

04 b 3

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Utredning for Østlandskomiteén 1967  
Rapport III

HOVEDRAPPORT

Redigert

av

Instituttchef Kjell Baalsrud

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 III

## HOVEDRAPPORT

Redigert

av

Instituttchef Kjell Baalsrud

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

INNHOILDSFORTEGNELSE:

Side:

1.	INNLEDNING	4
1.1	Oppdraget	4
1.2	Gjennomføring	4
	Rapport I	5
	Rapport II	6
2.	VASSDRAGENES TILSTAND	8
2.1	Generelt	8
	Glåmavassdraget	10
	Gudbrandsdalsvassdraget	14
	Drammensvassdraget	15
	Begnavassdraget	16
	Hallingdalsvassdraget	17
	Numedalsvassdraget	18
	Skiersvassdraget	19
	Store innsjøer	20
	Andre vassdrag og innsjøer	26
	Ferskvannsfisket og skadevirkninger av forurensninger	27
	Avsluttende betraktninger	29
2.2	Vannkilder for fremtidig bruk	32
2.3	Resipienter for fremtidig bruk	33
2.4	Behovet for fremtidig arbeid	34
3.	TEKNISK-ØKONOMISKE VURDERINGER	35
3.1	Dagens situasjon	35
3.2	Utbygging av vannverk	39
3.3	Utbygging av avløpsanlegg	40
3.4	Viktige uløste problemer	42

INNHALDSFORTEGNELSE (forts.):

	Side:
4. VIKTIGE PUNKTER FOR DEN VIDERE VASSDRAGSUTNYTTELSE	44
4.1 De rene vassdrag	44
4.2 De forurensede vassdrag	44
4.3 Interessekonflikter	45
4.4 Retningslinjer for vannkvalitet	45
4.5 Kontroll av forurensningsutslipp	45
4.6 Samkjøring av vannverk	46
4.7 Fullverdige avløpsnett	46

TABELLFORTEGNELSE:

1. Spesialutredninger	7
2. Glåma, Gudbrandsdalslågen, Begnavassdraget, Hallingdalselva, Drammensvassdraget, Numedalslågen og Skiensvassdraget. Geografiske og hydrologiske forhold	11
3. Mjøsa, Hurdalssjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø. Geografiske forhold. Teoretisk belastning. Hydrografi	21
4. Fysisk-kjemiske analyseresultater - Middelerverdier og variasjonsbredder	30

FIGURFORTEGNELSE:

1. Østlandsområdet. Undersøkte vannforekomster	9
2. Mjøsa, Hurdalssjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø Nedbørfelt. Morfometriske forhold	22
3. Oversikt over eksisterende vannforsyningsforhold på Østlandet	36

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Oppdraget

Høsten 1966 ble Norsk institutt for vannforskning av Kommunaldepartementet bedt om å vurdere mulighetene for å utføre en bred utredning om vannforsynings- og avløpsforhold i Østlandsområdet. Utredningene skulle foretas i forbindelse med Østlandskomiteens innstilling, og arbeidet måtte derfor gjennomføres innen rammen av denne komitees arbeidsplan.

Instituttet utarbeidet et notat datert 11. oktober 1966 med forslag til arbeidsområder for en slik utredning. Notatet er tatt med som bilag til denne hovedrapport.

Notatet inneholder forslag til selve arbeidsopplegget. Forutsetninger for at arbeidet skulle kunne gjennomføres var at instituttet kunne benytte resultater av arbeid utført for kommuner og bedrifter i området, at det kunne settes ut en del spesialoppdrag til private konsulentfirmaer, at instituttet kunne ansette spesialmedarbeidere for utredningen og forøvrig basere seg på en betydelig arbeidsinnsats av fylkesingeniørene på Østlandet. Endelig ble det forutsatt at Kommunaldepartementet kunne koordinere dette arbeidet med andre pågående utredninger av kommunal eller fylkeskommunal karakter.

Omkostningsoverslaget viste en antatt samlet utgift på 1,1 mill. kroner.

Forslaget ble godtatt og har vært brukt som arbeidsgrunnlag for utredningen. Departementet har stilt til rådighet for prosjektet 1,0 mill. kroner. Det var forutsetningen at rapportarbeidet skulle være avsluttet ved årsskiftet 1967/1968.

### 1.2 Gjennomføring

Det omfattende oppdrag som instituttet påtok seg med denne oppgaven, førte til en inngripende endring i hele instituttets arbeidsprogram. Oppgaven ble imidlertid ansett så sentral at det var fullt forsvarlig å la den få prioritet fremfor en del løpende prosjekter. Arbeidet har vært delt opp i to hoveddeler, som svarer til innholdet av Rapport I og Rapport II.

Sammenstilling og vurdering av observasjons- og beregningsresultater har vært et tidkrevende arbeid. I tillegg har det vært et stort press å få gjennomført tegne- og skrivearbeidet samt den mangfoldiggjøring som fulgte med. Selv om det fra begynnelsen av har vært lagt stor vekt på koordinering og enhetlig fremstilling av stoffet, vil det nok fremgå av rapportmaterialet at arbeidet har hatt en hurtig fremdrift. De første rapporter er datert i desember 1967, men de fleste er kommet utover første halvåret 1968. Denne forsinkelse i forhold til den opprinnelige plan skyldes dels vanskeligheten med å avgrense arbeidet, men er også i høy grad et resultat av det tekniske arbeid ved å fremstille rapportmaterialet på en tilfredsstillende måte. Det har samtidig vært en stor belastning for fremdriften at instituttetsjefen på grunn av en ulykke høsten 1967 har hatt et lengre sykefravær i rapporttiden. I de enkelte delrapporter er angitt de medarbeidere som har hovedansvaret for arbeidet.

### Rapport I

Denne rapport omfatter de naturvitenskapelige forhold, og arbeidet har dels bestått i å beskrive vassdrag og innsjøer i Østlandsområdet, dels i å vurdere vassdragenes fremtidige utnyttelse for vannforsyning og avløpsdisponering. Ved instituttet har dette arbeidet stått under ledelse av cand.real. H. Holtan, og har i alt vesentlig vært basert på arbeid utført av instituttet i forbindelse med denne oppgaven og ved tidligere anledninger. Når instituttet mente det var mulig å gjennomføre oppdraget i det hele tatt, hang det sammen med at instituttet gjennom mange år hadde utført lokalundersøkelser en rekke steder på Østlandet. Selv om det hittil ikke hadde vært anledning til å foreta en sammenliknende vurdering av de enkelte vannforekomster, satt instituttet derfor inne med et betydelig informasjonsmateriale. Instituttet innhentet tillatelse fra de forskjellige oppdragsgivere til å benytte resultatene av de målinger som er utført, og vil uttrykke sin tilfredshet med at samtlige forespurte stilte seg velvillig i denne sammenheng.

Det var imidlertid nødvendig med ytterligere et stort antall observasjoner som kunne binde sammen de tidligere informasjonen. Dette gjaldt spesielt forholdene langs de store elvene på Østlandet. Det ble utarbeidet et eget toktprogram, og instituttet anskaffet en egen laboratoriebil for formålet. Feltarbeidet foregikk som tokter på inntil to ukers lengde langs vassdragene fra kilden mot havet. På hvert tokt var det med tre forskere, en biolog, en kjemiker og en limnolog. Ved hjelp av laboratoriestyr i bilen kunne en rekke målinger og observasjoner straks bli utført, slik at det på stedet

var mulig å danne seg en oppfatning av vassdragstilstanden. Dessuten ble vannprøver og biologisk materiale bearbeidet videre i instituttets laboratorier.

Toktene langs vassdragene var vellykkede, og de har betydd meget for vår oppfatning av forholdene. På den annen side må det understrekes at man selvfølgelig var avhengig av årstiden, været og vannføringsforholdene under toktene. Skal man danne seg et noenlunde sikkert bilde av vassdragstilstanden, må man observere forholdene gjennom lengre tid, slik at man får med de variasjoner som kan forekomme, og kan skaffe seg en sikrere oppfatning av det som karakteriserer det enkelte vassdrag og vassdragsavsnitt.

Resultatene er gjengitt i alle delrapportene under Rapport I, og en kort oppsummering av forholdene er gitt under pkt. 2.1 i denne rapport.

## Rapport II

Det som denne rapport omhandler, er de tekniske vurderinger for den nåværende situasjon for vannforsyning og avløpsanlegg, og de anlegg som må til for å dekke behovet frem til år 2000.

Arbeidet har vært ledet av avdelingssjef T. Simensen, sammen med en arbeidsgruppe som har bestått av sivilingeniør C.-H. Knudsen, sivilingeniør C. Smits og fylkesingeniør T. Østborg.

Arbeidet har bestått i fremstilling av:

1. Spesialutredninger ved konsulentfirmaer og NIVA.
2. Regionvise utredninger.
3. Sammenstillinger i Rapport II.

De spesialutredninger som har dannet direkte bakgrunn for en del av arbeidet, er satt opp i tabell 1.

Engasjement av konsulenter er foretatt av NIVA i samarbeid med de respektive fylkesingeniører. Ved bortsetting av disse oppgavene ble det lagt stor vekt på å konkretisere målsetningen og å tilveiebringe et mest mulig enhetlig grunnlagsmateriale, slik at ulike konsulenters utredninger skulle bli sammenliknbare, både med hensyn til tekniske vurderinger og kostnadsberegninger.



Tabell 1

Spesialutredninger.

Fylke	Geografisk område	Arbeid	Konsulent	Avsl.- dato
Oslo/ Akershus	Oslo-området	Vannforsyning	Ing. Chr.F. Grøner (samarb. kom. Røstad)	15/8-67
	- " -	Vannforsyning	NIVA	Jan.-68
	Nedre Romerike	Avløpsforhold	NIVA	Okt.-67
Oppland	Gjøvik	Avløpsforhold	Siv.ing. R. Brusletto	31/8-67
	Hadeland	Vannforsyning	NIVA	Des.-67
Hedmark	Hamar	Avløpsforhold	Østlandskonsult A/S	15/9-67
	"	Vannforsyning	- " -	"
Østfold	Sarpsborg/Fr.stad	Avløpsforhold	Østlandskonsult A/S	31/8-67
Buskerud	Drammen	Avløpsforhold	Østlandskonsult A/S	31/8-67
Vestfold	Horten - Borre	Vannforsyning	A/S Viak	15/8-67
	Tønsberg	Avløpsforhold	" "	"
Telemark	Skien-Porsgr.-Bamble	Vannforsyning	Ing. Chr.F. Grøner	30/9-67
	- " -	Avløpsforhold	Siv.ing. R. Brusletto	"
Generelt	Oslo-området Drammen Sarpsborg/Fr.stad Skien-Porsgrunn	Vurdering av tunneltraséer	Kontoret for Fjell- sprengningsteknikk	
	Alle regioner	Tegning av over- siktskart	Andersson & Skjånes A/S	

De regionvise vurderingene har vært utført ved NIVA på grunnlag av materiale sendt inn av fylkesingeniørene og supplert med stoff fra spesialutredningene. Redigering av regionrapportene og fremstilling av nødvendig kartmateriale er utført ved NIVA. Det antas at det ved denne fremgangsmåte langt på vei har lyktes å få de regionvise utredninger så riktige som man på lokalt hold kan fremstille dem, samtidig som de er blitt så enhetlige at de lar seg vurdere ved siden av hverandre på landsdelsbasis.

Resultatene fra regionrapportene er sammenstilt for hvert enkelt fylke, og disse sammenstillingene sammen med mer generelle tekniske og økonomiske beregninger for hele landsdelen, danner bakgrunn for det sammendrag som finnes i Rapport II . Del 3.

## 2. VASSDRAGENES TILSTAND

### 2.1 Generelt

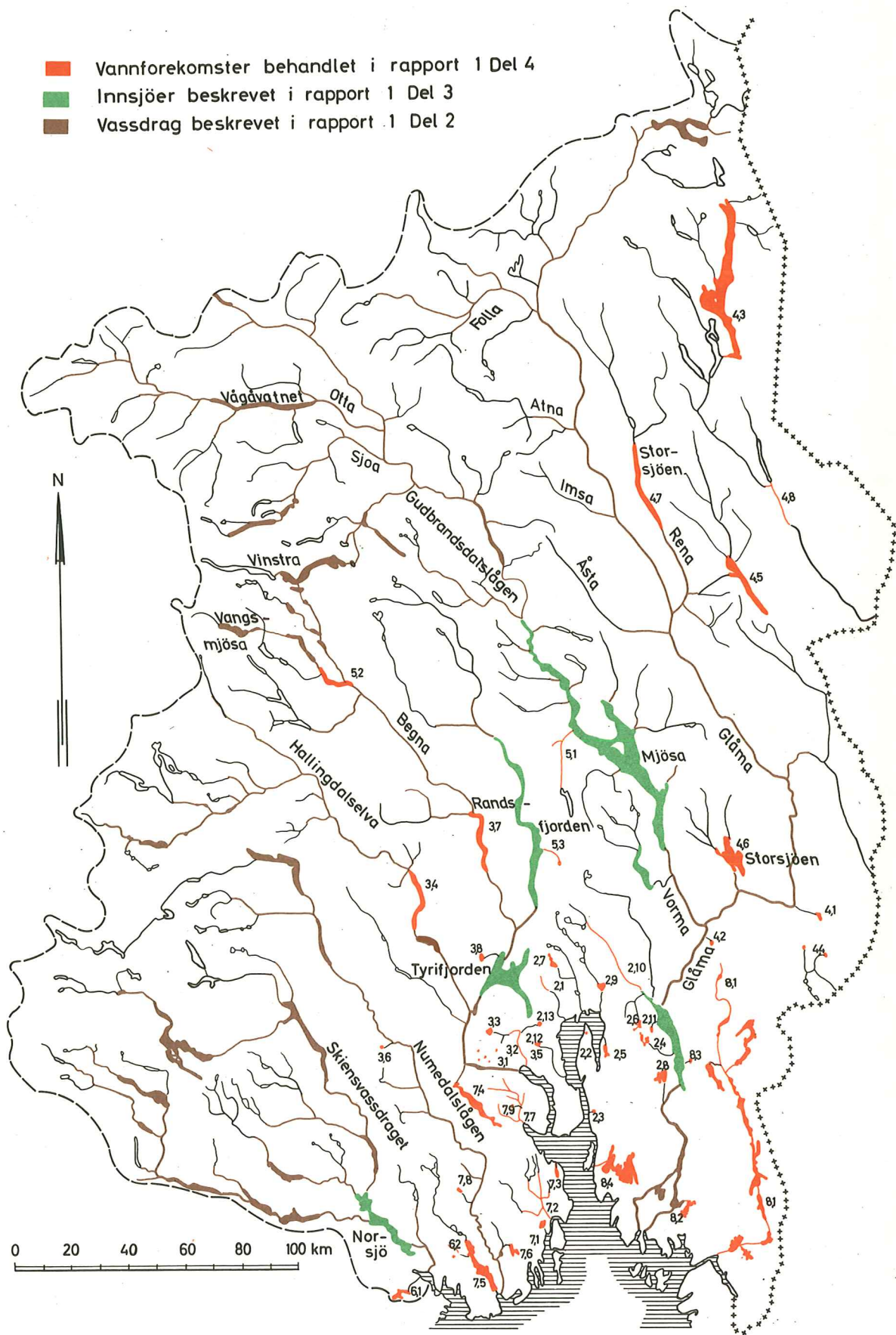
I delrapportene under Rapport I er det gitt en rekke beskrivelser av vassdrag og innsjøer i Østlandsområdet. De vannforekomster som er undersøkt og beskrevet, er tegnet inn på fig. 1. Det må understrekes at en god del av materialet er engangsmateriale som ikke tillater særlig vidtgående slutninger. Hensikten med undersøkelsene har først og fremst vært å få en første orientering om hvorledes forholdene ligger an med sikte på å vurdere nødvendigheten av ytterligere arbeid, både med hensyn til nye undersøkelser og bearbeidelse av data.

