størst bebyggelse, spesielt er folketettheten stor i den nedre del av vassdraget, 33 personer pr. km², (Halden ikke medregnet).

Ellers er det stort sett spredt bebyggelse i nedbørfeltet, og den er vesentlig konsentrert langs hovedvassdraget. De viktigste tettbebyggelsene utenom Haldendistriktet er Aurskog, Løken og Ørje.

De viktigste næringsveiene langs Haldenvassdraget er jordbruk og skogbruk. Industri er vesentlig konsentrert i Haldendistriktet.

Fig. 11

Haldenvassdraget
Temperatur og nedbør



Følgende meierier ligger langs vassdraget, regnet fra nord: Aurskog meieri, Høland meieri i Løken, Hemnes meieri, Ørje meieri og Halden meieri.

Den viktigste bedriften i Haldendistriktet er Saugbrugsforeningen A/S med produksjon av tremasse, cellulose, papir, trelast og sprit.

Andre viktige industrier her er Halden Bomuldspinneri og Væveri, Emaljeverket A/S Catrineholm. Videre kan nevnes skofabrikker, bryggeri, fabrikker for akkumulatører og elektrisk armatur, mekaniske verksteder og porteføljefabrikker.

8.1.4. Meteorologiske og hydrologiske forhold

Haldenvassdragets klimatiske forhold er gjengitt i fig.11. Herav går det frem at de månedlige middeltemperaturer i årsperioden juli 1966 - juni 1967 stort sett lå under det normale, spesielt var januar 1967 kald. Men i februar kom det en forholdsvis varm periode som varte et par måneder. Middeltemperaturene for februar og mars lå 1 - 3°C over det normale.

Den årlige normalnedbør for de to utvalgte meteorologiske stasjoner, Kalnes og Eidsberg II, er henholdsvis 786 mm og 748 mm, mens nedbørmengden i årsperioden juli 1966 - juni 1967 var henholdsvis 1029 mm og 937 mm.

Haldenvassdragets nedbørfelt ligger i lavlandsnivå og fordampningen i vassdraget er usedvanlig stor, opptil 25% av nedbøren. I varme perioder er den ofte større enn tilsiget til magasinene. Ifølge NVE er det midlere avløp i nedbørfeltet på 15,3 l/sek pr. km². Denne verdi er brukt til å beregne midlere avrenning på forskjellige avsnitt i vassdraget (se tabell 99). Middelvannføringen ved utløpet i Iddefjorden er 24,4 m³/sek.

8.1.5. Undersøkelser

Av tidligere undersøkelser kan nevnes:

1. Norsk institutt for vannforskning's oppdrag nr.115/65: Undersøkelse av Femsjøen og Lille Ertevatn som drikkevannskilder for Halden vannverk. Blindern, mars 1967.
2. Olav Skulberg: Vannblomstdannende blågrønnalger i Norge og deres betydning ved studiet av vannforekomstenes kulturpåvirkning. Nordisk jordbruksforskning hefte 3, 1965. Dette arbeide omfatter hydrokjemiske og biologiske data for Øgderen, Rødenessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen og Femsjøen.

Tabell 101. Stasjonsplassering ved prøvetaking den 5. - 9. juni 1967

Dato for prøvetaking	Prøvetakingssted	Stasjonsbetegnelse	Avstand i km fra utløp Flolangen	Innsjøevgrfl. km	Nedbørf. km	Stasjon m dyp	Volum mill. m	Midlere dyp i m
5/6 1967	Floen	1	4	2,1	54			
" "	Bjørkelangen	2	36	2,9	280			
6/6 1967	Øgderen	3	50/9	13,4	91	35,0		
" "	Setten	4	58/28	10,5	166			
" "	Mjærmen	5	58/20	6,6	245			
7/6 1967	Rødnessjøen	6	82	15,3	1019	47,5	311,5	20,4
" "	Øymarksjøen	7	94	13,1	1166			
" "	Aremarksjøen	8	107	7,8	1256			
8/6 1967	Asperen	9	122	8,4	1394			
" "	Store Ertevatn	10	131/5	4,7	60			
" "	Lille Ertevatn		131/9	0,4	2		1,2	3
9/6 1967	Femsjøen	11	136	11,2	1573	50,0	200,5	19,6

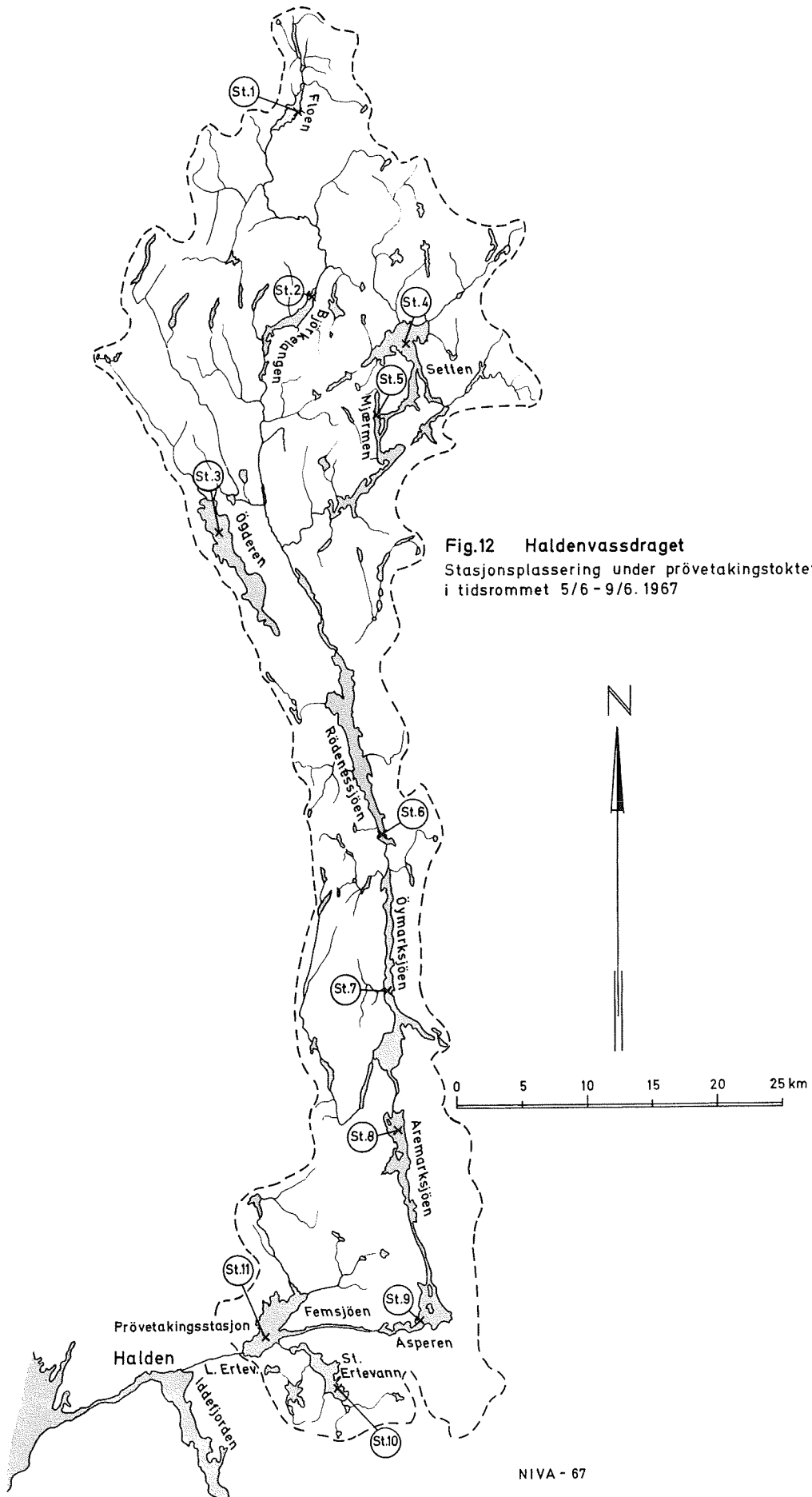


Fig.12 Haldenvassdraget
 Stasjonsplassering under prøvetakingstoktet
 i tidsrommet 5/6 - 9/6. 1967

