

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Utredning for Østlandskomiteén 1967

Rapport II

**Tekniske og økonomiske vurderinger av vannforsynings-
og avløpsforhold**

Redigert

av

Siv. ing. Terje Simensen

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 II

**Tekniske og økonomiske vurderinger av vannforsynings-
og avløpsforhold**

Redigert

av

Siv. ing. Terje Simensen

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet mars 1968.

INNHALDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
TABELLFORTEGNELSE	7
FIGURFORTEGNELSE	8
<u>DEL 1</u> UTREDNINGSOPPGAVE OG ARBEIDSOPPLEGG	
1. Arbeidsoppgave	9
2. Arbeidsopplegg	10
3. Geografisk oppdeling av landsdelen	11
4. Fylkesingeniørenes bidrag	12
5. Utredningsarbeid utført av rådgivende ingeniørfirmaer	14
6. Fremstillingsform av innsamlet materiale	18
<u>DEL 2</u> FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGER OG VURDERINGER	
1. Befolkningsutvikling	20
2. Vannforbruk, vannbehov og avløpsmengder	21
2.1 Generelt	21
2.1 Nåværende vannforbruk på Østlandet	23
2.3 Vannbehovet fram til år 2000	26
2.3.1 Befolkningsforbruket	26
2.3.2 Industriforbruk	32
2.3.3 Det totale vannbehov	34
2.4 Avløpsvannmengder	35
3. Vannkvalitet - rensetekniske krav	38
3.1 Vannforsyning	38
3.1.1 Generelt	38
3.1.2 Vannkildene og deres kvalitet	39
3.1.3 Kvalitetskrav til bruksvann	40
3.1.4 Rensetekniske tiltak	42
3.2 Vassdrag som resipient for forurenset vann	42
3.2.1 Generelt	42
3.2.2 Utseende og lukt	44
3.2.3 Partikkelinnhold	44
3.2.4 Forurensningsvirkning av organisk stoff - saprobiering	45
3.2.5 Innflytelsen av forurensninger på fisket	45
3.2.6 Forurensningsvirkning av gjødsesstoffer - eutrofiering	46
3.2.7 Igjengroing	46
3.2.8 Rensetekniske tiltak	46
4. Tekniske beregningsmetoder	49
4.1 Hydraulikk	49

	<u>Side</u>
4.1.1 Dimensjonerende vannmengder	49
4.1.1.1 Vannforsyning	49
4.1.1.2 Avløp	49
4.1.2 Trykktapsberegninger	50
4.1.2.1 Rørledninger	50
4.1.2.2 Tunneler	50
4.1.3 Pumpeberegninger og energibehov	51
4.2 Avløpssystemers regnvannsbelastning	52
4.2.1 Generelt	52
4.2.2 Varighetsdiagram for nedbør	52
4.2.3 Dimensjonering av regnvannsoverløp	54
4.3 Ledningsnettenes lengde	55
5. Anleggs- og driftskostnader for ulike anleggskomponenter i vannforsynings- og avløpssystemer	58
5.1 Generelt	58
5.2 Vannforsyningsanlegg	59
5.2.1 Anleggskostnader	59
5.2.1.1 Magasiner og utjevningssassenger	59
5.2.1.2 Overføringssystemer	60
5.2.1.3 Pumpeanlegg	62
5.2.1.4 Renseanlegg	62
5.2.1.5 Ledningsnett	63
5.2.1.6 Omlegging av eksisterende ledninger	64
5.2.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader	64
5.2.2.1 Driftskostnader	64
5.2.2.2 Vedlikeholdskostnader	65
5.3 Avløpsanlegg	65
5.3.1 Anleggskostnader	65
5.3.1.1 Ledningsnett	65
5.3.1.2 Avskjærende transportsystemer	66
5.3.1.3 Pumpeanlegg	66
5.3.1.4 Renseanlegg	66
5.3.1.5 Utløpsledninger	68
5.3.1.6 Omlegging av eksisterende ledninger	68
5.3.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader	68
5.4 Vannforsynings- og avløpsanlegg for fritidsbebyggelse	69
5.5 Erstatninger og grunnervervelser	70
5.6 Energikostnader	70
5.7 Generelle kostnader for VA-anlegg	72
6. Økonomiske beregningsmetoder	74
6.1 Valg av analyseperiode og avskrivningstid	74

	<u>Side</u>
6.2 Valg av rentefot	75
6.3 Optimaliseringsberegninger	75
6.3.1 Transportsystemer	75
6.3.2 Renseanlegg	80
6.4 Økonomisk fremstilling av alternativene	82
<u>DEL 3</u> GENERELL VURDERING AV VANNFORSYNINGSG- OG AVLØPSFORHOLD I DE ENKELTE FYLKER	
1. Innledende bemerkninger	85
2. Oslo/Akershus fylker	86
2.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000-2015	86
2.2 Vannforsyning	86
2.2.1 Eksisterende forhold	86
2.2.2 Utbygging av vannforsyningen	86
2.3 Avløp	92
2.3.1 Eksisterende forhold	92
2.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	93
2.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	94
2.3.4 De største avløpsanlegg	94
3. Buskerud fylke	
3.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000	98
3.2 Vannforsyning	98
3.2.1 Eksisterende forhold	98
3.2.2 Utbygging av vannforsyningen	99
3.3 Avløp	102
3.3.1 Eksisterende forhold	102
3.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	103
3.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	104
3.4 Sammenheng med andre fylker	115
4. Hedmark fylke	
4.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000	115
4.2 Vannforsyning	115
4.2.1 Eksisterende forhold	115
4.2.2 Utbygging av vannforsyning	116
4.3 Avløp	120
4.3.1 Eksisterende forhold	120
4.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	120
4.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	121
4.4 Sammenheng med andre fylker	128

	<u>Side</u>
5. Oppland fylke	131
5.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000	131
5.2 Vannforsyning	131
5.2.1 Eksisterende forhold	131
5.2.2 Utbygging av vannforsyning	132
5.3 Avløp	137
5.3.1 Eksisterende forhold	137
5.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	138
5.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	139
5.4 Sammenheng med andre fylker	141
6. Telemark fylke	144
6.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000	144
6.2 Vannforsyning	144
6.2.1 Eksisterende forhold	144
6.2.2 Utbygging av vannforsyning	145
6.3 Avløp	151
6.3.1 Eksisterende forhold	151
6.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	151
6.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	152
7. Vestfold fylke	158
7.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000	158
7.2 Vannforsyning	158
7.2.1 Eksisterende forhold	158
7.2.2 Utbygging av vannforsyning	159
7.3 Avløp	163
7.3.1 Eksisterende forhold	163
7.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	163
7.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	164
7.4 Sammenheng med andre fylker	168
8. Østfold fylke	171
8.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000	171
8.2 Vannforsyning	171
8.2.1 Eksisterende forhold	171
8.2.2 Utbygging av vannforsyningen	172
8.3 Avløp	176
8.3.1 Eksisterende forhold	176
8.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing	176
8.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg	177

DEL 4 GENERELL VURDERING AV VANNFORSYNING- OG
AVLØPSFORHOLD I DE ENKELTE FYLKER

	<u>Side</u>
1. Sammendrag for landsdelen	186
1.1 Vannforsyning	186
1.1.1 Eksisterende forhold	186
1.1.2 Vannbehov fram til år 2000	188
1.1.3 Utbygging av vannverk	189
1.1.3.1 De fremtidige vannkilder	190
1.1.3.2 Vannverkernes størrelse og influensområde	190
1.1.3.3 Tekniske anlegg	195
1.2 Avløp	197
1.2.1 Eksisterende forhold	197
1.2.2 Fremtidig utbygging	199
1.2.2.1 Hovedresipienter og krav til rensing	199
1.2.2.2 Avløpsanleggenes størrelse og organisasjon	204
1.2.2.3 Tekniske anlegg	205
1.3 Kostnader	207
1.3.1 Generelt	207
1.3.2 Investeringsbehov	208
1.3.2.1 Ledningssystemer innen byggeområdene	208
1.3.2.2 Utskifting av eksisterende ledningssystemer	209
1.3.2.3 Hovedtransportsystemer	209
1.3.2.4 Rensetekniske enheter	210
1.3.2.5 Fritidsbebyggelse	211
1.3.2.6 Erstatninger og grunnerververvelser	211
1.3.2.7 Planlegging, byggekontroll og administrasjon	212
1.3.2.8 Renter i løpet av byggetiden	212
1.3.3 Årskostnader	212
1.3.3.1 Kapitalkostnader	213
1.3.3.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader	213
1.3.3.3 Fritidsbebyggelse	213
1.3.4 Vurdering av kostnadsberegninger	230
1.3.4.1 Kostnadssammenstillingen	230
1.3.4.2 Effekten av en økning i et områdes prognoserte folkemengde	232
1.3.4.3 Effekten av en økning i vannforbruk	234
1.4 Generelle bemerkninger til utredningsresultatene	235

TABELLFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
<u>DEL 1</u>	
1.0 Regionvis oppdeling av Østlandets fylker	13
2.0 Spesialutredninger	17
<u>DEL 2</u>	
1.0 Befolkningsfordeling og befolkningsutvikling på Østlandet i 1966-1980-2000	22
2.3.1 Spesifikt befolkningsforbruk (l/p.d.) og sanitær standard i enkelte land	27
3.1.2 Generalisert oversikt over kjemisk kvalitet av grunnvann og overflatevann	40
4.3 Forholdet mellom spesifikk lengde avløpsledning og boligtetthet	56
5.2.1.2 Kostnader pr. meter rørledning	61
<u>DEL 3</u>	
3.1 Befolkningsutvikling 1966-1980-2000. Buskerud fylke	113
3.2.1 Oversikt over eksisterende vann- og avløpsforhold. Buskerud fylke	114
4.1 Befolkningsutvikling 1966-1980-2000. Hedmark fylke	129
4.2.1 Oversikt over eksisterende vann- og avløpsforhold. Hedmark fylke	130
5.1 Befolkningsutvikling 1966-1980-2000. Oppland fylke	142
5.2.1 Oversikt over eksisterende vann- og avløpsforhold. Oppland fylke	143
6.1 Befolkningsutvikling 1966-1980-2000. Telemark fylke	156
6.2.1 Oversikt over eksisterende vann- og avløpsforhold. Telemark fylke	157
7.1 Befolkningsutvikling 1966-1980-2000. Vestfold fylke	169
7.2.1 Oversikt over eksisterende vann- og avløpsforhold. Vestfold fylke	170
8.1 Befolkningsutvikling 1966-1980-2000. Østfold fylke	184
8.2.1 Oversikt over eksisterende vann- og avløpsforhold. Østfold fylke	185
<u>DEL 4</u>	
1.1.1 Oversikt over eksisterende vannforsyningsforhold på Østlandet	187
1.1.2 Anslått vannbehov på Østlandet i år 1980 og 2000	189

1.1.3.1	De viktigste nåværende og eventuelle fremtidige vannkilder	191
1.1.3.3	Beregnet lengde med vannledningsnett som må bygges i perioden 1970 - 2000	196
1.2.1	Oversikt over eksisterende avløpsforhold på Østlandet	198
1.2.2.3	Beregnet lengde med avløpsnett som må bygges i perioden 1970 - 2000	206
1.3.2-1	Beregnete investeringer i mill. kr. Oslo/Akershus	214
1.3.2-2	" " " " Buskerud	215
1.3.2-3	" " " " Hedmark	216
1.3.2-4	" " " " Oppland	217
1.3.2-5	" " " " Telemark	218
1.3.2-6	" " " " Vestfold	219
1.3.2-7	" " " " Østfold	220
1.3.2-8	" " " " Landsdelen	221
1.3.3-1	Beregnete årskostnader i mill. kroner - Oslo og Akershus fylker	222
1.3.3-2	" " " " Buskerud fylke	223
1.3.3-3	" " " " Hedmark fylke	224
1.3.3-4	" " " " Oppland fylke	225
1.3.3-5	" " " " Telemark fylke	226
1.3.3-6	" " " " Vestfold fylke	227
1.3.3-7	" " " " Østfold fylke	228
1.3.3-8	" " " " Landsdelen	229
1.3.4	Sammenstilling av kostnadsanalyse. Investeringer og årskostnader forbundet med vann- og avløpsanlegg for perioden 1970 - 2000	231 a

FIGURFORTEGNELSE

<u>DEL 1</u>	<u>Side</u>
1.	13 a
<u>DEL 2</u>	
2.2	25 a
4.2.2	53 a
4.2.3	55 a
5.2.1.1	59 a
5.2.1.2-1	60 a
5.2.1.2-2	60 b
5.2.1.3-1	62 a
5.2.1.3-2	62 b
5.2.1.3-3	62 c
5.2.1.4	62 d
5.2.1.5	63 a
5.2.2	65 a
5.3.1.1	65 b
5.3.1.2	66 a
5.3.1.3	66 b
5.3.1.4	67 a
5.3.1.5	68 a
5.3.2	69 a
5.6	71 a
5.7-1	72 a
5.7-2	72 b
5.7-3	72 c
6.3.1-1	79 a
6.3.1-2	79 b
6.3.1-3	79 c

	<u>Side</u>	
6.3.1-4	Eksempler på beregning av optimalt tunneltverrsnitt som funksjon av rentefot og avskrivningstid	80 a
6.3.2	Økonomisk utbyggingsperiode for renseanlegg ved lineært stigende vannbehov	81 a
6.4	Nåverdiens avhengighet av investeringstidspunkt og rentefot	83 a
 <u>Del 4</u>		
1.1.1	Oversikt over eksisterende vannforsyningsforhold på Østlandet	187 a
1.1.3.2	Skjematisk fremstilling av mulig vannforsyningssituasjon i Oslofjordområdet omkring år 2000	193 a
1.2.1	Oversikt over eksisterende avløpsforhold på Østlandet	199 a
1.2.2.2	Skjematisk fremstilling av mulig disponeringssituasjon for avløp i Oslofjordområdet omkring år 2000	204 a
1.3.4-1	Investeringer og årskostnader. Oslo og Akershus fylker	231 b
1.3.4-2	" " Buskeru , Hedmark og Oppland fylker	231 c
1.3.4-3	" " Telemark, Vestfold og Østfold fylker	231 d
1.3.4-4	" " Samlet oversikt for landsdelen	231 c

DEL 1.

UTREDNINGSOPPGAVE OG ARBEIDSOPPLEGG

1. ARBEIDSOPPGAVE

I NIVA's forslag til arbeidsprogram av 11. oktober 1966 i forbindelse med en vurdering av vann- og avløpsforhold på Østlandet ble følgende to hovedpunkter trukket opp for det teknisk-økonomiske utredningsarbeid:

- a) Utarbeid en oversikt over mulighetene for vannforsyning og disponering av avløpsvann for samtlige kommuner innen landsdelen.
- b) Foreta en spesiell vurdering av VA-problemer i Osloområdet med sikte på å kunne påpeke eventuelle løsninger til vanskelig stilte presskommuners problemer.

Ad. pkt. a

For tynt befolkede landkommuner, hvor det ikke er ventet spesiell sterk utbygging, har oversikten blitt meget summarisk fremstilt. For større tettbebyggelser og byområder hvor det har vært av interesse å belyse konsekvensen av en dirigert sterkt utvikling, er en teknisk-økonomisk analyse av VA-forholdene så vidt omfattende at alternative løsninger kan sammenliknes og vurderes.

For de fleste større tettsteder og byområder er det funnet formålstjenlig å løse disse tekniske oppgavene på interkommunal basis. I denne utredningen er det ikke tatt noe standpunkt til den økonomiske fordeling av anleggs- og driftsutgifter på de enkelte kommuner.

Ad. pkt. b

Det er to grunner til at Osloområdets vann- og avløpsproblemer er av en noe spesiell art i østlandssammenheng.

For det første er de vannmengder det her er snakk om, av en slik størrelsesorden at det er av meget stor betydning, på et tidlig

tidspunkt, å få klarlagt retningslinjer for hvilke fremtidige vannkilder som bør komme til utnyttelse, og hvordan en god disponering av avløpsvann kan skje.

For det annet er omegnskommunene til Oslo i dag inne i en spesielt sterk ekspansjonsperiode, og har derfor store problemer med å løse sine VA-problemer både teknisk og økonomisk. Den tekniske planlegging vanskeligjøres ofte ved at det ikke foreligger en langsiktig målsetting for slike oppgaver på regional basis. Kommunene er derved avskåret fra å kunne sette sine planlegginger inn i en større sammenheng. Som følge av dette blir kommunenes anlegg kapasitetsmessig små, og de spesifikke anleggs- og driftskostnader ligger atskillig høyere enn det som kan oppnås ved større regionale løsninger. Av disse grunner er det forsøkt å belyse alternative regionale løsninger.,

På forprosjektstadiet er det lagt fram en rekke alternativer for regional vannforsyning. Alternativene skal gi grunnlag for å foreta et system- og kildevalg på et tidlig tidspunkt.

Avløpsspørsmålet for dette området er imidlertid ikke behandlet så inngående sett fra et teknisk-økonomisk synspunkt. Dette skyldes at NIVA har fått i oppdrag av de 10 kommunene som ligger i nedslagsfeltet til indre Oslofjord, å legge fram alternative tekniske løsninger på forprosjektbasis, vurdert på grunnlag av de undersøkelser av Oslofjorden som instituttet nå har avsluttet. Dette oppdraget vil være ganske omfattende, og en rekke basisundersøkelser må utføres før en fullverdig teknisk-økonomisk analyse kan finne sted. Dette arbeidet ventes avsluttet i 1969.

I denne rapporten behandles derfor tekniske løsninger til avløpsproblemet bare på et rent prinsipielt grunnlag.

2. ARBEIDSOPPLEGG

Gjennomføringen av de ovennevnte oppgaver har krevd en betydelig ingeniørmessig innsats, og det har vært nødvendig i vesentlig grad å benytte annen arbeidskraft enn instituttets faste stab. I vårt utredningsforslag av 11. oktober 1966 til Østlandskomiteén ble det forutsatt at Kommunaldepartementet skulle stille fylkesingeniørene

i østlandsfylkene til rådighet for prosjektet i inntil 6 måneder, og at NIVA knyttet en frittstående ekspert til prosjektet. Det ble dessuten forutsatt en tilstrekkelig økonomisk ramme for dekning av utgifter til engasjement av rådgivende ingeniører i forbindelse med en del tekniske utredningsoppgaver. Disse forutsetninger er blitt oppfylt slik at fylkesingeniørene har bearbeidet oppgaver i sine respektive fylker, og som frittstående ekspert har siv.ing. C. Smits, ANØ, Kjeller, vært knyttet til prosjektet med fast arbeidsplass ved NIVA.

Et samarbeid med Østlandskomiteéns sekretariat har vært nødvendig for å sikre en formålstjenlig besvarelse av oppgaven og en god koordinering av det arbeid som har vært utført av fylkesingeniørene. Dette samarbeid er blitt ivaretatt med sekretariatets representasjon i en midlertidig arbeidsgruppe.

Den faglige planlegging med arbeidsopplegg er blitt ivaretatt av denne arbeidsgruppen, som har bestått av følgende medlemmer:

Avd.sjef T. Simensen, NIVA (faglig leder)
 Siv.ing. C.-H. Knudsen, NIVA
 Siv.ing. C. Smits, ANØ
 Fylkesing. T. Østborg, Østlandskomiteéns sekretariat

3. GEOGRAFISK OPPDELING AV LANDSDELEN

Ved vurdering av VA-spørsmål for et så stort geografisk område som Østlandet er det hensiktsmessig å foreta en oppdeling av området i henhold til vassdragenes nedbørfelter. For denne delen av oppgaven, som bare behandler teknisk-økonomiske forhold, har vi imidlertid av flere grunner funnet det riktig å benytte den fylkesmessige oppdeling.

Stort sett er de forskjellige befolkningssentra, som har betydning i denne sammenheng, slik plassert at deres fremtidige utvikling vil finne sted innenfor de respektive fylkesgrenser. I og med at fylkenes utbyggingsavdelinger har deltatt sterkt i dette utredningsarbeidet, har det vært hensiktsmessig å utrede VA-spørsmålene separat innenfor de enkelte fylker, men på en slik måte at eventuelle grensespørsmål er behandlet spesielt.

Ut fra de samme synspunkter er det benyttet en regionvis oppdeling av de respektive fylker i henhold til oppgaver fra Kommunaldepartementets distriktsplanavdeling.

De enkelte regioner er gjengitt i tabell 1 og på fig. 1.

De betegnelser som respektive regioner er gitt i tabellen (f.eks. B 3 Hallingdal) er benyttet i senere regionvis behandling. I denne utredningen er Oslo og Akershus fylker behandlet som én region.

4. FYLKESINGENIØRENE'S BIDRAG

Fylkesingeniørenes oppgave har vært å gi en samlet oversikt over eksisterende forhold og å vurdere fremtidige mulige løsninger for hver enkelt region. Oversikten er utarbeidet på bakgrunn av tidligere utført registreringsarbeid over eksisterende VA-forhold i de enkelte kommuner.

Arbeidsgruppen har trukket opp oppgavens ramme slik at bearbeidingsgraden og fremstillingsmåten skulle bli den samme for alle regioner.

De prognoser som er lagt til grunn for beregninger og vurderinger, er fremstilt ved de enkelte utbyggingsavdelinger (se Del 2, pkt. 1).

Fylkesingeniørene har sett dette arbeidet som det vesentligste bidrag til en eventuell senere oversikt over VA-forhold i de enkelte fylker. Det kan da bli en til dels fyldigere behandling av enkelte spørsmål enn det som har vært nødvendig som bidrag til denne utredningen.