Fremstillingen som er gjort i det følgende, er summarisk, og for alle nærmere vurderinger vises det til de enkelte delrapporter under Rapport I.

Arbeidet i forbindelse med vannforsyning og avløpsforholdene på Østlandet har bl.a. omfattet undersøkelser av landsdelens hovedvassdrag. Følgende vassdrag er blitt undersøkt: Glåma, Gudbrandsdalslågen - Vormå, Drammensvassdraget, Begna, Hallingdalselva, Numedalslågen og Skiensvassdraget.

Alle de nevnte vassdrag har sine utspring i høyfjellsområdet, og danner i sine øverste områder mange fosser og stryk for så å renne ned i mer eller mindre dypt nedskårne daler hvor vannmassene beveger seg mer stilleflytende. Vassdragenes nedbørfelt skifter dermed karakter fra høyfjellsområder med sparsomme løsavsetninger og beskjedne vegetasjon til mer produktive områder med skog og jordbruk. Alle dalene munner ut under den marine grense, det vil si under det nivå som havet en gang har nådd opp til. Den marine grense

Fig.1 Östlandsområdet  
Undersökte vannforekomster



ligger stort sett omkring 200 m.o.h. på Østlandet. Befolkningstetthet og industrivirksomhet øker gjerne nedover langs vassdragene, men i enkelte av dalførene er det betydelig bosetning og jordbruk langt oppe, og i fjellområdene gjør turisthoteller og hyttebyer seg mange steder gjeldende. Ved utløpet av vassdragene, som f.eks. langs Glåma nedenfor Øyeren og langs Dramselva, er det viktige industriområder, og her er befolkningstettheten særlig stor.

Flere av vassdragene, som f.eks. Skiensvassdraget, Drammensvassdraget og Gudbrandsdalslågen, danner store innsjøer på sin vei mot havet. Innsjøene har som utjevningmagasin stor betydning for vassdragenes hydrologiske forhold og for vannets kjemiske sammensetning. Dessuten foregår det en selvrensning i innsjøene, slik at vannets kvalitet blir bedret.

Det knytter seg mange og forskjelligartede interesser til vassdragene. Vassdragenes fallforhold blir i stor grad utnyttet for elektrisk kraftproduksjon, og alle elver er i mer eller mindre grad regulerte, spesielt i de øvre deler. Et godt eksempel på dette er reguleringene i øvre Hallingdal, som berører praktisk talt hele vassdragets nedbørfelt ned til Nesbyen. Vannføringen langs de utnyttede fallstrekninger er kraftig redusert store deler av året, noe som må få stor betydning for andre bruksinteresser.

Bruken av vassdragene til fløting av tømmer har tidligere vært meget stor, og selv om denne bruksinteresse er mindre i dag, blir elvene fremdeles benyttet til dette formål. Anvendelsen av elvene som vannforsyningskilder og som resipienter for avløpsvann blir stadig av større interesse, særlig i områdene rundt byer og tettbebyggelser. Videre er fiske og rekreasjonsinteressene av stor og økende betydning.

En sammenstilling av hydrologiske og geografiske forhold for hovedvassdragene er gjengitt i tabell 2.

I det følgende skal de forskjellige elvers fysisk-kjemiske og biologiske forhold omtales.

#### Glåmavassdraget:

Resultatene av de kjemiske og biologiske undersøkelser viser at de varierende naturforhold i nedbørfeltet har stor innflytelse på Glåma, men samtidig kommer det frem markerte påvirkninger av vassdraget som skyldes menneskelig virksomhet.

Tabell 2

Glåma, Gudbrandsdalslågen, Begnavassdraget, Hallingdalselva, Drammensvassdraget, Numedalslågen og Skiensvassdraget.

Geografiske og hydrologiske forhold

	Glåma	Gudbrandsdalslågen	Begna	Hallingdalselva	Drammensvassdr.	Numedalslågen	Skiensvassdr.
Lengde i km.	577	329	205	235	177	331	237
Nedbørfelt km <sup>2</sup>	41425	17294	4875	5263	17096	5670	10293
Midlere vannføring m <sup>3</sup> /sek.	706	333	97	122	338	118	308
Største vannføring m <sup>3</sup> /sek. x)	3432	2625	704	1115	2070	1133	1794
Abs. minste vannføring m <sup>3</sup> /sek. x)	69	12,2		2,4			46
% lite prod. område	62,5	71,1	68,0	78,0	60,6	69,5	76,6
% skogareal	32,8	22,6	29,1	19,8	35,2	27,5	21,0
% jordbruksareal	4,7	6,2	3,0	2,2	4,2	3,0	2,4
Antall innbyggere	509700	203600	22900	20800	179100	38282	94500
Innb./km <sup>2</sup>	12,3	11,8	4,7	4,0	10,5	6,8	9,2
Industriekv./km <sup>2</sup>	50,4	30,5	25,4	0,9	132,8	1,6	69,6

x) Opplysningene er hentet fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen: Hydrologiske undersøkelser i Norge, Oslo 1958.

Vannets kjemiske kvalitet er i stor utstrekning preget av de geologiske forhold og vegetasjonsforholdene i nedbørfeltet. Elektrolyttinnholdet varierer med de geologiske og kvartærgeologiske forhold i de områder vassdraget drenerer. Vannet må imidlertid i hele vassdragssystemet betegnes som bløtt og saltfattig. Det har en praktisk talt nøytral karakter, idet pH stort sett varierer i området 6,5 - 7,0. I enkelte sidevassdrag som Rena, Flisa og Oppstadelva, er vannet noe surere.

Ned til Renaområdet er vassdraget relativt lite belastet med organisk materiale. Videre nedover i nedbørfeltet er det store myr- og skogområder. Dreneringsvannet herfra er sterkt belastet med organisk materiale (humusstoffer), og dette setter sitt preg på hovedvassdraget. Vannets innhold av organisk materiale nådde sitt maksimum i områdene nedenfor Flisa.

Vannets innhold av partikulært materiale viser et mer eller mindre sprangvis variasjonsmønster. På elvestrekningen Aursunden-Tynsetområdet ble det observert relativt lave turbiditetsverdier. Folla var sterkt belastet med partikulært materiale fra gruvevirksomhet, og dette forårsaket en markert turbiditetsøkning i Glåma nedstrøms Follas innmunningsområde. Videre nedover i vassdraget til Rena avtok igjen turbiditeten noe, men her løper elven inn i et område hvor elveleiet består av sand og grus. Dette medførte ny, betydelig turbiditetspåvirkning av vannet.

Observasjonsmaterialet indikerte at vannets innhold av plantenæringsstoffer økte på elvestrekningen Aursunden - Tynsetområdet. Videre nedover i vassdraget var verdiene relativt konstante. Vannets innhold av nitrater var betydelig høyere i Vorma enn i Glåma - noe som hadde betydning for vannets innhold av denne komponent i den nedre del av Glåma.

Allerede ved Glåmos i Rørosområdet ble de første virkninger av kloakkvannsbelastning observert. Betydningen av avrenningsvann fra gruveområdene på Røros for forholdene i Glåma ble ikke inngående vurdert ved denne undersøkelsen. Det gjør seg imidlertid tydelig gjeldende forurensningsvirkninger lokalt nedenfor innmunningen av Orva, særlig kommer dette til syne i forholdene på elvebunnen og i utviklingen av bunnvegetasjonen. Kloakkvannsbelastningen av Glåma gjennom utslippene fra Røros gir opphav til primære og sekundære forurensningsvirkninger. Partikler fra kloakkvannet transporteres med vannmassene og sedimenterer på elvebunnen. Det er kraftig vekst av alger.

Forholdene i Glåma ved Tynset er betydelig influert av utslipp av husholdningskloakk og avløpsvann fra industri, og denne påvirkningen av Glåma er markert en lang strekning videre nedover i vassdraget. Gjødslingspåvirkninger gjør seg gjeldende gjennom vekst av alger og vannmoser. Lammehaleliknende begroinger av bakterier og sopp var godt synlig i elven. Det var fnokkdrift i vannmassene av løsrevne alger og bakteriebegroinger.

I Glåmas løp gjennom Østerdalen er det i første rekke industriforurensning som tydelig påvirker hovedvannmassenes forhold. Disse forurensninger stammer i særlig grad fra gruvevirksomheten i Folldal og industri knyttet til skogbruket. Ved Rena begynner en fiberdrift i vannmassene som er påvisbar på en strekning av over 100 km ned mot Kongsvinger, og som sannsynligvis gjør seg gjeldende helt ned til Glåmas samløp med Vorma. Kloakkvann fra grupper av hus og tettbebyggelse blir ledet ut i vassdraget på en vilkårlig måte. Dette lager en rekke steder skjemmende, lokale forurensningssituasjoner. Vassdragets muligheter til fortykning og selvrensning blir dårlig utnyttet.

Det var tydelig mindre begroing i Glåma på elvestrekningen nedenfor Rena, sammenliknet med forholdene i den øvre del av vassdraget. Hvordan dette henger sammen med vassdragets belastning og naturforholdene kan først bli avklart ved spesielle undersøkelser.

Kongsvinger gir vannmassene i Glåma en belastning med kloakkvann som er stor nok til å skape en merkbar forandring av de biologiske forhold nedstrøms for utslippet. Det var en tydelig eutrofierende (rik produksjon av organismer) påvirkning av Glåma, men det ble ikke påvist markert forurensning med organisk stoff.

Vorma var betydelig forurenset med industrielt avløpsvann. Dette satte sitt preg på forholdene i hovedvassdraget helt ned til innmunningen i Øyeren. Det er i første rekke Vormas vannmasser som er bestemmende for utviklingen av vegetasjon og fauna på elvestrekningen fra Vormsund til Øyeren.

Leirepåvirkningen gjør seg gjeldende fra Arnes og nedover, men den varierer sterkt, avhengig av avrenningsforholdene.

I estuarområdet (Glåma nedenfor Sarpsborg) er elvevannet preget av sjøvannsinnblanding, og dette skaper spesielle forhold både kjemisk og biologisk. Samtidig bærer elven preg av at den i utstrakt grad benyttes som resipient for kommunalt og industrielt avløpsvann. Dette gjelder både primære og

sekundære forurensningsvirkninger. Det er sterk begroing av bakterier, sopp og alger, og det er skumdannelse og betydelig partikkeldrift, blandt annet drivgods i overflatelaget. Det er observert sporadisk fiskedød uten at årsaken er kjent. Stort sett gir elvestykket tilsynelatende ennå brukbare forhold for fisken.

#### Gudbrandsdalsvassdraget:

De kjemiske egenskaper til vannmassene i Gudbrandsdalslågen er hovedsakelig betinget av naturforholdene i nedbørfeltet. Lokalt kan det ved kjemiske metoder påvises forandringer som må tilskrives utslipp av kommunalt eller industrielt avløpsvann. Selv om det er vanskelig med sikkerhet å påvise forurensningsvirkninger fra jordbruket i Lågenvassdraget, er det i visse avsnitt av elven sannsynlig at denne virksomhet har betydning for vannets kjemiske sammensetning.

Store deler av nedbørfeltet består av fjell med sparsom vegetasjon og tynt lag av løsavsetninger. Berggrunnen i den øvre del av nedbørfeltet er stort sett sparagmitt og grunnfjell, som begge er harde og gir lite tilskudd til vannets innhold av oppløste salter. I området omkring Mjøsa er forholdene anderledes, idet det også finnes bløtere bergarter, f.eks. kalkstein, som påvirker vannet.

Vannet i Gudbrandsdalslågen er stort sett fattig på oppløste salter og kan karakteriseres som bløtt og nær nøytralt. I Vormå er innholdet av elektrolytter noe større, men vannet er fortsatt bløtt.

Den midlere vannføring i Otta er betydelig høyere enn vannføringen i Lågen der de to elvene løper sammen. Forholdene i Otta preger derfor i høy grad Lågens vannmasser etter samløpet.

I Otta har vannmassene et stort innhold av suspenderte partikler. Dette skyldes at det i nedbørfeltet finnes flere breområder hvor avløpselvene fører med seg store mengder breslam. Det viktigste tilløp av denne typen får Otta fra Bøvra. Gudbrandsdalslågen er synlig preget av sitt relativt store innhold av suspenderte partikler (breslam) fra Otta ned til utløpet i Mjøsa. Det foregår en vesentlig reduksjon av vannets innhold av suspenderte stoffer i den nordligste del av Mjøsa.



Vannmassenes innhold av næringssalter som fosfater og nitrogenforbindelser er noe varierende. Fosfatinnholdet i Lågens øvre del er relativt lavt. Ved Otta øker innholdet av fosfat noe, og denne økning kan føres tilbake til det høye fosfatinnhold som er funnet i Bøvra. Økningen i Lågens innhold av fosfatkomponenter ved Otta skyldes altså naturforholdene. Gjennom Mjøsa er det påvist en reduksjon i vannets fosfatinnhold.

Innhold av nitrater og bundet og fri ammonium har et komplisert variasjonsmønster sett hver for seg. Summen av disse nitrogenkomponenter synes imidlertid å vise en økende tendens nedover i vassdraget. Vorma har et betydelig høyere innhold av nitrat enn Gudbrandsdalslågen, men verdien for bundet og fri ammonium er omtrent den samme som i den nedre del av Lågen.

Innholdet av organisk stoff i Gudbrandsdalslågen er lavt. Noe høyere innhold av organisk stoff finnes i Vorma. Dette har sammenheng med planktonproduksjonen i Mjøsa og lokale tilførsler til Vorma. Gjennom tilløpet Andelva like nedenfor Eidsvold tilføres Vorma betydelige mengder organisk stoff fra treforedlingsbedrifter.

Den biologiske undersøkelse av Gudbrandsdalslågen viste at det på en rekke steder var utilfredsstillende forhold når det gjelder disponering av kloakkvann. Dette kom til uttrykk i transport av kloakkpartikler, avsetning av organisk materiale på stilleflytende partier og forandringer av biologiske forhold på elvebunnen.

Begroingene i Gudbrandsdalslågen var preget av diatoméer og grønnalger. På lange elvestrekninger var det en stimulering av algevegetasjon som tydelig hadde sammenheng med forurensningsbelastning av vassdraget. Markerte forandringer av algesamfunnenes sammensetning betinget av vannmassenes påvirkning av gjødselstoffer ble påvist på flere lokaliteter. Men bare på et fåtall steder ble det funnet synlig vegetasjon av sopp og bakterier.