3. Harald Snorre Duklat: Bjørkelangen. En humusrik, kulturpåvirket sjø. Ikke publisert hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo 1964.
4. Odd Kollerud: Innsjøen Øgderen (Hemnessjøen). En grunn, leirfylt sjø i Indre Akershus. Ikke publisert hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo, 1964.

I tidsrommet 5.juni - 9.juni 1967 ble det samlet inn kjemiske prøver fra de største sjøene i vassdraget, nemlig Floen, Bjørkelangen, Øgderen, Setten, Mjærmen, Rødenessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen, Asperen, Store Ertevatn og Femsjøen. Det ble tatt full limnologisk stasjon i hver av dem. Stasjonene er nummerert fra 1 - 11 (se tabell 101 og fig. 12.)

8.1.6. Hydrografiske forhold

De kjemiske analyseresultater for vannprøver innsamlet i tidsrommet 5. - 9.juni 1967 er gjengitt i tabell 103 og fig. 13. Temperatur og oksygenforholdene i samme tidsrommet er fremstilt i tabell 102.

Temperaturforhold

I sjøene i den øvre del av vassdraget lå sprangsjiktet på 4 - 6 meters dyp i undersøkelsesperioden, bortsett fra Øgderen hvor sprangsjiktet lå i 8 meters dyp. Temperaturen i overflatelagene varierte i området $11,30^{\circ}\text{C} - 14,50^{\circ}\text{C}$. I dyplagene var temperaturen rundt 6°C , men temperaturen i dypet på stasjon 2 (Bjørkelangen) var betydelig høyere. Dette skyldes at innsjøen her var forholdsvis grunn, bare 9,5 m dyp.

Rødenessjøen hadde på denne tiden ingen markert sjiktning. Temperaturen var $8,30^{\circ}\text{C}$ på 1 m og 5°C i dypet. Sjøene lenger nede i vassdraget hadde sprangsjiktet i 8 - 10 m dyp, bortsett fra Øymarksjøen hvor sprangsjiktet lå i ca. 6 m.

Oksygenforhold

I undersøkelsesperioden var overflatelagene i alle sjøene praktisk talt mettet med oksygen. Aremarksjøen hadde endog en O_2 -metning på 102,7% i 1 meters dyp.

Alle innsjøene hadde lavest oksygeninnhold i dyplagene. Den forholdsvis lave O_2 -metningen (61,7%) på det dypeste i Mjærmen skyldes sannsynligvis en bunn-effekt, da prøven er blitt tatt like over bunnen.

Tabell 102. Temperatur- og oksygenobservasjoner i Haldenvassdraget i undersøkelsesperioden 5/6 - 9/6-1967

Stasjon	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		
	m dyp	Temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %	temp. i°C	O ₂ - metn. i %
1	12,40	94,4	12,40	91,7	13,10	100,5	11,35	96,7	14,50	99,0	8,30	92,3	11,60	98,4	12,40	102,7	11,60	100,1	12,90	94,8	11,60	98,6	
2			12,10	97,3					13,50	98,5													
4	12,30	95,3	11,40	88,9	13,10	100,5	11,40	99,3	13,30	100,0	6,40	87,3	11,40	99,8	12,40	96,8	11,30	98,7	12,20	93,8	11,30	99,6	
6	8,40	93,3	10,50	85,7	11,30	96,6	9,20	95,6	8,50	92,2													
8	7,50	88,8	9,60	80,7	8,90	91,6	7,00	92,3	7,80	89,5	5,90	86,7	8,70	93,6	12,20	95,0	10,00	95,6	10,10	92,6	10,30	95,7	
9			9,45	77,8					5,50	61,7													
12																							
16	6,55	87,4			6,80	88,8	5,50	88,5			5,60	85,8	7,10	89,0	9,50	98,0	8,30	92,7			9,60		
20	6,50	85,0									5,30	86,6	6,60	86,7					6,95	88,3	7,30	91,3	
21																			6,75	88,1			
22																							
27											5,00	85,4							6,30	88,7			
30			6,00	87,7			4,80	85,7													6,50	90,2	
34			5,80	85,0																			
35							4,75	86,7															
40																							
42																			6,00	88,3		6,30	89,4