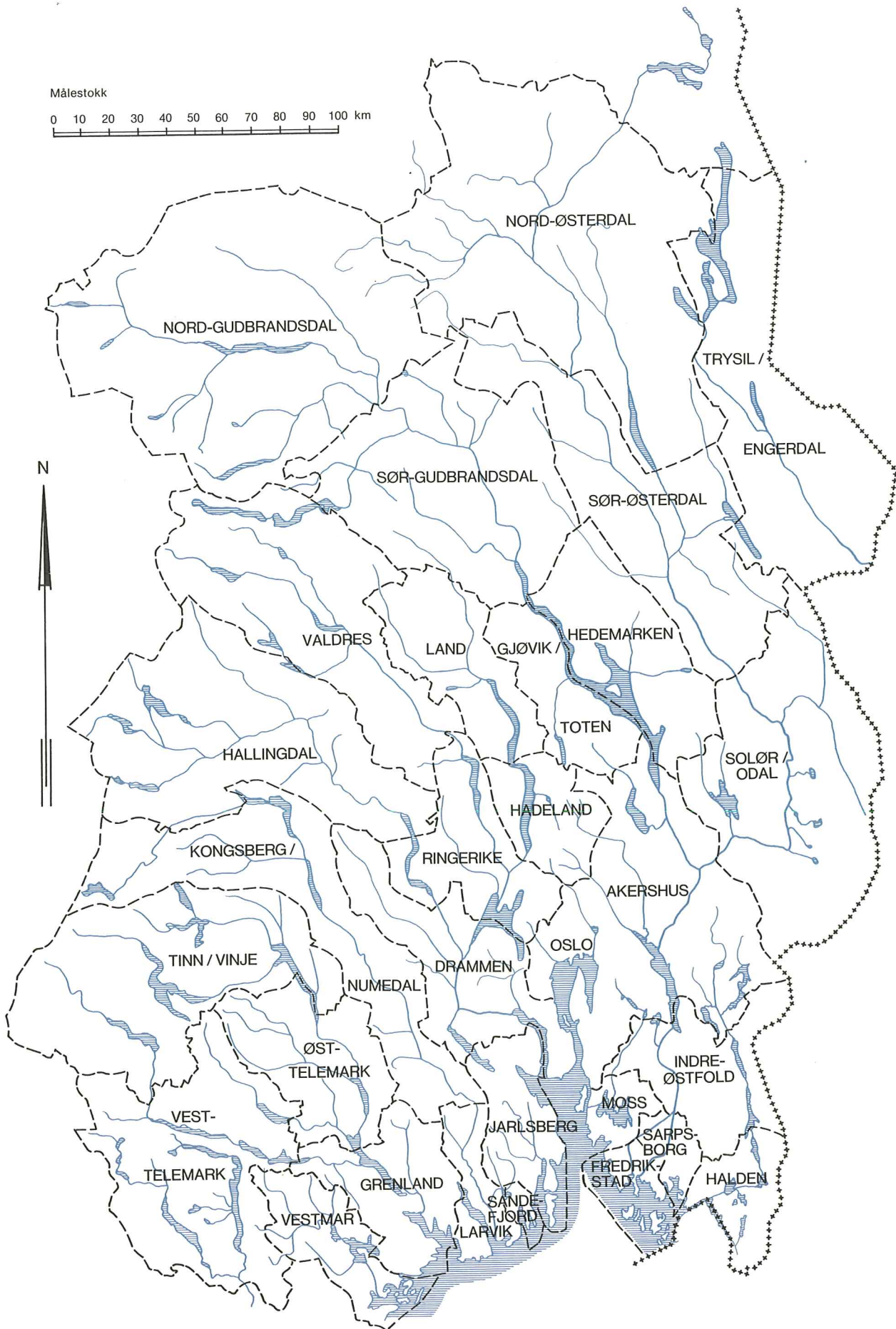
Som et mønster for arbeidet, utarbeidet arbeidsgruppen en regionoversikt for Gjøvik/Toten. Denne ble oversendt til fylkesingeniørene som har samlet sine opplysninger og beregninger etter samme mønster. Det materialet som etter hvert er blitt fremstilt på denne måten, er så blitt oversendt vårt institutt for kommentarer. Etter påfølgende korrektur fra fylkesingeniørenes side, er materialet meto- disk blitt samlet for de enkelte fylker.

For de byområder hvor det tidligere ikke har foreligget en samlet teknisk-økonomisk vurdering av VA-forhold, er slike oppgaver enten

TABELL 1.0

Regionvis oppdeling av Østlandets fylker

<u>Fylke</u>	<u>Region</u>
A Oslo/Akershus	1 Oslo/Akershus
B Buskerud	1 Drammen
	2 Kongsberg/Numedal
	3 Hallingdal
	4 Ringerike
C Hedmark	1 Nord-Østerdal
	2 Sør -Østerdal
	3 Trysil/Engerdal
	4 Hedemarken
	5 Solør/Odal
D Oppland	1 Nord-Gudbrandsdal
	2 Sør - Gudbrandsdal
	3 Valdres
	4 Land
	5 Gjøvik/Toten
	6 Hadeland
E Telemark	1 Grenland
	2 Vestmar
	3 Vest-Telemark
	4 Øst -Telemark
	5 Tinn/Vinje
F Vestfold	1 Larvik
	2 Sandefjord
	3 Jarlsberg
G Østfold	1 Sarpsborg/Fredrikstad
	2 Moss
	3 Indre Østfold
	4 Halden



OVERSIKTSKART OVER REGIONER
I ØSTLANDSOMRÅDET

blitt utført ved engasjement av rådgivende ingeniørfirmaer eller for mindre områder direkte ved NIVA. Disse mer detaljerte utredningene har senere i sterkt sammentrengt form blitt tatt inn i fylkesingeniørenes regionvise fremstillinger.

Fylkesingeniørenes bidrag til denne utredningen har vært betydelig, og vi vil gjerne få gitt uttrykk for at uten deres arbeidsinnsats hadde det ikke vært mulig å gjennomføre oppgaven innenfor den tiden som har stått til rådighet.

5. UTREDNINGSARBEID UTFØRT AV RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMAER

Som tidligere nevnt, har det vært behov for å trekke inn en rekke rådgivende ingeniørfirmaer i forbindelse med større prosjekteringsoppgaver. For de sentra hvor langsiktige planer til løsning av vann- og avløpsproblemer ikke har foreligget, er slike oppgaver satt bort til forprosjektering.

Ved bortsetting av disse oppgavene har det fra NIVA's side, som oppdragsgiver, blitt lagt vekt på å få en enhetlig besvarelse. Det ble lagt et betydelig arbeid i å få oppgavene og besvarelsesformen godt spesifisert gjennom de mange kontrakter som ble opprettet med rådgivende ingeniørfirmaer.

Alle slike kontrakter har inneholdt følgende hovedpunkter:

1. En best mulig spesifisert oppgave over arbeidets omfang og alternative løsninger som var ønsket utredet.
2. Beskrivelse og vedlegg av nødvendig grunnlagsmateriale i form av befolkningsprognoser, vannforbruk, foreliggende reguleringsplaner, kartmateriale samt spesifiserte beregningsmetoder og -forutsetninger.
3. Spesifikasjon av hvordan tegninger og karter var ønsket presentert.
4. Angivelse av nødvendige tekniske beskrivelser og beregninger.
5. Spesifiserte tabeller for presentasjon av økonomiske beregninger.

6. Generelle punkter med angivelse av bl.a. rapportens format og nødvendig antall, om fremtidig eiendoms- og bruksrett til rapporten, tidspunkt for overlevering av utført arbeid samt honorar for arbeidet.

For å få et mest mulig enhetlig omkostningsgrunnlag ble det på et tidlig tidspunkt diskutert muligheten for, fra NIVA's side, å spesifisere beregningsforutsetningene i form av generelle omkostningskurver og -tabeller.

Et slikt opplegg ble imidlertid forkastet av hensyn til vanskeligheten med å skaffe til veie et tilstrekkelig bredt materiale i løpet av kort tid. Dessuten ville man ved en slik ordning miste muligheten for å benytte de forskjellige firmaers erfaringer på dette området til en senere sammenstilling av omkostningsdata til generell bruk.

Det har også vist seg senere at det økonomiske beregningsgrunnlaget har variert ganske betydelig. Dette forholdet har ingen betydning for sammenlikning av ulike alternativer som er bearbeidet av samme firma, men har en viss betydning ved sammenlikning av den totale investeringsramme for ulike områder og anlegg.

Det har imidlertid hele tiden vært forutsetningen ved disse utredningene bare å foreta en grov forprosjektering. Man håpet på et slikt grunnlag å få brakt på det rene hvilke tekniske muligheter og begrensninger som foreligger for fremtidige VA-forhold i ulike områder. For best mulig å få belyst slike forhold er det for enkelte områder også forutsatt varierende befolkningsprognoser. Dessuten er industriens betydning for de tekniske løsninger og anleggenes økonomi trukket inn i noen av oppgavene.

Vi tror at det arbeidet som her er gjennomført for store og viktige geografiske områder, vil ha stor betydning da det belyser hvilke muligheter man bør satse på i den fortsatte prosjektering. I en del tilfeller vil sannsynligvis det foreliggende materialet være tilstrekkelig til å vise hvilket alternativ som bør velges.

På samme tidspunkt som det foreliggende utredningsarbeid ble planlagt, ble det av Samarbeidskomitéen for Oslo og Akershus nedsatt

et utvalg til å utrede vannforsyningsspørsmålet for Osloområdet med de forutsetninger at Randsfjorden og Hurdalsjøen skulle være alternative vannkilder. Innenfor rammen av vår oppgave var det imidlertid ønskelig også å få utredet alternativene med Holsfjorden, Mjøsa, Glåma og Øyeren som kilder.

For å få koordinert dette utredningsarbeidet ble det den 12. desember 1966 avholdt et møte mellom representanter for Kommunaldepartementet, Østlandskomiteéns sekretariat, Akershus fylke, Oslo kommune og NIVA. Det ble her enighet om en koordinert vurdering ved at oppdrag og forutsetninger ble utformet med sikte på gjensidig utnyttelse av alt bearbeidet materiale.

Av det nedsatte vannutvalg under Samarbeidskomiteén for Oslo og Akershus ble oppgaven med Randsfjorden og Hurdalssjøen satt bort til to konkurrerende ingeniørfirmaer. Det samme kontraktsmessige forhold som NIVA benyttet, ble brukt ved bortsetting av de andre alternativene til ett av de to firmaene.

For en samlet fremstilling av alle disse alternativer, delvis bearbeidet av forskjellige firmaer, har vi imidlertid funnet det hensiktsmessig å foreta en omarbeiding, i første rekke for å sikre et homogent resultat.

For å belyse de geologiske forhold som vil ha betydning for valg av tunneltracéer og gi generell opplysning om fjellkvalitet, ble Kontoret for Fjellsprengningsteknikk under NTNF engasjert. Deres rapport ble oversendt de rådgivende ingeniører som en del av det i kontraktene spesifiserte grunnlagsmateriale.

De spesialutredninger som er utarbeidet og danner en del av grunnlaget for RAPPORT II, er angitt i tabell 2.

TABELL 2.0

Spesialutredninger

Fylke	Geografisk område	Arbeid	Konsulent	Avsl. dato
Oslo/ Akershus	Oslo-området	Vannforsyning	Ing. Chr. F. Grøner (Samarb.kom., Ræstad)	15.8.1967
	Nedre Romerike	Vannforsyning	NIVA	Jan. 1968
		Avløpsforhold	NIVA	Okt. 1967
Buskerud	Drammen	Avløpsforhold	Østlandskonsult A/S	31.8.1967
Hedmark	Hamar	Avløpsforhold	Østlandskonsult A/S	15.9.1967
	"	Vannforsyning	- " -	- " -
Oppland	Gjøvik	Avløpsforhold	Siv.ing. R. Brusletto	31.8.1967
	Hadeland	Vannforsyning	NIVA	Des. 1967
Telemark	Skien-Porsgrunn-Bamble	Vannforsyning	Ing. Chr. F. Grøner	30.9.1967
	- " -	Avløpsforhold	Siv.ing. R. Brusletto	- " -
Vestfold	Horten - Borre	Vannforsyning	A/S Viak	15.8.1967
	Tønsberg	Avløpsforhold	- " -	- " -
Østfold	Sarpsborg/Fredrikstad	Avløpsforhold	Østlandskonsult A/S	31.8.1967
Generelt	Oslo-området	Vurdering av tunneltracéer	Kontoret for Fjell-sprengningsteknikk	Juni 1967
	Drammen Sarpsborg/Fredrikstad Skien-Porsgrunn Alle regioner			

6. FREMSTILLINGSFORM AV INNSAMLET MATERIALE

Vi har funnet det nødvendig å gjengi de viktigste forutsetninger som er lagt til grunn for alt beregningsarbeid av hensyn til fremtidige generelle vurderinger og fortsatt prosjektering av VA-anlegg. Disse forutsetningene er satt opp etter beste skjønn og med den kunnskap man i dag har på dette feltet. Med den sterke kunnskapsutvikling som i dag finner sted, vil imidlertid forutsetningene hurtig måtte endres. Den relativt detaljerte beskrivelse som forutsetningene har fått i rapportens Del 2, skulle enkelt kunne påvise betydningen av en endret oppfatning av spesielle forhold.

I tillegg til de beregnede omkostningene som er fremkommet gjennom spesialutredningene, har det vært nødvendig å foreta vidtgående tilleggs kalkyler. For å foreta slike overslag har det vært nødvendig å samle store mengder med erfaringstall bl.a. for fremstilling av generelle omkostningskurver. Et slikt erfaringsmateriale over anleggs- og driftskostnader for ulike anleggskomponenter i VA-anlegg antas å få betydning for den fortsatte regionale planlegging og forprosjektering. Vi har derfor funnet det hensiktsmessig å ta dette med under Del 2. Det er dessuten under Del 2 tatt med noen generelle bemerkninger om økonomiske beregningsmetoder til hjelp ved vurderingen av de foretatte kostnadsberegninger.

Det utredningsarbeid som er utført av fylkesingeniører, rådgivende ingeniører og NIVA, har resultert i et meget omfattende materiale.

For å få en samlet og oversiktlig fremstilling er det i Del 3 foretatt en sterk konsentrering av data og betraktninger fra det totale utredningsmaterialet. For hvert fylke er det gitt en tabellarisk fremstilling av vesentlige data og en diskusjon av eksisterende forhold og fremtidige muligheter. I denne fremstillingen er det henvist til respektive bilag som gir en mer fyldig fremstilling av VA-forhold i de enkelte regioner. Disse bilagene er i første rekke et resultat av fylkesingeniørenes arbeid. De har her i en sammenhengt form trukket inn resultatene av alle spesialutredningene. Hvert enkelt bilag behandler ett fylke og er regionvis delt opp i henhold til oppstillingen i tabell 1.0.

I Del 4 er det tatt sikte på å gi en samlet vurdering av VA-forholdene for landsdelen. I tillegg til en generell beskrivelse av eksisterende forhold og fremtidig utbyggingsbehov, er de antatte investeringer og årskostnader for perioden 1970 - 2000 behandlet både for hvert fylke og for landsdelen.

DEL 2.

FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGER OG VURDERINGER

1. BEFOLKNINGSUTVIKLINGEN

For å kunne vurdere alternative løsninger og gjøre seg opp en mening om størrelsen av de totale grunnlagsinvesteringer i vann- og avløpssektoren har det vært nødvendig å bygge på eksplisitte forutsetninger med hensyn til befolkningsutviklingen i Østlandsområdet fram til år 2000 samt den geografiske fordeling av befolkningen i de enkelte tettsteder. Spørsmålet om befolkningsprognoser ble på forhånd drøftet med Østlandskomiteéns sekretariat, som gav uttrykk for følgende synspunkter:

For Østlandet under ett skulle det være forsvarlig å regne med at landsdelens andel av landets folkemengde ikke kommer til å forandre seg synderlig fram til århundreskiftet. Østlandskomiteéen har ikke tatt endelig standpunkt til målsettingen for den geografiske fordeling av befolkningsøkningen innenfor landsdelen. En slik målsetting kan for øvrig heller ikke bli så detaljert at den omfatter de enkelte byer og tettsteder, ikke engang de enkelte kommuner.

Selv om dette var mulig, ville det ikke være forsvarlig å knytte en langtidsplan for løsning av vann- og avløpsproblemer til en slik målsetting. Ett av formålene med VA-prosjektet er å få belyst i hvilken grad vann- og avløpsforholdene kan eller bør øve innflytelse på bosetningsutviklingen og hvorvidt ulike vekstnivåer vil betinge forskjellige løsninger med hensyn til vannforsyning og avløp. I den utstrekning en langtidsplan skal omfatte de enkelte tettsteder på Østlandet, må den derfor baseres på prognoser som sammenlagt langt overstiger den befolkningsøkning man venter for landsdelen under ett.

På bakgrunn av disse betraktninger ble fylkenes utbyggingsavdelinger i første omgang bedt om foreløpige "befolkningsprognoser" fram til år 2000 for hvert fylke og for de enkelte tettsteder. Utbyggingsavdelingene har i stor utstrekning nyttet foreliggende kommunale og regionale prognoser foruten oversiktene fra Statistisk Sentralbyrå og fra Transportøkonomisk Institutt. Disse "prognoser" er fremstilt i tabell 1 i de enkelte regionbilag. Den fylkesvise sammenstilling er gitt i Del 3, pkt. 2-8. Til slutt er de suntall som fremkommer

for hele Østlandet gitt i tabell 1.0 i denne del av rapporten.

"Prognosene" er satt opp for årene 1980 og 2000 for de fleste byer og tettsteder og den spredt bosatte befolkning. Tettstedene er stort sett identiske med de tettsteder som er angitt av Transport-økonomisk Institutt i forbindelse med utredningsarbeidet for Norsk Vegplan. I en del tilfeller er det imidlertid tatt med andre tettbebyggelser og grender hvor det er konstatert et behov for en mer konsentrert vurdering av vann- og spesielt avløpsforholdene.

Som ventet, viser summen av "delprognosene" vesentlig større tall enn det er grunn til å regne med for landsdelen som helhet. Differansen er på ca. 250.000 personer, men tilsvarer mindre enn 10 % av det beregnede investeringsbehov, og gir derfor ikke større utslag enn andre usikkerhetsmomenter.

Det endelige investeringsprogram blir å fastlegge etter hvert, og det kan da i større utstrekning tas hensyn til den faktiske geografiske fordeling av befolkningstilveksten.

Etter avtale med Østlandskomiteéns sekretariat har de her foreliggende "prognoser" vært nyttet som utgangspunkt for utredningsarbeidet. For Fredrikstad/Sarpsborg området er det imidlertid i tillegg til prognosetallene også regnet med mulighetene for vesentlig sterkere befolkningskonsentrasjoner.

2. VANNFORBRUK, VANNBEHOV OG AVLØPSVANNMENGDER

2.1 Generelt

Skal man kunne danne seg et noenlunde klart bilde av stigningen i vannforbruket i tiden fremover, er det en hovedforutsetning at man kjenner stigningen i vannforbruket fram til i dag. Dessuten er det nødvendig å skaffe best mulig oversikt over de faktorer som influerer på de enkelte komponenter som danner det totale vannbehov.

Det har vært umulig å bringe til veie observasjoner som har kunnet gi en full oversikt over det eksisterende forbruket ved vannverkene på Østlandet og spesielt vanskelig når det gjelder stigningstendensen hittil. Med få unntak finnes det ikke vannmålere i de enkelte hus.

TABELL 1.0

Befolkningsfordeling og befolkningsutvikling på Østlandet i 1966-1980-2000

Fylke	Antall innbyggere (i 1.000 personer)										
	Ant. kom.	Ant. byer, tettst.	1966			1980			2000		
			Tettst.	Spredd	Total	Tettst.	Spredd	Total	Tettst.	Spredd	Total
Oslo	1	1	486		486	530		530	560		560
Akershus	22	69	210	70	280	384	47	431	667	41	708
Buskerud	20	58	124	67	191	194	51	245	319	34	353
Hedmark	22	38	56	121	177	82	102	184	129	82	211
Oppland	25	63	73	95	168	102	73	175	150	50	200
Telemark	18	33	104	52	156	147	44	191	218	37	255
Vestfold	21	60	123	45	168	149	43	192	187	42	229
Østfold	25	28	154	56	210	198	38	236	255	22	277
Sum	154	350	1.330	506	1.836	1.786	398	2.184	2.485	308	2.793
Prosentvis			72	28	100	82	18	100	89	11	100

En del vannverk har i den senere tid montert vannmålere ved vanninntaket. Dette har gjort det mulig å få en viss oversikt over det totale forbruket, men ikke fordelingen over de enkelte forbrukskomponenter og lekkasjer. Best oversikt har man over den delen av industriens vannbehov som dekkes av de kommunale vannverk, fordi bedriftene vanligvis betaler etter målt vannforbruk.

På grunn av mangelen på data og den korte tid som har stått til rådighet for dette prosjektet, har man bare kunnet gi en generell vurdering av stigningen i vannforbruket.

De foreliggende opplysninger om vannforbruket på Østlandet er alle innhentet hos de respektive utbyggingsavdelinger.

