

204

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Utredning for Østlandskomiteén 1967

0204 d

serie nr 5

Rapport I

**Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster**

Del 1.

Generell oversikt over arbeidsopplegg og metodikk

Redigert

av

cand. real. Rolf T. Arnesen

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

Utredning for Østlandskomiteén 1967

Rapport I

**Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster**

Del 1.

Generell oversikt over arbeidsopplegg og metodikk

Redigert

av

cand. real. Rolf T. Arnesen

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

Redaksjonen avsluttet desember 1967

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
FORORD	4
1. INNLEDNING, GEOGRAFISK OVERSIKT	5
1.1 Innledning	5
1.2 Geografisk oversikt	6
2. BOSETTING OG NÆRINGSVEIER	8
2.1 Innledning	8
2.2 Bosetning	8
2.3 Jordbruk	9
2.4 Industri	10
2.4.1 Avløpsvann med innhold av organisk stoff	11
2.4.2 Avløpsvann fra jern og metallindustri	13
2.4.3 Avløpsvann fra diverse industri	14
2.5 Annen virksomhet	14
3. UNDERSØKELSER	15
3.1 Tidligere utførte arbeider	15
3.2 Undersøkelser utført i 1967	16
3.2.1 Omfattende befaringer	16
3.2.2 Prøveinnsamlinger ved mindre tokt	17
3.3 Vannforekomster omtalt i Rapport I	17
4. FELTMETODIKK	20
5. FYSISK OG KJEMISK ANALYSEMETODIKK	21
5.1 Innledning	21
5.2 De enkelte analysekomponenter	22
5.2.1 Temperatur	22
5.2.2 Oksygen	22
5.2.3 pH	23
5.2.4 Spesifikk elektrolytisk ledningsevne	23
5.2.5 Farge	23
5.2.6 Turbiditet	24
5.2.7 Permanganattall	24
5.2.8 Klorid	25
5.2.9 Sulfat	25
5.2.10 Ortofosfat	25
5.2.11 Totalfosfat	25
5.2.12 Nitrat	25

INNHALDSFORTEGNELSE (forts.):

	Side:
5.2.13 Bundet og fri ammonium (BFA)	26
5.2.14 Alkalitet	26
5.2.15 Total hårdhet	26
5.2.16 Kalsium, magnesium, natrium og kalium	26
5.2.17 Kobber og sink	26
5.2.18 Jern	27
5.2.19 Mangan	27
5.2.20 Silisium	27
6. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER	28
7. VURDERING AV DET FORELIGGENDE MATERIALE	30

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. De enkelte typer arealer i prosent av totalt areal	6
2. Utslipp av organisk stoff som BOF <sub>5</sub> og i industri- ekvivalenter fra en del industri typer	13
3. Skala for subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst av organismer	29

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Østlandsområdet. Oversiktsskisse	7
2. Østlandsområdet. Undersøkte vannforekomster	19

## F O R O R D

Delrapport 1 er en generell innledning til Rapport I til Østlands-komitéen. Her er metodene som ble benyttet ved det praktiske arbeidet beskrevet, og litteraturen som danner grunnlaget for den teoretiske del av utredningen er omtalt. Det er dessuten trukket frem en del momenter som har betydning for forståelsen av de øvrige deler av Rapport I.

Rapport I er en omfattende utredning, og arbeidet med den har i 1967 lagt beslag på en rekke av instituttets ansatte i det samarbeid som har vært nødvendig.

Mange opplysninger og data har det vært nødvendig å få fra personer og institusjoner utenfor instituttet. Det har vært særlig hyggelig at slike henvendelser er blitt møtt med så stor velvilje.

Blindern, 15. februar 1968

R.T. Arnesen

## 1. INNLEDNING, GEOGRAFISK OVERSIKT

### 1.1 Innledning

Høsten 1966 fikk Norsk institutt for vannforskning henvendelse fra Kommunal- og Arbeidsdepartementet gjennom Østlandskomiteén om å gi en utredning om vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. I et notat av 11. oktober 1966 foreslo instituttet et arbeidsprogram for en slik vurdering. I notatet er arbeidet delt i fire avsnitt med følgende inndeling:

- Del I: UTREDNING OM VASSDRAGSUTNYTTELSE I ØSTLANDSOMRÅDET.
- Del II: FREMTIDIG VANNFORSYNING OG KLOAKKVANNSDISPONERING FOR DE ENKELTE KOMMUNER, RESPEKTIVE REGIONER.
- Del III: VANNFORSYNING OG AVLØP I DET SENTRALE ØSTLANDSOMRÅDET.
- Del IV: VASSDRAGSTILSTANDER.

Den utredning som arbeidet har resultert i har fått en felles tittel:

"VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE. UTREDNING FOR ØSTLANDSKOMITEÉN 1967."

Av de fire delene er det funnet naturlig å beskrive del I og del IV i sammenheng. Rapporten som dekker del I og del IV, har fått følgende tittel:

RAPPORT I: BESKRIVELSER OG UNDERSØKELSER AV VANNFOREKOMSTER.

Rapporten består av følgende delrapporter:

- Del 1: GENERELL OVERSIKT OVER ARBEIDSOPPLEGG OG METODIKK.
- Del 2: GLÅMA. GUDBRANDSDALSLÅGEN. DRAMMENSVASSDRAGET. BEGNAVASSDRAGET. HALLINGDALSELVA. NUMEDALSLÅGEN. SKIENSVASSDRAGET. (7 enkeltbind).
- Del 3: MJØSA. HURDALSJØEN. ØYEREN. RANDSFJORDEN. TYRIFJORDEN. NORSJØ. (2 enkeltbind).
- Del 4: ANDRE VASSDRAG OG INNSJØER.
- Del 5: FERSKVANNSFISKET OG SKADEVIRKNINGER AV FORURENSNINGER.

Utredningen angående øvrige avsnitt i instituttets arbeidsprogram for vurderingen er samlet i Rapport II: TEKNISKE OG ØKONOMISKE VURDERINGER AV VANNFORSYNINGSG- OG AVLØPSFORHOLD.

## 1.2 Geografisk oversikt

Det området som er beskrevet i rapporten, omfatter fylkene: Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold og Telemark (se figur 1). Grensene for nedbørfeltet for de vassdrag som ligger innenfor området, faller i store trekk sammen med de administrative grenser som omgir Østlandsfylkene. I området bor omtrent halvparten av landets samlede befolkning, mens det totale areal bare er ca. 34% av landets samlede areal.

På grunnlag av folketellingen 1960 er det beregnet at ca. 55% av alle som har sitt arbeid i industrien er bosatt i de åtte Østlandsfylkene. Ca. 45% av de personer i landet som har sitt yrke innen jordbruk og skogbruk er bosatt i det aktuelle området. Totalt jordbruksareal og areal av fulldyrket jord i prosent av de tilsvarende arealer for landet totalt, er henholdsvis ca. 48% og ca. 51%, noe som vitner om landsdelens betydning i landssammenheng.

Landskapet på Østlandet kan forøvrig inndeles i følgende typer: et jordrikt, relativt tettbygd sletteland opp til ca. 200 m over havet, et skog- og dal-landskap opp til skoggrensen i ca. 800 - 1 000 m.o.h. og over dette høyfjellet. En oversikt over fordelingen av de enkelte arealer er gitt i tabell 1.

Tabell 1. De enkelte typer arealer i prosent av totalt areal.