Tabell 103

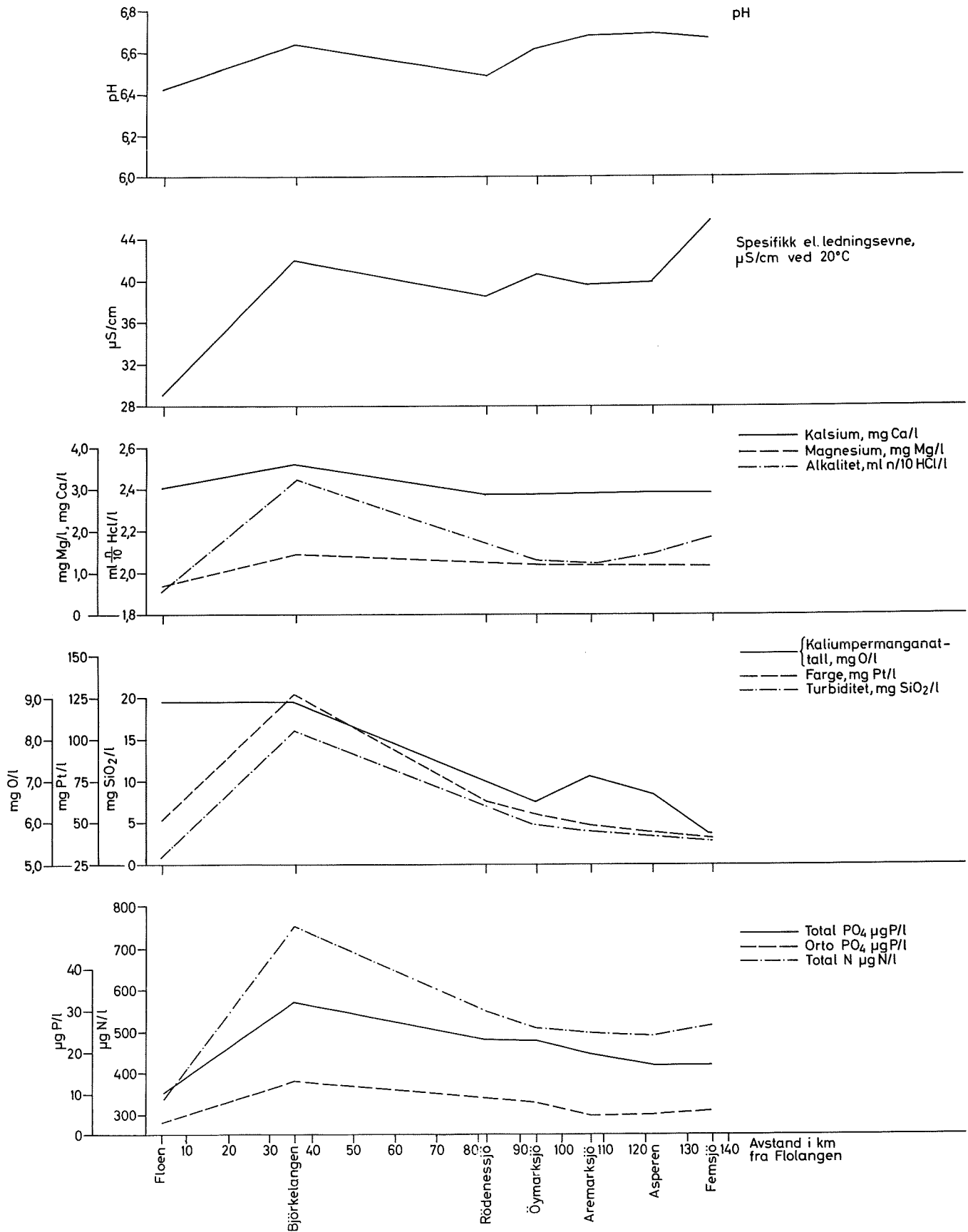
Dato: 5/6 - 9/6 1967

Kjemiske analyseresultater - Middelveier

Lokalitet: Haldenvassdraget

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Komponent											
Siktedypp i meter	2,7	0,9	1,9	3,4	3,3	1,8	2,0	1,9	2,0	3,9	2,2
pH	6,4	6,6	7,0	6,3	6,3	6,5	6,6	6,7	6,7	5,2	6,7
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	29,0	42,0	45,8	27,5	27,4	38,7	40,7	39,5	40,0	34,9	45,8
Farge mg Pt/l	52	128	35	43	41	62	55	49	45	33	42
Turbiditet mg SiO ₂ /l	0,9	16,2	3,9	1,0	1,4	7,1	4,7	4,1	3,5	2,2	2,9
Permanganattall mg O/l	8,9	8,9	3,9	6,9	6,9	7,0	6,5	7,1	6,7	4,6	5,7
Klorid mg Cl/l	1,2	3,2	3,9	1,9	1,9	3,2	3,3	3,6	3,5	4,1	3,7
Sulfat mg SO ₄ /l	4,8	5,1	7,0	4,1	5,1	5,6	6,1	5,3		5,9	6,3
Fosfat, orto µg P/l	3	13	3	<2	2		8	5	5	2	6
Fosfat, total µg P/l	10	32	15	8	9	23	23	20	17	8	17
Nitrat µg N/l	65	440	168	107	94	323	270	282	260	118	227
BFA mg N/l	0,27	0,31	0,35	0,23	0,24	0,21	0,23	0,21	0,23	0,19	0,19
Alkalitet ml N/10 HCl/l	1,91	2,44	2,66	1,57	1,61	2,14	2,06	2,04	2,09	1,22	2,17
Total hårdhet mg CaO/l	6,7	9,1	9,3	5,6	5,4	4,4	7,8	7,7	7,7		7,6
Kalsium mg Ca/l	3,06	3,60	3,95	2,31	2,21	2,88	2,88	2,94	2,94	1,23	2,93
Magnesium mg Mg/l	0,69	1,43	1,46	0,70	0,73	1,23	1,20	1,21	1,18	0,84	1,16
Kalium mg K/l	0,34	0,80	1,03	0,51	0,46	0,92	0,92	0,92	0,92	0,46	0,80
Natrium mg Na/l	1,00	1,90	2,20	1,25	1,27	1,85	1,90	1,95	2,00	2,48	2,00
Jern µg Fe/l	128	417	81	107	101	250	171	165	165	107	150
Mangan µg Mn/l	30	69	18	30	27	15	22	5	< 5	28	12
Kobber µg Cu/l	44	36	29	36	35	33	31	36	29	37	34
Sink µg Zn/l	40	40	27	38	32	38	35	27	30	45	33
Silisium mg SiO ₂ /l	4,1	4,7	1,6	3,8	3,7	4,3	4,1	4,0	3,8	3,3	3,6

Fig.13 Haldenvassdraget
Kjemiske analyseresultater



pH

Vannet i Haldenvassdraget er gjennomgående svakt surt med pH-verdier mellom 6,3 og 7,0, bortsett fra Store Ertevatn som har pH på 5,2. Vassdragets relativt sure karakter skyldes sannsynligvis at det er tildels store myrområder i nedbørfeltet.

Elektrolyttinnhold

Vannets spesifikke elektrolytiske ledningsevne er stort sett proporsjonal med innholdet av oppløste salter. Spesielt er de såkalte store ionekomponenter bestemmende for ledningsevnen. Til disse hører kationene; kalsium (Ca^{++}), magnesium (Mg^{++}), natrium (Na^+) og kalium (K^+) og anionene; bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{--}) og klorid (Cl^-).

Av verdiene for den spesifikke elektrolytiske ledningsevne går det frem at Setten, Mjørmen og Floen er forholdsvis elektrolyttfattige, mens de andre sjøene i vassdraget har et noe større innhold av oppløste salter. Dette skyldes vesentlig at de sjøene med størst elektrolyttinnhold har relativt store områder med marine avsetninger i sitt nedbørfelt, og disse avsetningene er forholdsvis rike på salter.

Tabell 104 viser de store ionekomponenters prosentvis sammensetning i ekvivalentprosent. Av denne tabellen går det frem at de sjøene som har store mengder marine avsetninger i sitt nedbørfelt, har overveiende samme ionefordeling med forholdsvis store konsentrasjoner av magnesium, natrium, kalium og klorid.

Tabell 104. Ionekomponenters ekvivalentprosent

Stasjon	% Ca	% Mg	% Na	% K	% HCO_3^-	% SO_4^{--}	% Cl^-
1	58,9	21,5	16,5	3,1	59,1	30,7	10,2
2	45,0	29,3	20,8	5,0	55,5	24,1	20,5
3	45,1	27,2	21,7	6,0	51,2	27,9	21,0
4	48,1	23,9	22,6	5,4	53,2	28,8	18,0
5	47,0	25,2	23,1	4,7	50,3	33,1	16,6
6	41,5	28,8	23,1	6,6	51,0	27,6	21,4
7	41,5	28,2	23,6	6,6	48,6	29,7	21,7
8	41,6	28,1	24,0	6,5	49,2	26,5	24,3
11	42,7	27,4	24,8	5,8	48,1	28,8	23,1

Plantenæringsstoffer

Bjørkelangen er den sjøen i Haldenvassdraget som har det største innhold av næringssalter, noe som vesentlig henger sammen med den relativt store belastningen fra jordbruk og befolkning i nedbørfeltet. Bortsett fra Floen, Setten og Mjærmen er hele vassdraget relativt sterkt belastet med næringssalter.

Farge, turbiditet og kaliumpermanganattall.