#### Drammensvassdraget:

Observasjonsmaterialet fra dette vassdrag viser at vannets elektrolyttinnhold øker nedover i vassdraget. Dette har sammenheng med variasjoner i de geologiske forhold. Ved samløpet med de store bielvene Begna og Hallingdalselva, som har noe lavere elektrolyttinnhold, avtar hovedvassdragets elektrolyttinnhold for så igjen gradvis å øke nedover. På grunn av de store innsjøene de forskjellige vassdragsgrener passerer, er det rimelig å anta at den

kjemiske vannkvalitet på de forskjellige avsnitt av hovedvassdraget (Randsfjorden - Dramsfjorden) skulle forandre seg lite i en årperiode. Imidlertid brukes elven i stor utstrekning som resipient for kommunalt og industrielt avløpsvann, og dette vil blandt annet medføre visse tidsvariasjoner i vannets kjemiske kvalitet.

Den store organiske belastning som ble registrert i Storelva og Dramselva kan tilbakeføres til utslippene av avløpsvann fra treforedlingsbedrifter. Den organiske belastning preger også vassdragets biologiske forhold sterkt. I Storelva og i Dramselva fra Vikersund og ned er det til sine tider masseforekomst av heterotrofe organismer, med bakterien Sphaerotilus natans som den dominerende organisme. Avløpsvannet fra treforedlingsbedriftene er uten tvil den primære årsak til disse spesielle biologiske forhold.

Ut fra det foreliggende kjemiske analysemateriale er det vanskelig å vurdere hvilken betydning tilførselene av kloakkvann og avrenningsvann fra jordbruket har for de kjemiske og biologiske forhold i vassdraget. De bakteriologiske undersøkelser har vist at både Randselva, Storelva og Dramselva er tydelig forurenset med tarmbakterier. Det er rimelig å anta at plantenæringsstoffer som tilføres vassdraget via kloakkvannsavløp, og avrenningsvann fra jordbruket m.m. bidrar til å fremme utvikling av de spesielle organismer som knytter seg til vassdragsavsnittene.

For Storelvas vedkommende synes det som om forurensningene ikke har ført til reduksjon av fiskebestanden, men utøvelsen av fisket er uheldig influert. I Dramselva er det fra tid til annen blitt meldt om fiskedød rent lokalt, dessuten har laksefisket gått tilbake, sannsynligvis på grunn av forurensningenes innvirkning på gyteforholdene.

#### Begnavassdraget:

Vannets elektrolyttinnhold i Begnavassdraget var lavt og varierte lite nedover i vassdraget. Vannet var praktisk talt nøytralt. pH varierte stort sett i området 6,5 - 7,0. Bortsett fra enkelte høye verdier for farge i de nordligste områder var verdiene for vannets farge og kjemiske oksygenforbruk lave. Vannets innhold av plantenæringsstoffer var lavt på alle observasjonssteder.

De biologiske forhold som ble observert i Begnavassdraget indikerer at både vegetasjon og fauna gjennomgående var sparsomt utviklet. Bare på enkelte

vassdragsavsnitt ble det funnet store begroinger med alger og en rikere invertebratfauna. Grønnalger og vannmoser utgjorde det vanligste innslag i vegetasjonen på alle undersøkte lokaliteter. Bortsett fra en viss eutrofierende påvirkning gjennom avrenningsvann fra dyrket mark og kloakkvann fra tettsteder, ble det ikke funnet markert innflytelse av forurensninger. Et unntak dannet Ådalselva nedstrøms Hønefoss hvor virkningen av forurensningen var betydelig både på de fastsittende organismesamfunn og på naturforholdene i de strømmende vannmasser.

Resultatene av de kjemiske og biologiske undersøkelsene viser at det hovedsakelig er naturforholdene i nedbørfeltet som preger vannkvalitet og organismeliv i Begnavassdraget.

#### Hallingdalsvassdraget:

Resultatene av både den kjemiske og biologiske del av undersøkelsene viser at det er naturforholdene i nedbørfeltet som i hovedtrekkene preger Hallingdalselva. Men observasjonsmaterialet viser også visse trekk ved de hydrokjemiske og biologiske forhold som kan tilbakeføres til menneskelig virksomhet.

De faktorer som i første rekke preger vannets kjemiske forhold i Hallingdalsvassdraget, var ved siden av de geologiske forhold i nedbørfeltet de omfattende reguleringer vassdraget er utsatt for. De meteorologiske og hydrologiske forhold i undersøkelsesperioden var forøvrig ganske spesielle og vanskeligjorde en del av arbeidet.

Bortsett fra enkelte sidevassdrag i de nordlige områder, hadde vannet på alle prøvetakingssteder praktisk talt nøytral karakter. Som følge av at nedbørfeltet i stor utstrekning består av grunnfjell var vannets elektrolyttinnhold lavt. I undersøkelsesperioden førte Hallingdalselva turbide vannmasser som gav den et grått utseende. Turbiditeten kunne føres tilbake til Ustevatn og må henge sammen med reguleringen av denne innsjø. Om vinteren nedtappes innsjøen, slik at vannspeilet blir liggende inntil 17 m under normal vannstand, derved blir store deler av innsjøbunnen tørrlagt, slik at erosjon og utrasing i de tørrlagte bunnsedimenter medfører oppslemming av store mengder partikulært materiale i innsjøens vannmasser som så i sin tur vil prege avløpsvannet.

Vannets turbiditet avtok nedover i vassdraget vesentlig på grunn av fortykning med vann fra sidevassdragene, men ennå ved utløpet i Krøderen var turbiditetsbelastningen stor. Eventuelle årstidsvariasjoner i de kjemiske forhold i Hallingdalselva vil bli utjevnet i Krøderen, slik at avrenningsvannet fra innsjøen har en relativt stabil kvalitet.

For enkelte parametre var det forskjell på vannet i Snarumselva og Hallingdalselva. Dette henger sammen med forsinkelsen og utjevningen som foregår i Krøderen. Vi antar at det er lite sannsynlig at Hallingdalselvas nye turbiditetsbelastning kan gjøre seg nevneverdig gjeldende i Snarumselva.

Bortsett fra reguleringstiltakene er det, basert på det foreliggende kjemiske observasjonsmateriale, ikke grunn til å fremheve andre naturinngrep eller virksomheter som har vesentlig innflytelse på vassdragets vannkvalitet.

De biologiske forhold i Hallingdalselva var i hovedtrekkene slik som de observeres i lite påvirkede vassdrag i Østlandsområdet. En viss gjødslingseffekt ble påvist i vassdraget nedenfor områder med befolkningkonsentrasjoner. Dette fremgikk av begroingenes mengde og sammensetning i vassdraget. Enkelte steder hadde regulering av vannføring og vannstand gitt liknende utslag som en forurensningsbelastning. Dette viser at miljøbetingelser for organismelivet må studeres omhyggelig og tolkes forsiktig.

Reguleringstiltakene har medført at vassdragets vannføring forbi noen av de viktigste tettbebyggelser blir kraftig redusert. Hvilke forurensningsproblemer dette kan medføre, er vanskelig å vurdere etter de få observasjoner som er gjort. På de strekninger hvor det er bygget terksler i vassdraget, vil mange forhold bli sterkt endret, blandt annet må resipientvurderingene ta nøye hensyn til dette. Videre biologiske undersøkelser er påkrevet.

#### Numedalsvassdraget:

Vannet i Numedalslågen med bielver er bløtt og svakt surt. Vannet var i observasjonsperioden noe belastet med partikulært og organisk materiale, og verdiene både for farge, turbiditet og kjemisk oksygenforbruk økte nedover i vassdraget. Årsakssammenhengen er sannsynligvis tilførsel av organisk materiale fra myr- og skogområdene i nedbørfeltet. Vannets innhold av plantenæringsstoffer var lavt i de nordlige deler av vassdraget. Nedenfor

Kongsberg var imidlertid vannets innhold av fosfater noe høyere enn ovenfor. Dette skyldes først og fremst større tilførsel av kloakkvann, men også jordbruksvirksomheten i området har betydning.

De biologiske undersøkelser viste relativt små variasjoner i organismesammensetning og mengdemessige utvikling i hovedvassdraget. Ikke noe sted kan det vises til eutrofierende påvirkning av nevneverdig betydning.

Goksjø, som ligger i et sidevassdrag under den marine grense, danner her en unntakelse. Denne innsjø gav inntrykk av å være betydelig mer eutrofiert enn de øvrige vassdragsdelene.

Resultatene av de biologiske og kjemiske undersøkelser må vurderes på bakgrunn av at det var spesielle vannføringsforhold i Numedalslågen under befaringen. Flomsituasjonen vanskeliggjorde prøvetakingen, og det innsamlede materiale kan derfor ikke betraktes som representativt for vassdragets kjemiske og biologiske forhold.

#### SkienSVassdraget:

Praktisk talt hele SkienSVassdragets nedbørfelt er bygd opp av grunnfjell som betinger et elektrolyttfattig avrenningsvann. Det synes som om elektrolyttinnholdet i Tokke - Bandakvassdraget er enda noe lavere enn i Seljord- og Tinnvassdragene.

I Tinn- og Tokke - Bandakvassdragene var vannet i liten grad belastet med organisk materiale, og vannets farge var av den grunn lav. Vannets organiske belastning i Heddøla og Seljordvassdraget var betydelig større. Årsaken til dette er at skog- og myrområdene er mer dominerende i disse elvers nedbørfelt enn i de øvrige, slik at tilførselen av humusstoffer blir større.

Vannets innhold av fosfater var relativt høyt, men varierte uregelmessig fra stasjon til stasjon. Om disse variasjoner er reelle eller beror på tilfeldigheter under prøvetakingen, er det på grunnlag av det foreliggende materiale vanskelig å ha noen formening om.

Tinnelvas innhold av nitrogenforbindelser var betydelig høyere enn i de øvrige vassdragsdeler. Dette har sin årsak i tilførsel av disse

forbindelser fra Rjukan Salpeterfabriker på Rjukan. Det kan i den forbindelse nevnes at vannets nitratinnhold avtok nedover i vassdraget i samsvar med det fortynningsvann de forskjellige sidevassdrag representerte. Vannets ammoniuminnhold var imidlertid av samme lave størrelsesorden i Sauerelvas utløp i Norsjø som i innsjøens øvrige tilløp. Dette har sannsynligvis sammenheng med fortykningseffekten, og med at ammoniumforbindelsene er blitt oksydert og omdannet.

De biologiske undersøkelser viste relativt små variasjoner i organismsamfunnene og deres mengdemessige utformning i vassdraget. Det ble ikke funnet masseutvikling av organismer som følger forurensning bortsett fra nede ved Klosterfoss i Skien og i Tinnelva ved Notodden, hvor vannmassene hadde et merkbart innhold av slike organismer. Ikke noe sted ble det konstatert betydelig eutrofierende påvirkning fra industri, jordbruk eller tettbebyggelse.

Resultatene av de biologiske undersøkelsene må sees i sammenheng med at det oppstod flom under befaringen. Dette vanskeliggjorde prøvetakingen, og resultatene kan ikke uten videre belyse situasjoner under lav vannføring.

#### Store innsjøer

##### Mjøsa, Hurdalssjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø:

De store innsjøer som er beskrevet i Rapport I. Del 3 er på mange måter blandt de viktigste vannforekomster i Norge. Innsjøene ligger sentralt til i de tettbebygde områder på Østlandet, og alle er derfor i større eller mindre grad utsatt for forskjelligartede påvirkninger som har sammenheng med virksomhet i området. På grunnlag av det foreliggende observasjonsmateriale er det imidlertid vanskelig å gi noen fullstendig vurdering av betydningen som slike påvirkninger har for de enkelte lokaliteter.

Data angående innsjøenes nedbørfelter, geografiske forhold, bosetning, virksomhet i nedbørfeltene og hydrografiske forhold er gjengitt i tabell 3. Enkelte av disse opplysninger er tegnet grafisk i fig. 2.

Når det gjelder de geografiske og hydrologiske forhold er det særlig to av de undersøkte innsjøer som peker seg ut, nemlig Mjøsa på grunn av sin størrelse og vannmassenes lange oppholdstid og Øyeren på grunn av vann-

Tabell 3

Mjøsa, Hurdalssjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø.

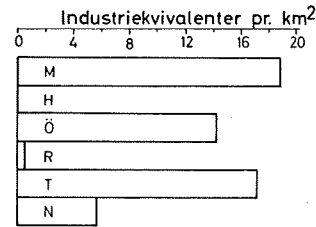
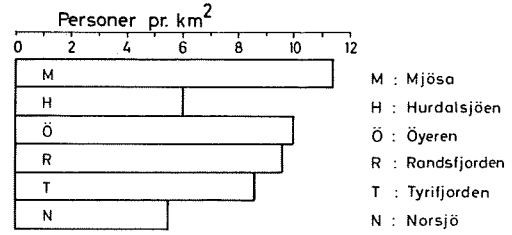
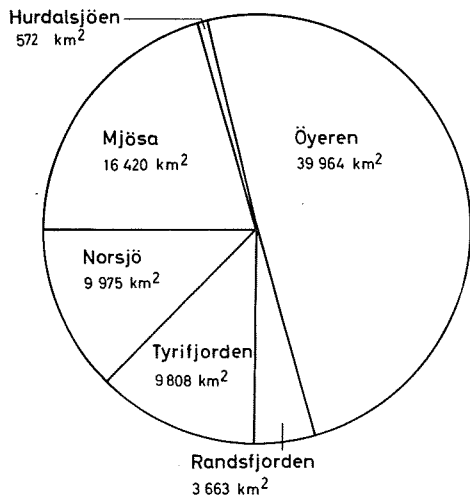
Geografiske forhold. Teoretisk belastning. Hydrografi.