Det foreligger så få opplysninger for avløpsvannmengder at de ikke har kunnet tjene som utgangspunkt for en detaljert tallmessig vurdering. Dette problemet er derfor bare belyst generelt. Da denne utredningen imidlertid omfatter en rekke teknisk-økonomiske beregninger for vann- og avløpsanlegg på Østlandet, har det vært nødvendig å skaffe de enkelte rådgivende ingeniører og fylkesingeniører en del data om vannbehov og avløpsvannmengder. Disse tall er bare betraktet som veiledende, idet man i dag savner mulighetene til å kunne bekrefte deres riktighet. På grunn av usikkerhetsmomentene er disse prognoserte mengder bare benyttet i de tilfeller hvor det fra kommunens side ikke forelå noen klar mening om fremtidig vannbehov og avløpsvannmengder.

2.2

Nåværende vannforbruk på Østlandet

Vannforbruket kan deles inn i tre hovedgrupper av forbrukere:

- a) Befolkning
- b) Industri
- c) Jordbruk

Befolkningens vannforbruk kan igjen deles i tre undergrupper, nemlig:

- a₁) Forbruk ved den fastboende by- og landbefolkning som er tilknyttet fellesvannverk.
- a₂) Forbruk ved spredt bebyggelse (enkelthus, hoteller, kaféer, sosiale institusjoner, spesielle skoler m.v.).

- a₃) Sesongbetont forbruk ved fritidsbebyggelse, campingplasser m.m.

Industriens vannforbruk kan deles i to undergrupper, nemlig:

- b₁) Forbruk som dekkes av kommunale eller felles vannverk.
 b₂) Forbruk som dekkes ved eget vanninntak direkte fra vassdrag.

Vannforbruket i jordbruket omfatter både vanning til jord- og hagebruk og forbruk ved videre behandling av jordbruksprodukter. Sistnevnte forbruk kan likevel regnes under begrepet industriforbruk. På Østlandet var det i år 1966 ca. 4.800 vanningsanlegg som dekket ca. 190.000 da. jord. Når hele arealet ble vannet én gang, ble det brukt en vannmengde på ca. 4,8 mill. m³ (25-30 mm pr. da.). I et vanlig år skal det mye til for at hele arealet blir vannet, men i et tørkeår kan det gjerne bli tale om et samlet årsforbruk på 10 mill. m³. Man kan regne med at antall vanningsanlegg fortsatt vil øke en del.

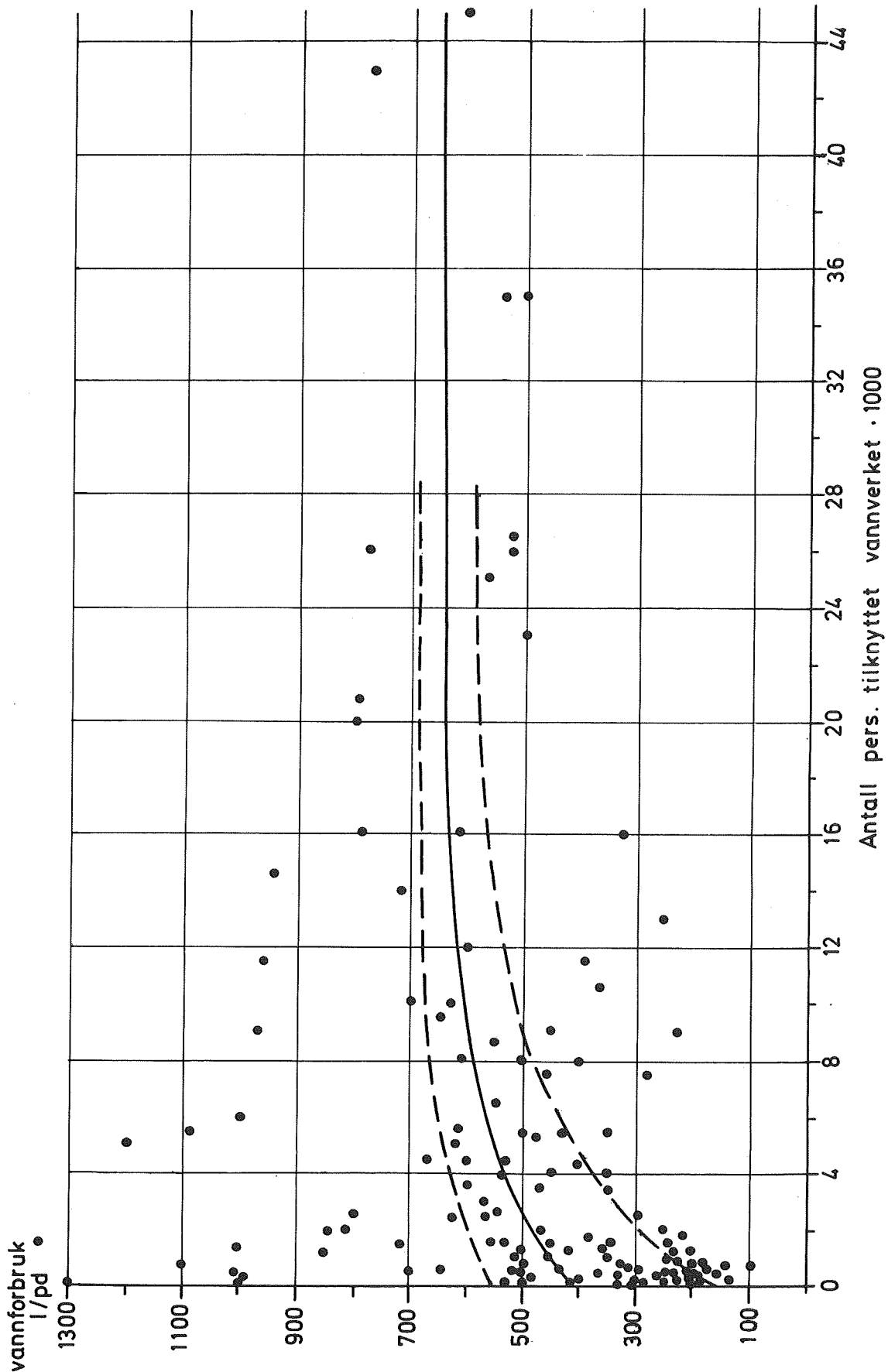
Behovet for vanning kan, i alle fall lokalt, være betydelig. En del vannverk, fortrinnsvis private, dekker i dag noe av dette behovet. Vanligvis stilles det ikke så store kvalitetskrav som for vann til husholdning og industri. Hvis vann, som i fremtiden blir benyttet til vanning i jordbruket og kjøpt fra kommunale vannverk, blir betalt med en reell m³-pris, vil det sannsynligvis i de fleste tilfeller bli mer økonomisk å anlegge private anlegg for dette formålet.

Det kreves imidlertid spesiell forsiktighet ved vanning av grønnsaker og frukt i hygienisk henseende. I slike tilfeller kan det være nødvendig å benytte vann fra et større fellesvannverk. Disse forhold bør derfor vurderes i hvert enkelt tilfelle ved den fremtidige vannverksutbygging.

For øvrig faller jordbrukets vannforsyningsproblemer utenfor rammen av denne utredningen. Problemet er imidlertid viktig, selv om man har betydelig større mulighet for å dekke vannbehovet enn i mange andre land. Den ventede utbygging av byer og tettsteder med avløpsanlegg kan lett føre til at en rekke vassdrag kvalitetsmessig blir

Fig. 2.2

Målte verdier av spesifikt vannforbruk, inkl. industri, på Östlandet i 1966 fremstilt som funksjon av vannverkets størrelse.



Man har få opplysninger om det aktuelle vannforbruk for forbruksgruppe a₂. Enkelthus vil som oftest få vann fra brønn, og vannforbruket vil da vanligvis neppe være større enn 50 l/p.d. For de andre forbruksenhetene i denne gruppen har man ikke kunnet skaffe noen oversikt over vannforbruket.

Man har ingen oversikt over det aktuelle vannforbruket med hensyn til fritidsbebyggelse. Det antas imidlertid å være vesentlig mindre enn 100 l/p.d., og i de fleste tilfeller antakelig under 50 l/p.d.

Det foreligger ingen fullstendig oversikt over de vannmengdene som industrien dekker ved egne vannverk. Det er spesielt store industribedrifter, og i første rekke treforedlingsindustrien, som har slike vannverk. Disse bedrifter er stort sett konsentrert i Gjøvikregionen, ved Sarpsborg og Fredrikstad, ved Skien og Porsgrunn, ved Hønefoss og Drammensområdet. Samlet bruker disse industrier minst 3.000.000 m³/d, men det samlede industriforbruk antas å være vesentlig høyere.

2.3 Vannbehovet fram til år 2000

2.3.1 Befolkningsforbruket

Vannbehovet for den fastboende by- og landbefolkning omfatter følgende hovedkomponenter:

Husholdningsforbruket
 Offentlig forbruk
 Lekkasjer

Husholdningsforbruket dekker en rekke forskjellige enkeltbehov. I tabell 2.3.1 er det gitt en oversikt over dette forbruket i en del land, og de enkelte komponenter varierer til dels meget. Dette kan delvis forklares ved at det ofte er vanskelig å skaffe detaljerte opplysninger. Videre antas vaner og tradisjoner og den sanitære tekniske standard å spille en vesentlig rolle. Når man sammenlikner det totale husholdningsforbruket eller hele befolkningsforbruket, bør man være oppmerksom på at tabellene for Nederland, Norge, Sverige, USA, Sveits og Vest-Tyskland refererer seg til 90 - 100 % tilknytting av befolkningen. For Polen og Østerrike er bare henholdsvis 42 %

TABELL 2.3.1

Spesifikt befolkningsforbruk (l/p.d.)
og sanitær standard i enkelte land

	Sverige 1)		Nederland 2)		Sveits 3)	USA 4)	Norge 5)	Øster- rike 2)	Polen 2)	V.Tysk- land 2)
	1960	2000	1960	2000						
Husholdningsforbruk	15	15	15	22)						
Drikkev.) Mattilberedn.)	20	25	8	10)	130	95	60			
Oppvask		10)						
Kjøkkenv.	20	30		32)						
Tøyvask	50	60	30	40	48	56	30			
w.c.	35	70)								
Bad	15	30)	15	30	67	38	120			
Pers.hygiene)			
Hagevanning)			
Bilspyling				6)			
Diverse	10	15	12	15		38				
Sum hush.forbr.	165	270	80	155	245	227	250	150	70	99
Off. forbruk + lekkasjer	70	140	10	25		40-60	20-100			
Tot. forbruk	235	410	90	180		267-287	270-350			
% befolkn. til- knyttet v.v. 6)	90	ca. 100	95	ca. 100	98	93	94	52	42	88
Med bad/dusj 6)	61		27		69	88	45	30		49
Med w.c. 6)	76		87		100	90	56	83		74

Countries Around 1960.

- 1) Gulam Quraishi: Vatt.förbr. i Sverige, Tekn. Tidskr. 1964. H. 16
- 2) De toekomstige Drinkwater voorziening van Nederland. Rapport C.C.D. 1965.
- 3) Hörler. Ing. Handbuch. Band II. 1966. Kennelisation.
- 4) Hæland: Vannforbruksstat. Komm. tidsskrift, 1963, nr. 4.
- 5) O. Segadal: Vannforsyningsanlegg. Universitetsforlaget.
- 6) United Nations: A Statistical Survey of the Housing Situation in European

og 52 % av befolkningen representert i statistikken, og da vesentlig byene som må forutsettes å ha størst spesifikt vannforbruk. Det spesifikke forbruket i disse to land antas derfor å være en del lavere enn tabellen viser.

Sammenlikner man den sanitære tekniske standard i de land som er representert i tabellen, synes det mulig å konkludere med at husholdningsforbruket er størst i land med høy sanitærteknisk standard. Det i tabellen oppgitte vannforbruk på 250 l/p.d for Norge synes heller å referere seg til fremtiden enn til dagens forhold, siden oversikten viser at den sanitærtekniske standard ennå er forholdsvis lav her i landet. Det bør her påpekes at av de vestlige land er det bare Frankrike og Finland som er dårligere utstyrt med vannklosetter enn Norge.

Det faktiske husholdningsforbruk i Norge antas derfor i dag å være vesentlig mindre enn 250 l/p.d. Forbruket ligger antakelig mellom 100 og 150 l/p.d, hvilket synes bekreftet ved en rekke enkeltmålinger som er foretatt tidligere ved en del kommunale ingeniørvesener. For de videre vurderinger nedenfor er det derfor antatt at det nåværende husholdningsforbruk er ca. 125 l/p.d i Norge, og at dette tallet gjelder for hele Østlandet. (I henhold til Statistisk Sentralbyrås oppgaver er den sanitærtekniske standard bare på Østlandet ubetydelig bedre enn gjennomsnittet for hele landet.)

For vannbehovet omkring år 2000 synes den i tabell 2.3.1 oppgitte verdi (250 l/p.d) å være realistisk.

Det offentlige vannforbruket omfatter følgende komponenter:

- Vannverkets eget behov (spyling)
- Brannslukning
- Vanning av parkanlegg
- Gaterenhold
- Forbruk i offentlige bygg (skoler, kommunale kontorer etc.)

Vannverkets eget behov er avhengig av vannverkets størrelse (lengde av ledningsnett) og rensingen (filterspyling). Da det i fremtiden vil bli mer alminnelig med rensing av vannet, ventes dette forbruket beregnet pr. person og døgn å øke noe.

Vannbehovet for brannslukning er ubetydelig hvis det blir omregnet til et spesifikt forbruk pr. person og døgn. Det har imidlertid større betydning for dimensjonering av ledninger og bassenger.

Vannforbruket i forbindelse med gaterenhold er i høy grad avhengig av forsyningsområdets art. I bymessig strøk vil dette forbruket være større enn ved helt åpen bebyggelse. For fremtiden er en viss økning av dette forbruket sannsynlig, beregnet som spesifikt forbruk.

Forbruket til offentlige bygg vil også være større i mer bymessig strøk. Da det for fremtiden må regnes med en relativt sterkere utbygging av offentlig virksomhet, spesielt i den sosiale sektor, synes det riktig å regne med en økning av det spesifikke forbruket.

I tabell 2.3.1 er det offentlige forbruket oppgitt for en del land. Tallene er noe usikre og inkluderer dessuten lekkasjer. I Sverige regnet man med et offentlig forbruk på 40 l/p.d i 1957, og vesentlig mindre i Nederland.

Tar man i betraktning at Sverige er forholdsvis mer bymessig utviklet enn Norge, og at rensing av vannet der er mer alminnelig enn her, er det sannsynlig at det offentlige forbruket i Norge er lavere. På den annen side er vannet her i landet billigere, hvilket kan tilsi mindre påpasselighet med hensyn til å redusere vannforbruket. De svenske oppgaver er for øvrig fra 1957. Forbruket må antas å ha steget noe i senere år. Det synes da forsvarlig å anta at det offentlige forbruket i Norge i dag er ca. 40 l/p.d. I Sverige regner man med en fordobling av det offentlige forbruk fram til år 2000. Med en tilsvarende tendens i Norge vil det offentlige vannforbruket omkring år 2000 være ca. 80 l/p.d.

Lekkasjene og vannsløsing representerer et spesielt problem i Norge. Som tidligere nevnt er befolkningsforbruket for 92 vannverk på Østlandet beregnet til 365 l/p.d i år 1966. Regner man med 125 l/p.d. til husholdningsbehov og 40 l/p.d til offentlig behov, mangler det dekning for 200 l/p.d som bare kan representere lekkasjer og vannsløsing. Dette innebærer at vannverkene må produsere og til dels transportere 2,2 l vann for hver liter som det faktiske befolkningsforbruket tilsier. Antar man at det spesifikke tall for vannlekkasje

og vannsløsing gjelder for alle vannverk, gir dette en totalmengde for Østlandet på ca. 270.000 m³/døgn. Denne vannmengden representerer mer enn det totale beregnede vannbehov til befolkning og industri i Hedmark og Vestfold fylke til sammen i år 2000.

I Sverige utgjorde lekkasjene og vannsløsing i år 1957 noe mindre enn 20 % av befolkningsforbruket. For Europa for øvrig antas pro-sentsatsen å være ca. 10 %. På Østlandet og antakelig i hele landet, ligger denne pro-sentsatsen imidlertid mellom 36 % og 55 %, i middel antakelig minst 40 %. I henhold til våre opplysninger finnes det ikke noe vestlig land hvor lekkasjer og vannsløsing er tilnærmelsesvis så stor som her. Dette store ekstrabehov representerer selv-sagt en stor økonomisk verdi.

På grunnlag av de foreliggende måleresultater og ovennevnte vurderinger antas befolkningsforbruket på Østlandet omkring år 1966 å fordele seg slik:

Husholdningsforbruk	125 l/p.d
Offentlig forbruk	40 "
Vannsløsing	75 "
Lekkasjer	125 "
<u>Sum</u>	<u>365 l/p.d</u>

Som tidligere nevnt, antas husholdnings- og offentlig forbruk å øke til 250 l/p.d, henholdsvis 80 l/p.d omkring år 2000. Hvorvidt vannsløsing og lekkasjer vil bli redusert i tiden fremover, er avhengig av hvilken vekt man tillegger dette problemet.

For vannverk uten rensing og med kort avstand fra vannkilde til forbrukerne, dvs. ved mindre lokale vannverk vil utgiftene til vannmålere og utbedringer av lekkasjer antakelig være større enn de besparelser som derved kan oppnås. Installasjon av vannmålere kan likevel i slike tilfeller være aktuell for å oppnå en rettferdig fordeling av utgiftene.

Omkring år 2000 ventes den alt overveiende del av vannforsyningen å skje gjennom større vannverk med utbygde renseanlegg, og transportlengden vil bli vesentlig større enn hva den er i dag. Selv om tilgangen på tilstrekkelige mengder råvann fortsatt kan ventes å

bli dekket på en noe enklere og billigere måte enn i en del andre land, synes det likevel realistisk å regne med at de økende krav til rensing av råvannet, lengre transport og økende krav til rensing av avløpsvannet vil fremtvinge tiltak mot lekkasjer og vannsløsing.

Bruk av vannmålere antas i fremtiden å bli sterkt nødvendig hvis man skal komme fram til en mer rettferdig fordeling av utgifter.

Forutsetter man:

- a. installasjon av vannmålere i nesten alle nybygg og til dels i eksisterende bygg,
- b. installasjon av målere på strategiske steder på hovednettet,
- c. systematisk kartlegging av lekkasjene,
- d. suksessiv utbedring av disse,
- e. bedre opplæring av rørleggere,
- f. strengere krav til ledningsanleggenes tekniske utførelse (inkl. stikkledninger) og
- g. mer effektiv kontroll av anleggsarbeidet

antas disse tiltak sammen med tilgang på bedre og mer hensiktsmessige materialer å kunne gjøre det mulig å begrense lekkasjer og vannsløsing til under 20 % av befolkningsforbruket. Dette gir da følgende antakelse om det spesifikke vannforbruket i år 2000:

Husholdningsforbruk	250 l/p.d
Offentlig forbruk	80 "
<u>Lekkasjer og vannsløsing</u>	<u>70 "</u>
Sum	<u>400 l/p.d</u>

Det ovennevnte antas å gjelde for større bymessige områder. For mindre tettsteder vil det offentlige forbruk kunne være lavere og lekkasjer og vannsløsing større.

I henhold til pkt. 1.1.2 i Del 4 regnes det med at ca. 100.000 mennesker omkring år 2000 må basere sin vannforsyning på enkeltanlegg for hvert hus eller felles for mindre husklynger. En rekke hoteller, sosiale institusjoner m.v. ventes heller ikke å være tilknyttet et fellesvannverk på det tidspunktet.

Det er vanskelig å gi en kvantitativ vurdering av vannbehovet for disse kategorier. Det bør imidlertid være gjenstand for en spesiell vurdering om ikke en rekke større husklynger og spesielt hoteller bør tilknyttes større fellesvannverk av allmennhygieniske grunner.

Det mer sesongbetonte vannforbruket ved fritidsbebyggelse og campingplasser antas å være beskjedent i dag og sannsynligvis vesentlig mindre enn 100 l/p.d. Det er imidlertid realistisk å regne med at de aller fleste hytter vil få innlagt vann og at de i stor utstrekning vil bli utstyrt med w.c., dusj og/eller bad.

I Sverige regner man med at vannbehovet for fritidsbebyggelse kan stige til 600 l/hytte og døgn omkring år 2000, mens brukstiden ventes å øke til 3½ måned pr. år. En liknende utvikling av vannbehovet her i landet er sannsynlig.

2.3.2 Industriforbruk

Behovet dekket av kommunale vannverk:

For de 44 vannverk på Østlandet hvor det foreligger separate oppgaver over målt vannforbruk til industri, er gjennomsnittsforbruket beregnet til 196 l/p.d. Disse vannverk forsyner ca. 461.000 personer. Av disse vannverk forsyner 16 stk. mer enn 10.000 personer hver, til sammen ca. 382.000 personer. For disse 16 vannverk er det spesifikke industriforbruk ca. 192 l/p.d, dvs. ubetydelig lavere enn gjennomsnittet for alle 44 vannverk. For de øvrige 28 vannverk under 10.000 personer er det spesifikke industriforbruk noe over gjennomsnittet. For 23 vannverk med kapasitet for mindre enn 5.000 personer er det spesifikke industriforbruk beregnet til 160 l/p.d.

Disse beregnede tallene er noe usikre, men de synes å tyde på at industriens spesifikke forbruk i år 1966 lå på ca. 200 l/p.d, men var noe mindre for vannverk med kapasitet for mindre enn 5.000 personer. Da ovennevnte tall refererer seg til data for bare tredjeparten av det antall personer som er tilknyttet vannverk med kapasitet for mer enn 100 personer, er det imidlertid sannsynlig at det spesifikke industriforbruk for hele Østlandet er vesentlig lavere enn 200 l/p.d.