Jordbruksareal (totalt) .....	ca. 5 %
Produktiv skog .....	" 36 "
Udyrket mark under skoggrensen <sup>1)</sup> .....	" 57 "
Høyfjellsområder <sup>2)</sup> .....	" 33 "
Areal av vannforekomster .....	" 5 "

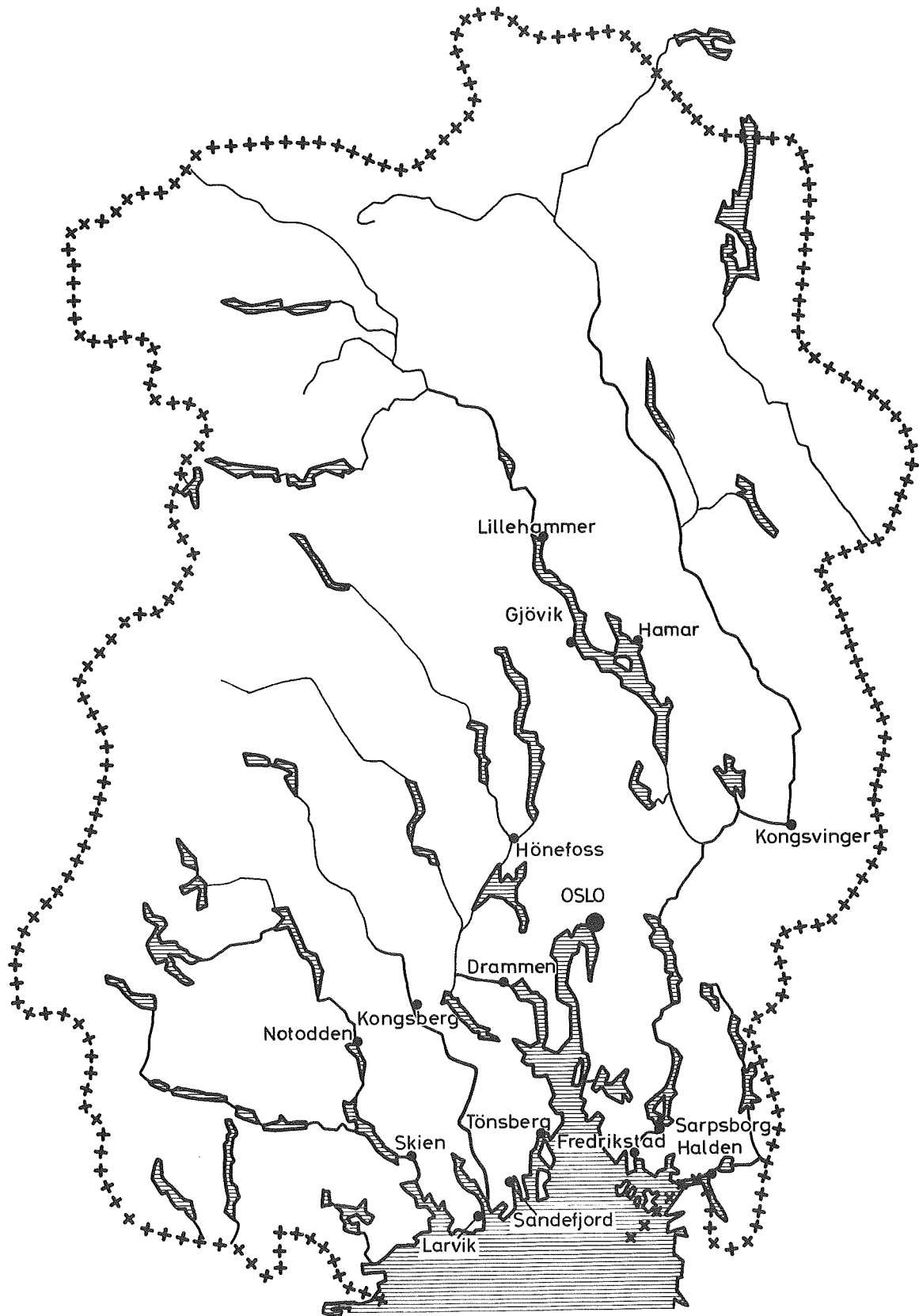
1) Produktiv skog inkludert

2) Områder over skoggrensen



Fig.1 Östlandsområdet.  
Oversiktsskisse.

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km



## 2. BOSETTING OG NÆRINGSVEIER

### 2.1 Innledning

Ved enhver omfattende vurdering av forurensningssituasjonen i innsjøer og vassdrag er informasjonen om en rekke forhold i nedbørfeltet av betydning. Virksomheten innen industri og jordbruk kan ha særlig stor innflytelse på vannkvaliteten i et vassdrag, likeledes har bosetningsmønster og befolkningstall betydelig interesse i denne sammenheng.

Det materiale som har vært til disposisjon har tildels vært noe foreldet, og inndelingen i de fleste oppslagsverk følger dessuten administrative grenser. I den foreliggende utredning har det imidlertid vært naturlig å velge inndelingen etter vassdragenes nedbørfelt. En viss usikkerhet i tallmaterialet må derfor ventes, idet denne overgang i inndeling til en viss grad er foretatt skjønnsmessig.

### 2.2 Bosetning

For beskrivelse av bosetningsmønster og folketall i nedbørfeltet for de enkelte vassdrag er følgende grunnlagsmateriale blitt benyttet:

1. Statistisk Årbok for Norge. Statistisk Sentralbyrå, Oslo 1966.
2. Særtrykk fra statistisk ukehefte SU nr. 7 Statistisk Sentralbyrå Oslo 1967.
3. Bosettingskart over Norge 1:400 000. Statistisk Sentralbyrå Oslo 1950.
4. Norges kommuner, Sør-Norge. Norges geografiske oppmåling Oslo 1965.
5. G. Sætren: Hydrografisk kart over Det sydlige Norge, 1904.
6. Diverse gradteigs- og rektangelkart i målestokk 1:100 000.
7. Norge, bind I, II, III, J.W. Cappelens forlag A/S, Oslo 1963.

Befolkningstall for de enkelte kommuner er i hovedsaken hentet fra Statistisk Årbok for Norge 1966.

I forbindelse med beregninger der vannføringstall inngår, er følgende kilder benyttet for bestemmelse av vannføring i de enkelte vassdrag:

8. Hydrologiske undersøkelser i Norge. Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Oslo 1958.
9. Norske Kraftverker Bind I. Teknisk Ukeblads forlag, Oslo 1954.
10. Norske Kraftverker Bind II. Teknisk Ukeblads forlag, Oslo 1966.

### 2.3 Jordbruk

Innen jordbrukssektoren foregår en rekke virksomheter som har betydning for vassdragenes belastning med forurensninger. Noen omfattende beskrivelse og vurdering av de enkelte forurensningskilder på dette felt er ikke foretatt her i landet. I andre land er det riktignok foretatt undersøkelser som belyser enkelte sider av jordbrukets betydning for forurensningsbildet, men disse resultater kan ikke uten videre overføres til norske forhold. Av virksomhet innen jordbruket som kan ha betydning i denne forbindelse, kan nevnes: driftsmåte for dyrket mark, husdyrhold, drift av siloanlegg, gårdsanlegg for halmluting osv.

I den foreliggende utredning har det bare vært mulig å antyde jordbrukets betydning ved å angi den andel av vassdragenes nedbørfelter som er dyrket mark, samt antall husdyr innenfor de enkelte deler av nedbørfeltet. Som et felles mål for de forskjellige husdyrslag er det i denne rapporten innført betegnelsen fosforekvivalenter for husdyr. Grunnlaget for enheten er den mengde fosforforbindelser som antas avgitt i gjennomsnitt fra et menneske, nemlig 2,5 g fosfor (P) pr. døgn. På grunnlag av dette er 1 storfe satt til 10 fosforekvivalenter, mens småfe (sau, geit, gris) i middel er satt til 1,5 fosforekvivalenter.