(Angående utarbeidelsen av tabellen se Rapport I. Del 1 og Del 3)

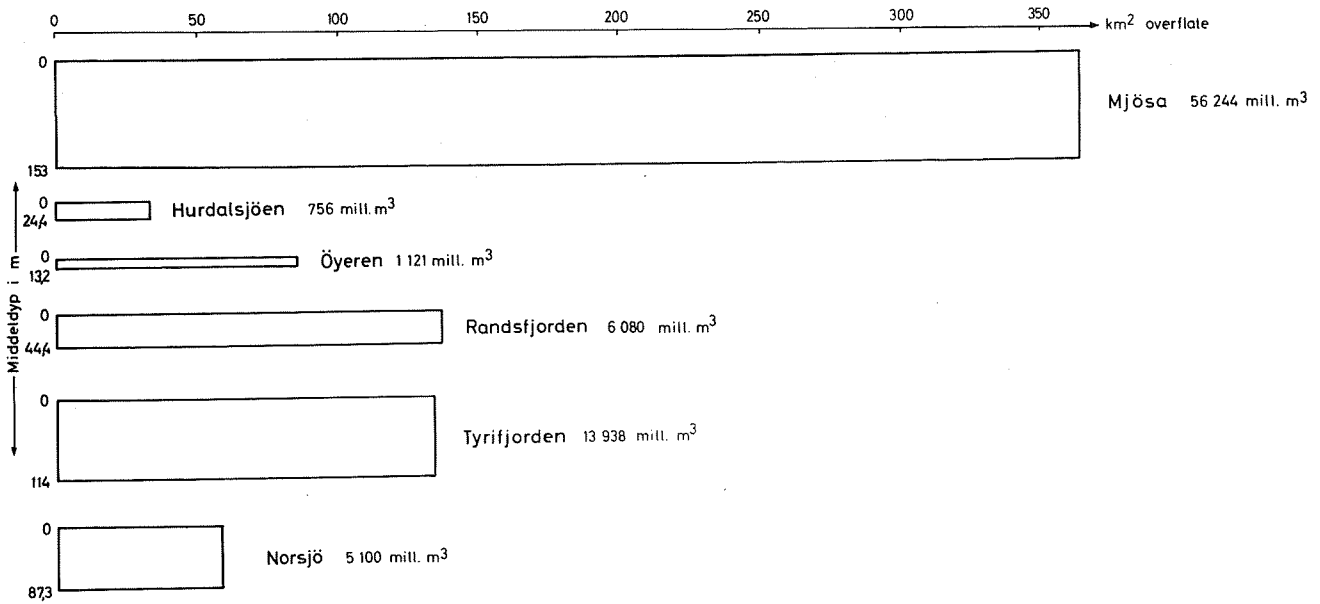
		Mjøsa	Hurdalssjøen	Øyeren	Randsfjorden	Tyrifjorden	Norsjø
<b>Geografiske forhold:</b>							
Høyde over havet,	m	122	176,2	101	132	64	15
Nedbørfelt,	km <sup>2</sup>	16420	572	39964	3663	9808	9975
Overflateareal,	km <sup>2</sup>	365	33,7	85,2	136,9	134,1	58,4
Største dyp,	m	449	59	70,5	120,5	295	170,5
Volum,	mill. m <sup>3</sup>	56244	756	1121	6080	13938	5100
Middel dyp,	m	153	24,4	13,2	44,4	114	87,3
Midlere avrenning,	m <sup>3</sup> /sek	320	10,3	695	58,6	170	298
Teoretisk oppholdstid		ca. 6 år	2,3 år	19 døgn	3,3 år	2,6 år	200 døgn
% skog i nedbørfeltet		20,6	67	32,8	46,6	40	19,4
% myr i nedbørfeltet		3,1	7	5,6	8,6	5,5	2,5
% jordbruksareal		5,9	4	4,7	5,6	4,6	2,0
Personer / km <sup>2</sup>		11,4	6	10	9,6	8,6	5,5
Industriekvivalenter / km <sup>2</sup>		18,9		14,3	0,5	17,2	5,7
<b>Hydrografi:</b>							
Sprangsjiktets beliggenhet, m dyp		20-35	12-16	25-35	ca.20	20-30	25-30
Temperatur °C i dyplagene		3,5- 4	3- 6	3- 6	3-6	3- 5	3- 5
% O <sub>2</sub> i dyplagene under stagnasjonsperioden		80-85	80-90	60-80	ca.90	80-90	ca.90
pH		7,0	6,5	6,8	7,2	7,0	6,6
Spes. ledningsevne,	20°C, µS/cm	36,9	24,8	35,5	37,5	32,5	19,5
Farge,	mg Pt/l	13	14	81	19	15	14
Turbiditet,	mg SiO <sub>2</sub> /l	0,5	0,5	12	0,6	0,8	0,9
Permanganattall,	mg O/l	2,2	2,6	5,0	3,4	3,4	2,0
Klorid,	mg Cl/l	1,3		1,8	1,0	1,3	1,0
Fosfat, orto,	µg P/l	5	7	3	5	3	2
Fosfat, total	µg P/l	19	16	76	18	17	7
Nitrat,	µg N/l	252	168	179	208	159	253
BFA,	mg N/l	160		240	170	140	120
Total hårdhet,	mg CaO/l	9,0	4,7	8,5	10,8	8,2	4,5
Jern,	µg Fe/l	44	32	292	52	58	29
Mangan,	µg Mn/l	5	50	40	6	5	14

Fig.2 Mjösa, Hurdalsjön, Öyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjö. Nedbörfelt

Samlet areal 80 402 km<sup>2</sup>



Morfometriske forhold





massenes korte oppholdstid. Vannmassenes oppholdstid i en innsjø har stor betydning for nedbrytning av organisk stoff. Jo lengre oppholdstiden er, desto mer vidtgående er gjerne nedbrytningen og dermed innsjøens selvrensningsevne. Øyerens korte oppholdstid kan medføre at det tilførte forurensningsmateriale i stor utstrekning passerer innsjøen uten vesentlig om-dannelse. Dette vil eventuelt ha stor betydning for eutrofiutviklingen. I en innsjø med lang oppholdstid, f.eks. Mjøsa, vil plantenæringsstoffer kunne bli holdt tilbake, slik at de senere kan komme planteproduksjonen til gode om igjen.

På grunnlag av vannmassenes oppholdstid vil også Hurdalssjøen, Tyrifjorden og Randsfjorden ha en relativt god selvrensningsevne. Vannmassenes oppholdstid i Norsjø er betydelig kortere og reduserer derfor muligheten for nedbrytning av organisk stoff og anrikning av næringssalter.

Utviklingen mot eutrofe forhold vil arte seg forskjellig i grunne og dype innsjøer. I dype innsjøer vil utløste næringssalter fra bunnsedimentene i langt mindre grad komme produksjonssonen til gode enn i grunne innsjøer. Videre vil nedbrytningen av organisk stoff i bunnsedimentene på grunn av temperaturforholdene være mer effektiv i en grunn innsjø enn i en dyp. Et viktig forhold er dessuten at større vannmasser står til rådighet i dype innsjøer, slik at fortynningseffekten for tilførsler til overflaten blir større. Bortsett fra Øyeren, kan de innsjøer som er behandlet, alle karakteriseres som dype.

De innsamlede opplysninger om arealutnyttelse, bosetningsforhold, industri o.l. tyder på at Mjøsa og de sydlige deler av Randsfjorden er mest utsatt for forurensningstilførsel. Dessuten ligger de fleste og viktigste forurensningskilder i disse innsjøers umiddelbare nærhet. Dette spiller en stor rolle for virkningene av forurensningsbelastningen. For Tyrifjordens vedkommende er forurensningstilførselen fra Hønefoss med omliggende områder av størst betydning. I motsetning til Mjøsa, hvor forurensningsmaterialet blir tilført i større eller mindre mengder fra en rekke steder rundt innsjøen, kommer tilførselen til Tyrifjorden mer konsentrert, nemlig i alt vesentlig via Storelva. Dessuten foregår sannsynligvis gjennomstrømmingen i denne innsjø i stor utstrekning i det vestlige område, og innsjøens hovedvannmasser skulle ikke være så utsatt for forurensningsmateriale.

Som det fremgår av fig. 2 er Mjøsa den av disse innsjøene som har den høyeste personbelastning. Deretter følger Øyeren, Randsfjorden og Tyrifjorden. Dette kan kanskje virke overraskende ut fra et subjektivt inntrykk, og henger sammen med at de store, ubebodde skog- og fjellområder spiller vesentlig rolle.

I samsvar med det som er sagt ovenfor har tilførselene fra de nærmest ovenforliggende områder, blandt annet Romeriksområdet, også størst betydning for Øyeren forurensningstilstand i dag. Sammenliknet med de andre innsjøer ligger Øyeren utsatt til for forurensninger fra fjernere deler av nedbørfeltet. Hvis forurensningstilførselen lengre oppe i vassdraget øker vesentlig, er det mulig at også dette vil få en uheldig innflytelse på Øyeren, særlig når det gjelder vannmassenes kjemiske og biologiske forhold. Hurdalssjøen og Norsjø synes å være de innsjøer som er minst utsatt for forurensninger. For Norsjø vedkommende er det også et gunstig forhold at en stor del av belastningen med forurensninger tilføres vassdraget ovenfor eller i Heddalsvatnet.

Bortsett fra at Øyeren til sine tider er sterkt belastet med partikulært materiale (leire), er vannets kjemiske kvalitet i alle 6 innsjøene forholdsvis ensartet. Middelverdiene for pH varierer fra pH 6,5 i Hurdalssjøen til pH 7,2 i Randsfjorden. Vannets spesifikke elektrolytiske ledningsevne er praktisk talt den samme i Mjøsa, Øyeren, Randsfjorden og Tyrifjorden, mens Hurdalssjøen og spesielt Norsjø har noe mer elektrolyttfattig vann. Med unntak av Øyeren er det heller ingen stor forskjell på de ulike innsjøers belastning med partikler og organisk materiale. Permanganattallene for Randsfjorden og Tyrifjorden tyder imidlertid på at vannet i disse innsjøer har størst innhold av organisk materiale. Bortsett fra vannmassene i Øyeren, som inneholder relativt store mengder jernforbindelser, er innsjøenes innhold av disse komponenter lavt. Når det gjelder vannets innhold av plantenæringsstoffer er forholdene i Øyeren og Norsjø noe avvikende i forhold til de øvrige innsjøer. Øyeren har høyt innhold av både fosfat- og nitrogenforbindelser, mens Norsjø vannmasser har et relativt lavt innhold av fosfater. Bortsett fra Øyeren er forøvrig vannets konsentrasjon av plantenæringsstoffer relativt lav i alle innsjøer.

Mjøsa og Hurdalssjøen tiltrekker seg spesiell interesse fordi vi der har muligheter til å foreta en vurdering av hvordan forholdene i innsjøene har

forandret seg gjennom den siste mannsalder. Begge innsjøene har vært undersøkt tidligere, Hurdalssjøen i 1926 og 1927, Mjøsa i 1899 - 1901 og i 1927. Ved å sammenlikne resultatene av de biologiske undersøkelser fremgår det at planktonet i Hurdalssjøen ikke har forandret seg vesentlig på de siste 40 årene, og at innsjøens oligotrofe preg er bevart. For Mjøsas vedkommende gir sammenlikningen et annet utfall. Det er fremdeles diatoméer som er den kvantitativt viktigste komponent i planteplanktonet, men det er andre arter som nå utgjør vannmassenes vegetasjon enn det var tidligere. De nye arter av diatoméer som nå dominerer i planktonet i Mjøsa, indikerer en eutrofierende påvirkning av vannmassene. Det er grunn til å regne med at forurensningspåvirkningene av en så stor innsjø som Mjøsa først vil gjøre seg merkbar gjennom endringer av biologiske forhold i overflatevannet. Det foreliggende materiale er for lite til å gi sikker beskjed, men det er en tydelig indikasjon på at det antakelig finner sted en viktig endring av de biologiske forhold i Mjøsas vannmasser.

Av virksomheter og forhold i nedbørfeltet som antakelig har hatt betydning i denne sammenheng kan nevnes: Innbyggerantallet og jordbruksarealene i nedbørfeltene har økt i det behandlede tidsrom. Husdyrantallet er gått tilbake. Jordbruksdriften er i stor utstrekning omlagt fra husdyrhold til korndyrking. Den relativt betydelige økning i innbyggerantallet i Mjøsas nedbørfelt har i det vesentlige sin årsak i ekspansjon innenfor industri- næringen, særlig i byområdene. En økt bruk av plantenæringsstoffer i jordbruket, innleggelse av vann, wc, bad og vaskeinnretninger i boligene og forandringer i befolkningens husholdning, er viktige momenter i vurderingen.

Med utgangspunkt i at vannmassene i Hurdalssjøen er lite forandret med hensyn til biologiske forhold gjennom det tidsrom som er betraktet, mens Mjøsas vannmasser derimot viser forandringer, kan følgende vurdering bli gitt: Det må være endringer i bosetningsforhold og befolkningensmengde innenfor nedbørfeltene, sammen med installering av moderne sanitærinnetninger som synes å være viktige årsaker til de endringer i innsjøene som gjør seg gjeldende.

Selv om endringene ennå i dag kanskje vesentlig har vitenskapelig interesse, kan de lett utvikle seg videre og få praktiske konsekvenser.

### Andre vassdrag og innsjøer:

I Rapport I. Del 4 er det foretatt en kortfattet beskrivelse av en rekke innsjøer og mindre vassdrag i Østlandsområdet. De fleste av disse er tidligere undersøkt i forbindelse med praktiske problemstillinger som f.eks. vannforsyning, utslipp av kloakkvann o.l. De undersøkte vannforekomster utgjør bare en liten del av de samlede forekomster. Vannforekomstene som brukes som drikkevannskilder, ligger gjerne i skogsterreng og er heller lite påvirket av menneskelig aktivitet. Vannforekomstene er gjerne mer eller mindre belastet med organisk materiale som i vesentlig grad blir tilført fra skog og mark i nedbørfeltene. Enkelte av lokalitetene er demmet opp, hvorved tildels store myrområder er lagt under vann. I flere lokaliteter har oppdemningen derfor ført til en økt 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 vannforekomstene er det påvist at oksygen forbrukes 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 enkelte, store vannforekomster som har lang teoretisk oppholdstid, som f.eks. Eikeren, Glitrevatn og Femunden, har vannet et lavt innhold av organisk materiale. Dette skyldes blandt annet at det organiske materialet som tilføres fra nedbørfeltet utsettes for en effektiv nedbrytning. I disse innsjøer er det lite oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene.

Det forekommer en del eutrofierte innsjøer, som f.eks. Gjersjøen, Jarenvatn, Borrevatn og Akersvatn, som ligger under den marine grense i utpregede jordbruksområder, og som tildels er sterkt belastet med kloakkvann. Karakteristisk for disse innsjøer er et relativt høyt elektrolyttinnhold, som i vesentlig grad skyldes 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 slikt materiale i vannet og i mudderet betinger et mer betydelig oksygenvinn i dyplagene under stagnasjonsperiodene, som der ofte kan føre til helt råtne vannmasser.

Erfaringene har vist at en utstrakt bruk av mindre innsjøer som resipienter for kloakkvann fører til en hurtig eutrofieringsutvikling. Innsjøer som ifølge innhentede opplysninger hadde oligotrof karakter for 20 - 30 år

sider, er i dag omvandlet til utpregede eutrofierte innsjøer. 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 blandt annet muliggjør frigivelse av plantenæringsstoffer. Dermed er betingelsene tilstede for en fremskridende eutrofieringsutvikling. Denne akkumulering av plantenæringsstoffer i innsjøers bunnsedimenter vanskeliggjør tilbakeføring av allerede eutrofierte innsjøer til mindre produktive vannforekomster.

Erfaringene tyder på at dystrofe innsjøer (humusrike) er spesielt ømfintlige for belastning med plantenæringsstoffer, og det synes som om eutrofieringsproblemene i slike lokaliteter gjør seg gjeldende ved relativt liten belastning med kloakkvann.