I Sverige bodde i år 1960 ca. halvparten av befolkningen i byer og tettsteder. For disse områder var det spesifikke forbruk ca. 80 l/p.d. I Nederland var dette forbruket da bare 35 l/p.d, men beregnet på hele befolkningen.

Det er vanskelig å trekke sammenlikninger, men disse utenlandske data synes å tyde på at industriens spesifikke vannforbruk er vesentlig høyere her enn i de andre to land. Dette er for øvrig sannsynlig når man tar i betraktning den hittil enkle og rimelige tilgang på vann i Norge. Man kan derfor anta at den norske industrien ikke har hatt den samme stimulans som i de fleste andre land til å redusere vannforbruket som et ledd i rasjonaliseringspolitikken. I utlandet er industrien dessuten pålagt store utgifter til rensing av avløpsvannet.

Skal man forsøke å bedømme utviklingen av industriens vannbehov, er det nødvendig å vurdere følgende faktorer:

Utviklingen av produksjonen	Økning av antall arbeidstakere
	Produktivitet pr. arbeidstaker
Endring av korrelasjonen mellom vannforbruk og produksjon	Større resirkulasjonsfaktor
	Strukturrasjonalisering

Industriens vannbehov vil ikke stige lineært med produksjonsøkningen. Denne ventes å stige noe med økende antall arbeidstakere, men vesentlig på grunn av større produktivitet.

Korrelasjonen mellom vannforbruk og produksjon vil utvilsomt bli endret. Etter hvert som vannprisen øker og utgifter til rensing av avløpsvannet kommer til, vil bedriftene i større grad forsøke å utnytte mest mulig av det brukte vannet. I Nederland var resirkulasjonsfaktoren 1,65 i år 1960. Den ventes å stige til 3 i år 2000. I U.S.A. var faktoren allerede 2 i år 1954, og den ventes opp i 3 omkring år 1980. I Vest-Tyskland var faktoren 1,8 i år 1957.

For øvrig vil den generelle strukturrasjonalisering influere på forholdet også mellom vannforbruk og produksjon.

Det har dessverre ikke vært mulig innenfor rammen av denne utredningen å utdype industriens vannforsyningsproblem nærmere. Spørsmålet er imidlertid viktig fordi det har nøye sammenheng med bedriftens generelle rasjonaliseringsbestrebelse.

I Nederland og Sverige regner man for år 2000 med en fordobling, henholdsvis 4-dobling av industriens vannbehov for den delen som skal dekkes ved leveranse fra kommunale vannverk. For svenske byer og tettsteder blir det således regnet med 290 l/p.d, maks. 440 og min. 190 l/p.d.

Da man mangler tilstrekkelig grunnlag for å sette opp en tilsvarende prognose for Østlandet, har man valgt å regne med det samme behov som for Sverige. Det er da forutsatt at de norske bedriftene vil øke sin resirkulasjonsfaktor i noe sterkere grad enn i Sverige. En nærmere utredning av industriens vannbehov er imidlertid aktuell.

Industrivannverk:

Flere store bedrifter, spesielt treforedlingsindustrien, trenger så store vannmengder at vannbehovet lokalt kan være vesentlig større enn områdets vannbehov for øvrig. En rekke av disse bedriftene dekker i dag sitt vannbehov ved forsyning fra egne vannverk. Man må regne med at disse bedrifter med sitt store behov også i fremtiden vil forsynes fra egne vannverk. Det er sannsynlig at dette vannbehovet vil øke, og at kravene til vannkvaliteten vil bli høyere. Det som er nevnt ovenfor om behovet for reduksjon av det spesifikke vannforbruket og nødvendigheten av en videre utredning av problemet, gjelder derfor i like høy grad for den delen av industriens vannbehov som er påregnet dekket ved egne vannverk.

2.3.3 Det totale vannbehov (ekskl. industrivannverk)

Som det fremgår av ovennevnte vurderinger, er det vanskelig å sette opp en noenlunde sikker prognose for vannbehovet. Av hensyn til det tekniske utredningsarbeid som er utført, har det imidlertid vært nødvendig å sette opp visse retningslinjer.

Man har valgt å dele vannbehovet i tre grupper, nemlig

- a. Små tettsteder og landsbygden,
- b. bymessig og tettbygde strøk med lite industri og
- c. " " " " " mye "

I tabellen nedenfor er det så gitt en oversikt over det antatte vannbehovet i år 2000 i l/p.d.

Vannbeho- vets art	Små tettsteder og landsbygden	Bymessig og tettbygde strøk	
		Lite industri	Mye industri
Husholdninger	250	250	250
Offentlig	80	80	80
Lekkasjer	70	70	70
Industri		200	450
Total	400	600	850

Disse tallene bør ikke oppfattes som prognoser, siden grunnlagsma-
terialet har vært for dårlig. Tallene har imidlertid vært veile-
dende for de vurderinger som er foretatt, og de er bare blitt be-
nyttet i de tilfellene hvor det lokalt ikke har foreligget en sik-
rere prognose.

Det er ønskelig at det gjennomføres en grundig analyse av hele
problemkomplekset. Til dette vil det først og fremst være nødvendig
at alle vannverk snarest mulig blir forsynt med tilfredsstillende
vannmålere på hovednett.

2.4

Avløpsvannmengder

Å sette opp en prognose for avløpsvannmengder basert på erfarings-
tall, er i praksis ikke mulig, da man nærmest fullstendig mangler
observasjoner på dette feltet. I det følgende er problemet derfor
bare generelt berørt.

Avløpsvannmengden kan deles i tre komponenter, nemlig

- a. Avløpsvann fra husholdningen, offentlige bygg, sosiale
institusjoner m.v.

- b. Avløpsvann fra industri
- c. Drensvann, grunnvann og annet vann som lekker inn i avløpsnettets.

Avløpsnettets belastning med regnvann er behandlet separat i pkt. 4.2 i denne Del.

En mindre del av den vannmengden som omfattes av befolkningsforbruket, vil ikke nå fram til avløpsnettets. Dette gjelder i første rekke vann til havevanning og delvis også bilvask. Avløpsvannet fra industrien (unntatt en del spesielle storbedrifter) vil praktisk talt i sin helhet bli tilført avløpsnettets. Kjølevannsmengden spiller normalt en underordnet rolle. Heller ikke den vannmengden som blir ubetydelig forurenset i bedriftene og som slippes ut i overvannsledninger, antas å ha nevneverdig betydning.

Det har derfor vært antatt at tilnærmet alt vann levert fra vannverkene til befolkning og til industri, må bli ført ut til resipient gjennom avløpsnettets. Man har få holdepunkter for mengden av drensvann, grunnvann og annet vann som lekker inn i ledningsnettets. Det foreligger bare et fåtall målinger av infiltrasjonsvannmengder. Disse målinger forsterker imidlertid det generelle inntrykk at denne mengden i dag er betydelig, og at den i en rekke tilfeller, særlig ved små avløpshett er større enn avløpsvannmengden. Årsaken til denne store infiltrasjonen er utettheter i avløpsnettets, og da spesielt ved utette rørskjøter og utette kummer. Infiltrasjonen er størst der hvor grunnvannstanden er høyest. For øvrig er kryssninger under bekker og grøfter, ledninger i myrterreng, i fjellgrøfter og i bekkefar spesielt utsatt for infiltrasjon. Den vil derfor variere sterkt, alt etter forholdene. Den vil nå et maksimum under og kort etter regnvær. Den vil for øvrig kunne bli meget stor under snøsmelting ved innlekking av smeltevann gjennom utette kummer.

På grunn av de store tekniske og økonomiske konsekvenser som infiltrasjonen har for pumpeutgiftene og driften av renseanleggene har man de senere år lagt større vekt på kvaliteten av avløpsledningene. Man kan regne med at denne utvikling fortsatt vil bli intensivert gjennom opplysning, bedre materialer og arbeidsmetoder og mer effektiv kontroll. Det er derfor sannsynlig at infiltrasjonsproblemet vil bli vesentlig redusert i tiden fram til år 2000.

Da det var nødvendig å gi veiledende tall for infiltrasjonens størrelse i forbindelse med de konkrete utredninger som er foretatt innenfor rammen av dette prosjektet, har man satt opp følgende retningslinjer:

		<u>Små tett- steder</u>	<u>Større tettsteder og byer</u>
Infiltrasjon: 1966	1/p.d.	432	260
	1/p.s.	0,005	0,003
	1/s.km	0,8	0,7
Infiltrasjon: 2000	1/p.d.	173	104
	1/p.s.	0,0020	0,0012
	1/s.km	0,4	0,4

Da infiltrasjonen som tidligere nevnt, kan variere betydelig innenfor et bestemt område og fra den ene tettbebyggelse til den andre, kan de her oppgitte tall ikke uten videre benyttes uten forutgående grundig vurdering av de lokale forhold.

3. VANNKVALITET - RENSETEKNISKE KRAV

3.1 Vannforsyning

3.1.1 Generelt

Forsyning av vann til industri og husholdningsbruk må alltid ta sikte på at det kan skaffes tilstrekkelige mengder vann med en god kvalitet. I denne sammenheng er det vannets bakteriologiske, biologiske og kjemiske forhold som har betydning. Bakteriologisk sett er kravene til drikkevann og vann som kommer i kontakt med næringsmidler, absolutt. Ingen må bli syke av å drikke vann eller av å spise næringsmidler som hygienisk sett forurenset vann har vært i kontakt med. For så vidt gjelder samme krav for vannets biologiske og kjemiske kvalitet, men kravene i biologisk og kjemisk henseende har størst betydning for vannets brukbarhet i sin alminnelighet og i teknisk henseende. Biologiske former (dyr og planter) i vann forekommer i første rekke som partikler, og kan bestemmes kvantitativt ved biologiske metoder.

Vannets innhold av forskjellige kjemiske komponenter viser vannets fysiske/kjemiske egenskaper. Bestanddelene i vann kan være slike stoffer som forekommer naturlig, og det kan være stoffer som er tilført vannet fra forurensningskilder. Kjemisk rent vann forekommer ikke i naturen, og vi snakker derfor ofte om vann som inneholder naturlige forurensninger. Viktigst blant naturlige forurensninger er:

- a. Suspendert materiale som leirpartikler, alger, utfelt jern, humuspartikler og visse naturlige forekommende bakterier.
- b. Oppløste humuskomponenter som foreligger i kolloid tilstand.
- c. Innhold av jern og mangan som kan foreligge både i oppløst og partikulær form.
- d. Andre oppløste uorganiske forbindelser enn de som er nevnt under a-c.

I tillegg til det som er nevnt under punkt a-d, kan det i forurenset vann foreligge en rekke kjemiske forbindelser som stammer fra avløp fra husholdninger og industri.

3.1.2 Vannkildene og deres kvalitet

Vannkildene for industri- og drikkevannsformål kan være grunnvann og overflatevann. Med grunnvann menes her vann som må hentes opp fra grunnen ved grunnvannsboring. Overflatevann er vannet i våre innsjøer og elver. Vannforsyning til industri- og drikkevannsformål kan sjelden baseres på brønner i jordens overflate eller på oppsamling av nedbør i sisterner. I enkelte tilfeller kan sjøvann benyttes for industriformål f.eks. til kjølevann.

Grunnvannet hos oss er i alt vesentlig lokalisert i sprekkesystemer i motsetning til i mange andre land der man har porøse bergarter, og hvor grunnvannet finnes i bergartenes porer. Slike porøse bergarter er særlig kalksteinbergartene.

I løsavsetninger (morener, grus) kan det også forekomme grunnvannsmengder. Infiltrasjonsvann i elver og i innsjøers strandområder benyttes ofte i stor utstrekning som vannkilde for industri og befolkning, og denne vannkilden kan betraktes som en mellomting mellom grunnvann og overflatevann.

Overflatevannet i elver og innsjøer vil i likhet med grunnvannet variere fra sted til sted, avhengig av lokale forhold som nedbørfeltets topografi og geologi. Vanligvis er vannkvaliteten i elver mer variabel enn i innsjøer, og variasjonene skyldes nedbør og flomforhold. I våre større dypvannsinnsjøer er vannets kvalitet på større dyp den samme hele året.

Det er en rekke forhold som er utslagsgivende når det gjelder valg av vannkilde. Tabell 3.1.2 viser i en generalisert oversikt de viktigste forskjeller i kjemisk henseende mellom grunnvann og overflatevann. I motsetning til mange andre land bruker vi her i landet vanligvis overflatevann.

TABELL 3.1.2

Generalisert oversikt over kjemisk kvalitet
av grunnvann og overflatevann

	Grunnvann	Overflatevann
Temperatur, °C	ca. 7	variabelt etter forholdene
Surhetsgrad, pH	6,5 - 8,5	6 - 7
Innhold av mineralsalter	relat. høyt	relativt lavt
Innhold av svevepartikler	lavt	variabelt etter forholdene
Innhold av organiske stoffer	lavt	kan være høyt
Innhold av jern og mangan	kan være høyt	oftest lavt
Kulldioksyd	kan være høyt	vanligvis lavt
Silisium	kan være høyt	vanligvis lavt
Oksygeninnhold	lavt eller ikke til stede	oftest nesten mettet

3.1.3 Kvalitetskrav til bruksvann

Industrivann kan være:

- a. prosessvann
- b. kjelevann
- c. kjølevann.

Industrielt prosessvann og kravene til dette kan ikke generaliseres. For en rekke forskjellige prosesser er vannets kvalitet praktisk talt uten betydning, men det finnes industriprosesser som krever langt høyere renhet enn det som vanligvis forlanges for drikkevann. Eksempler på slike industrigrøner er galvanoidindustrien, næringsmiddelindustrien (mineralvannfabrikker), visse typer farmasøytisk industri og papirindustrien.

Kravene til kjelevann er nøye fastlagt i forskrifter avhengig av kjeletyper, og basert på lang tids erfaring. Det er ofte nødvendig med inngående behandling og rensing av vann som skal brukes i dampkjeler.

Norske forskrifter om drikkevann m.v. og vannforsyningsanlegg er gitt ved kongelig resolusjon av 28. september 1951, og har hjemmel i næringsmiddel-loven av 19. mai 1933 og sunnheitsloven av 16. mai 1860 samt endringslov av 6. juli 1930. Forskriftene angir ikke noen tallmessige bestemte krav når det gjelder vannets kjemiske kvalitet, men begrenser seg til å uttale at vannet skal være klart, uten fremtredende lukt, smak eller farge. Det er helsemyndighetene som fastsetter kravene til vannets kvalitet hos oss, og hittil har forskriftene så langt de kan anvendes, vært håndhevet med lempe.

I sin alminnelighet er kvalitetskravene for industri og drikkevann så forskjellige at man vanskelig kan generalisere. Hvert enkelt tilfelle må derfor behandles for seg i forhold til den foreliggende vannkilde. Visse generelle retningslinjer i forbindelse med kjemiske spørsmål for vannforsyning kan imidlertid fremheves. Disse har sammenheng med vår ensidige bruk av overflatevann, som for store deler av landet er mineralsaltfattig, surt og humusholdig. Disse tre egenskaper ved våre vanntyper gjør dem korrosive overfor en rekke materialer som brukes i vannverkspraksis. Dessuten vil humusholdig vann som transporteres i rørsystemer, ofte forårsake begroingsfenomener og slamdannelser. Korrosjonstilfellene forårsaker at korrosjonsproduktene føres med vannet til forbrukeren, og dessuten kan det forekomme at slik korrosjon fører til svekkelse av rørmaterialet med derav mulige ulemper. Begroing og slamdannelser i rørledningsnett gir også ofte betydelige ulemper for forbrukeren, enten dette er i industri eller i husholdning. Begroingsfenomenene skyldes gjerne visse grupper bakterier (jernbakterier), som ernærer seg bl.a. av vannets humusinnhold.

Brunfargen på vårt drikkevann har stort sett bare estetisk betydning for den jevne vannforbruker, men det humusslam som utfelles i et vannforsyningsnett, kan være plagsom for vannverksdriften, og må fjernes ved spyling av rørene og rengjøring av magasiner.

3.1.4 Rensetekniske tiltak

For en rekke av de mulige fremtidige drikkevannskilder som er angitt i denne rapporten, finnes det et svært beskjedent materiale som kan beskrive vannets kvalitet.

For den fylkesvise oversikten over nødvendig investeringsramme i forbindelse med renseanlegg for bruksvann, er det derfor i en rekke tilfeller foretatt et skjønnsmessig valg av rensemetode.

I forbindelse med det mer spesielle utredningsarbeid som er gjennomført for Osloområdets fremtidige vannforsyning, foreligger det imidlertid et tilstrekkelig omfattende materiale over vannkvaliteten til at det har vært mulig å forutsette bestemte rensemetoder og generelt kommentere de ulike kilders kvalitet.

I denne mer generelle utredning er det bare av hensyn til å fremskaffe en noenlunde oversikt over investeringsbehov at det er foretatt en vurdering av ulike typer renseanlegg.

For å generalisere forholdene mest mulig er det bare regnet med tre anleggstyper og totalomkostningene beregnet samlet for hvert enkelt fylke.

De forutsatte anleggstypene er følgende:

1. Desinfisering
2. Hurtig sandfiltrering + desinfisering
3. Kjemisk felling + hurtig sandfiltrering + desinfisering

3.2 Vassdrag som resipient for forurenset vann

3.2.1 Generelt

Det er en rekke faktorer som spiller inn og betinger de virkninger som utslipp av forurensninger i et vassdrag medfører. De enkelte vassdrag vil ut fra geografiske forutsetninger gi ulike reaksjoner på belastninger. Avhengig av bruksinteressene og forurensningenes art og mengde vil ulempene kunne gi opp-

hav til problemer av vekslende karakter og størrelsesorden. Forholdene i vassdragene varierer med årstidene, og forurensningsvirkningene vil endre seg med disse. Vassdragene har lang utstrekning, og forurensningsvirkningene vil gjøre seg forskjellig gjeldende i de enkelte vassdragsavsnitt. Elver, innsjøer og fjorder reiser hver for seg særegne problemstillinger.

Blant de ulemper som kan oppstå som følge av forurensninger, kan nevnes følgende:

Hygieniske skadevirkninger, innflytelse på estetiske forhold, påvirkning av fisket, ulemper for bading og annen rekreasjon, skader for vannforsyning, ulemper for jordbruket og forandring av generelle biologiske forhold. Alle disse skadevirkninger og ulemper kan skyldes primære og/eller sekundære forurensningspåvirkninger.

Primære påvirkninger forårsakes direkte av de forurensningskomponenter som avløpsvannet inneholder. Et avløpsvann kan f.eks. inneholde bakterier som er helsemessig farlige, partikler som gjør vannet grumset eller kjemikalier som er giftige.

Sekundære forurensningspåvirkninger gjør seg gjeldende gjennom fysiske, kjemiske og biologiske prosesser i resipienten. Avløpsvann fra husholdninger inneholder f.eks. gjødselsstoffer som fremmer veksten av planter i vassdraget. Det blir dannet nytt organisk stoff som gir en belastning i tillegg til den primære belastningen med organiske stoffer, som ble tilført vannmassene direkte med avløpsvannet. Primære og sekundære forurensningspåvirkninger vil likevel i et aktuelt tilfelle vanskelig kunne skilles fra hverandre.

Forurensningene vil kunne påføre vassdragene skader som er av mer eller mindre varig karakter. Det regnes vanlig med at en elv som er forurenset av utslipp med organisk stoff, snart vil gå tilbake sitt opprinnelige preg hvis forurensningsårsakene blir fjernet, eller utslippene blir tilstrekkelig behandlet i renseanlegg. En innsjø eller fjord vil derimot gjennom forurensningspåvirkninger kunne nå en uønsket tilstand som

vanskelig lar seg endre ved å sette inn tekniske tiltak. På denne måten kan et landskapsutsnitt få en varig beskadigelse. Gjennom forurensninger med industrielt avløpsvann kan hele laksestammer bli utryddet fra vassdrag. Gyteplasser for verdifulle fiskearter kan ødelegges. Dette er skader som kan være uopprettelige.

3.2.2 Utseende og lukt

De estetiske forhold i vann og vassdrag er noe av det første som blir påvirket gjennom utslipp av forurensninger. En innflytelse på vannmassenes utseende og lukt kan gjøre seg gjeldende gradvis og vokse i omfang på en måte som umdrar seg oppmerksomhet.

Hvis vannet brukes som drikkevann, eller det er badeplasser ved elven eller innsjøen, vil kravet til utseende og lukt være større. Selv en forholdsvis liten belastning av vannet kan virke generende for disse bruksinteresser.

De primære forurensningsvirkninger som influerer vannmassenes estetiske forhold, er vanskelige å vurdere. Skadevirkninger i slike sammenheng vil være gjenstand for subjektiv fortolkning, og de lar seg ikke enkelt bringe inn i en økonomisk betraktning. Det er likevel utvilsomt skjermende utseende og uestetiske forhold for øvrig som er de mest utbredte forurensningsulempene i våre vassdrag.