Det er viktig å være oppmerksom på at det i denne sammenheng er benyttet et næringssalt som målestokk, mens det oftest eller når personekvivalentbegrepet benyttes, er organisk stoff målt som biokjemisk oksygenforbruk som er utgangspunkt. Likeledes må man være oppmerksom på at personekvivalentbegrepet bare kan ta hensyn til en enkelt forurensningskomponent; noe uttrykk for f.eks. hygieniske forhold gir dette begrep ikke.

I et senere avsnitt (pkt. 2.4) innføres begrepet industriekvivalenter, som benyttes for å gi et inntrykk av forurensningsbelastningen fra industribedrifter. En ukritisk sammenlikning av tall for fosforekvivalenter for husdyr og industriekvivalenter innbyrdes eller i forhold til befolkningstall, kan føre til fullstendig gale konklusjoner. Spesielt må det understrekes at fosforekvivalenter for husdyr og industriekvivalenter bygger på forskjellig grunnlag, og er overhodet ikke sammenliknbare.

Tallmaterialet som beskriver jordbruksareal (åker, eng, kulturbeite osv.) samt husdyrantall, er i det vesentligste hentet fra:

11. Jordbruksteljinga i Noreg. Statistisk sentralbyrå Oslo 1959.
12. Oversiktskart. Produksjonsgrunnlag for landbruket. Det sentrale Austlandet. Målestokk 1:250 000. Utarb. av Jorddyrkingsdirektoratet 1967.

I de tilfeller hvor deler av en kommune inngår i nedbørfeltet for et vassdrag, er jordbruksarealet som regel fordelt etter befolkningstetthet i kommunens enkelte deler. Der dette har vært vanskelig eller urimelig, er arealutnyttelsen vurdert mer skjønnsmessig. Hvor liknende fordeling for husdyrtallet har vært nødvendig, er fordelingen foretatt i forhold til jordbruksareal.

De mange bedrifter som er knyttet til jordbruk og husdyrhold (ysterier, meierier, slakterier, fellesanlegg for halmluting osv.), er omtalt i forbindelse med industri i pkt. 2.4.

#### 2.4 Industri

Avløpsvann fra industribedrifter kan ofte spille en betydelig rolle for forurensningssituasjonen i et område. På grunn av den varierte sammensetning slikt avløpsvann kan ha, vil det i det følgende bli gitt en oversikt over enkelte typer av industrielt avløpsvann samt de virkninger avløpsvannet har på en resipient.

Det har i dette arbeid ikke vært mulig å foreta noen inngående avveining av hvilke bedrifter som har størst betydning for forurensningssituasjonen i de aktuelle vassdrag. Visse grupper er likevel gitt nærmere omtale i det følgende, ikke minst fordi det har vært mulig å skaffe relativt gode opplysninger om disse bedrifters beliggenhet og produksjon. Det må understrekes at det ved utvelgelsen bare i mindre grad har vært mulig å ta hensyn til den betydning de enkelte industrigrupper har for forurensningssituasjonen.

Av litteratur som er benyttet, kan nevnes:

13. Meinck, Stooff, Kohlschütter: Industrie - Abwässer, 3. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1960.

14. Nemerow: Theories and Practices of Industrial Waste Treatment. Addison - Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass. - Palo Alto - London, 1963.
15. Sierp: Gewerbliche und Industrielle Abwässer, 3 Aufl. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1967.
16. Undersøkelse av avløpsvann fra slakterier. NIVA-rapport: 0 - 89/62 og 0 - 79/63. (Rapportene avsluttet 1964).
17. Leif Bruneau: Survey of Cost of Waste Water Treatment at Some European Pulp and Paper Mills. Water and Air Pollution Laboratory of the Swedish Industries.

For registrering av de enkelte industribedrifters plassering og produksjon i den grad det har vært mulig, er benyttet:

18. S.M. Bryde: Norges Handelskalender, I. Bind, 1966-67.
19. Emil Diesen: Jern- og Metallindustri Årbok 1963-64. Oslo 1963.
20. Emil Diesen: Norske Papir-, Cellulose-, Tremasse-, Wallboard- og Sponplatefabrikker, Årbok 1966-67. Oslo 1966.
21. Norges Industri- og Eksportkalender. A.S. IND-EKS, Oslo 1967.

#### 2.4.1 Avløpsvann med innhold av organisk stoff

I Østlandsfylkene vil avløpsvann med stort innhold av organisk stoff hovedsakelig komme fra treforedlings- eller næringsmiddelindustri. Som eksempler kan nevnes sulfitt- og sulfatcellulosefabrikker, papirfabrikker, wallboard- (trefiberplate-)industri, slakterier, meierier, pølsemakerier, konserverfabrikker, bryggerier, brennerier, mineralvannfabrikker osv.

Innen kjemisk industri og fra enkelte andre spesielle bedrifter kan også slikt avløpsvann forekomme. Eksempler her er bedrifter med produksjon av organiske kjemikalier, garverier, enkelte typer tekstilindustri, fellesanlegg for halm-luting osv.

Virkningen av organisk stoff i avløpsvann fra en industribedrift er avhengig av en rekke faktorer. Viktig er blant annet konsentrasjonen av organisk stoff etter fortynning i resipienten, samt arten av organisk stoff. Den virkning som vel i størst grad har betydning her i landet, er vekst av hete-

rotrofe organismer. Ved større utslipp i stilleflytende elver eller innsjøer kan vannmassenes oksygeninnhold influeres i den grad at fullstendig oksygen-svikt med luktulemper, fiskedød o.l., inntreffer. Slike situasjoner har foreløpig bare sjelden forekommet i Norge, men det er all grunn til å være oppmerksom på forholdene.

Som tidligere nevnt (pkt. 2.3), benyttes i denne rapport betegnelsen industriekvivalenter som et mål for utslipp av organisk stoff fra forskjellige industribedrifter. En industriekvivalent settes her lik 60 g biokjemisk oksygenforbruk ( $\text{BOF}_5$ )/døgn. Bakgrunnen for dette mål er at det kan antas at et menneske avgir en organisk stoffmengde svarende til 60 g  $\text{BOF}_5$ /døgn. I litteraturen ellers er det vanlig å betegne den organiske belastning ekvivalent med en person som en personekvivalent. Det er imidlertid i denne rapport funnet riktig å unngå en slik betegnelse, for å understreke den betydelige forskjell det kan være mellom organisk stoff i industriavløpsvann og kommunalt kloakkvann.

I tabell 2 er utslipp av organisk stoff fra en del bedriftstyper angitt både i  $\text{BOF}_5$  og i personekvivalenter. Under omtalen av de enkelte vassdrag og innsjøer er bare bedrifter som tilhører de kategorier som er nevnt i tabellen tatt med ved beregning av de samlede industriekvivalenttall. Dette fører til at bare en del av de bedrifter som slipper ut avløpsvann som inneholder organisk stoff, er kommet med i den totale belastningsberegning. Tallene i tabell 2 er basert på en rekke kilder, både norske og utenlandske, og det er ofte store variasjoner i den oppgitte belastning fra de samme typer industri. Slike uoverensstemmelser må det alltid bli, idet to fabrikker som fremstiller samme produkt, praktisk talt aldri har samme tekniske utformning. Ved fastsettelsen av de industriekvivalenttall som er brukt i den foreliggende rapport, er det stort sett benyttet middelverdier fra litteraturen (13 - 17). Samtidig har det likevel vært nødvendig å bruke et visst skjønn.

Som det fremgår av det foregående inngår mange usikkerhetsmomenter i beregninger av industriekvivalenter. Tallene må derfor først og fremst betraktes som orienterende. Detaljerte beregninger kan bare gjøres etter målinger som utføres i hvert enkelt tilfelle.