Innen den anvendte limnologi ansees innsjøeutrofieringen å være en enveisprosess som det er meget vanskelig å endre når den først er kommet i gang. Selv i mange av verdens største innsjøer er det de siste år observert tydelige eutrofieringstendenser. Oppfatningen blandt fagfolk er at det stadig bør legges større praktisk vekt på de tidlige naturvitenskapelige indikasjoner av en utvikling i denne retning.

#### Ferskvannsfisket og skadevirkninger av forurensninger:

Til ferskvannsfisket regnes fiske etter fiskearter som utelukkende eller delvis lever sitt liv i ferskvann. Til den siste kategori hører de havsvandrende fiskearter som f.eks. laks, sjøaure og den ål som vandrer opp i ferskvann. I Norge inndeles ferskvannsfisket av praktiske, administrative grunner i to hovedgrupper. Den ene er laksefisket som omfatter fiske etter laks, sjøaure og sjørøye. Den andre er innlandsfisket hvor den viktigste fiskeart i Norge er aure. I Østlandsområdet spiller også andre laksefisker som sik, røye, lagesild og harr en betydelig rolle. Fiskearter som abbor, gjedde, ål, gjørs og lake har også en viss betydning, særlig i den sydøstlige del av området. Karpefiskene, vederbuk, mort, brasme med flere, er, til tross for betydelige forekomster i enkelte vassdrag, bare i liten utstrekning gjenstand for fangst. Det bør nevnes at oppdrett av regnbueaure for salg som matfisk har fått økt betydning i Norge. Oppdrettet foregår i dammer eller i spesielle innhegninger i innsjøer.

Utbyttet av elvefisket etter laks i Østlandsområdet utgjorde i 1965 ifølge innleverte oppgaver omlag 27 tonn. Fangsten i elvene har ved merkeforsøk vist seg å utgjøre omlag 15% av den samlede fangst. Totalkvantumet av oppfisket laks som sogner til Østlandsområdet skulle etter dette utgjøre omlag 180 tonn, tilsvarende vel 2 millioner kroner i førstehandsverdi. Det må presiseres at tallet for utbyttet er beheftet med stor usikkerhet på grunn av vanskelighetene med å innhente nøyaktige fangstoppgaver.

For innlandsfisket foreligger det ingen statistikk over det samlede årlige utbytte. Som et utgangspunkt har man imidlertid regnet med en avkastning på  $300 \text{ kg/km}^2$  vannoverflate/år. For Østlandsområdet tilsvarer dette et utbytte på omlag 1500 tonn til en førstehandsverdi av ca. 8 millioner kroner/år.

Det finnes bare i få tilfeller pålitelige og fullstendige oppgaver over utbyttet av fisket i de forskjellige innsjøer og elver. Hva hovedvassdragene i Østlandsområdet angår har lakse- og sjøaurefisket i en del elver samt fisket i de større innsjøene størst betydning. Innlandsfisket drives i det vesentlige som fritidsfiske hvor fisken benyttes i egen husholdning. Av mer yrkesbetonte, større fiskerier kan nevnes fisket etter sik og lagesild i de store innsjøene. I den overveiende del av området synes den sportsmessige utnyttelse av fisket å ha størst betydning.

Forurensninger og reguleringer er forhold som i mange tilfeller har ført til skader på fisket. Forurensningene har særlig gjort seg gjeldende i mindre vassdrag omkring indre Oslofjord, Mjøsa og Randsfjorden, samt lokaliteter med spesiell industri. I et mindre antall vassdrag på Østlandet er i dag fisket totalskadet på visse strekninger. Til disse kan nevnes Tista ved Halden, Akerselva, Hunnselva ved Gjøvik, Andelva i Eidsvoll og Vestfosselva. I mange vassdrag er det oppstått større skader som følge av forurensninger, og en del av disse befinner seg på grensen av hva de kan tåle av belastning før fisket blir ødelagt. Som eksempel på et slikt "terskelvassdrag" kan nevnes Sandvikselva ved Oslo. I de fleste vassdrag har forurensningene ikke ført til større skader på fisket. Disse må sies å være i relativt god stand sett fra et fiskerimessig synspunkt. Mange av gytebekkene på lavlandet er ødelagt av forskjellige grunner, men om dette har man ingen systematiske oversikter.

Spørsmålet om akkumulering av kvikksølvholdige stoffer i ferskvannsfisk er for tiden gjenstand for undersøkelser. Betydningen av naturfremmede stoffer, spesielt pesticider, for fisken har utvilsomt krav på forskningsmessig oppmerksomhet.

Som viktige forurensningskilder i relasjon til ferskvannsfisket i Østlandsområdet kan nevnes treforedlingsindustri, metallindustri, kjemisk industri, næringsmiddelindustri, gruveindustri, halmluterier, siloanlegg, annen jordbruksvirksomhet og husholdningskloakk.

#### Avsluttende betraktninger:

Karakteristisk for de fleste vassdrag og vannforekomster på Østlandet er at vannet er bløtt og saltfattig med pH-verdier som ligger på den sure side, nær opp til nøytralitetspunktet. Vannets innhold av organisk og partikulært materiale varierer i samsvar med forholdene i det tilsvarende nedbørfelt. I høyfjellsområdene er vannforekomstene som regel lite belastet med organisk materiale. Vannforekomster som ligger i lavlandet og i skogområder er derimot tildels sterkt belastet med organiske humusstoffer. I leireområder, under den marine grense, inneholder vannforekomstene til sine tider betydelige mengder partikulært materiale. I løpet av de to siste år er det i forbindelse med en undersøkelse for Den Internasjonale Hydrologiske Dekade blitt samlet inn månedlige prøver for kjemiske analyser fra 11 forskjellige elver, hvorav 4 i Østlandsområdet. Middelverdiene og variasjonsbreddene av de kjemiske analyseresultater er gjengitt i tabell 4. De tabellerte verdier bygger altså på et relativt bredt materiale og gir derfor et godt og representativt bilde av de kjemiske forhold i de viktigste vassdrag på Østlandet. Aulielva er et lite vassdrag som i det vesentligste drenerer marine områder med stor jordbruksvirksomhet. De kjemiske resultater fra dette vassdrag viser hvor avvikende forholdene kan være i slike vassdrag sammenliknet med hovedvassdragene.

Forholdene i vassdragene er utsatt for betydelige årstidsvariasjoner både når det gjelder hydrologiske og fysisk-kjemiske forhold. Under flomsituasjoner er gjerne vannets turbiditet betydelig høyere enn ellers. Stor vannføring betinger derimot bedre fortynningsmulighet enn ellers for eventuelle forurensninger. Dette kan spesielt ha stor betydning for forholdene i de mindre vassdrag. Vassdragsreguleringene har i mange tilfeller ført til

Tabell 4

## Fysisk-kjemiske analyseresultater - Middelverdier og variasjonsbredder

Lokaliteter: Glåma ved Askim, Dramselva ved Vikersund, Aulielva ved riksvei E 18, Skienselva (Farelva) ved Skotfoss

Tidsrommet : 15.4.1966 - 15.3.1968

	Glåma			Dramselva			Aulielva			Skienselva		
	Variasj.- bredde	Middel- verdier	Antall prøver	Variasj.- bredde	Middel- verdier	Antall prøver	Variasj.- bredde	Middel- verdier	Antall prøver	Variasj.- bredde	Middel- verdier	Antall prøver
pH	6,7 7,3	6,9	24	6,7 7,3	7,0	25	6,8 8,9	7,2	24	6,4 7,1	6,9	23
El.ledn.evne µS/cm, 20°C	30,5 - 48,9	38,4	24	28,0 - 53,2	33,9	25	47,8 - 247	133	24	16,6 - 33,3	22,7	23
Farge mg Pt/l	17 - 399	81	24	12 - 108	25	25	19 - 305	133	24	12 44	25	23
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	0,9 - 70	13	24	0,2 - 15	2,3	26	2,2 - 100	22	24	0,4 - 4,7	2,3	23
KMnO <sub>4</sub> mg O/l	2,0 - 6,0	3,9	24	1,9 - 4,2	3,0	25	2,9 - 5,9	4,3	24	1,2 - 3,6	2,3	23
Klorid mg Cl/l	1,0 - 4,8	1,8	23	0,9 - 3,7	1,3	24	5,9 - 29,5	16,2	24	0,8 - 1,8	1,2	23
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	3,2 - 7,8	5,8	24	3,0 - 6,4	4,8	24	6,2 - 16,2	10,3	24	1,6 - 3,4	2,6	23
Orto PO <sub>4</sub> µg P/l	<2 - 21	5	24	<2 - 10	3	24	3 - 53	19	24	<2 22	5	23
Total PO <sub>4</sub> µg P/l	12 - 70	26	24	8 - 122	20	24	16 - 159	66	24	6 100	19	23
Nitrat µg N/l	18 - 450	168	24	61 - 208	147	24	118 - 1460	740	24	157 - 265	219	23
BFA mg N/l	0,13- 0,31	0,21	18	0,07- 1,92	0,38	17	0,15- 1,44	0,65	16	0,07- 0,33	0,16	18
Alkalitet ml N/10 HCl/l	2,04- 3,33	2,70	24	1,38- 3,98	2,49	24	3,00- 13,31	6,61	24	1,15- 1,83	1,46	23
Hårdhet mg CaO/l	8,3 - 18,7	9,8	24	7,3 - 12,1	8,7	24	12,2 - 39,6	23,1	24	3,5 - 5,0	4,4	23
Kalsium mg Ca/l	3,78- 5,50	4,59	24	3,80- 5,33	4,21	24	1,02- 14,10	7,75	24	1,68- 2,52	2,17	22
Magnesium mg Mg/l	0,62- 1,83	0,96	24	0,59- 0,92	0,72	24	0,22- 6,30	3,21	23	0,25- 0,46	0,34	22
Kalium mg K/l	0,52- 1,42	0,70	24	0,32- 0,73	0,46	23	0,24- 4,45	2,21	24	0,14- 2,86	0,42	22
Natrium mg Na/l	0,67- 2,19	1,16	24	0,65- 1,57	0,96	24	1,60- 24,60	10,13	24	0,58- 1,22	0,80	22
Jern µg Fe/l	80 - 1700	356	24	30 - 600	98	24	350 - 5400	823	23	25 - 145	60	23
Mangan µg Mn/l	<5 - 220	47	24	<5 - 25	21	24	18 - 770	74	24	<5 - 27	16	18
Kobber µg Cu/l	17 - 180	51	24	9 - 63	26	24	11 - 73	27	24	5 - 72	20	23
Sink µg Zn/l	10 - 350	86	23	9 - 1200	99	24	15 - 156	54	24	19 - 140	59	22
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	1,5 - 4,4	3,0	24	1,6 - 3,7	2,7	24	1,7 - 10,2	6,1	24	1,5 - 3,4	2,3	23



en mer utjevnet vannføring, slik at minstevannføringene er betydelig større enn tidligere. I andre tilfeller har reguleringene ført vannet bort fra elven og medført en reduksjon i vannføring eller hel tørrlegging. Sommer- sesongen er vanligvis av størst betydning for de biologiske forhold i et vassdrag, og forurensninger gjør seg også mest gjeldende i denne årstid.

Resultatene av den kjemiske og biologiske del av den undersøkelse som er gjennomført, viser at det er naturforholdene i nedbørfeltet som i hovedtrekkene preger de største vassdrag på Østlandet. Men samtidig kommer det frem markerte påvirkninger av vassdragene, som skyldes menneskelig virksomhet. Vassdragene er preget av mer eller mindre vilkårlig tilførsel av avløpsvann fra bebyggelse og industri. Dette medfører at relativt små utslipp kan skape markerte forurensningspåvirkninger av vassdraget. Vilkaerlig disponering av søppel i vassdragene bidrar til å forsterke inntrykket av urent vann.

I visse områder er det markerte forurensningssymptomer som frodig vegetasjon, massiv begroing av sopp og bakterier, fibertransport, skumdannelse o.l. Årsaksforholdet er utslipp av kloakkvann eller en kombinasjon av kloakkvann- utslipp og avløpsvann fra industri. I de nederste deler av vassdragene er forholdene ofte sterkt preget av industriutslipp - dette gjelder f.eks. Tista, Glåma, Dramselva og Skiensvassdraget.

Innsjøer er på mange måter mer ømfintlige overfor forurensninger enn elver. Dette gjelder spesielt innsjøer hvor vannmassene har en lang oppholdstid. Av de store innsjøene på Østlandet er Mjøsa, Øyeren og Tyrifjorden de som er mest utsatt for forurensningstilførsel. Foreløpig synes hovedvannmassene også i disse innsjøer å være relativt upåvirket, men allerede nå har forurensningstilførselen ført til diverse lokale problemer.

Hvordan forholdene i de enkelte innsjøer vil bli i fremtiden er i høy grad avhengig av hvordan utviklingen blir i nedbørfeltene med hensyn til bosetning, industriutvikling og driftsmåter i jord- og skogbruk. Det vil i denne sammenheng selvsagt være av den aller største betydning hvordan innsjøene og deres tilløpsvassdrag brukes i sammenheng med løsningen av de forskjellige avlopsproblemer. Ved en ekspanderende utvikling, eller ved uheldige disponeringer i nedbørfeltene, kan innsjøene hurtig utvikle seg i en retning som medfører vanskeligheter for de mange bruksinteresser som er knyttet til dem.

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 vurdering av ingeniørmessige tiltak som skal beskytte vannforekomstene.

## 2.2 Vannkilder for fremtidig bruk

Det er på Østlandet store vassdrag som har rikelig med vann for vannforsyningsformål til befolkning og industri for overskuelig fremtid. Vannkvaliteten er ennå i dag så god i hovedvassdragene at man relativt langt ned kan finne et tilfredsstillende råvann som i de fleste tilfelle kan gi betryggende vannkvalitet med enkle rens tiltak. Ved hjelp av såkalt fullrensning, vil man alle steder kunne oppnå et vann som bruksmessig, smaksmessig og bakteriologisk er fullt tilfredsstillende, og i mange tilfeller er enklere rensing tilstrekkelig.

Dette forhindrer ikke at det også i dag er en rekke lokale problemer, og at opplegg av vannforsyning for fremtiden må planlegges grundig.

Ved diskusjon om lokaliseringen av større tettsteder som kan være aktuelle forskjellige steder på Østlandet, ser det ut til at vannforsyningen i liten grad behøver å være en viktig faktor. Enhver tettbebyggelse av noen størrelse, hvor den nå ligger, vil kunne makte å skaffe seg vann, og å underkaste det en rimelig grad av rensing, uten at omkostningene pr. person blir spesielt høye.

Tradisjonelt bruker vi i Norge vannet slik som det forekommer i vannkilden, eventuelt med en desinfisering med klortilsetning. Det er all grunn til å regne med at kravene til vannets kvalitet vil bli skjerpet i fremtiden, og at de ulemper som nå følger vannforsyningene mange steder, vil gi seg større utslag og bli mer lagt merke til. Befolkningen som helhet antas å bli vannbevisste, og det merkes allerede tendenser i den retning. Våre naturlige vannkilder er først og fremst forekomster av overflatevann, og det er tre hovedproblemer som gjennomgående er viktigere enn andre når det gjelder vannets kvalitet. Det er vannets innhold av partikler, av fargete organiske stoffer (humus-stoffer) og vannets sure karakter. Dette er egenskaper som

har preget vannet i våre naturlige vannforekomster gjennom lange tider. Men disse egenskapene kan endre seg etterhvert som vassdragene blir mer påvirket, slik at de ulempene som følger blir mer tydelige. Dette er problemer som det er anledning til å ta stilling til etterhvert som utviklingen går frem. Det kan ikke ventes å oppstå avgjørende vanskeligheter for de større vannverk når de etterhvert kan anordne rens tiltak og andre tiltak som kan hjelpe på forholdene.