Det var relativt høye verdier både for farge, turbiditet og oksyderbarhet i alle sjøene, og verdiene varierte i intervallene 33 - 128 mg Pt/l, 0,9 - 16,2 mg SiO₂/l og 3,9 - 8,9 mg O/l for henholdsvis farge, turbiditet og kaliumpermanganatforbruk. Den høye farge i Bjørkelangen skyldes antakelig at innsjøen har stor tilførsel av partikulært og organisk materiale fra områdene med marine avsetninger. Det partikulære materiale er sannsynligvis leire, noe som den forholdsvis høye verdi for silisium 4,7 mg SiO₂/l skulle tilsi.

Jern og mangan

Innholdet av jern og manganforbindelser var overalt høyt, men betydelig høyere i Bjørkelangen enn i den øvrige del av vassdraget. Verdiene i Bjørkelangen var 417 µg Fe/l og 69 µg Mn/l, mens verdiene for de andre sjøene varierte i områdene 81 - 250 µg Fe/l og 5 - 30 µg Mn/l. De høye verdiene i Bjørkelangen henger sannsynligvis sammen med den partikulære belastning samt relativt stor tilførsel av organisk materiale (humusstoffer) fra myrområdene i nedbørfeltet.

Kobber og sinkkonsentrasjoner

Kobber og sinkkonsentrasjonene i vassdraget varierte i områdene 29 - 44 µg Cu/l og 45 - 270 µg Zn/l.

Resultater av tidligere undersøkelser

Middelverdiene av kjemiske analyseresultater fra instituttets tidligere undersøkelser av Femsjøen er satt opp i tabell 105.

Tabell 105. Fysisk-kjemiske analyseresultater mai 1965 - august 1966
Middelverdier

Komponent	Femsjøen					Lille Ertevatn	
	9/11 1965	16/3 1966	12/5 1966	24/8 1966	Års= middel	Vann= inntak	Midt på vannet
pH	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,3
Spes.ledningsevne, 20°C, µS/cm	44,3	42,8	42,0	40,6	42,6	41,2	41,8
Farge, mg Pt/l	42	38	57	48	46	36	29
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	2,2	1,5	3,0	1,3	2,0	1,2	0,8
Permanganattall, mg O/l	6,3	5,2	7,2	6,0	6,2	5,9	5,1
Klorid, mg Cl/l	3,4		3,9	3,7	3,7	3,9	3,8
Fosfat, orto, µg P/l	3		5	<2	3		
Fosfat, total, µg P/l	27	55	29		37	45	59
Nitrat, µg N/l	231	211	228	268	233	201	202
Alkalitet ml N/10 HCl/l	2,18	1,42	1,24	1,58	1,61	1,71	1,33
Total hårdhet mg CaO/l	7,5	6,9	7,5	7,1	7,3	6,7	6,5
Jern, µg Fe/l	112	120	192	57	120	79	55
Mangan mg Mn/l	ikke påvist	<0,05	ikke påvist	ikke påvist	<0,05		

Av denne tabell og analyseresultatene fra prøvene tatt i Femsjøen 9.juni 1967 (se tabell 103) går det frem at det i kjemisk henseende er god overensstemmelse mellom de to undersøkelser når det gjelder vannets kvalitet. Ellers viser analyseresultatene at Lille Ertevatn er noe mindre belastet med organisk materiale enn Femsjø. Den kjemiske kvalitet er forøvrig nesten ensartet i de to innsjøer.

8.1.7. Biologiske forhold

Planktonforekomster er undersøkt i Femsjøen i forbindelse med instituttets oppdrag nr. 115/65. Dessuten er det gjort biologiske observasjoner i Øgderen, Rødenessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen og Femsjøen i forbindelse med en publikasjon av Olav Skulberg (Vannblomstdannende blågrønnalger i Norge og deres betydning ved studiet av vannforekomstenes kulturpåvirkning. Nordisk Jordbruksforskning, nr. 3, 1965, side 180 - 190.)

Femsjøen har størst mengdemessig utvikling av blågrønnalger og diatoméer. Under høstoppblomstringen er det særlig blågrønnalgen Coelosphaerium Naegelianum og diatoméen Tabellaria fenestrata som setter sitt preg på vannmassene.

Når det gjelder de andre undersøkte sjøene kan det påpekes at i Øgderen er diatoméer eller flagellater de dominerende organismene i planteplanktonet, mens blågrønnalgene er i dominans i de andre sjøene. Rødenessjøen og Øymarksjøen har typiske oppblomstringer av blågrønnalgene Aphanizomenon flos-aquae og Coelosphaerium Naegelianum.

8.1.8. Bakteriologiske forhold

Bakteriologiske observasjoner i vassdraget er bare foretatt i Femsjøen under instituttets oppdrag nr. 115/65. Femsjøens vannmasser er i noen grad påvirket av forurensninger som betinger et høyt bakterieinnhold.

8.1.9. Sammenfattende diskusjon

Haldenvassdragets nedbørfelt er bygd opp av motstandsdyktige bergarter, granitter og gneis-granitter. De er tungt løselige i vann og betinger et avrenningsvann med lav spesifikk elektrolytisk ledningsevne. Den relativt høye elektrolytiske ledningsevne som ble observert (ca. 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$) på de fleste stasjonene henger sammen med de store områder med marine avsetninger ved vassdraget, men vannet i vassdraget må likevel sies å være relativt bløtt.

Den øvre del av vassdraget, Hølandsvassdraget, er absolutt sterkest belastet av sivilisatoriske virksomheter. Spesielt er Bjørkelangen sterkt kulturpåvirket med verdier for total-fosfat og total-nitrat på henholdsvis 32 $\mu\text{g P/l}$ og 750 $\mu\text{g N/l}$. I de andre sjøene varierte verdiene for disse komponentene i områdene 8 - 23 $\mu\text{g P/l}$ og 308 - 533 $\mu\text{g N/l}$.

Vassdraget er betydelig belastet med organisk og partikulært materiale. Det organiske materiale er vesentlig humusstoffer fra myr- og skogområder, mens det partikulære materiale vesentlig er suspenderte leirepartikler. Verdiene for farge, turbiditet og kaliumpermanganatforbruk varierte henholdsvis i områdene 33 - 128 mg Pt/l, 0,9 - 16,2 mg SiO₂/l og 3,9 - 8,9 mg O/l.

De forholdsvis høye verdiene for innhold av jernforbindelser i vannmassene (81 - 417 µg Fe/l) henger sammen med den relativt store humustilførsel fra nedbørfeltet. Alle innsjøene i vassdraget har et merkbart forbruk av oksygen i dyplagene. Dette har sammenheng med nedbrytning av organisk materiale som tildels tilføres fra nedbørfeltet og tildels produseres i innsjøene (algevegetasjon).

8.2. Isesjø i Skjeberg

8.2.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra kommuneingeniøren i Skjeberg: Norsk institutt for vannforskning oppdrag nr. 42/63. Undersøkelse Skjeberg vannverk, Blindern, 1. juli og 26. september 1963.

Undersøkelsens art: De fysisk-kjemiske og bakteriologiske forhold er blitt undersøkt 2 ganger, den 15. juni og 9. september 1963.

8.2.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av granitt og gneis. Innsjøen er demmet opp av det store Ra, og det er en del marine avsetninger i nedbørfeltet. Store deler av området er skogbevokst, men det er også betydelig jordbruksvirksomhet i området. Lokaliteten er belastet med avrenningsvann fra gårdsbruk og bebyggelsen i nedbørfeltet (ca. 25 gårdsbruk, en del hytter og boliger).