3.2.3 Partikkelinnhold

Både primære og sekundære forurensningsvirkninger medfører en større transport av partikler med vannmassene. Vannet kan bli grumset, og nesten alle bruksinteresser i vassdraget er skadelidende ved en slik kvalitetsendring. Partikkelinnholdet vil delvis avsette seg i partier av vassdraget hvor betingelser for dette er til stede. Det kommer da til dannelselse av slambanker hvor spesielle biologiske forhold utvikler seg. Varierende vannstand kan medføre at stoff fra kloakkutslipp blir blottlagt på strender og grunne områder. Synet av vegetasjon og bredder belagt med slik substans har avgjørende betydning for det generelle inntrykk av tilstanden i vassdraget.

Spesielle industrivirksomheter kan medføre en betydelig belastning av vannforekomstene med partikler. Dette gjelder for eksempel gruve- og treforedlingsindustri.

3.2.4 Forurensningsvirkning av organisk stoff - saprobiering

Saprobiering er en forurensningsvirkning ved organisk stoff som medfører vekst i resipienten av organismer (gjerne bakterier, sopp og protozoer) som nyttiggjør seg disse stoffene som næring. Avhengig av forholdene i resipientene og utslippenes art og mengde, kan det dannes utstrakte begroinger i vassdragene av slike organismer. Masseforekomst av disse organismene gjør vannmassene uskikket til mange av de formål vassdraget skal tjene.

Under våre naturforhold er det sjelden at forurensning med organisk stoff medfører problemer med oksygenbalansen i elvene. Biokjemisk oksygenforbruk er derfor en lite egnet parameter ved dimensjonering og vurdering av tekniske tiltak mot forurensninger i slike resipienter. Det vil være kjennskapet til resipientens reaksjon på utslippene med hensyn til vekstutvalg av organismer som er en viktig forutsetning ved vurdering av tekniske tiltak.

3.2.5 Innflytelsen av forurensninger på fisket

Forurensninger kan virke inn på fisket og fiskebestanden på flere måter. Summarisk kan disse forurensningsvirkningene stilles sammen i tre punkter:

1. Forurensningene har virkning på utøvelsen av fisket.
Eks.: Tilslamming av redskap som garn og nøter med fiber, sopp, bakterier, alger og andre partikler.
2. Forurensningene forårsaker endringer av fiskens nytteverdi.
Eks.: Fisken får vond smak, den blir mager og liten.
3. Forurensningene virker inn på fiskebestandens størrelse og sammensetning.
Eks.: Det forurensede vannet virker drepende på fisken, eller på organismer som utgjør fiskens næringsgrunnlag.

3.2.6 Forurensningsvirkning av gjødselstoffer - eutrofiering

Eutrofiering er en forurensningsvirkning av gjødselstoffer som medfører øket plantevekst i resipienten. Mens organismene som utvikler seg ved en saprobiering, benytter seg av det organiske stoff i forurensningene som energigrunnlag for sine livsprosesser, bygger organismene som utvikler seg ved en eutrofiering, opp nytt organisk stoff. Dette gir opphav til en sekundær belastning av resipienten med organisk stoff.

I praktisk sammenheng er følgene av eutrofiering ofte en nedsett brukbarhet av vannet til forskjellige formål. Omkostningene med å bruke det til vannforsyning for befolkning og industri tiltar. Fiskeri-interesser er skadelidende ved at verdifulle fiskearter får reduserte livsmuligheter eller ryddes ut. Store algeforekomster nedsetter gjerne vannets verdi i rekreasjonsmessig sammenheng.

3.2.7 Igjengroing

I vannsamlinger hvor det skjer en årlig produksjon av plantemateriale som er større enn mengden som brytes ned, vil det gjøre seg gjeldende en igjengroingsutvikling. Samtidig kan det tilføres materiale fra nedbørfeltet, som er med å fylle opp bassenget. Hvor raskt igjengroingen vil gå, avhenger av mange forhold, men viktig i denne sammenheng er tilførselen med plantenæringsstoffer. Igjengroing er derfor også ofte et eutrofieringsfenomen.

Vedlikehold av grøfter og kanaler i jordbruksområder kan være et betydelig arbeid. Høyere vegetasjon som betinger igjengroing, er ett av problemene som ofte melder seg. Ved utledning av forurenset vann til slike systemer kan omfanget av vedlikeholdsarbeidet tilta vesentlig.

3.2.8 Rensetekniske tiltak

For denne teknisk-økonomiske utredning har det vært meget vanskelig å forutsette spesielle krav til rensing av forurenset avløpsvann. De kvalitative undersøkelser og vur-

deringer som er gjennomført av vårt institutt innenfor rammen av dette prosjektet, og gjengitt i RAPPORT I, gir verken grunnlag for å generalisere eller trekke opp klare retningslinjer for de enkelte lokale forhold.

Det er imidlertid forutsatt at bare avslammet vann kan tilføres resipienter. Dette bør anses som et absolutt minstekrav uavhengig av vassdragets størrelse og kapasitet til å ta hånd om forurensninger. Et slikt minstekrav er begrunnet med at man absolutt bør unngå slamavsetninger på bunnen av elver og innsjøer og dessuten forhindre at det kan påvises flytende partikulære forurensninger på vannoverflaten.

Ytterligere rensing vil være bestemt av resipientens lokale og regionale bruksverdi for ulike formål, og hvordan et resipientsystem best kan utnyttes sett i en regional sammenheng.

Ved en slamavskilling (mekanisk rensing) vil avløpsvannets innhold av organisk stoff kunne reduseres med ca. 1/3. Hvis denne reduksjonen er utilstrekkelig for å unngå en saprobie-ringseffekt i resipienten, må en ytterligere fjerning av organisk stoff gjennomføres ved hjelp av biologisk rensing. Det finnes i dag ingen generelle regler for hvilke grensekonsentrasjoner av organisk stoff i et vassdrag som kan føre til at en synlig saprobie-ringseffekt tidvis kan settes inn.

For i det hele tatt å kunne skaffe en viss oversikt over nødvendige rensetekniske enheter i ulike fylker, er det foretatt enkle fortynningsberegninger for de aktuelle vassdrag. Beregningene er utført på grunnlag av den meget beskjedne kunnskap som i dag foreligger om vassdragenes nåværende organiske belastning, deres respons til en fremtidig belastningsøkning samt et visst skjønn. En fullverdig vurdering av hvilke rensesprosesser som bør settes ved de ulike lokaliteter, må baseres på en rekke enkeltfaktorer som henger sammen med biologiske prosesser i vassdragene og ikke minst den langsiktige målsettingen for vannets bruk. Disse faktorene kan først bli verdsett etter at man har skaffet seg et langt bedre vurderingsgrunnlag enn det som foreligger i dag.

For de tettsteder som har innsjøer som sin naturlige resipient, vil det kunne bli aktuelt å sette inn tiltak for å fjerne viktige næringsstoffer fra avløpsvannet. De stoffene som man i dag mener har primær betydning for eutrofieringsvirkninger i slike vannmasser, er fosfor, nitrogen og jern.

Nå er forholdene imidlertid slik at jern vanligvis tilføres vassdragene i en tilstrekkelig mengde ved naturlig avrenning fra skog og mark og derved ikke kan kontrolleres ved fjerning i renseanlegg. Hvorvidt fjerning av fosfor og nitrogen vil være tilstrekkelig for å kontrollere vekst, er det foreløpig stor uklarhet om. De metodene som i dag foreligger for å fjerne disse stoffene, er lite utprøvd, og man må foreløpig forutsette at fosfor kan reduseres ved kjemiske fellingsanlegg, mens nitrogen bare kan tas hånd om i utvidede biologiske anlegg.

I de tilfeller hvor vi har ment det vil kunne bli aktuelt med fjerning av ett eller begge disse to næringsstoffene, er nødvendige renseanlegg forutsatt bygd på et tidspunkt som er skjønnsmessig fastsatt.

- 4. TEKNISKE BEREGNINGSMETODER
- 4.1 Hydraulikk
- 4.1.1 Dimensjonerende vannmengder
- 4.1.1.1 Vannforsyning

Vannforbrukets variasjoner over året og døgnet er lite kjent for norske forhold på grunn av manglende registrering.

Ved dimensjonering av renseanlegg og rørledninger benyttes som regel utenlandske erfaringstall.

Vannforbrukets variasjoner over året beregnet i forhold til middelforbruket. Forholdet mellom største døgnsforbruk og middelforbruk benevnes maskimumdøgnfaktor, og forholdet mellom middelforbruket og minste døgnsforbruk benevnes minimumdøgnfaktor. Maksimumdøgnfaktoren vil normalt avta med stigende verdier for det spesifikke forbruket og varierer normalt mellom 1,2 og 1,6.

Minimumdøgnfaktoren varierer normalt mellom 0,5 og 0,7.

Forbrukets variasjoner over døgnet illustreres normalt av forholdet mellom største timeforbruk og forbruket i middel per time i løpet av maksimumdøgnet. Forholdet benevnes maskimumtimefaktor, og varierer normalt mellom 1,2 og 2,4.

For de utredninger som er utført for østlandsområdet, er det benyttet en maksimumdøgnfaktor 1,2 (for Osloområdet vannforsyning) og 1,5 (for Hamar-området og Horten-Borre området).

Variasjonene over døgnet antas utjevnet i de lokale nett ved hjelp av nødvendige utjevningssjanger. Av den grunn er ikke bruken av maskimumtimefaktor trukket inn i vurderingene.

4.1.1.2 Avløp

Beregningen av dimensjonerende avløpsmengder fremgår av pkt. 2.4 og 4.2 i Del 2. Ved beregning av spesifikk avløpsavrenning benyttes samme maksimumdøgnfaktorer som for vannforsyning.

4.1.2 Trykktapsberegninger

4.1.2.1 Rørledninger

For trykktapsberegninger i sirkulære rør for både vann og avløp er Darcys grunnformel benyttet.

$$h_f = \lambda \cdot \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

hvor

h_f = trykktap i m

λ = motstandstall

l = rørledningens lengde

d = rørledningens diameter

v = vannets hastighet i rørledningen

For verdier av λ (motstandstallet) er det brukt følgende forhold angitt av Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2,51}{R_e \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 d} \right)$$

hvor

R_e = Reynolds tall

k = absolutt ruhet for rørvegg

Verdier for k er for vannledninger satt til 0,2, som anses å gjelde for rørledninger av asfaltert støpejern, stål og forspent betong.

For avløpsledninger er k satt til 1,0 som anses å gjelde for vanlige avløpsrør av betong.

4.1.2.2 Tunneler

Trykktapsberegningene for tunneler er beregnet etter Mannings formel

$$h_f = \frac{q^2 \cdot L}{F^2 \cdot M^2 \cdot R^{4/3}} \text{ (m)}$$

hvor

h_f = trykktap i m

q = vannføring i m^3/s

- L = tunnelens lengde i m
 F = tunnelens tverrsnitt i m²
 R = hydraulisk radius i m
 M = "Mannings tall"

Mannings tall, M , er antatt til 35 som en middelværdi for råsprengte tunneler beregnet på teoretisk tverrsnitt.

For beregning av hydraulisk radius er det for trykktunneler benyttet verdien $R = 0,266 \cdot F^{\frac{1}{2}}$ som er beregnet som gjennomsnitt av målinger i trykktunneler under varierende driftsforhold.

Avløpstunneler er forutsatt utført som selvføllstunneler med fritt vannspeil og med utstøpt bunnprofil. Mannings tall, M , er her satt til 35 for råsprengt fjell og 80 for betong.

For sammensatte tverrsnitt er det benyttet følgende forhold angitt av Einstein:

$$M_{\text{eff}} = \left[\frac{P_{\text{betong}} + P_{\text{fjell}}}{\frac{P_{\text{betong}}}{M_{\text{betong}}^{3/2}} + \frac{P_{\text{fjell}}}{M_{\text{fjell}}^{3/2}}} \right]^{2/3}$$

hvor

- M_{eff} = Mannings tall for det sammensatte tverrsnitt
 P = våt perimeter, dvs. den del av tunnelens omkrets som kommer i berøring med vannet

For avløpstunnelen med varierende vannføring vil M_{eff} variere med fyllingsgraden i tunnelen.

4.1.3 Pumpeberegninger og energibehov

Effektbehovet for pumpeanlegg med kapasiteten q_p er beregnet etter formelen

$$E_{\text{kW}} = \frac{q_p \cdot H}{102 \cdot \eta} \text{ (kW)}$$

hvor

- H = totale manometriske trykkehøyde (m)
 η = pumpeaggregatets virkningsgrad (pumpe + motor)

Verdier av η er antatt å variere i området 0,6 - 0,8 avhengig av pumpens kapasitet, slik at større pumper gir høyere virkningsgrad.

Energibehovet er beregnet etter formelen:

$$E_{\text{kWh}} = \frac{q_p \cdot H}{102 \cdot \eta} \cdot t \text{ (kWh)}$$

hvor

t = antallet pumpetimer i den betraktede perioden.

4.2 Avløpssystemers regnvannsbelastning

4.2.1 Generelt

Det er i denne utredningen forutsatt at alle nye avløpssystemer bygges etter prinsippet med separate ledninger for overflatevann og forurenset avløpsvann. De kombinerte ledningssystemene som eksisterer i dag, vil kunne by på store problemer i årene fremover, etter hvert som det blir stilt sterkere krav om rensing. Disse problemene skyldes to forhold, nemlig at renseanlegg har lett for å bli hydraulisk overbelastet ved tilførsel av vesentlige mengder regnvann, og at betydelige forurensmengder kan tilføres vassdrag via nødvendige regnvannsoverløp.

Disse virkningene kan reduseres vesentlig ved å innføre fordrøynings- eller regnvannsmagasiner i ledningsnett. Slike innretninger er imidlertid ikke trukket inn i de gjennomførte overslagsberegninger. Det er derfor bare forutsatt at de eksisterende, kombinerte ledningssystemene forsynes med regnvannsoverløp. For å dimensjonere disse og derved bestemme dimensjonerende vannmengder for hovedledninger og renseanlegg, har det vært nødvendig å forutsette et beregningsgrunnlag for nedbørforhold.

4.2.2 Varighetsdiagram for nedbør

Antall stasjoner for registrering av korttidsnedbør ved hjelp av pluviografer, begrenser seg til noen ganske få. Det er i første rekke en del kommunale ingeniørvesener som på egen hånd har tatt initiativet til opprettelsen av stasjonene. Disse har derfor fått uensartet behandling når det gjelder plassering, drift og bearbeiding av observasjonsmateriale.

Det innsamlede materialet har for de fleste av disse kommunene gitt grunnlag for å utarbeide vanlige varighetskurver som kan benyttes ved dimensjonering av regnvannsledninger. Materialet er derimot dårlig egnet for en bearbeiding som kan gi en midlere årsoversikt. Et slik arbeid må gjøres for hånd, og vil være meget tidkrevende.

For å skaffe til veie et foreløpig prosjekteringsgrunnlag har det vært utført et omfattende litteraturstudium for om mulig å finne et brukbart forhold mellom årsnedbør, årlig regntid og nedbørintensitetens fordeling over året.

Forholdet mellom intensitet og regntid er meget nært lineært ved fremstilling som sannsynlighetsdiagram. Det utenlandske materialet som er innsamlet, tyder på at relasjonen kan uttrykkes ved hjelp av samme matematiske formulering uansett observasjonssted.

Med data fra de samme litteraturkilder er det funnet fram til et forhold mellom årlig regntid og nedbørhøyde. Det foreliggende antall data er meget beskjedent for å kunne foreta en entydig korrelasjon, men det er i denne sammenheng antatt følgende forhold:

$$N = 1,08 \cdot T$$

hvor

$$N = \text{årlig nedbørhøyde i mm}$$

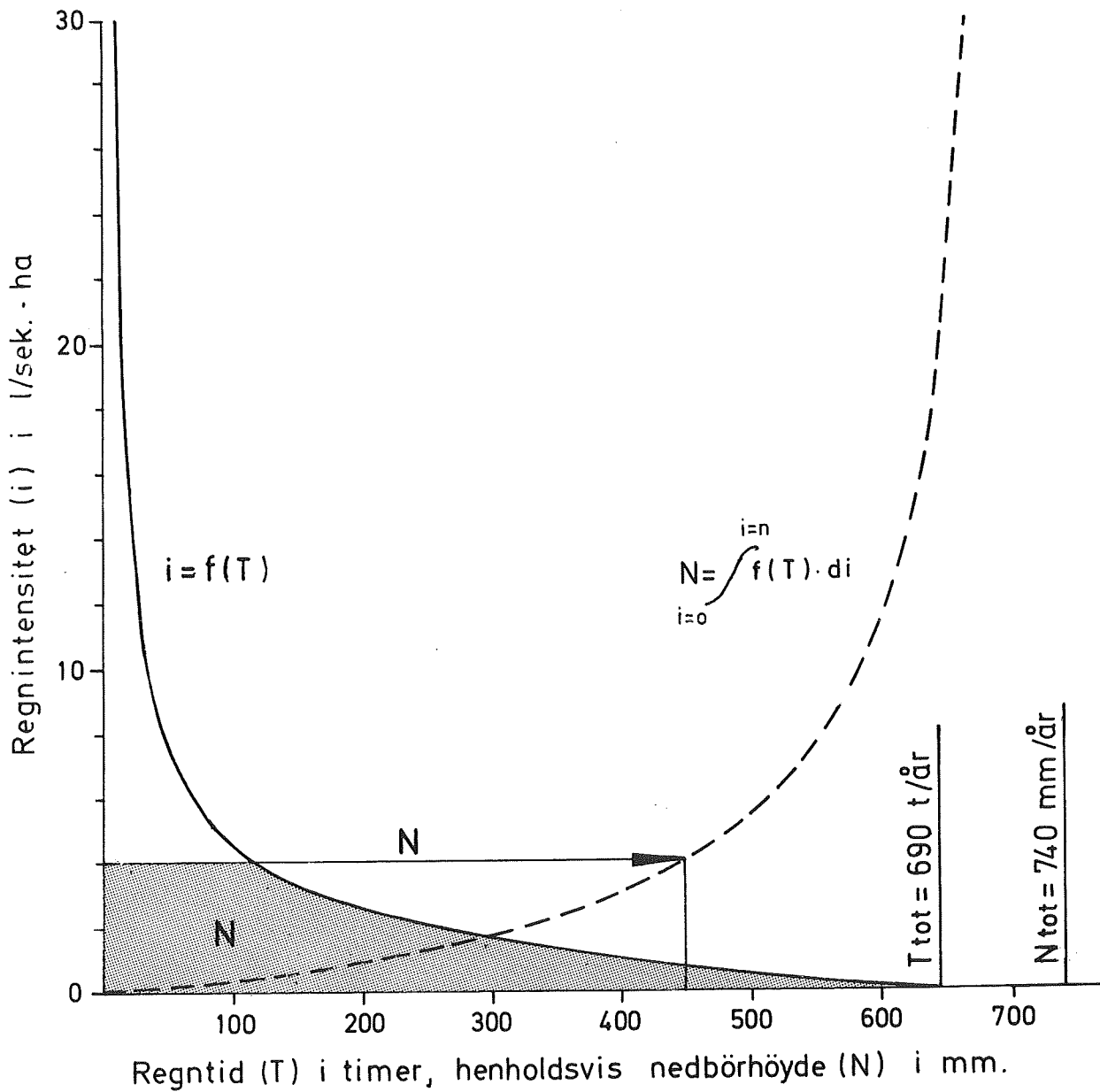
$$T = \text{" regntid i timer}$$

Med en midlere nedbørhøyde i Osloområdet på 740 mm/år er det totale antall regntimer satt til 690 timer. Med denne regntiden og det ovenfor nevnte forhold mellom prosentvis regntidsfordeling og intensitet, er det i fig. 4.2.2 beregnet kurver for forholdet mellom intensitet og henholdsvis regntid og nedbørhøyde. Forholdet mellom nedbørhøyde og intensitet er fremkommet ved integrasjon av den andre kurven.

Tatt i betraktning de relativt små variasjonene i årlig nedbørhøyde innenfor det sentrale Østlandsområdet, er den samme kurven benyttet for alle de gjennomførte beregningene.

Fig. 4.2.2

Beregnete midlere nedbörforhold for Oslo-området.



4.2.3 Dimensjonering av regnvannsoverløp

Ved en teoretisk beregning av forurensningsbelastning via regnvannsoverløp er det umulig å konkretisere virkningen av en slik forurensning. På den annen side kan en beregning av den prosentvise avløpsvannmengden som tilføres vassdraget, på denne måten, eller hvor mange timer pr. år et regnvannsoverløp er i virksomhet, gi et verdifullt vurderingsgrunnlag.

Hvis den vannmengden som enten skal transporteres i en avskjærende ledning eller tunnel, føres inn på et renseanlegg etter å ha passert et regnvannsoverløp, uttrykket ved $Q = Q_k(1+m)$, utgjør regnvannsmengden av dette $Q_r = m \cdot Q_k$.

hvor

$$Q_k = \text{avløpsvannføringen (forurenset vann)}$$

$$m = \text{fortynningsfaktor}$$

Hvis den regnintensitet som bevirker at overløpet trer i virksomhet benevnes i_g , er

$$Q_r = \psi \cdot i_g \cdot A = m \cdot Q_k$$

hvor

$$\psi = \text{nedbørfeltets midlere avrenningskoeffisient}$$

$$A = \text{nedbørfeltets areal}$$

Grenseintensiteten som bevirker at overløpet trer i funksjon, er da

$$i_g = \frac{m \cdot Q_k}{\psi \cdot A}$$

Denne formelen angir at for en gitt grenseintensitet er fortynningsfaktoren m og avløpsvannmengden pr. redusert areal $Q_k/\psi \cdot A$ (en funksjon av boligtetthet) omvendt proporsjonale.