Tabell 2. Utslipp av organisk stoff som BOF<sub>5</sub> og i industriekvivalenter fra en del industrityper.

1 industriekvivalent = 60 g O<sub>2</sub>/døgn som BOF<sub>5</sub>.

Virksomhet	Belastning BOF <sub>5</sub>	Antatt industriekv.tall	Enhet	Anmerkninger
Sulfittcellulose koking	200-300 kg	3500	pr. tonn prod.	For visse kvaliteter betydelig høyere
Sulfatcellulose koking	20- 30 kg	450	- " -	
Sulfitt & sulfatcellulose, bleking	12- 20 kg	300	- " -	
Wallboard prod.	30-100 kg	800	- " -	
Halvkjemisk masse	75-150 kg	2000	- " -	
Tremasse (90%)	5 - 15 kg	200	- " -	
Papir	5 - 15 kg	150	- " -	
Konsum meieri	0,5-1,5 kg	15	pr.1000 l melk	
Produksjonsmeieri (ysting)	5 - 10 kg	100	"	
Smørkjerning	2 - 4 kg	50	"	
Tørrmelk	1 - 2 kg	20	"	
Slakteri	8 - 10 kg	150	pr. tonn slakt	Gjennomsnitt for alle typer slakt.
Halmluting	40 - 50 kg	700	pr. tonn tørr halm	

#### 2.4.2 Avløpsvann fra jern og metallindustri

Avløpsvann fra jern og metallforarbeidende industri er først og fremst karakterisert ved at det kan inneholde sterke syrer og baser samt sterke giftstoffer som cyanider og tungmetallsalter. Begge grupper av forbindelser virker giftige for fisk og andre akvatiske organismer i meget lave konsentrasjoner. Ved høyere konsentrasjoner kan de naturligvis også ha betydning for drikkevannsinteressene i et vassdrag.

Av bedrifter som tilhører denne gruppe kan nevnes jern og stålverk, mekaniske verksteder, elokseringsverksteder, galvanotekniske bedrifter osv.

Selv ved meget små bedrifter, særlig innen galvanoteknisk industri, er faren for alvorlige vannforurensninger tilstede. Det benyttes konsentrerte bad av

slike giftstoffer som er nevnt tidligere ved prosessene, og faren for utslipp ved uhell er tilstede. Slike uhell kan ha betydelige konsekvenser både for fisk og annet liv i og ved vassdraget. I det normale avløpsvann fra slike bedrifter er konsentrasjonen av giftstoffer betydelig lavere, men kan likevel ha innvirkning på små resipienter.

Noen sammenlikning av avløpsvann fra denne type industri med husholdningskloakkvann har liten interesse, og begrepet personekvivalenter eller industriekvivalenter har for avløpsvann fra jern og metallindustri ingen mening.

#### 2.4.3 Avløpsvann fra diverse industri

Avløpsvann fra mange bedrifter tilhører ingen av de typer som er omtalt i de foregående avsnitt. Blant disse kan nevnes fabrikker med utslipp av spesielle giftstoffer, plantenæringsalter, stoffer med sterkt luktende komponenter, eller stoffer som gir sterk smak på drikkevann o.l. Avløpsvann med sterkt fargede komponenter eller eventuelt høyt innhold av suspenderte stoffer kan påvirke resipientens utseende betydelig. Et tilfeldig utvalg av bedrifter som kan nevnes i denne sammenheng er: Gruveanlegg og flotasjonsverk, fabrikker for fremstilling av farmasøytiske preparater, plantevernmidler og acetylgass, impregneringsanlegg og visse typer kjemisk industri. Dessuten har avløpsvann fra garverier, meierier og visse tekstilbedrifter en eller flere komponenter som faller innen en av de ovenfor nevnte kategorier.

#### 2.5 Annen virksomhet

De virksomheter som ellers kan nevnes er skogbruk og turistnæring. Opplysninger om skogareal er stort sett hentet fra:

22. Skogbrukstillingen i Norge. Statistisk Sentralbyrå, Oslo 1957.

Ved dette registreringsarbeid er også en rekke av de tidligere nevnte kilder benyttet, bl.a. 4, 5 og 6. Med skogareal menes her produktiv skog under skoggrensen. I de tilfeller hvor nedbørfeltet omfatter deler av kommunen er det tatt hensyn til områdets høyde over havet, jordbruk og eventuelle andre virksomheter.

I sammenheng med skogbruket kan nevnes sagbrukene. Det ligger et betydelig antall sagbruk ved vassdragene på Østlandet. I seg selv betyr et sagbruk lite for forurensningssituasjonen. Ved ufornuftig disponering av sagflis og liknende avfall kan det imidlertid ha stor betydning. Noen egentlig registrering av sagbruk er ikke foretatt i denne forbindelse, men det er under arbeidet blitt



klart at det ved samtlige vassdrag er et stort antall.

Med hensyn til turistnæringen og dens betydning for vannforurensningssituasjonen er det ikke gjort noen inngående vurderinger. En viss omtale som i det vesentlige bygger på litteraturhenvisning pkt. 7, er gitt ved beskrivelser av de enkelte vassdrags nedbørfelter.

### 3. UNDERSØKELSER

#### 3.1 Tidligere utførte arbeider

Vannforekomstene i Østlandsområdet har lenge vært gjenstand for vitenskapelig interesse. En sterk ekspansjon innen industri, rasjonalisering i jord- og skogbruk samt en stigende levestandard har medvirket til endringer i bosetningsmønster og folks levevis. Utnyttelsen av innsjøer og vassdrag i området har derfor krevd stadig større oppmerksomhet. I løpet av de siste 50 år er det gjennomført en rekke betydningsfulle undersøkelser av vannforekomstene på Østlandet, dels med sikte på å løse praktiske problemer og dels med en mer akademisk målsetning.

Den begrensede tid som har vært til disposisjon har hindret et inngående litteraturstudium. En fullstendig liste over publiserte arbeider som har tilknytning til vassdrag og innsjøer på Østlandet, er derfor ikke forsøkt satt opp. Det er imidlertid publisert flere lister over arbeider som er utført i norske vannforekomster innen de ulike felter av ferskvannsforskningen. Litteraturreferanser til noen slike lister er gitt nedenfor, men det kan ikke være tvil om at et arbeid med sikte på en full oversikt på dette området ville ha stor betydning.

STRØM, K.M., 1933: Litteratur über norwegische Binnenseen.  
Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und  
Hydrographie. Bd. 28.

HAUGE, H.V., 1941: Botanisk litteratur om norske innsjøer.  
Nytt Magasin for Naturvitenskapene. Bind 82.

HAUGE, H.V., 1957: Folia Limnologica Scandinavica, no. 9.

GJESSING, J. 1951: Hovedfagsarbeider i geografi.  
Norsk geografisk Tidsskrift 13.

DAHL, B.P. og GJESSING, J., 1956: Hovedfagsarbeider i geografi ved  
Universitetet i Oslo. Norsk geografisk Tidsskrift 15.

SOLLID, J.L., 1965: Hovedfagsarbeider i geografi ved Universitetet i Oslo 1957 - 1964.  
Norsk geografisk Tidsskrift nr. 1 - 2.

KJENSMO, J., 1967: Kaare Strøm, 1902 - 1967.  
Arch. Hydrobiol. 64, pp. 111-120.