8.2.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Innsjøen er ikke opploddet.

Tabell 106. Morfometriske og hydrologiske data

Nedbørfelt		65	km ²
Høyde over havet		36	m
Største målte dyp		18	m
Overflateareal	ca.	1	km ²
Antatt volum	"	10	mill.m ³
Middel dyp (antatt)	"	10	m
Midlere avrenning (NVE)	"	17	l/sek/km ²
	d.v.s.	1,1	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	3,5	mndr.

8.2.4. Hydrografiske forhold

8.2.4.1. Temperaturvariasjoner på observasjonsdagene i °C

Dato \ m dyp	0	1	4	6	8	10	12	16	18
15/6 1963	19,05	19,05	18,48	11,53	9,71		8,83	8,28	
9/9 1963		15,23	15,27	15,27	15,27	15,26	15,25	13,94	11,90

Som temperaturobservasjonene viser, var det ingen utpreget temperaturlagdeling sommeren 1963.

8.2.4.2. Oksygenforholdene

m dyp	1	4	6	8	10	12	14	16	18
Dato									
15/6 1963	94,5	93,3	85,0	83,7		78,7	79,8		
9/9 1963	88,2	87,8	87,8	87,8	86,1	87,5		59,9	28,5

Det var betydelig forbruk av oksygen i dyplagene under sommerstagnasjonsperioden.

8.2.4.3. Kjemiske forhold

Tabell 107. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent		15/6 1963	9/9 1963	Middel	Variasjonsbredde
pH		6,4	6,4	6,4	6,0 - 6,7
Spes.ledningsevne	20°C µS/cm	51,0	50,4	50,7	49,2 - 53,8
Farge	mg Pt/l	50	48	49	40 - 71
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	2,7	5,5	4,1	2,6 - 7,6
Perm.tall	mg O/l	6,3		6,3	6,0 - 6,6
Klorid	mg Cl/l	5,5		5,5	5,3 - 5,7
Total hårdhet	mg CaO/l	6,7		6,7	6,5 - 7,0
Jern	µg Fe/l	230	300	260	180 - 830
Mangan	µg Mn/l	70	<50	50	<50 - 410

Vannet er relativt bløtt, har en pH på 6,4 og er betydelig påvirket av organisk og partikulært materiale. Vannet har relativt høyt innhold av jern og mangan.

8.2.5. Biologiske forhold

De biologiske forhold er ikke undersøkt.

8.2.6. Bakteriologiske forhold

Tabell 108. Middeltall for bakteriologiske analyseresultater

Dato	Coliforme bakterier pr. 100 ml		Kimtall pr. ml (20°C)	
	Middeltall	Variasjonsbredde	Middeltall	Variasjonsbredde
15/6	3	0 - 6	385	200 - 389
9/9	10	5 - 14	69	24 - 103

8.2.7. Konklusjon

Vannet i Isesjøen er svakt surt, middels bløtt og er i betydelig grad belastet med organisk materiale. Vannet inneholder en del jern- og manganforbindelser. Under stagnasjonsperiodene er det et visst forbruk av oksygen i dyplagene. Observasjonene viser at vannet i noen grad var belastet med bakteriologisk forurensningsmateriale. Isesjøen befinner seg i en relativt langt fremadskreden tilstand av eutrofieringen. Innsjøen er lite egnet som drikkevannskilde uten at vannet blir omfattende rensset (kjemisk felning).

8.3. Vannforekomster i Trøgstad

8.3.1. Generelt

Etter oppdrag fra Trøgstad kommune har Norsk institutt for vannforskning undersøkt 8 vannforekomster i Trøgstad: Norsk institutt for vannforskning, oppdrag nr. 84/64. Undersøkelse av Maastadtjern som drikkevannskilde. Blindern, september 1964.

Følgende vannforekomster ble undersøkt:

	<u>Overflateareal</u>	
A. Maastadtjern:	ca. 173	da.
Gangnestjern:	" 108,7	"
Blåtjern I:	" 9,9	"
B. Vikstjern:	" 26	"
Svarttjern:	" 8	"
Blåtjern II:	" 16	"
Stortjern:	" 43,7	"
Lindtjern:	" 10,5	"

Nedbørfelter:

For innsjøer nevnt under A: 3,05 km²
" " " " B: 1,04 "

Undersøkelsen omfattet en limnologisk observasjon av Maastadtjern med prøvetaking den 19. juni 1962 og 24. juni 1964. Fra de andre lokaliteter ble det samlet inn overflateprøver den 19. juni 1962.

8.3.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Berggrunnen i nedbørfeltet består vesentlig av gneis og gneis-granitter. Området er til dels dekket med et tynt lag med morenegrus hvor det vokser en del skog, ellers er det en del myrområder i nedbørfeltet.

8.3.3. Hydrografiske forhold

8.3.3.1. Temperatur- og oksygenforhold

På observasjonsdagen den 19. juni 1962 lå sprangsjiktet i Maastadtjern på ca. 3,5 m dyp, mens sprangsjiktet den 24. august 1964 lå på ca. 5 m dyp. Temperaturen i dyplagene på de to observasjonsdagene var henholdsvis ca. 4,0 og ca. 4,5°C.

Det var forholdsvis lave oksygenmetninger i dyplagene på begge observasjonsdager. Dette viser at dypvannmassene blir forholdsvis lite ventilert under vårsirkulasjonsperioden og at det er et visst forbruk av oksygen under sommerstagnasjonsperioden som følge av dekomponering av organisk materiale.

Tabell 109. Temperatur- og oksygenforhold i Maastadtjern

Dato	19/6-62			24/8-64		
	Temp. °C	Oksygen		Temp. °C	Oksygen	
		mg O ₂ /l	% metn.		mg O ₂ /l	% metn.
1	16,85	8,7	92,0	15,75	8,9	92,2
2	16,80	9,1	96,4			
4	6,24	9,1	74,1	14,75	8,8	84,9
5,5				8,58	6,8	59,6
8	6,18	7,9	65,9	5,50	6,0	48,7
10	4,35	7,8	62,0			
12	4,09	7,5	59,4	4,74	4,8	38,7
16	4,00	6,1	48,2	4,46	4,9	38,8
20	4,06	5,8	45,5	4,44	4,0	31,8
22	4,06	5,1	40,3			
22,5				4,54	4,5	27,7

8.3.3.2. Andre kjemiske forhold

Tabell 110. Kjemiske analyseresultater

Dato	Stasjon	pH	Spes. ledn. evne 20°C µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
19/6-62	Maastadtjern, M	6,1	34,8	37	0,5	5,4	90	50
24/8-64	Maastadtjern, M	6,0	32,8	40	1,1	5,3	160	60
19/6-62	Blåtjern I, 0	6,6	23,0	33	0,5	4,7	50	50
"	Gangnestjern, 0	6,9	34,2	16	0,5	3,1	50	50
"	Blåtjern II, 0	5,3	24,6	44	0,9	5,1	110	50
"	Vikstjern, 0	5,2	24,6	33	0,5	3,4	320	50
"	Lindtjern, 0	5,1	23,7	37	1,2	3,6	270	50
"	Stortjern, 0	5,1	27,2	39	0,7	3,9	140	50
"	Svarttjern, 0	5,2	27,2	53	1,1	7,7	70	50

M = middelverdier 0 = overflateprøver

Vannet i Maastadtjern var noe surt (pH ca. 6) og bløtt (spesifikk ledningsevne ca. 33 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Fargen var forholdsvis høy (ca. 40 mg Pt/l). Turbiditetsverdiene lå på ca. 1 mg SiO_2/l . Vannmassene inneholdt betydelige mengder organisk materiale (humusstoffer). Kaliumpermanganattallene lå i området 5 - 6 mg O/l. Det forholdsvis høye jerninnhold i dyplagene henger sammen med dekomponeringsprosesser. Manganinnholdet var forholdsvis lavt.