Forutsetter vi at forurensningene er homogent blandet i vannmassen før de når fram til overløpet, kan formuleringen ovenfor benyttes for å beregne den prosentvise avløpsvannmengde som tilføres vassdraget direkte via overløpet

$$p \% = \frac{T}{8760} \cdot \frac{100}{0,36 \cdot \frac{Q_k}{\psi \cdot A} \cdot \frac{T}{740-N}(1+m) + 1}$$

Ved hjelp av et etablert, men meget komplisert matematisk forhold mellom T og N, er verdier av p som funksjon av m og $Q_k/\psi \cdot A$ beregnet ved hjelp av elektronisk regnemaskin. Dette forholdet er vist nederst på fig. 4.2.3. Diagrammet viser tydelig at med verdier av $Q_k/\psi \cdot A$ høyere enn 1,0, vil den prosentvise avlastning kunne holdes under 1 % med fortynningsfaktorer på 3-4. Med en synkende verdi av $Q_k/\psi \cdot A$ stiger den nødvendige fortynningsfaktoren meget raskt.

Hjelpediagrammet på den øvre delen av figuren viser tydelig at man ved høy boligtetthet vil få relativt høye verdier av $Q_k/\psi \cdot A$, og at man derfor har best forutsetning for å kontrollere regnvannsavlastningen i tettbygde områder.

4.3 Ledningsnettenes lengde

Et tidligere utarbeidet forhold mellom total lengde avløpsledning pr. person og boligtetthet, som angitt i tabell 4.3, har bare kunnet komme til begrenset anvendelse for å beregne den totale lengde med ledningsnett for de enkelte tettsteder.

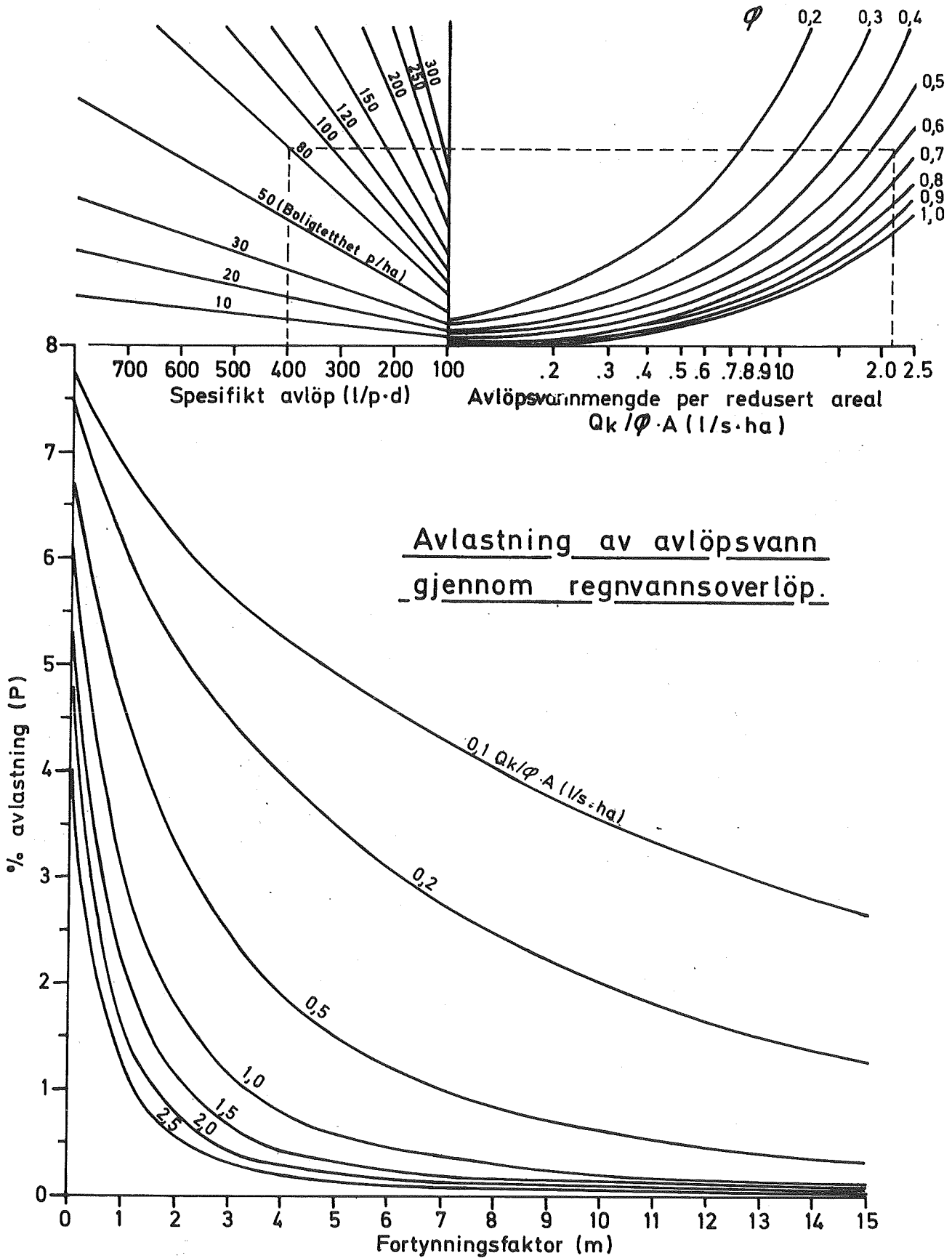
Omkostninger forbundet med ledningsnett utgjør en stor prosentvis del av fremtidige investeringer, og det ble derfor funnet nødvendig å skaffe en mer korrekt beregningsmetode.

Statistiske data innhentet fra Norge og Sverige viser god overensstemmelse av ledningsnettets lengde for vannforsyning og avløp, uttrykt som antall meter pr. person. Observasjonene gjelder for tettsteder med innbyggertall i området fra 500 til 100.000 personer, og omfatter både vann- og avløpsnett.

Det spesifikke tallet (m/pers.) er forbundet med tettstedenes størrelse i et omvendt proporsjonalitetsforhold. Dette forholdet gir også god overensstemmelse ved sammenlikning av data fra de to land.

Det fremgår dessuten at det spesifikke tallet for vannforsyningsnett er meget nær det samme som for avløpsnett.

Fig. 4.2.3



Avlastning av avløpsvann
gjennom regnvannsoverløp.

Forholdet mellom fortynningsfaktor (m) og avlastet avløpsvannmengde som % av årlig avløpsvannmengde.

TABELL 4.3

Forholdet mellom spesifikk lengde avløpsledning og boligtetthet

	Åpen villabebyggelse	1- og 2- m. bolig, småtomt.	2- m. bol. store tomt.	R�kkehus	Bland. blokk (3 etg.) 2 m. bol.	Blokker i 4. etg.
Antall innbyggere pr. ha	17,5	32,5	37,5	50	80	160
Lengde gateledn. pr. ha (m)	120	120	120	120	120	120
" uttrekksledn. pr. ha(m)	100	90	85	80	65	50
" samlet ledn. pr. ha (m)	220	210	205	200	185	170
" gateledn. pr. innb. (m)	6,85	3,7	3,2	2,5	1,5	0,75
" uttrekksledn. pr. pers(m)	5,70	2,8	2,25	1,6	0,81	0,31
" samlet ledn. pr. pers(m)	12,55	6,50	5,45	4,10	2,31	1,06
Antall pers. pr. km ledn. (m)	80	155	185	245	435	905

Da tettstedenes størrelse har vært kjent, har følgende empiriske forhold vært benyttet for å beregne total ledningslengde:

$$m_s = \frac{33,5}{N^{0,207}}$$

hvor

m_s = antall meter vannlednings- eller avløpsnett
pr. person

N = antall innbyggere i det tettsted man behandler

Dette empiriske forholdet er benyttet som en del av grunnlaget for å beregne omkostningskurvene i fig. 5.2.1.5 og 5.3.1.1.

For noenlunde å anslå den totale lengden med stikkledninger er det antatt at den nåværende fordelingen over boligtyper fortsatt vil gjelde:

blokker	22,5 %
rekkehus	10,5 %
tomannsbolig	10,0 %
enebolig	57,0 %

Det er videre forutsatt 2,5 personer pr. leilighet og følgende antall meter stikkledning pr. person:

blokker	0,55 m/pers.
rekkehus	1,6 "
tomannsbolig	2,5 "
enebolig	5,0 "

Stikkledninger for vannforsyning er forutsatt lagt i samme grøft som avløpsledninger og drenerledninger.

5. ANLEGG- OG DRIFTSKOSTNADER FOR ULIKE ANLEGGSKOMPONENTER
I VANNFORSYNING- OG AVLØPSSYSTEMER

5.1 Generelt

Ved sammenlikning av alternative løsninger for regionale VA-prosjekter eller ved en generell beregning av investeringsbehov på denne sektoren, må kostnadene baseres på best mulige overslagsberegninger. Slike overslag utføres ved å benytte generelle omkostningskurver for ulike konstruktive enheter i et anlegg og å studere kartmateriale og terrengforhold på stedet best mulig.

Bruken av generelle omkostningskurver har vært benyttet i vesentlig grad ved vårt institutt i senere år. Det har vist seg at omkostningsoverslagene har gitt god overensstemmelse med de mer nøyaktig utførte beregninger fra rådgivende ingeniørfirmaer i de tilfeller hvor de senere har detaljprosjektert et slikt anlegg.

Det har fra NIVA's side, helt siden 1964, vært arbeidet med å skaffe til veie et brukbart erfaringsmateriale for slike kostnadsberegninger. Gjennom kontakt med entreprenører, rådgivende ingeniører og leverende maskinfirmaer har et betydelig materiale blitt fremskaffet. Ved gjennomføringen av denne utredningen har imidlertid dette arbeidet blitt vesentlig intensivert ved litteraturstudier og direkte kontakt med utenlandske firmaer og institusjoner. Det er benyttet rådgivende ingeniørfirmaer til å utrede spesielle prosjekter for denne utredningen. Dette har gitt årsak til at det er kommet inn et betydelig beregningsgrunnlag fra deres side ved at de har vært pålagt å oppgi de enhetspriser som er blitt benyttet.

Det vesentligste av dette materialet er nå samlet og benyttet delvis for spesielle regionale utredninger utført av NIVA og for de beregnede investeringsbehov som er behandlet under Del 4.

En del av materialet må fremdeles betraktes som delvis usikkert. Dette gjelder spesielt for kostnader forbundet med visse typer renseanlegg hvor grunnlagsmaterialet har vært beskjedent.

For visse typer av optimaliseringsberegninger kan det være hensiktsmessig å finne en matematisk formulering for kostnadsfunksjonen.

Eksempelvis kan kostnaden pr. meter for en tunnel fremstilles med funksjonen

$$K = a + bF \text{ eller } K = a \sqrt{F}$$

Rørledningskostnader pr. meter kan ofte fremstilles ved funksjonen

$$K = a + bd^{\beta}$$

og kostnader for renseanlegg og pumpestasjoner kan med fordel fremstilles ved funksjonen

$$K = A \cdot Q^{\alpha}$$

hvor

Q = den dimensjonerende vannmengde (produksjonskapasitet)

a , b og A = konstanter

Alle kostnader refererer seg til prisnivået 1967.

5.2 Vannforsyningsanlegg

5.2.1 Anleggskostnader

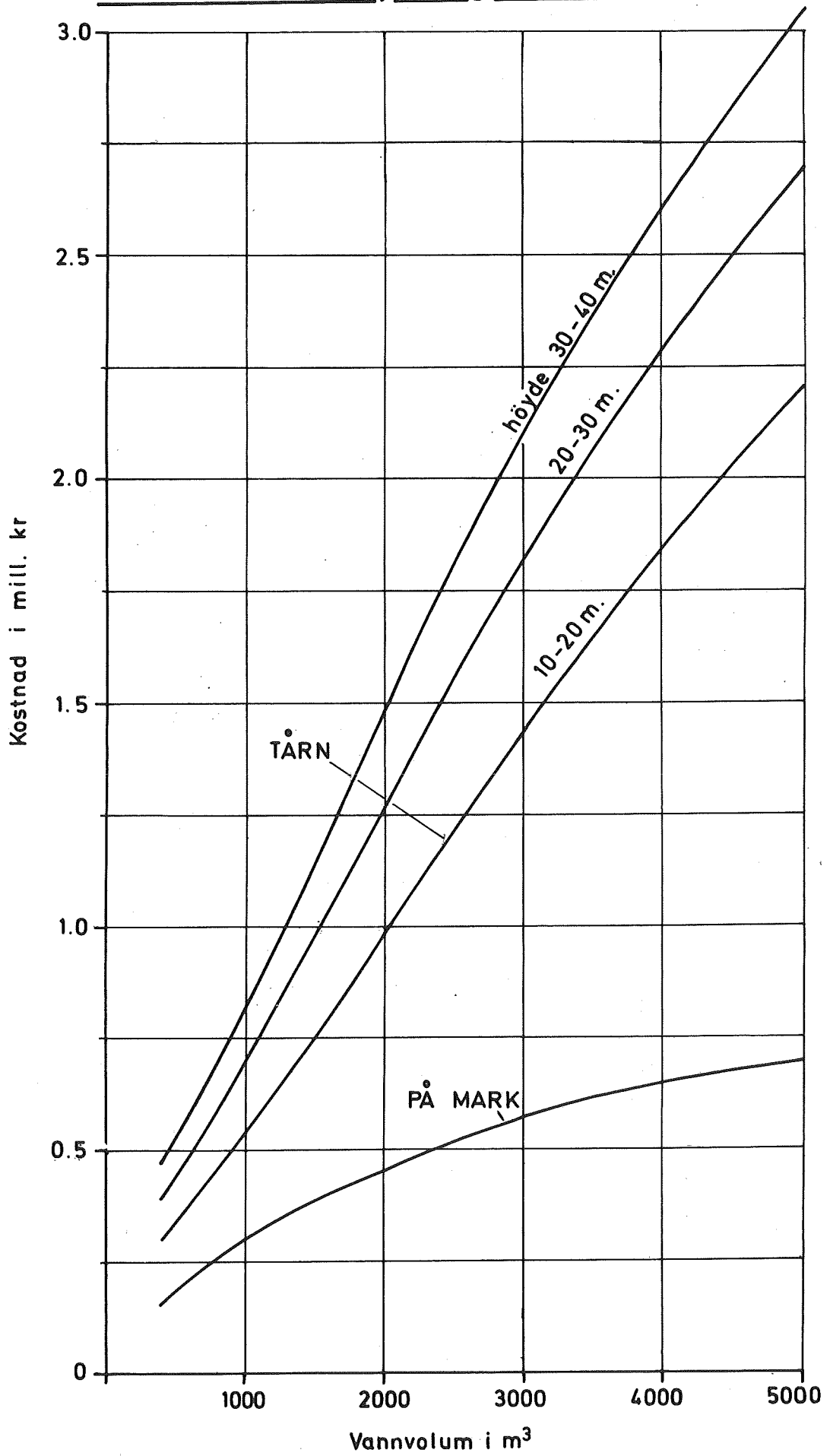
5.2.1.1 Magasiner og utjevningsbassenger

Med den utstrakte bruk av overflatevann her i landet inngår reguleringsmagasiner i nedbørfeltet som et viktig ledd i et vannforsyningsanlegg. Gjennom kontakt med rådgivende ingeniører har det vært forsøkt å finne fram til en form for kostnadskurver for damanlegg i forbindelse med slike magasiner. Det har imidlertid ikke vært mulig, innenfor den tiden som har stått til rådighet, å finne fram til et brukbart materiale.

Det er mulig å finne god sammenheng mellom kapasitet og totale byggekostnader for utjevningsmagasiner innenfor selve forsyningsområdet. Dette forholdet er vist i fig. 5.2.1.1.

Kostnadene gjelder for magasiner bygd direkte på mark eller i tårn, og det er forutsatt normale grunnforhold. Alle kostnader er inkludert i de oppgitte priser.

Kostnader for utjevningbassenger.



Kostnadskurvene for utjevningssassenger i tårn er hentet fra svenske statistiske oppgaver ¹⁾. For omregning til norske priser er det benyttet en erfaringsmessig faktor på 1,2.

5.2.1.2 Overføringssystemer

Rørledninger:

Totalkostnaden dekker følgende:

- a) Graving med 50 % fjell og igjenfylling (inkludert normale forsterkningsarbeider).
- b) Rør med ventiler, kummer etc. samt legging og trykkprøving.
- c) 13 % tillegg for: renter i løpet av byggetiden (6 %), prosjektering (4 %) og kontroll og tekniske rådgivning (3 %).
- d) For grunnerstatninger er det gjort et tilslag på 10 % i sentrale områder og 5 % i de øvrige.

Enkeltkostnadene er ført opp i tabell 5.2.1.2, og totalkostnader inklusiv 10 % erstatninger er fremstilt grafisk i fig. 5.2.1.2-1.

Da anleggskostnadene for en vannledning er avhengig av en rekke faktorer såsom valg av rørmateriale, trykkklasse, grunnforhold og tracévalg osv., er kostnadene angitt med grenseverdier.

Spesifiserte kostnader som refererer seg til den øvre delen av dette variasjonsområdet, er angitt i tabell 5.2.1.2.

Tunneler. Tunnelpriser er beregnet både for vanlig drift med tverrsnitt og med sjakter.

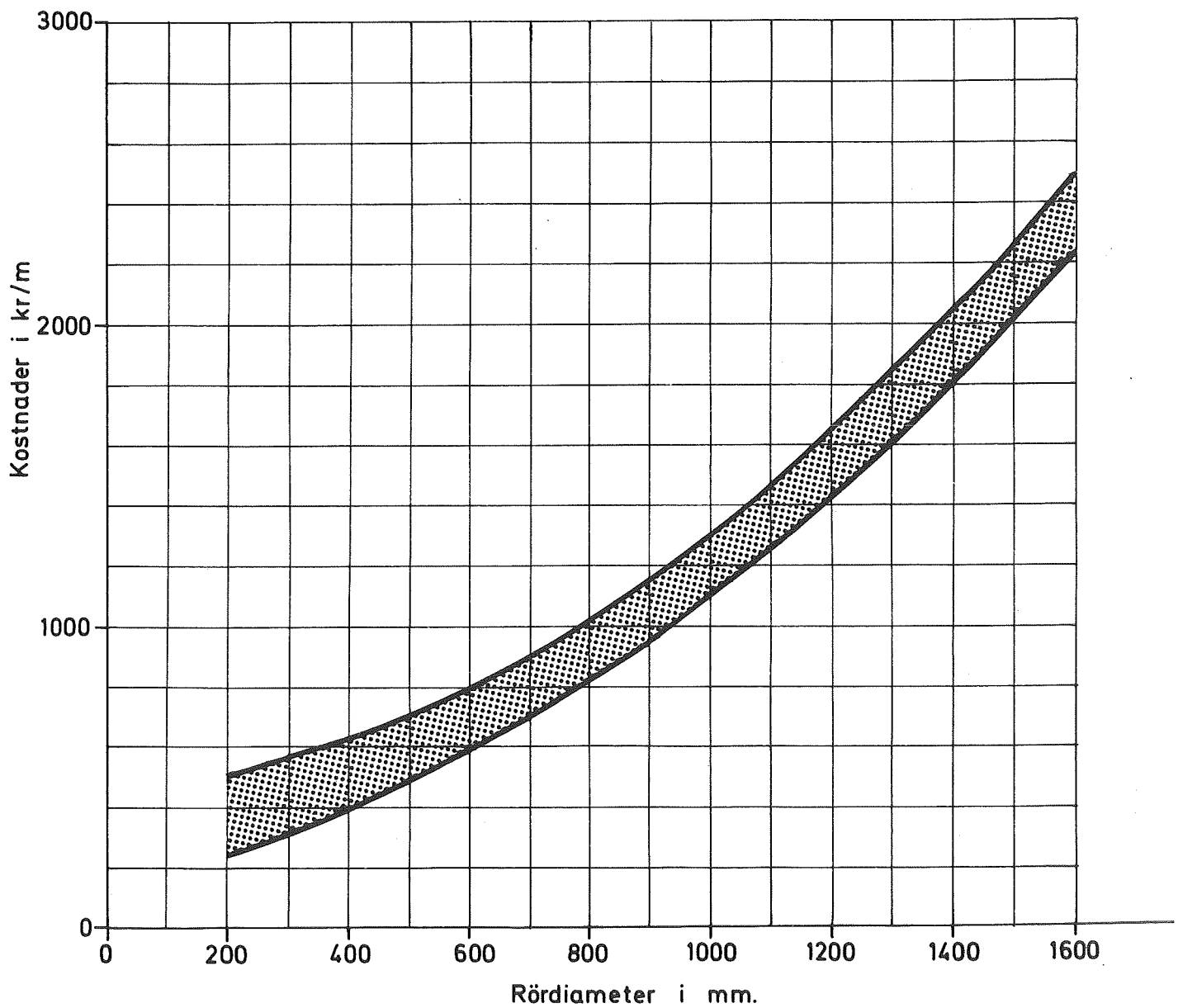
Grunnpris inkluderer kostnad for rigg og administrasjon, omsetningsavgift samt antatt sikring på stuff og bak stuff. For fullt driftsfærdig tunnel er det gjort tillegg for renter i løpet av byggetiden (6 %), prosjektering (4 %), kontroll med arbeidets utførelse (3 %) samt grunnerstatninger (3 %). Bortsett fra renter utgjør dette et tillegg på 10 %. Renter i løpet av byggetiden beregnes på bakgrunn av antatt byggetid.