### 2.3 Resipienter for fremtidig bruk

Når man ser den utvikling som landsdelen vil bli gjenstand for fremover mot århundreskiftet, er det tydelig at det må meget bevisste resipientvurderinger til for at man ikke skal miste kontrollen med utviklingen. Situasjonen til nå har stort sett vært at avløpsvann er blitt ledet dit det med naturlig fall kunne komme, enten den forhåndenværende resipient var stor eller liten, egnet eller uegnet. For fremtiden må resipientvurderingene danne utgangspunkt for tiltakene, slik at bare de vassdrag og fjorder som egner seg ut fra naturforhold og bruksinteresser blir foretrukket.

For de fleste tettbebyggelser som blir etablert ved eller nær kysten, vil det alltid være en mulig løsning å anordne lange ledninger til havs. Bortsett fra innestengte fjordområder som Oslofjorden, vil det kunne finnes tilstrekkelige fortynningsmuligheter for å ta imot de avløpsmengder som kan ventes. Tettbebyggelser som grenser opp til slike områder vil kunne møte utviklingen med større og større fellestiltak som flytter selve utslippet fra nærliggende resipienter med mindre kapasitet, til mer fjerntliggende resipienter med større kapasitet etterhvert som det blir nødvendig.

Forholdene er betydelig vanskeligere for tettbebyggelser i innlandet. Som generelt utgangspunkt for disse vurderingene kan det sies at man intet sted inne i landet kan anlegge et større industriforetagende eller en større tettbebyggelse uten at det vil få visse følger for tilhørende vassdrag. Blant de mange andre vassdragsinteresser som det må tas hensyn til ved slike vurderinger, står vannforsyning i en særklasse. Det kan tenkes at en tettbebyggelse inne i landet gjør vannforsyningsmulighetene for områder som ligger nedenfor vanskeligere og kostbarere, eller sågar nesten umulige. Ved enhver videre utbygging bør det på et tidligst mulig tidspunkt foretas meget omhyggelige resipientundersøkelser.

Det kan tenkes at for områder som ligger nær kysten, vil resipientvurderingene vesentlig ha betydning for grunnlagsinvesteringene, mens de for områder i innlandet kan ha betydning for valg av lokaliseringssted, fordi man ikke kan være sikker på at innsjøer og vassdrag nedenfor kan bli tilstrekkelig beskyttet mot ulemper og skadevirkninger.

#### 2.4 Behovet for fremtidig arbeid

Et av de viktigste trekk som kommer ut av denne rapportens oversikt over vassdragstilstanden på Østlandet, er at vi nå tydelig ser hvilke videre arbeidsoppgaver som må gjennomføres. Selv om våre vassdrag tilsynelatende er rene, er de gjenstand for tydelig kvalitetspåvirkning. Det må nå opprettes et visst antall rutine-målestasjoner, slik at vi kan følge med den utvikling som foregår. Det er ikke noen grunn til å si noe om omfanget av slikt registreringsarbeid. Det må gjøres til gjenstand for en grundig vurdering av målesteder, målehyppighet og om det analyseprogram som må utføres. Enhver bevisst utnyttelse av vassdragene fremover må ta utgangspunkt i kvalitets-tilstanden og interessene som vassdraget skal tjene. Det er meget vanskelig på forhånd å forutsi den tilstand som en bestemt påvirkning vil kunne føre til i et vassdrag, en innsjø eller en fjord. Derfor må vi meget nøye følge med utviklingen på de viktige stedene og foreta undersøkelser som kan registrere forandringene etterhvert som de gjør seg gjeldende. Bare på den måten kan man etterhvert få et tilstrekkelig godt grunnlag for å forutsi virkningen av nye belastninger, og på et tidlig nok tidspunkt planlegge de forskjellige mottiltak som er nødvendige, eller ta hensyn til forholdene i den oversiktlige planlegging som skal utføres.

For tiden knytter det seg særlig stor interesse til de store innsjøer og til visse fjordområder. Særlig betydningsfullt er det at de store innsjøer, som Øyeren, Mjøsa, Randsfjorden og Norsjø er under en viss påvirkning, og at det nå kan spores endringer i innsjøforholdene. Vi vil i denne forbindelse spesielt nevne Mjøsa.

Det må videre nevnes at det selvfølgelig er et stort antall vanskelige og tildels langsiktige forskningsoppgaver som er forbundet med de forhold som er diskutert ovenfor. Her er imidlertid omtalt arbeidsoppgaver som kommer i tillegg til de klare forskningsoppgaver.

### 3. TEKNISK-ØKONOMISKE VURDERINGER

#### 3.1 Dagens situasjon

Gjennom det forarbeid som har vært utført i forbindelse med denne rapport, sitter man for første gang med en oversikt over vannforsynings- og avløpsforhold for en hel landsdel i Norge. For de enkle konklusjoner som kan trekkes i denne omgang, er bakgrunnsstoffet tilstrekkelig. Imidlertid vil det for fremtidig koordinering og tilrettelegging være nødvendig med stadig bedre informasjoner om de tekniske forhold. På vannverkssiden fremkommer dette gjennom den vannverksoversikt som nå utarbeides fylkesvis med bidrag fra Helsedirektoratet. På avløpssiden foreligger det ikke noen plan om tilsvarende arbeid. Dette må snarest bli tatt opp enten regionsvis, fylkesvis eller helst i landsmålestokk.

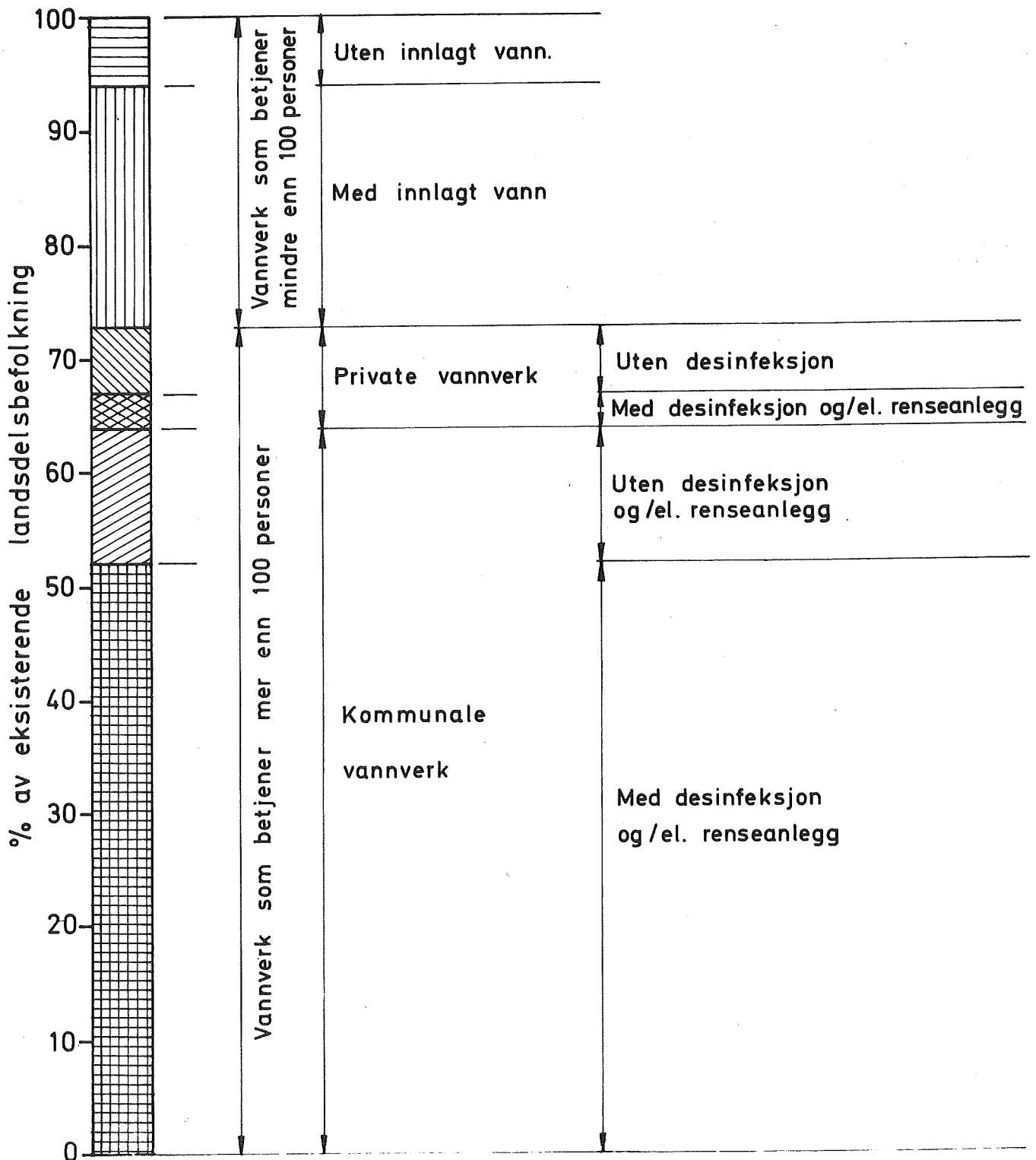
Vannforsyningen på Østlandet er stort sett lite tilfredsstillende (se fig. 3). Meget få vannverk er utstyrt med renseanlegg, og bare en del av dem har desinfisering med klor som kan gi bakteriologisk betryggende vann. En stor del av landsdelens befolkning får ubehandlet råvann, og da vannkildene i mange av disse tilfeller er overflatevann, antas det lite sannsynlig at de bakteriologiske forhold er tilstrekkelig ivaretatt. Også vannets kjemiske kvalitet er utilfredsstillende, idet mange vannverk plages av farget vann, grumset vann, avsetninger i rørene, korrosjon m.v. Det må derfor fastslås at kvaliteten av det vann som leveres i form av drikkevann er sterkt varierende på Østlandet, og at den i mange tilfeller er lite tilfredsstillende.

Vannverkene, som tekniske innretninger, er gjennomgående dårlige. Svært mange av dem er så små at de av den grunn vil ha lett for å ha en primitiv karakter. De ligger dessuten spredt, og er lite koordinert utbyggings- og driftsmessig. Distribusjonsnettene er som regel dårlig. Den antatte lekkasjeprosent i vannverkene fordelingsnett er meget høy, og må antas å være meget høyere enn det som er teknisk og økonomisk forsvarlig. Valg av ledningsmateriell har ikke alltid vært like heldig, og de trykkforhold som mange av vannverkene arbeider med i sine ledningssystemer, ligger ofte utenfor de teknisk sett gunstigste områdene. Det er betydelige behov for trykkreduksjon i mange fordelingsnett.

Vannverkene er dårlig drevet. Hovedårsaken til det antas å være at det ikke har vært overkommelig med den snevre økonomiske rammen vannverkene arbeider

Fig.3 Oversikt over eksisterende vannforsyningsforhold  
på Östlandet.

(Figuren er hentet fra Rapport II)



under, å avse nok arbeidskraft for formålet. Vannverkene har videre vært så små at bedre tilsyn ville bli relativt dyrt. For de aller fleste vannverk utføres det meget få analyser av det vann som leveres til konsumentene, og dette er et godt eksempel på de enkle krav som har vært satt til disse anleggene.

Det fremgår meget tydelig av den vannverksoversikt som er fremskaffet, at det kreves en betydelig innsats for å bringe vannverkene på Østlandet opp til den standard som de burde ha.

Kloakkanleggene på Østlandet er dårlige. Gjennomgående er anleggene for avløp mindre utbygget enn vannverkene. Det skyldes at man i ennå mindre grad enn for vannverkene har funnet det nødvendig med fellesanlegg for større områder, og isteden har nøyd seg med en rekke utslippspunkter, som gjerne har vært i små, lokale resipienter.

Kloakkanleggene har dårlige ledningsnett. Av det ledningsnett som i dag er lagt, er bare en liten del av teknisk tilfredsstillende karakter. Resten er lagt av rør av dårlig kvalitet og med skjøter som har vært helt utilfredsstillende. Våre kloakkledningsnett er derfor preget av betydelige lekkasjer, dels av grunnvann og overflatevann som trenger inn i ledningsnettet og får dette til å virke som et drens-system for området det passerer i gjennom, og dels av den motsatte prosess hvor kloakkvannet lekker ut i grunnen. De aller fleste ledningssystemer er lagt etter kombinertsystemet, men på grunn av bebyggelsens spredte karakter og ledningenes evne til å virke som drensledninger, er det kommet et så stort tilskudd av fremmedvann i kloakkvannet, at vannføringen i rørene, spesielt ved sterk nedbør, er blitt uforholdsmessig høy, og kloakkvannet er blitt tilsvarende tynt. Bruken av tette ledninger må tillegges økende betydning etterhvert som kravene til samling og rensing av kloakkvannet blir større.

Kloakkanleggene gjør i dag en dårlig bruk av resipientene. Det har bare i de færreste tilfeller skjedd en bevisst bruk av resipienter som har vært store nok og forøvrig velegnet til å ta i mot utslippsvannet. I de fleste tilfeller har man lagt ledningene med naturlig fall til nærmeste resipient. Selve utledningen i resipientene har også stort sett vært meget dårlig gjennomført. Det alt overveiende antall steder har man vært tilfreds med å la kloakkledningen ende ved bredden av elver eller innsjøer, eller i små

tilløpsbekker. På denne måten er det oppstått en rekke lokale forurensnings-situasjoner som det ville vært relativt enkelt å unngå. I en del tilfeller har man opprinnelig lagt kloakkrøret ut i vannet, men slik at frost og andre naturskader har brukket det opp. Kloakkutledningen til bekker og grøfter som passerer gjennom tettbebyggelser har mange steder ført til lukt og ues-tetiske forhold. En praksis som har fått gripe alt for meget om seg, har vært å lukke disse bekkene, slik at man kunne hindre ulempene på vedkommende sted. Vi sitter ikke inne med tilstrekkelige opplysninger om hvor mange bekkelukninger som har funnet sted på Østlandet, men det er åpenbart mange kilometer tilsammen. Bekkelukninger er imidlertid meget kostbare arrange-menter, og dessuten kan de ikke bringe noen egentlig forbedring, fordi for-holdene som regel blir verre der hvor bekkelukningen tar slutt.