Blåtjern I hadde omtrent samme kjemiske kvalitet som Maastadtjern, bortsett fra en noe lavere elektrolytisk ledningsevne. I Gangnestjern var vannet tilsynelatende mindre surt, og den noe lavere fargeverdi tyder på at det var mindre påvirket av humusstoffer, ellers var vannet i kjemisk henseende lik Maastadtjern.

I Vikstjern, Svarttjern, Blåtjern II, Stortjern og Lindtjern var de kjemiske forhold noenlunde like. Vannet her var surere (pH ca. 5,1) og elektrolyttfattigere enn i Maastadtjern og Gangnestjern. Ellers var vannkvaliteten omtrent den samme.

8.3.4. Biologiske og bakteriologiske forhold

Biologiske og bakteriologiske forhold er ikke undersøkt.

8.4. Vansjø

8.4.1. Generelt

Lokaliteten er undersøkt etter oppdrag fra Moss kommune: Norsk institutt for vannforskning, rapport nr. 5/64. Vansjø. En limnologisk undersøkelse utført i tidsrommet januar 1964 - januar 1965. Blindern, desember 1966.

I observasjonsperioden ble det samlet inn månedlige prøver fra to stasjoner: St. I, dypeste område i Storfjorden, st. II utenfor Vanum (vestlige område). Samtidig ble det samlet inn prøver fra de fire viktigste tilløpselver nemlig Hobølelva, Veidalselva, Trollhetta og Svindalselva samt fra Mosseelva ved Hananstrømmen.

Undersøkelsens art: Fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelser. Prøvene ble i alt analysert på 19 forskjellige kjemiske komponenter. De biologiske forhold på de to hovedstasjoner samt i enkelte tilløpselver ble undersøkt. Dessuten ble forurensningssituasjonen i nedbørfeltet vurdert.

8.4.2. Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet ligger i det østlandske grunnfjellsområde, og berggrunnen er bygd opp av prekambriske gneisbergarter. Store deler av feltet ligger lavere enn den marine grense (ca. 210 m.o.h.). P.g.a. isbreenes materialtransport ble det i det daværende havområde avsatt store mengder leire og morenemateriale. Det store Ra i syd demmer opp Vansjø. Landskapet er senere blitt oppdelt og utformet av rennende vann. Dreneringsvann fra områder med løsavsetninger avsatt i havet har ofte et relativt høyt kalk- og saltinnhold.

Vansjø's nedbørfelt er ca. 676,2 km² stort hvorav 411 km² eller ca. 60% er bevokst med skog, 15 km² eller ca. 2,2% er myr, ca. 114 km² eller ca. 17% er dyrket mark og ca. 136 km² eller ca. 20% er vann og lite produktive områder. I området bor det ca. 16 400 mennesker. Ca. 70% av befolkningen bor i Hobølelvas nedbørfelt. Her foregår også ca. 60% av all jordbruksvirksomhet i området. Bortsett fra Grubernes Sprængstoffabrikker A/S på Ski, er det lite industriell virksomhet i nedbørfeltet. Avrenningsvannet fra nevnte industribedrift føres ut i Haugselva som igjen renner sammen med Hobølelva. Spesielle innretninger i forbindelse med jordbruksvirksomheten belaster også vassdragene med konsentrerte forurensninger. Innsjøens forurensningsbelastning skyldes i det vesentlige forholdene i Hobølelva og dens nedbørfelt.

8.4.3. Morfometriske og hydrologiske forhold

Vattenbyggnadsbyråen, Gøteborg avd. har loddet opp og tegnet dybdekart over Vansjø i målestokk 1 : 20000 og med 2 meters koteavstand. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 111.

Tabell 111. Morfometriske og hydrologiske data

Høyde over havet	24,5	m	
Nedbørfelt	676,2	km ²	
Største dyp	41	m	
Overflateareal	35,8	km ²	
Volum	263,9	mill. m ³	
Middel dyp	7,4	m	
Midlere avrenning	16	l/sek/km ²	
	d.v.s.	10,8	m ³ /sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	280	døgn

Innsjøen har en uregelmessig utforming, og den består av mange bukter og avsnitt som er skilt fra hverandre ved nes, øyer, holmer og terskler. Mange steder langs strendene er det frodig vegetasjon.

Hobølelvas vannføring representerer praktisk talt halvparten av det totale tilsig fra nedbørfeltet.

8.4.4. Bruk av lokaliteten

Vansjø brukes i dag som råvannskilde for omliggende vannverk, deriblant Moss, men det er selvsagt også mange andre bruksinteresser knyttet til lokaliteten.

8.4.5. Hydrografiske forhold

8.4.5.1. Temperaturforhold

På alle observasjonsdager ble temperaturen målt i en rekke dyp på begge stasjoner. Dessuten ble overflatetemperaturen målt daglig på to steder i innsjøen. Middelttemperaturen på de forskjellige observasjonsdager er gjengitt i tabell 112.

Tabell 112. Middeltemp. på de forskjellige observasjonsdager

St.	Dato	21/1	25/2	16/3	21/4	19/5	24/6	29/7	26/8	24/9	19/10	24/11	25/1
		1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1967
I		3,4	3,7	4,0	4,2	9,0	13,4	15,7	16,2	12,9	9,3	4,7	2,3
II		3,5	3,6	4,1	4,9	11,8	15,7	17,2	16,5	12,3	9,1	3,1	2,1

Den termiske årsyklus i Vansjø avviker fra det normale for norske innsjøer. Den typiske sommerlagdeling med forholdsvis varmt vann i overflatelagene skarpt atskilt fra kaldere vann i dypet, var lite utpreget på begge stasjoner. Som tabellen viser var det om sommeren markert høyere temperaturer på st. II enn på st. I. Dessuten ble temperaturforholdene på st. II hurtigere forandret under oppvarmings- og avkjølingsperioder. Den høyeste temperatur 18,8°C ble målt den 10. august. Innsjøens isfrie periode varte fra 19. april 1964 til 13. desember samme år.

Om høsten og vinteren var vannet gjennomgående varmest på st. I.

Observasjonene viste også at under visse flomperioder kan ellevannets temperatur ha betydning for dypvannstemperaturen i hovedbassenget. Dette henger sammen med tetthetsforskjell i ellevannet og vannet i innsjøen.

8.4.5.2. Oksygenforhold

I den isfrie årstid hadde vannmassene et høyt innhold av oksygen på begge stasjoner, bortsett fra en viss oksygendefisitt i de aller dypeste lagene på stasjon I i slutten av sommerobservasjonsperioden (august/september). Under vinterstagnasjonsperioden var det et betydelig forbruk av oksygen i dyplagene på begge stasjoner. Dette forbruk av oksygen er vanlig i innsjøer av denne type og henger sammen med biokjemisk nedbrytning av organisk materiale i vannet og i mudderet.