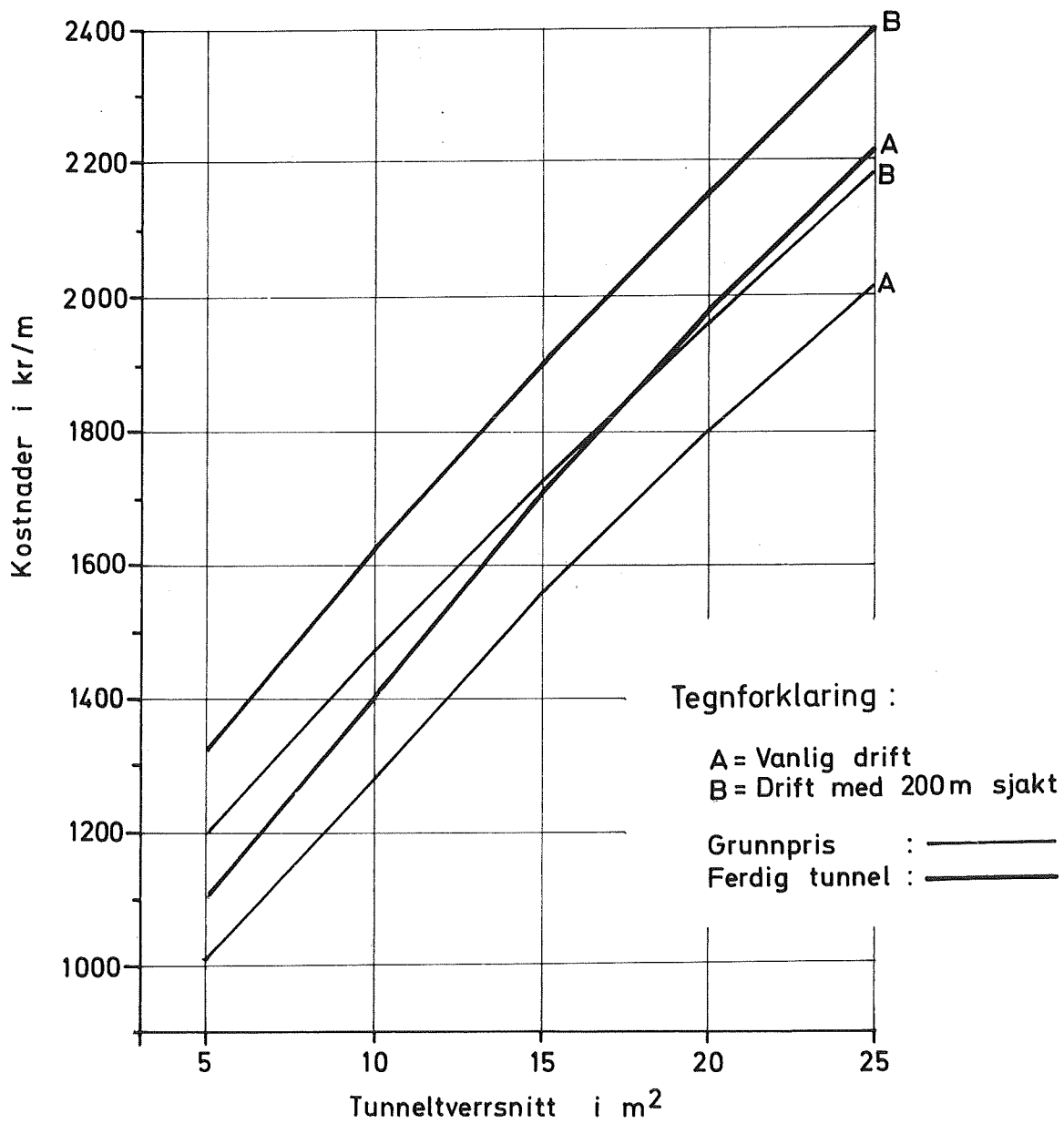
Kostnader eksklusiv renter er vist som funksjon av tunneltverrsnitt i fig. 5.2.1.2-2

1) Vattentorn i Sverige. Kungl. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen. VA 19, 1967.

Vannforsyning.Kostnader for rørledninger.

Beregnet for grøfteforhold med 50% fjell.



Vannforsyning.Anleggskostnad for tunnel.

TABELL 5.2.1.1.2

Kostnader pr. meter rørledning

Kostnadsbærer	Ledningsdiameter i mm										
	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600
1. Graving + igjenfylling	220	240	265	295	320	350	380				
2. Rør + legging	280	325	375	425	495	570	645				
3. Grunnpris (1+2)	500	565	630	720	815	920	1025	1170	1310	1630	2000
4. Div. tillegg 13 %	65	75	80	95	105	120	125	150	170	210	260
5. Sum (3+4)	565	640	710	815	920	1040	1150	1320	1480	1840	2260
6. Inkl. grunnerstatninger											
a. 5 % tillegg	595	670	750	855	965	1090	1215	1390	1555	1935	2375
b. 10 % tillegg	620	700	785	895	1015	1145	1275	1455	1630	2025	2485

5.2.1.3 Pumpeanlegg

Kostnader for pumpeanlegg er beregnet dels for middelstore og dels for store anlegg.

Kostnadene for middelstore anlegg inkluderer kostnadene for bygningsmessige arbeider (ca. 50 %) og kostnader for maskinell og elektriskinstallasjon (ca. 50 %) og fremgår av fig. 5.2.1.3-1.

Kostnadene for store pumpestasjoner er fordelt på bygningsmessige arbeider og maskinell og elektrisk utrustning. De bygningsmessige arbeider er beregnet ut fra omkostningskurve vist på fig. 5.2.1.3-2. Kostnadene for maskinell og elektrisk utrustning er beregnet ut fra omkostningskurver vist på fig. 5.2.1.3-3, som angir gjennomsnittlig kostnad pr. pumpeaggregat, inklusiv kostnader for rør, rørdeler og armatur samt el- og automatikkutrustning for henholdsvis 50 og 100 m løftehøyde.

Ved kostnadsberegningens utførelse er det forutsatt at de bygningsmessige arbeidene blir dimensjonert for en avskrivningsperiode på 40 år. Pumper samt el- og automatikkutrustning forutsettes dimensjonert for en avskrivningsperiode på 20 år. Fornyelse av disse anleggsdeler skjer altså hvert tyvende år.

Ved beregning av nødvendig antall pumpeaggregater er det forutsatt at det til enhver tid står én pumpe som reserve.

5.2.1.4 Renseanlegg

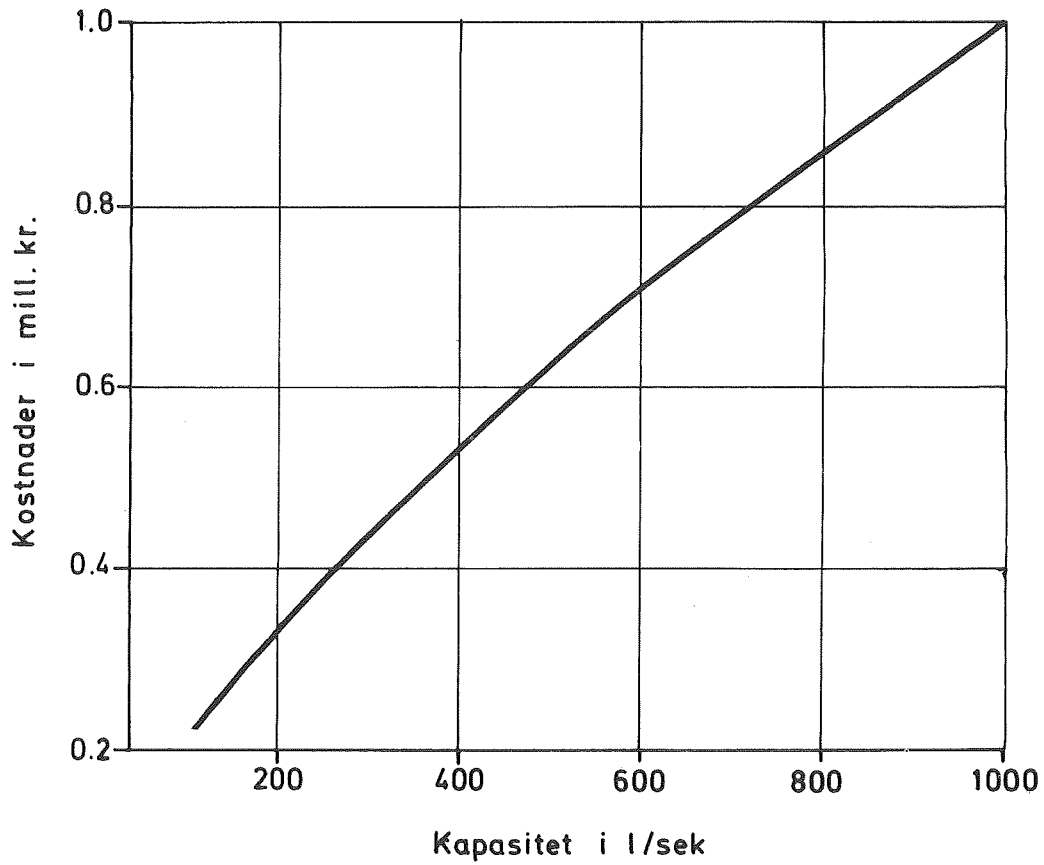
Kostnadene for bygging av renseanlegg er beregnet og fremgår av fig. 5.2.1.4. På figuren angir kurve A kostnaden (i mill.kroner) for bygging av kjemiske fellingsanlegg (fullrensing), og kurve B kostnaden for bygging av mekaniske sandfilteranlegg (hurtigfiltre).

De anlegg av disse typer som er bygd i Norge, er relativt små og få. For å skaffe et bredere erfaringsmateriale for anleggskostnader forbundet med bygging av renseanlegg har det vært nødvendig å innhente utenlandske observasjoner.

De utenlandske data som er brukt for å komplettere erfaringsmaterialet, er hentet fra materiale som er utarbeidet i USA og Sverige.

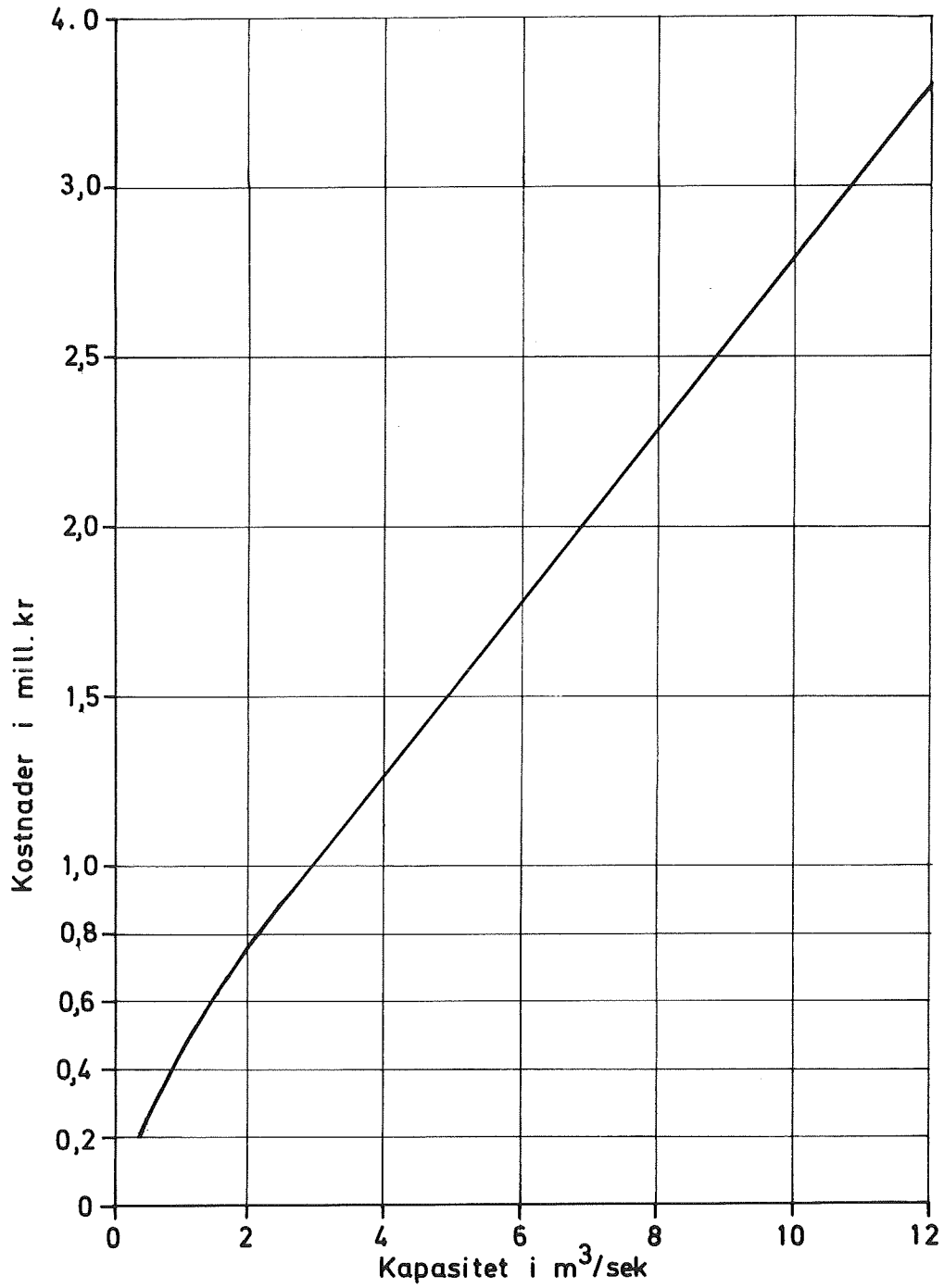
Vannforsyning.

Kostnader for middelstore pumpeanlegg.



Vannforsyning.

Store pumpeanlegg - bygningsmessige kostnader.



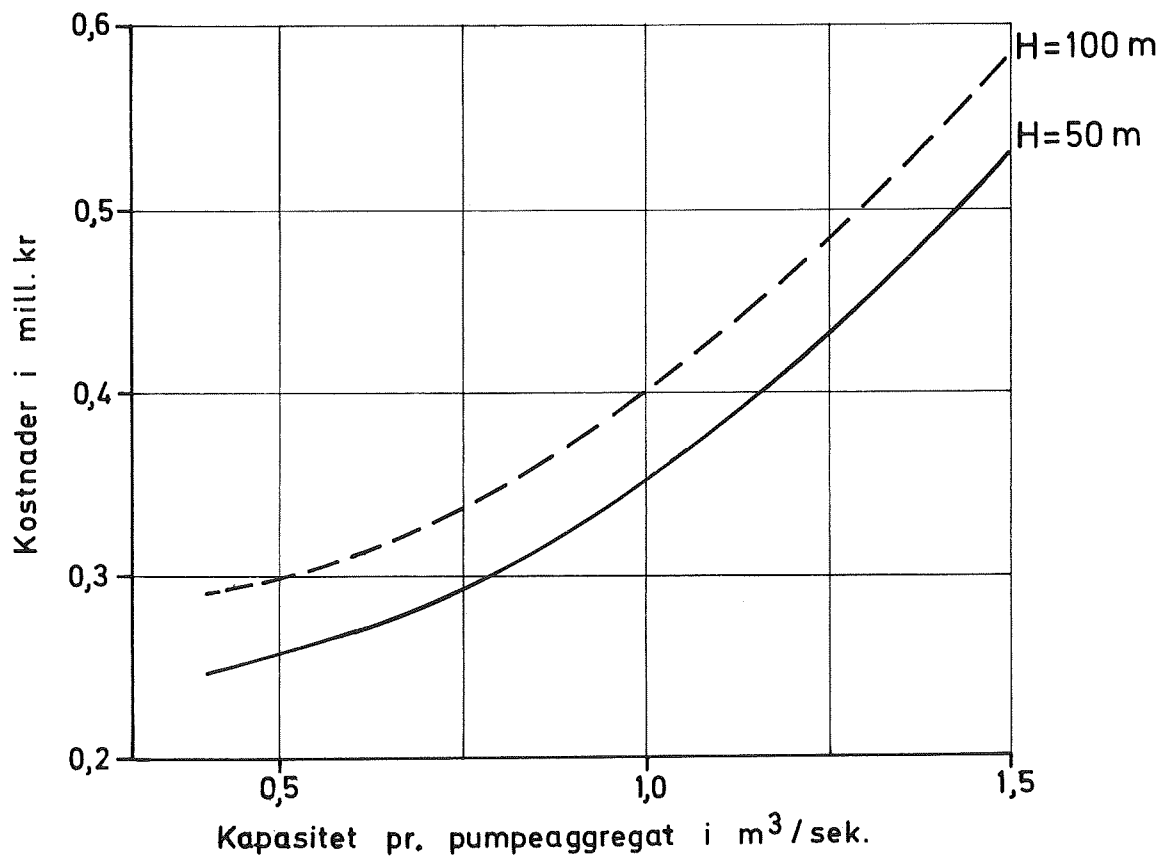
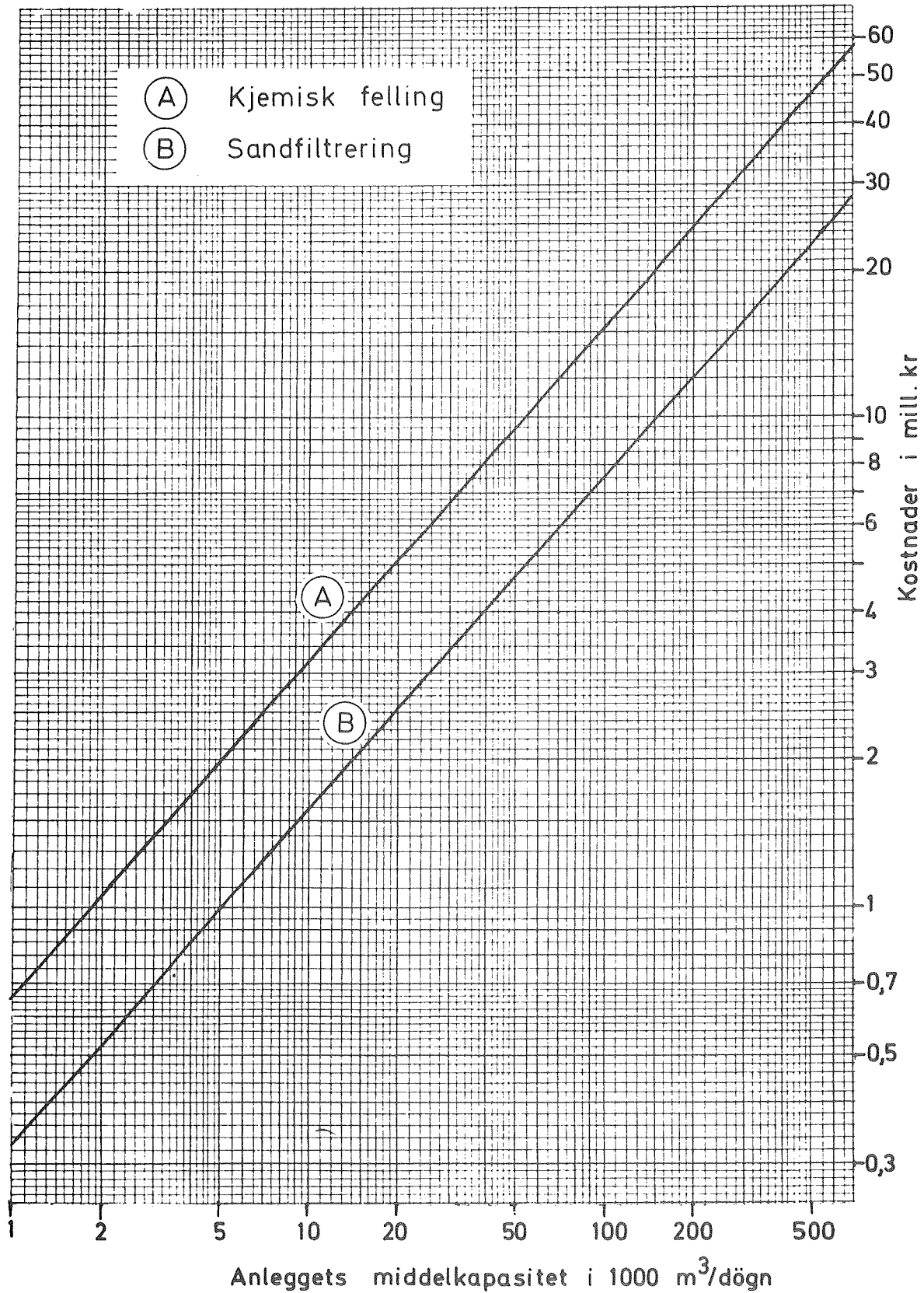
Vannforsyning.Store pumpeanlegg - kostnader for maskinelt og elektrisk utstyr.

Fig. 5.2.1.4

Vannforsyning.

Kostnader for renseanlegg.



Ved en analyse av innsamlet observasjonsmateriale har vi funnet det mulig for begge typer av anlegg å uttrykke anleggskostnaden som en funksjon av anleggets hydrauliske kapasitet på følgende måte:

$$K = A \cdot Q^{\alpha}$$

hvor

K = anleggets totale kostnad

A og α = konstanter

Q = anleggets middelkapasitet

Størrelsen av verdien α har vi, som middelvei, beregnet til 0,68 for begge typer av renseanlegg.