Bare meget få av kloakkanleggene er i dag forsynt med moderne renseanlegg. Blant disse er det igjen mange som ikke virker helt tilfredsstillende, dels fordi forutsetningene for anlegget svikter gjennom tynt og regnvannspreget kloakktilløp, eller p.g.a. manglende tilsyn. For bebyggelsen for øvrig er de fleste kloakkavløp forsynt med septiktank ved husene. Det har gjennom de siste år i artikler og foredrag vært fremført en rekke ganger fra flere hold at vår bruk av septiktanken som del av kloakknettet er basert på falske fore-stillinger. Blant annet har dimensjoneringen av septiktanken vært sterkt varierende slik at man i beste fall har oppnådd at de brukes som primitive sedimenteringsanlegg. Men det viktigste er allikevel at driften av septik-tanken har vært avhengig av huseierens interesse. Tømming og annet stell av septiktanken har derfor i regelen forekommet meget sjelden og uregelmessig, og den slammengde som er blitt oppsamlet i tanken og transportert vekk med slambiler har sikkert vært meget liten i forhold til den slammengde som har passert gjennom tankene. Det har vært anført som en fordel ved bruk av sep-tiktanker at de forhindrer sedimentering med påfølgende tilstopning i de første lokale ledninger fra husene mot hovednettene. Med den kvalitet som storparten av ledningsnettet har, kan dette i enkelte tilfeller være et rele-vant forsvar for bruk av septiktanker. Det som imidlertid i dag er hoved-saken er at de septiktanker som finnes rundt på Østlandet ikke er under regelmessig driftstilsyn og ikke er blitt gjenstand for en kritisk vurdering om sin oppgave i rensesystemet.

Kloakkanleggene på Østlandet har en slik karakter at det kreves en betydelig innsats for å bringe dem opp til den tekniske standard som avløpsbehovet til-sier.



### 3.2 Utbygging av vannverk

Vi har på Østlandet rikelige mengder med vann for alle vannforsyningsformål til befolkning og industri. Da vannkonsumet ventes å stige betydelig i årene som kommer, kreves det imidlertid en omhyggelig planlegging av vannverkene og utnyttelsen av vannkildene. Det vil i sin alminnelighet være arbeidsmessig og økonomisk rasjonelt å bruke størst mulig anlegg som kan gi vann av sikker og god kvalitet til en lavest mulig pris. For visse lokale områder på Østlandet kan det være en viss avstand til gode vannkilder. For disse områdene vil det være vanskelig å tilrettelegge tilfredsstillende forhold hvis det foregår en langsom, stykkevis utbygging av områdene. Bare de stedene som får en relativt stor bebyggelse, eller et stort vannbehov på annen måte, kan økonomisk sett makte å transportere vannet over de nødvendige avstander. Dette vil i praksis si at for mange av de lavere og flatere områder på Østlandet vil det vannverksmessig være en stor fordel, for ikke å si nødvendig, med en betydelig konsentrasjon av utviklingen. Det vil videre være en fordel om ikke alle områder utbygges samtidig, men at det gis en tidsmessig prioritering, slik at investeringene kan nyttes fullt på hvert enkelt sted.

Investeringene i vannforsyningsanlegg vil i alle tilfeller bli høye for den periode som det planlegges for. Bare ved god planlegging og sentraliserte anlegg vil det være mulig å være sikker på å få godt utbytte av investeringene og å kunne få en langtidsoversikt for investeringene i de enkelte år. Det foreligger med andre ord en reell fare for at det uten nøye planlegging kan bli foretatt betydelige investeringer i årene fremover som vi får lite igjen for.

Selv om våre vassdrag har rikelige vannmengder i forhold til vannforsyningsbehovet, vil det være ønskelig med beskyttelse av vannkildene. Kvalitetsforholdene vil ellers kunne bli uheldig påvirket av den lokale og regionale utvikling. Selv om vassdragenes nederste avsnitt ofte er sterkt belastet med forurensninger, har de i dag relativt tilfredsstillende kvalitet helt ned mot de større industrisentra. Det er ofte relativt beskjedne rensetiltak som skal til, og drikkevannets påvirkning av de mange nye, naturfremmede kjemikalier er ennå på et lavt nivå.

Hovedproblemet på vannforsyningsiden i årene fremover ligger derfor hverken i vannkildenes størrelse eller i deres tekniske utnyttelse, men i en kvali-

tetsmessig beskyttelse av vannkildene så nær forbruksstedene som mulig, og en mer bevisst stillingtaken til kvaliteten av drikkevann.

### 3.3 Utbygging av avløpsanlegg

Det er på Østlandet en rekke gode resipienter til å ta imot kloakkvann og industrielt avløpsvann, forutsatt at man kan satse på relativt lange avløpsledninger. Det må imidlertid foretas en nøye vurdering av resipientenes bruk for andre formål, slik at de konfliktsituasjoner som regelmessig oppstår kan behandles så tidlig og så grundig som mulig. Det vil trenge en betydelig mengde nye ledningssystemer. De eksisterende kloaknett må samles til større enheter enn det tilfellet er i dag. Da storparten av det ledningsnett som er i bruk i dag ikke holder mål, må det legges vekt på en utskiftning av rør, som går noe hurtigere enn det man kunne behøve ut fra rørenes holdbarhet. I forbindelse med nylegging og omlegging av ledninger, må det tas nøye standpunkt til hvorledes overvann og grunnvann skal ledes bort. Utviklingen synes å gå i retning av at det blir mer og mer viktig å holde fremmedvann helt borte fra det forurensede avløpsvannet. Det samme synspunkt gjør seg gjeldende for avløpsinnretningene som for vannforsyningssystemene, at investeringene i årene fremover i alle tilfeller vil bli meget høye. Bare ved omhyggelig planlegging og bruk av store anlegg vil det være mulig å gjøre investeringene effektive. Dette er ikke mulig med den nåværende spredte utbygging og "hånd til munn"-pregede tekniske tiltak. Det er derfor behov for en betydelig styrking av alle planleggende og prosjekterende instanser, slik at de kan makte denne oppgaven. Videre må myndighetene lokalt og sentralt tidlig ta standpunkter som kan være rettleidende for utviklingen i landsdelen.

Det må antas at i årene fremover vil en stadig større del av kloakkvannet bli underkastet moderne rensing. Rensingen vil driftsmessig og økonomisk sett, og med hensyn til resultater bli langt bedre i store fellesanlegg enn i de små spredte enheter. Det vil derfor være særlig viktig å samle kloakkvannet til store enheter der hvor effektive renseanlegg må bygges, slik at man kan dra nytte av rasjonelle og økonomiske metoder.

Sjøvannsresipientene er gode på Østlandet, bortsett fra de indre områder av fjordene. Det kan imidlertid de fleste steder bli nødvendig med lange undervannsledninger for å nå ut til de områder i sjøen hvor vannutvekslingen er tilstrekkelig god. I mange tilfeller vil det være kostbart for de enkelte

tettbebyggelser og bedrifter å bygge ledninger rett ut mot åpne farvann. Det kan lønne seg med en sammenbinding langs kysten av flere områder og valg av et utslippssted hvor avstandene ut til åpne farvann er kortest mulig. De store sjøvannsresipientene har en betydelig evne til å kunne motta slam, slik at den mekaniske rensing som kloakkvannet må gjennomgå ved slike avløp, kan være betydelig enklere enn når utslipp foregår i ferskvann. Nedbrytningen av slam vil imidlertid bare foregå der hvor utskiftningen av sjøvann langs bunnområdene hvor slammet avsetter seg, er god, slik at det alltid er rikelig med oksygen for de organismene som omsetter og nedbryter slammet.

Ferskvannsresipientene er mange steder gode på Østlandet, idet de store elvene har betydelig kapasitet til å ta imot forurensninger. Innsjøene er mer følsomme for belastninger, fordi det i disse vil opptre sekundærfenomener spesielt overvekst av alger gjennom gjødslingspåvirkningen (eutrofieringen). Eutrofieringen er blitt et av hovedproblemene for kloakkvannsvurderinger verden over. Hos oss har det vist seg å være en av de forurensningsulemper som spiller størst praktisk rolle. Ved bruk av ferskvannsføremønstre som resipienter må det tas omhyggelig hensyn til alle andre interesser som knytter seg til disse vannforekomstene. Spesielt vil det kunne oppstå konflikt når vassdragene samtidig skal brukes som vannkilder for befolkning og industri. For innsjøenes vedkommende vil forurensningstilførslene kunne skape ulemper av mer generell art f.eks. i forbindelse med fiske og rekreasjonsliv. Ved diskusjonen om bruk av ferskvannsføremønstre som resipienter for avløpsvann er det visse prinsipielle forhold som bør tas opp. For det første bør alt avløpsvann være mekanisk rensert, slik at partikler som lar seg fjerne i konvensjonelle sedimenteringsanlegg ikke kommer ut i resipienten. Det burde med andre ord ikke noe sted slippes helt urensert kloakkvann ut i ferskvann. Mange steder må det bygges ytterligere renseanlegg. Tildels kan disse renseanlegg være av den nå velkjente typen med hovedvekt på biologisk rensing og nedbrytning av organisk stoff. Imidlertid ser det ut til at det har større interesse å vurdere andre rensemetoder som tar sikte på å redusere avløpsvannets innhold av næringssalter og andre kjemikalier som vassdragene kan ta skade av. Den fremtidige kloakkvannsbehandling på Østlandet vil i betydelig grad måtte baseres på rensemetoder som for tiden er under utvikling. Det er viktig at utviklingen følges opp forskningsmessig, og at det bygges enkelte anlegg som prøveanlegg. Vi må også på dette område skaffe oss praktisk erfaring under våre forhold, før vi kan planlegge større anlegg.

Det er først og fremst i våre større innsjøer at det kan oppstå konflikt mellom avløpsinteressene og de andre vassdragsinteressene. Mjøsa, Randsfjorden, Tyrifjorden og Norsjø inntar en meget viktig rolle. Det vises til den diskusjon som er ført under punkt 1.4, Del 4 i Rapport II. Det må understrekes at vi sitter inne med begrenset kunnskap og vi kan ennå ikke trekke praktiske konklusjoner om hvilke belastninger disse innsjøene tåler eller hvilke forurensningskilder som har størst betydning for deres utvikling mot uheldige forhold. Vi må imidlertid fremheve at vi i dag sitter inne med tilstrekkelige erfaringer til å kunne si at enhver betydelig utvikling av bysamfunn eller industrisamfunn med avløp til disse innsjøene må få følger for deres vannkvalitet og for deres evne til å være vannkilder for områdene rundt innsjøene, og nedstrøms i utløpsvassdraget. Teoretisk er det mulig å anordne rensertiltak som er så omfattende at ulemper og skadevirkninger kan holdes på et tilfredsstillende lavt nivå. Vi savner imidlertid erfaring for at det er mulig i praksis, og ennå vil det ta noen tid før vi har kurante anlegg tilgjengelig.

#### 3.4 Viktige uløste problemer

For vannforsyningen kan det settes opp 3 hovedkrav som må tilfredsstilles. Det skal være:

- nok vann
- godt vann
- god økonomi

Det er selvfølgelig en sterk sammenheng mellom kvantitet, kvalitet og økonomi. Bygging og drift av vannverk på Østlandet koster store summer hvert år. Det burde derfor over alt være mulig å regne ut en pris pr. m<sup>3</sup>. Utviklingen av vannforsyningssystemene burde ta utgangspunkt i en enhetspris, og det bør være et selvfølgelig krav at denne enhetspris holdes så lav som mulig uten at man går på akkord med befolkningens ønske om rikelige mengder med vann av god kvalitet. I denne situasjon synes det foreløpig å være særlig grunn til å hefte seg ved at vi har usikker oppfatning av kvalitetskravene til drikkevann. Det er lett å se at man har holdt omkostningene på vannforsyningsanlegg nede ved å være lite streng med kvalitetskravene. I vanlig tale sier man at de hygieniske krav til vannet er absolutte, mens de bruksmessige krav kan være mer diskutabile. Dette er ikke imøtekommet i dag, idet mye må gjøres før vannverkernes standard er hevet slik at man kan si at de

bakteriologiske krav er tilfredsstillende. Først da vil vi for alvor kunne diskutere de tiltak som må til for å sikre visse minstekrav til vannets kjemiske kvalitet. Vannverksøkonomien er i betydelig grad avhengig av at man kan få store enheter med store fellesanlegg. Dette er imidlertid avhengig av et vidtgående samarbeid mellom brukere innenfor relativt store områder. Ved store anlegg vil en trinnvis utbygging kunne gjennomføres. Derved fordeles investeringene over et lengre tidsrom og de høye investeringstopper, som ellers lett kan forhindre gjennomførselen av en ellers tilfredsstillende plan, kan bli unngått. Det antas derfor at tekniske og økonomiske vurderinger vil føre til forslag om at et betydelig antall interkommunale vannverk bør bygges. Et sentralt problem ved vannverksutbyggingen i dag er selve saksbehandlingen. For det første må vi vite hvorledes man skal gjennomføre en vurdering som viser nødvendigheten av interkommunale anlegg, og dessuten trenges det retningslinjer for etablering, økonomisk fordeling og drift av slike interkommunale vannverk.

Erfaringen hittil viser med sørgelig tydelighet at dette problemet ikke kan løses tilfredsstillende så lenge initiativet og saksbehandlingen ligger i de enkelte primærkommuner. Det er derfor behov for koordinasjonsarbeid fra sentrale myndigheter på fylkesplanet og statsplanet. Dette administrative problem, som ikke er løst i og med den nye bygningsloven, ligger imidlertid utenfor rammen av de problemer som er tatt opp i denne rapport.

For avløpsinnretningene kan man sette opp tre klare krav. De skal være:

- tilfredsstillende for brukerne (boligene)
- tilfredsstillende for resipientene
- ha god økonomi

Til det første krav kan sies at man ikke kan vente at den enkelte leilighetsinnehaver eller bruker av sanitære innretninger skal behøve å tenke på avløpsproblemene under sitt daglige liv og virke. For øvrig synes problemet å være tilfredsstillende så lenge avløpsvannet renner bort fra leiligheten og det tilhørende nærmeste området.

Kravet om at avløps situasjonen må bli tilfredsstillende for resipientene er det store punkt, og antakelig et punkt som kan få betydning for lokaliseringsvurderinger. Det viktigste problem ligger i forholdet mellom omkostninger

for anlegg og drift og tilfredsstillende tilstander i resipienten. Avløpssystemer har hittil vært betraktet som ikke-rentable, uunngåelige enheter. Det er imidlertid rimelig at det settes visse økonomiske mål på avløpssystemenes ytelser, f.eks. i form av en enhetspris. Ved de store utbygginger av avløpsnett og renseanlegg som fremtiden vil kreve, bør det stadig være referanse til enhetsprisen innenfor planleggingsrammen. For den planleggingsperiode som denne rapport omhandler, antas hovedproblemet på avløpssiden å bli en avveining mellom forskjellige rens tiltak på den ene siden og kravene til resipientene på den andre siden. Med den betydelige utvikling som for tiden finner sted når det gjelder rens tekniske tiltak, antas det at det gjennom internasjonale kontakter og egen forskning kan skapes et godt utgangspunkt. Deretter må resultatene prøves under norske forhold, først i liten målestokk. Ellers må det nevnes at det også på avløpssiden er behov for en klar vurdering av formålet på lengre sikt, og hvilke samarbeidsformer som kan tenkes mellom kloakkanleggene, mellom kommunene og tildels også mellom fylkene.