8.4.5.3. Kjemiske forhold

Følgende tabell viser variasjonsbredde og gjennomsnittsverdier for kjemiske komponenter på de to stasjoner.

Tabell 113. Middelverdier for kjemiske komponenter

Komponent	St. I		St. II	
	Variasjonsbredde	Gj. snitt	Variasjonsbredde	Gj. snitt
Temperatur °C	0 - 16,6	8,4	0 - 17,2	8,2
Oksygen, mg O ₂ /l	2,5 - 13,2	9,6	0,6 - 12,6	8,5
Oksygen, % metn.	20,0 - 99,0	83,5	5,2 - 99,6	75,3
Surhetsgrad, pH	6,1 - 7,0	6,7	6,2 - 7,1	6,6
Spes. ledn. evne, 20°C, µS/cm	58,8 - 69,2	62,7	62,0 - 97,0	70,6
Farge ufiltr., mg Pt/l	35 - 390	80	36 - 157	67
Farge, filtr., mg Pt/l	22 - 112	42	18 - 84	38
Turbiditet, ufiltr., mg SiO ₂ /l	3,1 - 53,5	9,9	2,1 - 21,5	8,4
Turbiditet, filtr., mg SiO ₂ /l	0,4 - 15,2	2,7	0,3 - 12,8	2,0
Permanganattall, mg O/l	2,8 - 8,8	6,2	3,3 - 8,0	6,3
Syrehydrol. fosfat, µg P/l	25 - 270	61	18 - 127	48
Ortofosfat, µg P/l	1,0 - 11,5	3,6	1,0 - 9,0	3,4
Klorid, mg Cl/l	3,0 - 7,9	6,4	6,3 - 16,2	8,3
Nitrat, µg N/l	355 - 860	492	122 - 530	369
Nitrit, µg N/l		3,2		3,8
Sulfat, mg SO ₄ /l	9,4 - 12,0	10,7	10,4 - 13,8	11,6
Tot.hårdhet, mg CaO/l	7,5 - 11,5	10,3	9,8 - 12,0	11,0
Kalsium, mg CaO/l	4,9 - 9,2	7,5	6,0 - 9,7	7,9
Magnesium, mg MgO/l	0,8 - 4,2	1,8	0,9 - 6,0	3,0
Jern, µg Fe/l	90 - 860	310	130 - 1290	330
Mangan, µg Mn/l	<50 - 1400	60	<50 - 850	50
Kalium, mg K/l	2,0 - 7,2	4,1	2,0 - 2,2	2,0
Natrium, mg Na/l	4,3 - 4,9	4,8	4,8 - 5,9	5,2
Bundet og fri ammonium, mg N/l	0,22 - 0,59	0,32	0,22 - 0,49	0,34

Vannets pH varierte noe i løpet av observasjonsperioden, men gjennomgående var vannet svakt surt. Variasjonene hadde nøye sammenheng med vannets temperatur og planteplanktonets utvikling.

Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne var noe høyere enn i andre innsjøer som ligger i grunnfjellsområder, men likevel kan vannet karakteriseres som bløtt og saltfattig. Den relative høye ledningsevne har sammenheng med at innsjøen ligger under den marine grense og er omgitt av løsavsetninger som inneholder lett løselige salter. Dette er også årsaken til de relative høye verdier for natrium, kalium, klorider og sulfater.

Vannets kvalitet med hensyn til innhold av partikulære stoffer og organisk materiale, var i løpet av observasjonsperioden svært variabelt. De høyeste verdier for farge, turbiditet og kaliumpermanganattall ble observert om høsten og i vintermånedene. Under og etter flomperioder var verdiene spesielt høye. I sommermånedene var vannets innhold av partikulært og organisk materiale størst på st. II. I store deler av observasjonsperioden ble de høyeste verdier observert i dyplagene. Vannets belastning av partikulært og organisk materiale henger i det vesentligste sammen med tilsigselvenes og bekkenes gravende virksomhet. En stor del av det suspenderte materiale er meget finkornet og har en diameter $<5 \mu$.

Vannets innhold av fargestoffer var lavest i sommermånedene og høyest om høsten og vinteren. Både farge- og oksyderbarhetsverdiene (kaliumpermanganattallene) var hele tiden relativt høye og viste at vannet var betydelig påvirket av organisk materiale.

Vannets jerninnhold var relativt høyt og av samme størrelsesorden på begge stasjoner. De høyeste verdier ble observert i vintermånedene og de laveste i sommermånedene. Jerninnholdet fulgte således de samme variasjonsmønstre som vannets innhold av organisk materiale. Dette henger sammen med at jern i høy grad er kompleks bundet til humuskomponenter. Under vinterstagnasjonsperioden var det en økning av vannets jerninnhold mot dyplagene. Dette skyldes reduksjonsprosesser forårsaket av nedbrytning av organisk stoff i bunnsedimentene. Vannets manganinnhold var stort sett lavt på begge stasjoner. Også denne komponent hadde betydelig høyere verdier i dyplagene under stagnasjonsperiodene.

Vannets innhold av fosfater og nitrater var forholdsvis høyt, og varierte noe i løpet av observasjonsperioden. Fosfatverdiene var således 3 - 4 ganger høyere om vinteren enn om sommeren. Vannets nitratinnhold varierte noe uregelmessig på st. I. På st. II avtok nitratinnholdet gradvis utover våren og sommeren. Om sommeren var det markert lavere fosfat- og nitratverdier på st. II enn på st. I. Variasjonene i vannets innhold av næringssalter henger sammen med tilsigvannets innhold av slike stoffer samt produksjon av planteplankton.

8.4.6. Biologiske forhold

Målsettingen med den biologiske del av undersøkelsen var å gi en beskrivelse av "standing stock" av plankton. Samtidig med den systematiske gjennomgåelse av materialet skulle mulige ulikheter mellom de to hovedstasjoner (st. I og st. II) markeres, og organismer som indikerer eutrofi noteres.

Vansjø viser en rik og variert planktonbestand. Ca. 100 ulike kategorier er holdt atskilt ved den kvantitative bearbeidningen, men en videre systematisk analyse ville øke dette antall ytterligere. Kvantitativt hadde utviklingen av planteplanktonet på st. I en typisk periodisitet. Om vinteren var planktonbestanden liten, den økte utover våren og nådde maksimum en stund etter isløsningsen. Midtsommers avtok bestanden noe, et nytt maksimum oppsto i september, og gjennom høstmånedene avtok så forekomstene inntil vintersituasjonen ble etablert. Chrysophyceene hadde to tydelige maksima i mai og august, mens diatomeene hadde størst tallmessig forekomst i juni og september - oktober. I kvantitativ sammenheng dominerte diatomeene fra og med mai til og med oktober.

Planktonbestanden på st. II viste avgjort større artsrikdom enn på st. I. Dette gjelder især chrysophyceene. Det betydelige antall diatomeer gjenspeiler sjøens eu-mesotrofe karakter, og den rike forekomst av ulike arter av slekten Melosira er i god overensstemmelse med dette. En relativ stor forekomst av chrysophyce-flagellater viser at sjøen ikke har en ren eutrof karakter.