I tillegg til de undersøkelser som er publisert gjennom faglitteraturen har Norsk institutt for vannforskning utført en rekke undersøkelser, dels på eget initiativ og dels etter oppdrag. For en stor del av disse arbeider foreligger det rapport, men ofte er rapporten ikke offentlig tilgjengelig, idet den er oppdragsgiverens eiendom. I den grad det har vært mulig er disse rapporter med oppdragsgiverens samtykke benyttet under beskrivelsen av enkelte vassdrag og innsjøer i det foreliggende arbeid. Beskrivelsene som bygger på tidligere rapporter, har måttet bli noe skjematiske og ufullstendige i de tilfeller der den opprinnelige målsetning ikke faller sammen med målsetningen for den foreliggende utredning.

### 3.2 Undersøkelser utført i 1967

De undersøkelser som er utført i 1967 og som har direkte sammenheng med Østlandskomiteens oppdrag til Norsk institutt for vannforskning, kan deles i to grupper:

1. Omfattende befaringer.
2. Prøveinnsamlinger ved mindre tokt.

#### 3.2.1 Omfattende befaringer

Befaringene er gjennomført med deltakelse av tre av instituttets forskere som hver dekket et av de tre fagområder biologi, kjemi og limnologi. Ved befarin-  
gene kunne derfor feltobservasjonene utføres parallelt innen de aktuelle fag-  
områder. Arbeidsmåten ved de enkelte tokt er generelt beskrevet i pkt. 4,  
Feltmetodikk, mens spesielle forhold er beskrevet i de enkelte delrapporter,

Følgende vassdrag er undersøkt ved befaringer av dette slag i 1967:

Glåma,  
Gudbrandsdalslågen,  
Begnavassdraget,  
Hallingdalsvassdraget,  
Numedalslågen,  
Skien vassdraget.

### 3.2.2 Prøveinnsamlinger ved mindre tokt

For en rekke lokaliteter forelå det fra tidligere undersøkelser en del opplysninger. Fra disse steder er det samlet inn prøver ved mindre omfattende tokter. I første rekke er det kjemiske analyser som er utført på disse prøver. Hensikten med arbeidet har i første rekke vært å komplettere det materialet som allerede forelå. Ellers har det vært aktuelt å bruke resultatene fra slike enklere prøveinnsamlingstokter for å belyse lokale forhold. Prøvene er samlet inn fra følgende vannforekomster:

Aulielva  
Haldenvassdraget  
Sandeelva  
Viggavassdraget.

I forbindelse med andre oppdrag som Norsk institutt for vannforskning har arbeidet med i 1967, er vannprøver også samlet inn fra følgende innsjøer:

Femunden  
Mjøsa  
Norsjø  
Ossjøen i Trysil  
Randsfjorden  
Storsjøen i Odal  
Storsjøen i Rendalen  
Tyrifjorden  
Øyeren

### 3.3 Vannforekomster omtalt i Rapport I

Følgende vannforekomster er beskrevet i Rapport I: (se Fig. 2)

Rapport I, Del 2:

Glåma	Gudbrandsdalslågen
Drammensvassdraget	Begnavassdraget
Hallingdalselva	Numedalslågen
Skiensvassdraget	

Rapport I, Del 3:

Mjøsa	Hurdalsjøen
Øyeren	Randsfjorden
Tyrifjorden	Norsjø

Rapport I, Del 4:

OSLO OG AKERSHUS FYLKE

Aurevatn	Bleksli/Bråtetjern
Breiviktjern	Børtervatn
Gjersjøen	Halsjø, Dretvatn og Fiskeløysa
Heggelivatn	Lyseren
Maridalsvatn	Nitelva
Nordbysjøen	Padderudvatn

Store Sandungen

BUSKERUD FYLKE

Drammen vannforsyning	Garsjø
Glitrevatn	Krøderen
Lierelva	Sandevatn
Sperillen	Væleren

HEDMARK FYLKE

Digern	Dragsjø
Femunden	Hornsjø og Veksaren
Ossjøen	Storsjøen i Odalen
Storsjøen i Rendalen	Trysilvassdraget

OPLAND FYLKE

Hunnselva	Strondafjorden
	Viggavassdraget

TELEMARK FYLKE

Flåtevatn	Mjøvatn
-----------	---------

VESTFOLD FYLKE

Akersvatn	Aulielva
Borrevatn	Eikeren
Farrisvatn	Goksjø
Sandeelva	Svartangen

Åsvatn

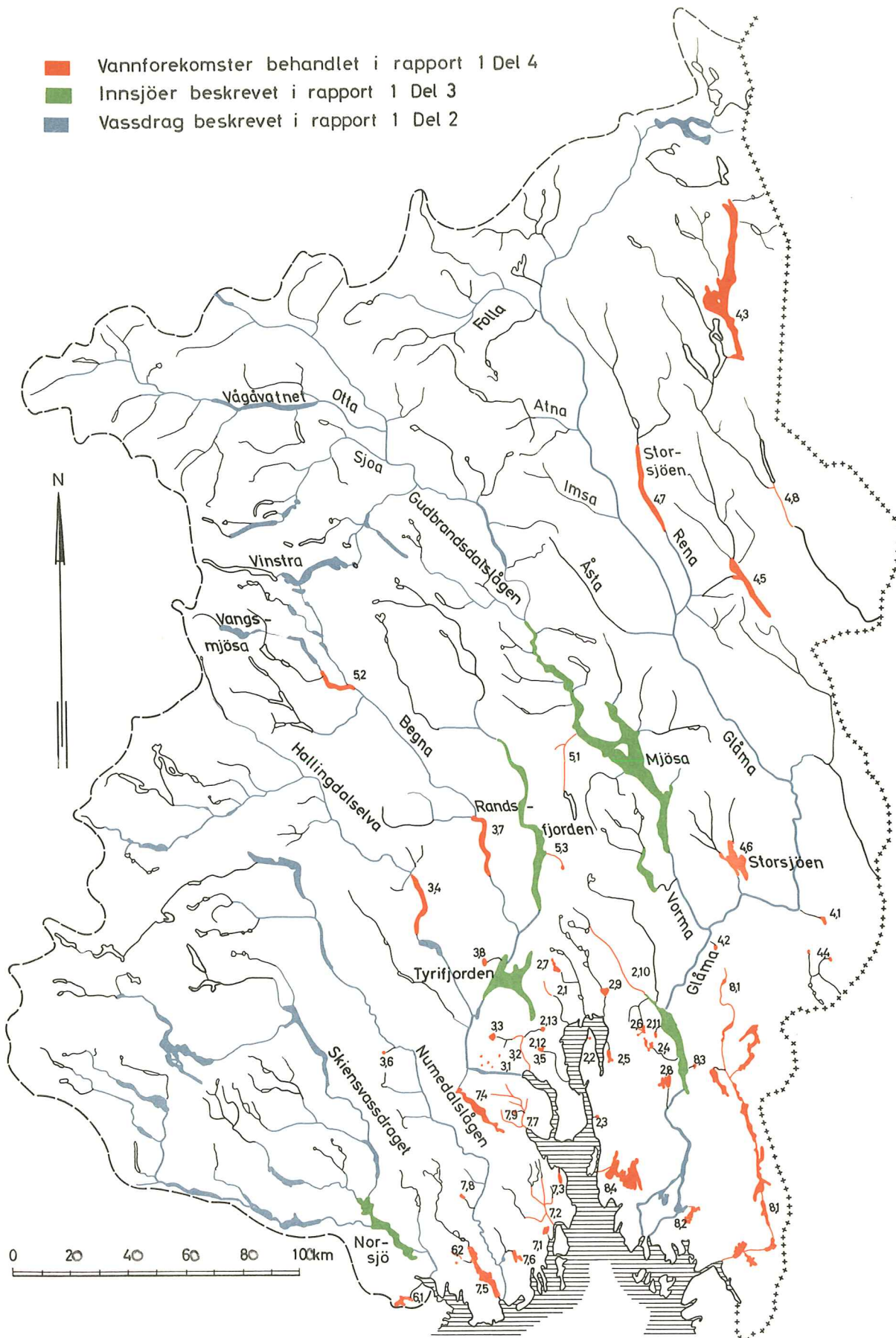
ØSTFOLD FYLKE

Haldenvassdraget	Isesjø
Trøgstad	Vansjø

# Östlandsområdet

## Undersökte vannforekomster

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



#### 4. FELTMETODIKK

Undersøkelsen av de større vassdrag og innsjøer på Østlandet har på mange måter skilt seg fra de oppgaver instituttet tidligere har arbeidet med. Det geografisk store området undersøkelsen har foregått i, og den begrensede tid som har vært til disposisjon, har nødvendiggjort et spesielt opplegg for feltarbeidet, med sikte på en rasjonalisering av arbeidet og behandlingen av resultatene.