#### 4. VIKTIGE PUNKTER FOR DEN VIDERE VASSDRAGSUTNYTTELSE

##### 4.1 De rene vassdrag

Vassdragene på Østlandet sett under ett, er i dag stort sett i relativt god forfatning, men det er få steder i de større vassdragene at vannet er kvalitetsmessig helt upåvirket. Dette tyder på at den menneskelige aktivitet ved utslipp av kloakkvann, landbrukstiltak og industrivirksomhet er i ferd med å kunne påvirke også våre store vassdrag og innsjøer. Selv om påvirkningen i dag ikke har gått så langt at det har reist alvorlige problemer for vassdragene som helhet, vil den fortsatte utvikling kunne gjøre det. Det må med andre ord en bevisst holdning og tilrettelegging til om dagens gode vassdragsforhold skal bevares for fremtiden.

##### 4.2 De forurensede vassdrag

Nederst i flere av de store vassdragene, og i mange mindre vassdrag, er det en påvirkning av forurensninger som har endret vannets karakter betydelig og gjort det uskikket for en rekke formål. En del av disse forurensningstilstander har utviklet seg gjennom lengre tid, slik at de har inngått i bruken av vassdragene. Etterhvert som ekspansjonen gjør seg gjeldende, er det imidlertid

fare for at tilstanden kan forverre seg, slik at det oppstår ulemper av betydelig større omfang. Derfor bør det tilrettelegges en bevisst vassdragsbehandling som søker å forhindre ytterligere forverring, og som tar sikte på å oppnå en langsom forbedring i de mest forurensede områder.

#### 4.3 Interessekonflikter

Konflikter om vassdragsutnyttelsen, spesielt mellom bruk av vassdragene for resipientformål på den ene side, og en rekke andre formål på den andre side, synes å bli tilspisset. Det blir derfor stadig viktigere å ha en forståelse av vannkvalitetens betydning for de mange bruksformål, og å finne ut hvorledes de mange bruksinteresser bør avveies i forhold til hverandre. Landets sentrale myndigheter må i stigende grad ta stilling til de konflikter som oppstår med sikte på å få dem løst.

#### 4.4 Retningslinjer for vannkvalitet

Kvalitetsbegrepene, både for vassdragene som helhet og for vannforsyning til befolkning og industri er vagt. Det er sterkt behov for at det danner seg en oppfatning av hvilke kvalitetskrav som bør imøtekommes, enten de kan måles med fysiske, kjemiske eller biologiske parametre i de enkelte tilfeller. Selv om kategoriske krav til vannets kvalitet for tiden vanskelig kan oppstilles, bør visse kriterier for vassdragsutnyttelsen og vannforsyningen være formulert på høyeste hold og gi retningslinjer til dem som skal drive med forskning, planlegging, prosjektering og drift.

#### 4.5 Kontroll av forurensningsutslipp

Det må antas at forurensningene fra befolkning, landbruk og industri i fremtiden i stigende grad vil bli preget av visse naturfremmede kjemikalier. Som eksempler kan nevnes plast, oljeprodukter, vaskemidler og biocider. Gjennom anvendelsen av disse stoffer er det en risiko for at de kan finne en alminnelig spredning, og under uheldige forhold akkumuleres til konsentrasjoner som er direkte skadelige. I denne situasjon er det viktig for fremtiden å få full kontroll over de vannforurensninger som oppstår, slik at behandlingen av avløpsvannet stadig tar sikte på å uskadeliggjøre de elementer som man til enhver tid tillegger størst betydning.

Av denne grunn, og av økonomiske grunner for øvrig, vil det være riktig å sette store krav til oppsamlingen av forurensningene, selv om det for tiden ikke alle steder er nødvendig med høygradige renseanlegg.

#### 4.6 Samkjøring av vannverk

Visse generelle krav til vannforsyningsanlegg bør imøtekommes. Spesielt på det sikkerhetsmessige området bør man være garantert mot vannforsyningsbrist over lengre tidsperioder, og muligheter for at bakteriologisk utilfredsstillende vann kan bli distribuert. Dette kan dels løses ved at vannforsyningsssystemer samkjøres ved bindeledninger som muliggjør overføring av vann fra et sted til et annet om svikt i en vannkilde eller et teknisk anlegg skulle oppstå.

#### 4.7 Fullverdige avløpsnett

Et hovedpunkt for avløpsanlegg må være å modernisere selve avløpsledningssystemet. Det bør snarest settes strenge krav til at avløpsnettets tilfredsstillende krav som moderne vassdragsutnyttelse medfører. Ledningssystemet bør være tett, slik at det holder fremmed vann ute, og det må anlegges slik at vedlikehold og reparasjoner lar seg utføre uten spesielle vanskeligheter.

På grunn av den relativt gode vassdragssituasjonen vi stort sett har på Østlandet, vil det antakelig ikke oppstå store vanskeligheter om det i enkelte tilfeller tillates en ytterligere forurensningsbelastning enn den man har i dag. Imidlertid må forholdene tilrettelegges slik at så snart utviklingen viser å medføre uheldige konsekvenser, kan de nødvendige renseinnretninger bli påbygd. Dette vil i praksis si at man for mange områder kan tillate en relativt fri bruk av vassdragene som resipienter i årene fremover på betingelse av at selve avløpsnettets holder moderne mål, og derved muliggjør ytterligere tiltak så snart de er nødvendige. Et hovedpunkt i hele behandlingen blir derfor strenge krav til materiell og arbeid ved legging av kloakknett.



## UTREDNING FOR ØSTLANDSKOMITEEN OM VANN- OG KLOAKKFORHOLD I ØSTLANDSOMRÅDET

Notat ved Norsk institutt for vannforskning, 11. oktober 1966.

Nedenfor er gitt et forslag til arbeidsprogram i 4 punkter om utredningsarbeidet for Østlandskomiteens Sekretariat. Det er videre foreslått et arbeidsopplegg, og satt opp et omkostningsoverslag.

### Del I - Utredning om vassdragsutnyttelsen i Østlandsområdet

Det skal avgis en prinsipiell uttalelse om vassdragsutnyttelsen i Østlandsområdet.

Det foretas en bred vurdering av hovedvassdrag på Østlandet. Hovedpunkter i deres nåværende utnyttelse og påvirkning av forurensninger vil bli omtalt. Spesielle vassdragsutnyttelser i form av vanninntak eller forurensningsutslipp av særlig betydning for vassdragene som helhet, vies spesiell oppmerksomhet.

Det foretas en fremtidsrettet vurdering av de interesser som kan ventes å bli avgjørende for vassdragspleien, og belyses hvordan disse kan komme i konflikt med hverandre. Av hensyn til den fremtidige vannhusholdning vurderes spesielt om enkelte vassdrag bør beskyttes mot økende belastning.

Visse praktiske og økonomiske konsekvenser av alternative lokaliseringsmønstre vil bli diskutert. Det antas formålstjenlig at diskusjonen først er av prinsipiell natur, og at man deretter tar for seg konkrete eksempler. Områder som ut fra Sekretariatets vurderinger antas å bli gjenstand for sterk utbygging, vurderes særskilt og inngående.

### Del II - Fremtidig vannforsyning og kloakkvannsdiskonering for de enkelte kommuner, respektive regioner

Det skal utarbeides en oversikt over mulighetene for vannforsyning og kloakkvannsdiskonering for samtlige kommuner i Østlandsområdet.

For de tynt befolkede landkommuner vil oversikten bli summarisk, hvis det ikke ventes spesielt stor utbygging. For større tettbebyggelser vil oversikten bli noe mer inngående. I denne oversikten vil kommuner bli behandlet sammen der hvor regionale løsninger viser seg mest formålstjenlig.

Uttalelsene vil stort sett være av generell art, og de omkostningsoverslag som kan gis, vil være basert på gjennomsnittsomkostninger. Der hvor forholdene ligger til rette, vil imidlertid en direkte omkostningsvurdering bli foretatt.

I denne forbindelse blir pressområdene rundt Oslofjorden bare behandlet i den utstrekning det har betydning for mer fjerntliggende distrikter.

### Del III - Vannforsyning og avløp i det sentrale Østlandsområdet

Det vil bli utført en spesiell vurdering av vanskeligstilte presskommuner rundt Oslofjorden. I første omgang foretas en bred vurdering av viktige resipienter og vannkilder med sikte på at alle mulighetene innenfor en rimelig fremtidsutvikling blir vurdert.

Alternativer som man av bruksmessige, kvalitetsmessige eller økonomiske grunner finner uhensiktsmessige, tas ikke med i den videre behandling.

De aktuelle vannkilder og resipienter som etter denne vurdering er tilbake, blir nøyere vurdert. Hvor akutte vanskeligheter ventes å oppstå i nær fremtid må utredningene bli så detaljerte at de kan danne første utgangspunkt for valg av tekniske tiltak som må utføres i 1970 - 75-perioden. I de områdene hvor problemene med vannforsyning og avløp er mest presserende, vil dette arbeid for Østlandskomiteén danne innledning til nye tekniske tiltak.

Utredningen må ta utgangspunkt i de prognoser som kan skaffes. Prognosegrunnlaget må godtas av Østlandskomiteéns Sekretariat.

Vurdering av aktuelle vannforsyningsprosjekter i det sentrale Østlandsområdet baseres vesentlig på prognoser for befolkningsutviklingen, men hensyn vil bli tatt til industriens vannforbruk i den grad dette kan prognostiseres og antas å bli koblet sammen med drikkevannsforsyning.

For de aktuelle vannkilder utarbeides rammeplaner for alternative forsyningsområder. Det må tas nødvendig hensyn til eksisterende forhold i de berørte kommuner, legges opp til en trinnvis utbygging av vannverkene slik at bestående anlegg kan nyttes så lenge det er forsvarlig ut fra økonomi, vannkvalitet og eventuelle skadevirkninger.

Innen avløpssektoren er arbeidet allerede igang, idet NIVA siden 1962 utfører et omfattende undersøkelses- og vurderingsprosjekt for de 10 kommunene rundt indre Oslofjord. Vurderinger for Østlandskomiteén må nødvendigvis ta utgangspunkt i det som under dette prosjekt er kommet frem, så langt det er mulig innen den gitte tidsramme.

#### Del IV - Vassdragstilstander

Det utarbeides en oversikt over utførte og pågående vassdragsundersøkelser med kommentarer.

Det utarbeides videre en oversikt over de nye undersøkelser av viktige vassdrags-avsnitt og fjorder som er nødvendige som støtte for regionale og fylkeskommunale myndigheter ved vurdering av områdeplanleggingen etter bygningsloven.

Til støtte for arbeidet med de andre deloppdragene vil det i utredningsperioden gjennomføres visse undersøkelser i utvalgte vassdrag. Resultatene av disse vil muliggjøre en første vurdering av hydrologiske, hydrografiske og biologiske forhold, også i de vassdrag som det mangler observasjoner fra. Dette vil gjøre det mulig å foreta en sammenliknende vurdering av de viktige vassdrag på Østlandet.

Det vil videre bli utført mer detaljerte undersøkelser i enkelte større vannforekomster som i nær fremtid kan bli utnyttet til vannforsyningsformål i større skala. Resultatene av disse undersøkelser vil belyse forhold som står i sammenheng med en allsidig vassdragsutnyttelse i det sentrale Østlandsområdet.

De kompliserte problemstillinger som knytter seg til vassdragene i Østlandsområdet og deres bruk, gjør langsiktige og grundige undersøkelser nødvendige. Med bakgrunn i erfaringene fra det foreslåtte arbeid lages en oversikt over vassdragsundersøkelser som har stor viktighet og som bør komme til utførelse i nær fremtid. En ramme for omkostningsoverslag for disse lang-

siktige og videreførte undersøkelser utarbeides. Undersøkelsenes administrasjon, gjennomføring og økonomi beskrives slik at de kan danne vurderingsgrunnlag for deres utførelse.

#### ARBEIDSOPPLEGG

Gjennomføringen av de ovennevnte oppgaver krever betydelig innsats av spesialister på forskjellige felter. Det er vanskelig å lage en arbeidsgruppe som kan arbeide tilstrekkelig effektivt på det korte tidsrom som er avsatt.

NIVA kan stå som koordinator av arbeidsopplegget etter følgende retningslinjer. NIVA er imidlertid villig til å diskutere andre opplegg ut fra Departementets ønsker.

NIVA kan påta seg det økonomiske ansvar i henhold til en omkostningsoversikt som er gitt nedenfor og som medfører at det i løpet av 1966 - 67 avsettes i alt kr. 1,1 mill. for formålet.

Selve arbeidet utføres dels av instituttets ansatte, dels av spesialister som knyttes til prosjektet ved hjelp av Østlandskomiteéns Sekretariat, og dels av private konsulentfirmaer.

Samarbeid gjennom Sekretariatet vil danne kjernen i saksbehandlingen. Alle større arbeidsoppgaver og all bortsetning av oppdrag til konsulenter gjøres etter samråd med Sekretariatet.

Det forutsettes at Kommunaldepartementet stiller fylkesingeniørene i østlandsfylkene til rådighet for prosjektet i inntil 6 måneder og at NIVA knytter en frittstående ekspert til prosjektet.

Det forutsettes videre at Kommunaldepartementet tar de nødvendige skritt til å samordne tilsvarende utredninger i kommunal- og fylkeskommunal regi med nærværende utredningsprosjekt.

NIVA stiller til rådighet for prosjektet 5 arbeidsplasser pluss skrivemaskinrom i Vinderenveien nr. 24.

#### OMKOSTNINGSOVERSLAG

Det samlede prosjekt har en slik karakter at det er vanskelig å forutsi arbeidsinnsats og omkostninger for de enkelte deler med sikkerhet. Oppgaven skal utføres innen en tidsramme som ikke tillater omhyggelig planlegging. De enkelte poster er satt opp med runde tall. Selv om betydelige avvikelser kan finne sted, antas det at den samlede sum skulle gi tilstrekkelig spillerom.

Omkostningsberegningene er basert på:

- timeføring fra NIVA's ansatte,
- kontrakter med konsulenter,
- kontrakter/timeføring med spesielle medarbeidere,
- reiser og diett etter Statens regulativ.

Del I.	Arbeid etter timer	Kr.	50.000,-
Del II.	Utgifter kontor, reiser, opphold m.v.	"	40.000,-
	Arb.andel NIVA	"	20.000,-
	-"- fylkesing.	"	0
Del III.	Utgifter kontor, reiser, opphold m.v.	"	40.000,-
	Arb.andel NIVA	"	80.000,-
	-"- fylkesing.	"	0
	-"- spes. medarbeidere	"	60.000,-
	-"- konsulenter	"	400.000,-
Del IV.	Arb. etter timer	"	60.000,-
	Felt- og lab.arbeid	"	200.000,-
	Reiser og materiell	"	50.000,-
	Rapportarbeid, tegning, skriving m.v.	"	<u>100.000,-</u>
			<u>Kr. 1.100.000,-</u> =====