Planktonbestanden på st. II var i sommermånedene langt større enn på st. I. Ved en sammenlikning av resultatene fra denne undersøkelse med resultatene fra tidligere undersøkelser, er det tydelig indisier på at Vansjø er forandret mot en innsjøtype hvor planktonet har en større mengdemessig forekomst sammenliknet med forholdene i 1920 - 30 årene. Eutrofieringsprosessen i innsjøen kommer til uttrykk i disse resultatene. Planktonforholdene i Vansjø viser en rekke likhetspunkter med hva som tidligere er beskrevet for innsjøer på kontinentet og som gjennom forurensningspåvirkninger er blitt utpreget eutrofe i løpet av et relativt kort tidsrom.

Ut fra planktonforholdene kan Vansjø i dag karakteriseres som mesotrof, d.v.s. innsjøen har en viss produksjonsevne. I hvilken grad innsjøens sirkulasjonsforhold og vannmassenes leirepåvirkning influerer på innsjøens produksjonsforhold er vanskelig å vurdere. En økning av innsjøens belastning, eller en forandring av de hydrologiske forhold i hovedbassenget, kan imidlertid være inngrep som påskynder en eutrofierende utvikling.

8.4.7. Bakteriologiske forhold

Norsk institutt for vannforskningens undersøkelse omfattet ikke de bakteriologiske forhold.

8.4.8. Sammenfattende diskusjon

Både den kjemiske og biologiske undersøkelsen har vist at Vansjø i dag utvikles i eutrof retning. En forsert utnyttelse av hovedtilløpenes nedbørfelt for kulturformål, kan relativt snart føre Vansjø over i en fase med betydelig endring av vannkvaliteten som kan gjøre den mindre egnet for mange formål, og som kan vanskeliggjøre bruken av den som drikkevannskilde selv om vannet blir fullrenset. I denne sammenheng er Hobølelva det største faremoment, i det man i dennes nedbørfelt kan vente den største aktivitet i tiden fremover. Den tryggeste løsning for en utnyttelse av Vansjø som råvannskilde for et fremtidig vannverk, vil være å plassere vanninntaket et sted i Storfjorden og samtidig lede Hobølelva over til de vestlige områder av innsjøen. En overføring av Hobølelva vil resultere i en forbedring av vannkvaliteten i de østlige deler av Vansjø, men neppe i så stor grad at det vil medføre et mindre behov for omfattende rensing av vannmassene ved bruk av lokaliteten som drikkevannskilde.

GENERELL DISKUSJON

9. GENERELL DISKUSJON

De fleste innsjøer som er behandlet i denne rapport er relativt små og ligger gjerne i skogsterreng. Vannforekomstene brukes som regel som drikkevannskilder og de fleste er av den grunn lite belastet med sivilisatorisk forurensningsmateriale. Enkelte av lokalitetene er demmet opp, hvorved til dels store myrområder er lagt under vann. Sjøene er gjerne mer eller mindre belastet med organisk materiale som i vesentlig grad blir tilført fra nedbørfeltene. I flere lokaliteter har oppdemningen ført til en øket organisk belastning. Humusstoffene inneholder i vekslende grad jern- og manganforbindelser, som ofte er en ulempe ved bruk av lokalitetene som drikkevannskilder. I en rekke av lokalitetene er det påvist oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Dette har sammenheng med nedbrytning av organisk materiale i vannet og i bunnsedimentene. Vannet er som regel svakt surt og elektrolyttfattig.

I de store vannforekomster som gjerne har lang teoretisk oppholdstid som f.eks. Eikeren, Glitrevatn og Femunden har vannet lavt innhold med organisk materiale. Dette har sin årsak i effektiv nedbrytning av eventuelt organisk materiale som tilføres fra nedbørfeltet. I disse lokaliteter er det heller ikke vesentlig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene. De kjemiske forhold forøvrig er i store trekk de samme som nevnt ovenfor.

De eutrofierte innsjøer som f.eks. Gjersjøen, Jarenavatn, Borrevatn og Akersvatn ligger under den marine grense i utpregede jordbruksområder, eller de er tildels sterkt belastet med kloakkvann. Karakteristisk for disse sjøer er relativt høyt elektrolyttinnhold, som i vesentlig grad har sin årsak i utløsning av salter fra løsavsetninger. Vannet har et høyt innhold av plantenæringsstoffer, og i sommerhalvåret inntreffer gjerne algeblomst. Som en følge av dette er vannet i disse perioder sterkt belastet med organisk materiale.

Nedbrytning av organisk materiale i vannet og i mudderet betinger et mer eller mindre markert oksygenvinn i dyplagene under stagnasjonsperiodene.

Erfaringene har vist at en utstrakt bruk av mindre innsjøer som resipienter for kloakkvann fører til en hurtig eutrofieringsutvikling. Innsjøer som f.eks. Årungen, Gjersjøen, Kolbotnavatn som ifølge innhentede opplysninger hadde typisk oligotrof karakter for 20 - 30 år siden, er i dag omvandlet

til utpregede eutrofierte innsjøer. Årsaken er som nevnt tilførselen av kloakkvann. Andre innsjøer, som f.eks. Borrevatn, Akersvatn og Steinsfjorden, er også eutrofierte, men årsakssammenhengen her er antakelig i vesentlig grad avrenningsvann fra jordbruket. I alle fall har det vist seg at mindre innsjøer med relativ lang teoretisk oppholdstid er dårlig egnet som resipienter for avløpsvann. Dette henger sammen med at plantenæringsstoffer - særlig fosfater - blir akkumulert i de respektive innsjøer eller deres bunnsedimenter. Senere i utviklingen, når oksygenforrådet i dyplagene som følge av dekomponering av organisk materiale er oppbrukt, blir det et reduktivt miljø som bl.a. muliggjør frigivelse av plantenæringsstoffer. Dermed er betingelse til stede for en fremskridende eutrofieringsutvikling. Videre skaper denne akkumulering av plantenæringsstoffer i innsjøers bunnsedimenter et tregt system som vanskeliggjør en gjenvinning av allerede eutrofierte innsjøer til mindre produktive vannforekomster. Erfaringene tyder på at dystrofe innsjøer er spesielt ømfintlig for belastning med plantenæringsstoffer, og det synes som om eutrofieringsproblemene (algeblomstring) i slike lokaliteter gjør seg gjeldende ved relativt liten belastning med kloakkvann. Teoretisk er det mulig at følgene av kloakkvanntilførselen står i forhold til innsjøens opprinnelige organiske belastning. Når det organiske materiale i vannet og bunnsedimentene nedbrytes, blir det derved som nevnt skapt et reduktivt miljø som er årsak til frigivelse av bl.a. eventuelle plantenæringsstoffer. Disse blir i sirkulasjonsperiodene tildels ført opp til innsjøens produksjonssone, og vil således bli tilgjengelig for planktonproduksjon. Disse problemer er imidlertid lite undersøkt og bør derfor vies spesiell oppmerksomhet i fremtiden.

De dynamiske forhold som karakteriserer rennende vann fører erfaringsmessig til at forurensningsbelastede elver og bekker relativt hurtig forbedres når belastningen opphører.

Det synes viktig at man ved områdeplanlegging tar tilstrekkelig hensyn til alle bruksinteresser. En vannforekomst representerer, slik at planlegging og gjennomføring av tiltak er i samsvar med den aktuelle lokalitets spesielle situasjon. I første rekke er det nødvendig å benytte kunnskaper fra regionale undersøkelser ved vurderingen av ingeniørmessige tiltak som skal beskytte vannforekomstene.

7/3 1968

HH/bri