Alle feltobservasjoner som er utført i direkte sammenheng med oppdraget for Østlandskomiteén, har vært gjort i 1967.

For vassdragsundersøkelsene er feltarbeidet gjennomført ved enkelttokter av 1 - 3 ukers varighet, for de fleste vassdrags vedkommende bare et enkelt tokt. I enkelte vassdrag er det foretatt supplerende innsamlinger av prøver når det har vært anledning til det.

Opplegget for de seks vassdragsbefaringene ble basert på en bil som var innredet som et enkelt laboratorium. Dette gav muligheter for å utføre en del kjemiske analyser under feltarbeidet. Likeledes kunne det foretas en foreløpig bearbeidelse av de biologiske prøver umiddelbart etter innsamlingen. En slik arbeidsform har gitt muligheter for en mer samlet vurdering av situasjonen i de enkelte avsnitt av vassdragene allerede under feltarbeidet.

Det må understrekes at en undersøkelse som bare er basert på en enkelt befaring ikke må tillegges for stor betydning. Hvor representativ en slik tilfeldig undersøkelsesperiode har vært, er det bare i en viss grad mulig å vurdere. Enkelte av befaringene har det til og med vært nødvendig å gjennomføre under flomsituasjoner o.l.

Ved befaringene er visse stasjoner i vassdraget utvalgt som hovedstasjoner. Her er det tatt prøver for fullstendige kjemiske analyser. Dessuten er det foretatt biologiske undersøkelser. Ellers er det, hvor det er funnet nødvendig, gjort supplerende observasjoner. Ved samtlige stasjoner og mer tilfeldige prøvetakingssteder er det lagt vekt på å få prøver som er mest mulig representative for hovedstrømmens vannmasser. I stilleflytende partier kan utslipp og tilløpselver forbli ublandet med elvens hovedvannmasser lange strekninger, og det er lagt vekt på å unngå slike lokale forhold. Prøvene er dels tatt direkte fra bredden, og dels fra broer o.l. ved hjelp av vannhentere.

Den biologiske del av feltarbeidet er nærmere beskrevet under pkt. 6, men det kan nevnes her at de gunstigste forhold for prøvetaking for kjemiske analyser ikke alltid faller sammen med det gunstigste parti for biologiske observasjoner. Biologiske og kjemiske observasjoner som refererer til en bestemt stasjon, kan i visse tilfeller være tatt i en viss avstand fra hverandre. Det er alltid forsøkt gjort på en slik måte at begge sett av observasjoner sammen er representative for et begrenset parti av vassdraget.

Innsamling av prøver fra de store innsjøene i forbindelse med undersøkelserne i 1967 er foretatt på 1 - 8 punkter i innsjøene, avhengig av problemstillingen. Innsjøene er fulgt med observasjoner til forskjellige årstider i den grad det har vært mulig. På hver enkelt stasjon er vannprøver tatt ut i forskjellige dyp med vannhenter.

## 5. FYSISK OG KJEMISK ANALYSEMETODIKK

### 5.1 Innledning

Kjemiske analyser av vannprøver bør generelt foregå så snart som mulig etter at disse er tatt, idet lagring av prøver kan føre til forandring i de kjemiske forhold. På grunn av de store avstander og den tid hver enkelt befaringsstrakte seg over, var tiden fra prøver ble tatt til de kunne analyseres på laboratoriet i Oslo ofte lengre enn ønskelig. En del analyser ble derfor utført i felten, dels som en kontroll for de forandringer som eventuelt kunne foregå i prøvene og dels for allerede under befaringen å orientere seg om de kjemiske forhold i vassdraget. Mulighetene for å utføre kompliserte kjemiske analyser i felten var imidlertid begrenset, og bare følgende komponenter ble rutinemessig utført under feltarbeidet:

pH, spesifikk elektrolytisk ledningsevne, farge og turbiditet.

Samtlige innsamlede vannprøver ble analysert etter dette program. Dessuten ble permanganattall og oksygeninnhold for en del prøver bestemt ute.

Bare en del av de innsamlede prøver ble sendt til laboratoriet i Oslo for analyse. Her ble prøvene analysert etter følgende relativt omfattende program:

pH, spesifikk elektrolytisk ledningsevne, farge, turbiditet, permanganattall, klorid, sulfat, ortofosfat, totalfosfat, nitrat, bundet og fri ammonium, alkalitet, total hårdhet, kalsium, magnesium, kalium, natrium, jern, mangan, kobber, sink og silisium.

Overensstemmelsen mellom de analyseresultater som ble oppnådd i felten og de som ble funnet ved analyser på laboratoriet for tilsvarende prøver, var for flere komponenter god. For enkelte komponenter var imidlertid avviket så vidt stort og systematisk at det må antas at det hadde foregått forandringer i prøvene ved henstand.

Til tross for at det ble utvist størst mulig omhu ved prøvetaking og analyser, er resultatene beheftet med usikkerhet. Ved vurdering av de fysisk-kjemiske analyseresultater er det derfor viktig at det ikke legges for stor vekt på enkeltresultater.

## 5.2 De enkelte analysekomponenter

I det følgende er det gitt en kort omtale av de enkelte analysemetoder som er benyttet, samt den behandling prøven er gitt før analyse i de tilfeller der det er tilsatt kjemikalier for å konservere prøvens innhold av en komponent.

De omtalte metoder er bare benyttet for analyser av prøver innsamlet under feltarbeidet i 1967. Ved tidligere undersøkelser kan analysene være utført ved andre metoder.

Dersom intet annet er nevnt er prøvene bare analysert på laboratoriet i Oslo, og prøven er tatt på en liters eller to liters plastflasker.

### 5.2.1 Temperatur

I elver og i overflaten av innsjøer er temperaturen målt på to forskjellige måter. Dels er temperaturen bestemt ved neddykking av kvikksølv-reservoiret på et vanlig termometer inndelt i 1/10 Celsiusgrader, dels er den bestemt med NVE's elvetermometer etter fylling av vannbeholderen tre ganger. De to metoder viste tilfredsstillende overensstemmelse ved sammenlikning.

I innsjøenes dypere vannmasser er temperaturen bestemt ved hjelp av vendetermometer med oppgitt nøyaktighet på  $\pm 0,01$  °C.

### 5.2.2 Oksygen

Oksygenanalyser er bare utført på prøver fra innsjøer. Ved prøvetakingen blir oksygenet fiksert på spesielle glassflasker ved tilsetning av mangan-(II)klorid og sterk lut tilsatt kaliumiodid. Analysen foretas ved titrering med natriumthiosulfatløsning etter surgjøring (Winkler-Altenbergs metode).



Oksygenbestemmelser er utført dels i felt og dels på laboratoriet. Noen egentlig sammenlikning er ikke foretatt, men det er rimelig å vente god overensstemmelse.

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

### 5.2.3 pH

pH er bestemt både i felt og på laboratoriet. Overensstemmelsen mellom resultatene var tilfredsstillende. I begge tilfeller er det benyttet pH-meter med glasselektrode, men det er benyttet forskjellige instrumenter. Resultater målt i felten er i alle tilfeller benyttet.

Laboratorieinstrument: Radiometer pH-meter 22.

Feltinstrumenter: Electronic Instruments Ltd., type 30 L,  
Orion, modell 401 m/Beckman glasselektrode.

### 5.2.4 Spesifikk elektrolytisk ledningsevne

Vannets spesifikke elektrolytiske ledningsevne er tilnærmet proporsjonal med konsentrasjonen av oppløste salter. Også denne komponent er målt både i felt og på laboratoriet. For prøver med høy ledningsevne er overensstemmelsen tilfredsstillende. For prøver med meget lave innhold av salter er resultatene oppnådd i felten gjennomgående noe lavere enn resultatene for tilsvarende prøver målt på laboratoriet. Hvorvidt dette skyldes forandringer i prøvene eller uoverensstemmelse mellom instrumentene som ble benyttet, er ikke bragt på det rene. For samtlige prøver er resultatene oppnådd i felten, benyttet. Følgende instrumenter ble brukt:

Laboratorieinstrument: Philips PR 9501.

Feltinstrument: Electronic Switchgear MC 1 M.K. IV.

Benevning:  $\mu\text{S/cm}$  ved 20 °C.

### 5.2.5 Farge

Vannets farge er målt fotometrisk med en standard platinakloridløsning som referanse.

Også farge er målt både i felt og i laboratoriet. For et stort antall prøver er det målt vesentlig høyere fargeverdier på laboratoriet enn i felten. Denne forskjellen henger uten tvil sammen med forandringer som har foregått i prøvene. Bare målinger foretatt i felten er derfor benyttet. Resultatet av fargemålingen influeres sterkt av prøvens turbiditet. Selv etter filtrering

vil restturbiditeten føre til et for høyt fargetall.

Både ved felt- og laboratoriemålingene er det benyttet et EEL-filterfotometer med 10 cm kuvette.

Benevning: mg Pt/l.

#### 5.2.6 Turbiditet

Turbiditet er et mål for vannets innhold av suspenderte partikler, og er målt ved å utnytte partiklenes evne til å spre lyset som passerer en vannprøve. Som referanse er benyttet standard oppslemminger av  $\text{SiO}_2$ . Også denne komponent er målt både i felten og på laboratoriet. Det er benyttet forskjellige instrumenter ute og på laboratoriet, og resultatene er derfor ikke umiddelbart sammenliknbare. Likevel er det klart at det også for denne komponent har foregått forandringer fra prøvetaking til analyse i Oslo. Bare resultater målt i felten er benyttet i den foreliggende rapport.

Følgende instrumenter ble benyttet ved måling av turbiditet:

Laboratorieinstrument:	Sigrist Fotometer UP2/LDR5.
Feltinstrument:	Hach Laboratory Turbidimeter, mod. 1860.
Benevning:	mg $\text{SiO}_2$ /l.

#### 5.2.7 Permanganattall

Permanganattall er et mål for prøvens innhold av organisk stoff. Prøven tilsettes en bestemt mengde kaliumpermanganatløsning. Etter oppvarming i 20 minutter på kokende vannbad tilsettes en ekvivalent mengde oksalsyre. Ved oppvarmingen forbrukes noe permanganat, og prøven har nå et overskudd av oksalsyre. Overskuddet tilbaketitreres med mer kaliumpermanganat, og permanganattallet bestemmes.

Også denne analyse er foretatt både i felten og på laboratoriet. Analysen er komplisert og må antas å være beheftet med stor usikkerhet. Særlig ved lave verdier vil dette gi relativt store utslag. Denne usikkerhet tatt i betraktning, viste resultatet ved feltanalysen og på laboratoriet tilfredsstillende overensstemmelse. I de fleste tilfeller er resultatene målt ute, benyttet, men i enkelte tilfeller er også laboratorieresultater brukt i denne rapport.

Benevning: mg O/l.

### 5.2.8 Klorid

Klorid er bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer. Metoden bygger på reaksjonen mellom kvikksølvrodanid og jern når det er kloridioner tilstede.

Benevning: mg Cl/l.

### 5.2.9 Sulfat

Utfelling av  $\text{BaSO}_4$  etter tilsetning av  $\text{BaCl}_2$  målt med EEL filterfotometer.

Benevning: mg  $\text{SO}_4$ /l.

### 5.2.10 Ortofosfat

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

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

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

### 5.2.11 Totalfosfat

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

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

### 5.2.12 Nitrat

Den benyttede analysemetode gir et resultat som omfatter nitrat og nitritt. Analysen er foretatt med AutoAnalyzer. Nitrat reduseres til nitritt med hydrazin, nitritt diazoteres med sulfanilsyre og koples med  $\alpha$  - naftylamin. Lysabsorpsjon måles ved 520 nm.

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

### 5.2.13 Bundet og fri ammonium (BFA)

Analysen omfatter ammonium-nitrogen samt organisk bundet nitrogen. Prøven underkastes en Kjeldahl oppslutning med kobbersulfat som katalysator. Etter oppslutningen tilsettes lut, og frigjort ammoniakk destilleres av. Etter destillasjon bestemmes ammoniakk i destillatet kolorimetrisk med Nesslerers reagens.

Benevning:                   mg N/l (i visse sammenheng er det benyttet  
                                  µg N/l når det er funnet særlig hensiktsmessig).

### 5.2.14 Alkalitet

Alkalitet er et mål for vannets evne til å nøytralisere syre, og samtidig et uttrykk for prøvens innhold av baser (hydroksyder og karbonater). Analysen utføres ved å titrere et bestemt volum av prøven med 1/100 N saltsyre til pH 8 for hydroksyder og til pH 4 for karbonater.

Benevning:                   ml N/10 HCl/l.

### 5.2.15 Total hårdhet

Analysen for total hårdhet omfatter i første rekke kalsium og magnesium, men også andre metallioner inkluderes i resultatet. Prøven titreres med EDTA ved pH 10. Som indikator benyttes Eriokromsvart T.

Benevning:                   mg CaO/l.

### 5.2.16 Kalsium, magnesium, natrium og kalium

Disse metallioner ble bestemt med Perkin-Elmer Atomabsorpsjon spektrofotometer modell 290. Det ble benyttet en acetylen-luft blanding til flammen. Ved bestemmelse av kalsium ble eventuell interferens fra sulfat og fosfat i prøven fjernet ved tilsetning av et stort overskudd av bariumklorid.

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

### 5.2.17 Kobber og sink

Kobber og sink er for de fleste prøvers vedkommende bestemt med atomabsorpsjonspektrofotometer. I de fleste tilfeller var konsentrasjonene så lave at det var nødvendig med oppkonsentrering av prøvene før måling. Denne oppkonsentrering ble foretatt ved inndamping av 50 ml prøve til tørrhet. Målingen



## 6. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER

Målsetningen med de biologiske undersøkelsene har vært å skaffe til veie opplysninger som kan beskrive vassdragenes tilstand. Resultatene av disse undersøkelsene gir grunnlag for en vurdering av forurensningspåvirkning og komplettere de kjemiske og fysiske observasjonene.

Uønskede konsekvenser av forurensningspåvirkningene gjør seg ofte gjeldende gjennom de forandringer av biologisk art som finner sted. Et eksempel er innvirkning på fiskeribiologiske forhold i vassdragene. Organismesamfunnene som etablerer seg, gjennomfører ved sine livsprosesser et stoffskifte som er en viktig del av elvenes evne til selvrensning.

Organismesamfunnene som kommer til utvikling i et vassdrag, gir et uttrykk for den biologiske virkning summen av de fysiografiske faktorer utøver. Forurensning gjør seg gjeldende ved å forandre det fysisk-kjemiske miljø som vannmassene naturlig har, og livsbetingelsene for organismene blir derved influert. Dette medfører at organismesamfunnene også forandrer sammensetning og struktur i områder av et vassdrag som er influert av forurensninger.

Det er en vanskelig oppgave å utrede de biologiske forhold i så store vassdragsystemer som det dreier seg om her. En vitenskapelig beskrivelse av de aktuelle organismesamfunn ville fordre innsats av en rekke spesialister fra botanikk og zoologi, og observasjonene måtte strekke seg over en lang tid. I en slik sammenheng er det beskjedent hva som legges frem i det følgende. Det har vært nødvendig å konsentrere arbeidet om en beskrivelse av resipientenes organismeliv som kan benyttes i vassdragsbedømmelsen, innenfor rammen av opplegget som den praktiske problemstilling satte.

Under feltarbeidet ble det innsamlet prøver som representerte de kvantitativt viktigste organismesamfunn på bunnen og de frittstrømmende vannmassers innhold av organismer og partikulær substans. Prøvene ble ved innsamlingen undersøkt i levende tilstand og deretter fiksert i nøytralisert formalin. I laboratoriet er prøvene bearbeidet videre etter de rutinemessige kvalitative metoder med subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst. Den subjektive vurdering av forekomst ble valgt med bakgrunn i undersøkelsens målsetning. I denne sammenheng kan det også understrekes at innsamlingen av materiale fra bunnens organismesamfunn i mange tilfeller var så vanskelig at tilfredsstillende kvantitative prøver ikke ble oppnådd. Forutsetningen for en tallmessig bearbeiding var dermed ikke tilstede, og et eventuelt telleresultat kunne lett forlede til forestilling om større nøyaktighet enn hva som har vært tilfellet.

Ved den subjektive vurdering av organismenes kvantitative forekomst er det benyttet en skala. Skalaen som ble brukt er gjengitt i tabell 3. En særskilt vanskelighet følger med å skulle vurdere mengden av organismer som representerer ulike størrelsesordner og morfologiske typer samtidig. For å motvirke dette er det valgt to sett angivelser for kvantitetsgruppene som gjelder forekomst av henholdsvis større eller mindre organismer (avgrensningene, se tabellen).

Tabell 3. Skala for subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst av organismer.

Kvantitetsgrupper for kormophytter og invertebrater	Kvantitetsgrupper for thallophytter	Betegnelse for forekomst i prøven
+	+	Forekommer
rr	1	Sjelden
r	2	Sparsom
c	3	Vanlig
cc	4	Hyppig
ccc	5	Dominant

Ved prøvetakingen av biologisk materiale ble det forsøkt å gjøre innsamlingene fra utsnitt av lokalitetene som var så godt som mulig overensstemmende med hensyn til strømforhold og eksponerthet. Det var imidlertid vanskelig å finne slike steder på så mange stasjoner, da elvestrekningenes topografiske forhold varierer på de ulike avsnitt. Innenfor rammen av opplegget begrenset feltarbeidet seg til å gjelde de kvantitativt viktigste organismesamfunn. Hovedvekten av undersøkelsen ble lagt på beskrivelsen av vegetasjonsforholdene.

Når det gjelder metoder og arbeidsmåte ved de biologiske undersøkelser, vises det forøvrig til:

23. Skulberg, Olav: Biologiske metoder ved forurensningsundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning, pp. 1-86, Blindern 1959.

Fremgangsmåten ved det fiskeribiologiske arbeid som ble utført i forbindelse med denne oppgaven, er omtalt i Rapport I, Del 5.

## 7. VURDERING AV DET FORELIGGENDE MATERIALE

Et stort og heterogent materiale fra en rekke fagområder innen ferskvannsforskningen danner grunnlag for Rapport I til Østlandskomiteén. Selv om de fleste parametre som er benyttet i den naturvitenskapelige beskrivelse av vannforekomstene er av objektiv karakter, kreves det likevel et visst subjektivt skjønn ved vurderingen av materialet.

Beskrivelser som bygger på tidligere undersøkelser langt tilbake i tid, kan ikke uten videre sidestilles med beskrivelser som er gjort på grunnlag av mer aktuelle undersøkelser. Målsetningen ved de tidligere undersøkelser gir bare sjelden bakgrunn for en såvidt bred beskrivelse som det er ønskelig å gi i rapporten til Østlandskomiteén.

I mange tilfeller er det bare gitt en utredning om et enkelt av de fagområder som kan være aktuelle (kjemi, biologi osv.). Likeledes har det i en viss grad vært en endring i synet på hvilke parametre som er særlig viktige. Her kan nevnes den betydning næringssaltene etter hvert er blitt tillagt.

Forbedring av metodikk både i feltarbeid og laboratoriearbeid har gitt muligheter for bedre feltobservasjoner og sikrere analyseresultater.

Den tiden som i 1967 har vært til disposisjon for feltarbeid, analyser og bearbeidelse av analyseresultater har vært kort. Ved feltarbeidet har det f.eks. ikke vært anledning til å velge de mest egnede observasjonsperiodene. Våren og sommeren 1967 var dessuten noe unormale når det gjelder hydrologiske forhold, idet vårflommen i de fleste vassdragene på Østlandet var stor og langvarig. For undersøkelsene som ble gjort i 1967 kan det derfor i en viss grad reises tvil om hvor gode de generelle slutninger kan bli på grunnlag av de enkelte observasjoner.

Også den formelle side av rapportfremstillingen har lidd ved det tidspress som har vært. Det har bl.a. ikke vært mulig å bringe alle deler av rapporten inn i en noenlunde enhetlig ramme. Særlig gjelder dette der tidligere utførte undersøkelser danner grunnlag for fremstillingen. Likeledes har det vært vanskelig å gjennomføre en konsekvent bruk av det tilgjengelige kilde-materialet, slik at det nok kan forekomme mindre uoverensstemmelser mellom de enkelte deler av rapporten.

Til tross for de innvendinger som er nevnt i det foregående, er Rapport I til Østlandskomiteén viktig og nyttig både som en orientering om vassdrags-



tilstandene på Østlandet og dessuten som grunnlag for et videre arbeid innen dette fagområdet. En slik samlet oversikt over forholdene i innsjøer og vassdrag innen et såvidt stort område er ikke tidligere stilt sammen her i landet. Selv om materialet er utilstrekkelig for detaljstudier, gir det muligheter for å vurdere nødvendigheten og omfanget av videregående undersøkelser når praktiske problemer skal løses.

Ved undersøkelse av vannforekomster er det en prinsipiell forskjell mellom de resultater som kan oppnås ved kjemiske og biologiske undersøkelsesmetoder. Kjemiske måleresultater fra en befaring kan bare gi et øyeblikksbilde av vassdragets tilstand, mens helhetsinntrykket av tilstanden kommer bedre frem ved biologiske observasjoner. Derimot er kjemiske analyser raskere å utføre, og resultatene er mer eksakte og oftest enklere å tolke enn biologisk observasjonsmateriale. Kjemisk og biologisk observasjonsmateriale vil imidlertid utfylle hverandre, og undersøkelser som omfatter begge fagområder vil derfor være nødvendig som grunnlag for helhetsvurderingen av vassdragstilstanden.