Konstanten A er for kjemiske fellingsanlegg beregnet til 6000 og for sandfilteranlegg til 3000.

Kostnadsformlene for to typer av renseanlegg som er vist i fig. 5.2.1.4 er angitt nedenfor.

A. Kjemiske fellingsanlegg	$K = 6000 \cdot Q^{0,68}$
B. Sandfilteranlegg	$K = 3000 \cdot Q^{0,68}$

der K fås i kroner hvis Q regnes i m³/døgn.

Kostnadene antas for kjemiske fellingsanlegg å fordele seg med 60 % på bygningsmessige kostnader og med 40 % på maskinell- og elektrisk utrustning.

For sandfilteranlegg antas fordelingen å være 40 % på bygningsmessige og 60 % på maskinell- og elektrisk utrustning.

5.2.1.5 Ledningsnett

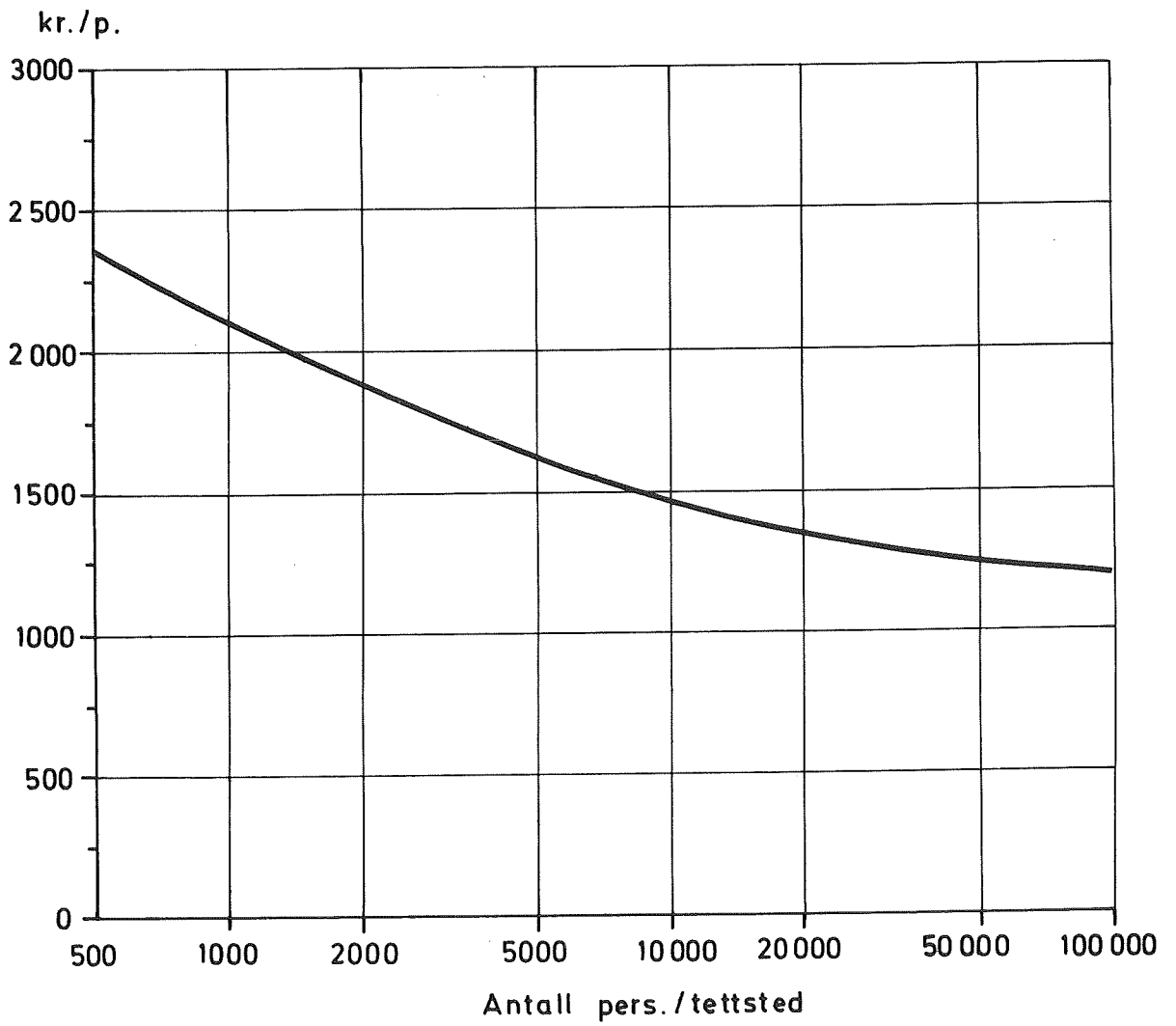
På bakgrunn av den formelen som er angitt under pkt. 4.3, for beregning av spesifikk ledningslengde, er det beregnet en kostnads-kurve for vannledningsnett som vist i fig. 5.2.1.5.

For ferdig lagt rørledning er det regnet med en meterpris som varierer fra kr. 260,- for de minste tettsteder, til kr. 330,- for de største.

Fig. 5.2.1.5

Vannforsyning.

Spesifikke kostnader for fordelingsnett.



Det bør gjøres oppmerksom på at denne kurven bare er egnet for generelle overslagsberegninger. Avvikelsen fra kurven for de enkelte tettsteder kan bli meget stor, men for våre beregninger i landsdelssammenheng har vi ansett kurven meget brukbar for å anslå de totale kostnader. Det gjøres for øvrig oppmerksom på at det er regnet med vannledning i egen grøft, idet man har antatt at hygieniske og andre hensyn vil gjøre dette mer alminnelig enn i dag.

Fig. 5.7-3 under pkt. 5.7 viser forholdet mellom spesifikke kostnader for ledningsnett og boligtetthet.

Beregning av stikkledningenes lengde er utført i henhold til pkt. 4.3, og det er forutsatt en meterpris på kr. 100,- som gjelder bare for vannledning i felles grøft med avløpsledning.

5.2.1.6 Omlegging av eksisterende ledninger

Det totale antall meter vannledning som er forutsatt skal legges om i løpet av hver 10-års periode fram til år 2000, fremgår av tabell 1.1.3.3 under Del 4. For kostnadsoverslaget er det benyttet samme beregningsgrunnlag som for nye ledninger (kfr. pkt. 5.2.1.5)

5.2.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader

5.2.2.1 Driftskostnader

Den del av de årlige driftskostnader som utgjør kostnader for tilsyn, kjemikalier, oppvarming m.m. er i likhet med anleggskostnadene beregnet på basis av innen- og utenlandske erfaringstall.

Det er ikke tatt med kostnader for elektrisk energi til større kraftforbrukende enheter (som regel pumper), normalt vedlikehold samt forrentning og amortisering av anleggskostnadene.

Driftskostnadene kan, på samme måte som for anleggskostnadene, uttrykkes som en eksponentiell funksjon av anleggenes hydrauliske middelkapasitet.

$$K = B \cdot Q^{\beta}$$

hvor

K = årlige driftskostnader
 B og β = konstanter
 Q = anleggenes middelkapasitet

Driftskostnadskurver for henholdsvis kjemiske fellingsverk og sandfilteranlegg er vist i fig. 5.2.2.

Kostnadsformlene for de to anleggstyper som er vist i figuren, er angitt nedenfor:

1. Kjemiske fellingsanlegg $K = 204 \cdot Q$
2. Sandfilteranlegg $K = 83 \cdot Q$

Der K fås i kroner/år hvis Q regnes i m^3/d .

5.2.2.2 Vedlikeholdskostnader

Årlige vedlikeholdskostnader beregnes etter følgende proSENTSATSER av de totale anleggsutgifter:

Tunneler og haller i fjell	0	-	0,1 %
Rørledninger	0,3	-	0,5 %
Fygninger	1,0	-	2,0 %
Maskinell og elektrisk utrustning	1,5	-	2,5 %

Tallene i første kolonne anses å gjelde for store anlegg, og tallene i siste kolonne for mindre anlegg.

5.3 Avløpsanlegg

5.3.1 Anleggskostnader

5.3.1.1 Ledningsnett

For beregning av kostnader forbundet med avløpsnett er det benyttet samme fremgangsmåte som for vannledningsnett (kfr. pkt. 5.2.1.5) Det er regnet med en meterpris på kr. 200,- for de minste tettsteder, stigende til kr. 260,- for større byer. Den beregnede kostnadskurven er vist i fig. 5.3.1.1

I likhet med kurven i fig. 5.2.1.5 er denne bare egnet til å benyttes for overslagsmessige beregninger, kostnader forbundet med

Vannforsyning.

Driftskostnader for renseanlegg.

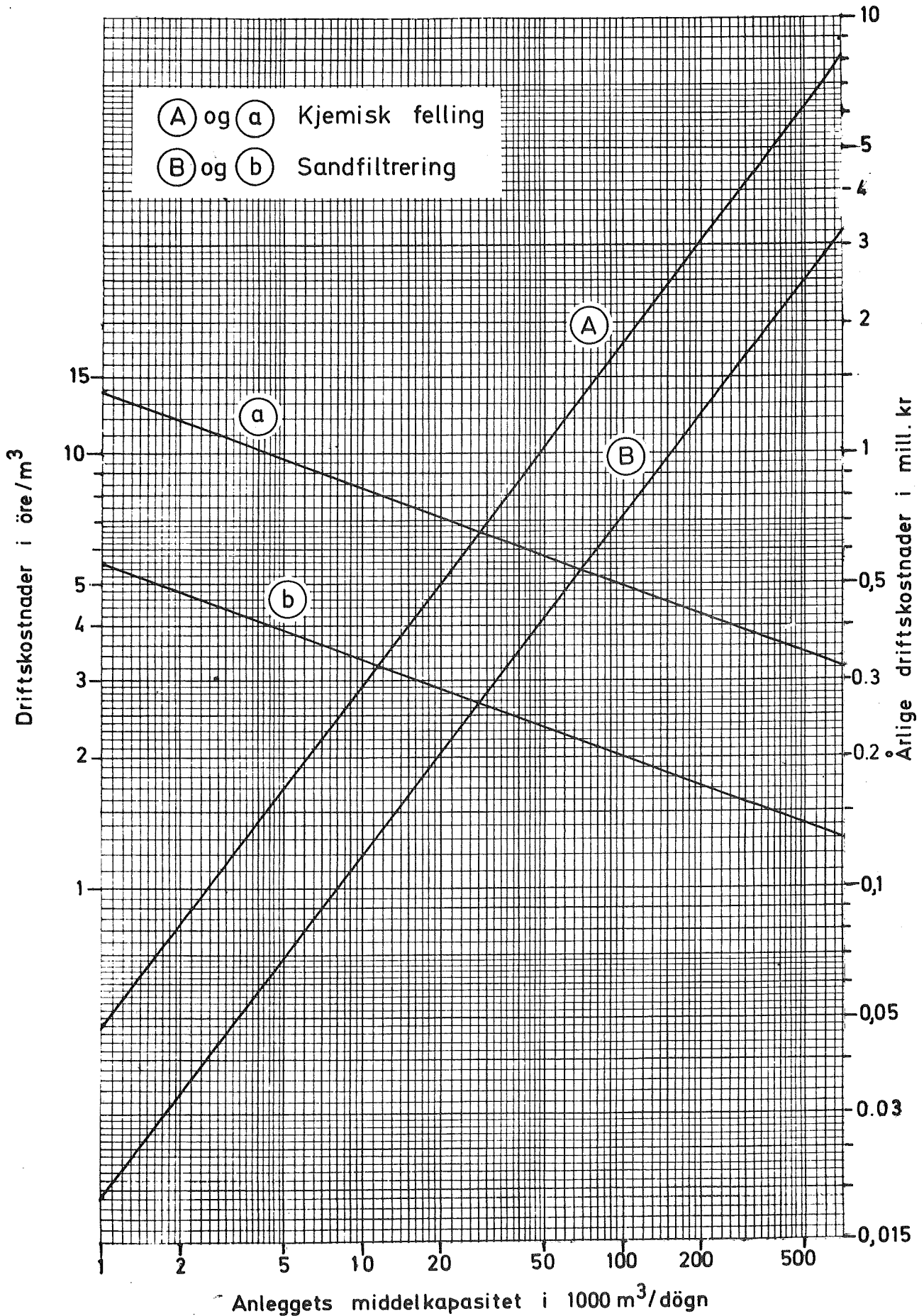
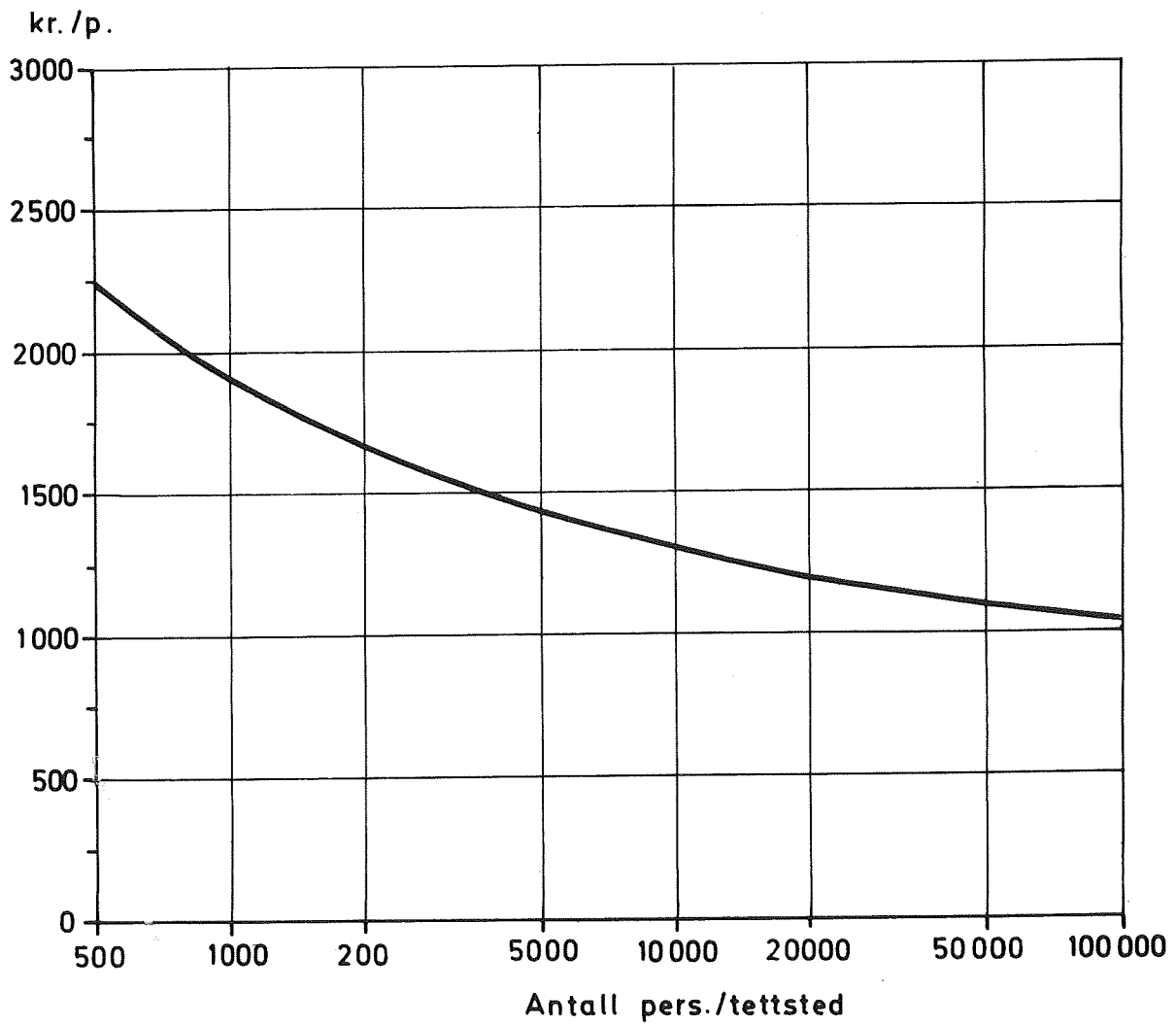


Fig.5.3.1.1

Avlöp.

Spesifikke kostnader for avløpsnett.



stikkledninger for avløp er beregnet på samme måte som for vann (pkt. 5.2.1.5).

5.3.1.2 Avskjærende transportsystemer

Rørledninger. Totalkostnaden dekker følgende:

- a) Graving med 50 % fjell og igjenfylling (inkludert normale forsterkningsarbeider).
- b) Rør med kummer samt legging.
- c) 13 % tillegg for: renter i løpet av byggetiden (60 %), prosjektering (4 %) og kontroll og teknisk rådgivning (3 %).
- d) For grunnerstatninger er det gjort et tilslag på 10 % i sentrale områder og 5 % i de øvrige.

Totalkostnader, inklusiv 10 % erstatninger, er fremstilt grafisk i fig. 5.3.1.2.

Tunneler. Kostnader for avløpstunneler er beregnet til samme kostnad som trykktunneler for vann med et tillegg på ca. 25 % for nødvendig utstøping i bunn.

5.3.1.3 Pumpeanlegg

Kostnader for pumpeanlegg er beregnet og fremgår av fig. 5.3.1.3 og inkluderer bygningsmessige kostnader (ca. 50 %) og kostnader for maskinell og elektrisk installasjon (ca. 50 %).

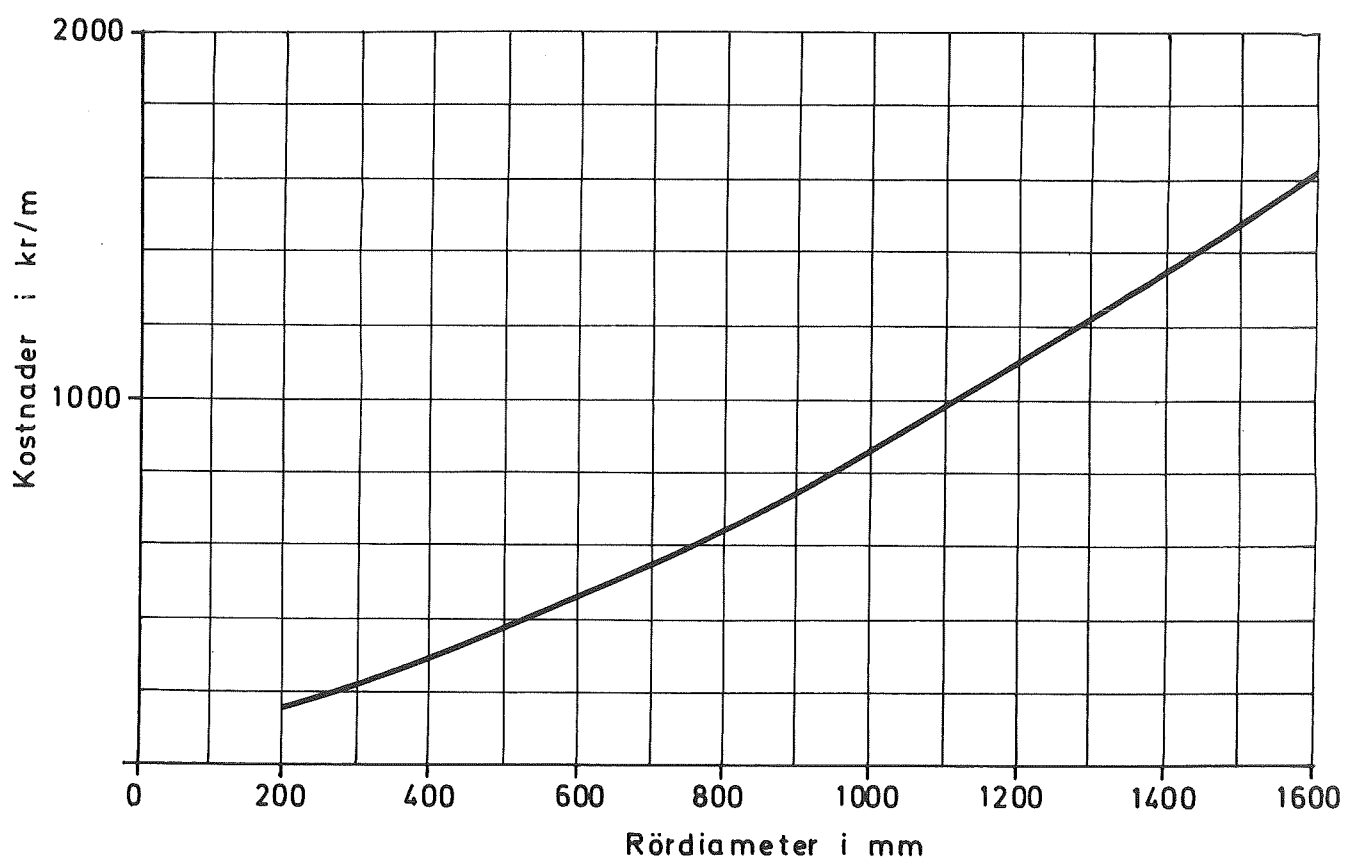
5.3.1.4 Renseanlegg

For å skaffe erfaringstall for anleggskostnader forbundet med bygging av renseanlegg har det vært nødvendig å innhente utenlandske observasjoner. De avløpsrenseanlegg som er bygd i Norge, er stort sett små, og danner derfor et dårlig grunnlag for å trekke opp en generell kostnadskurve.

De data som er brukt for å beregne omkostningskurvene, er hentet fra erfaringsmateriale som er utarbeidet i U.S.A., Sveits, Vest-Tyskland og Sverige.

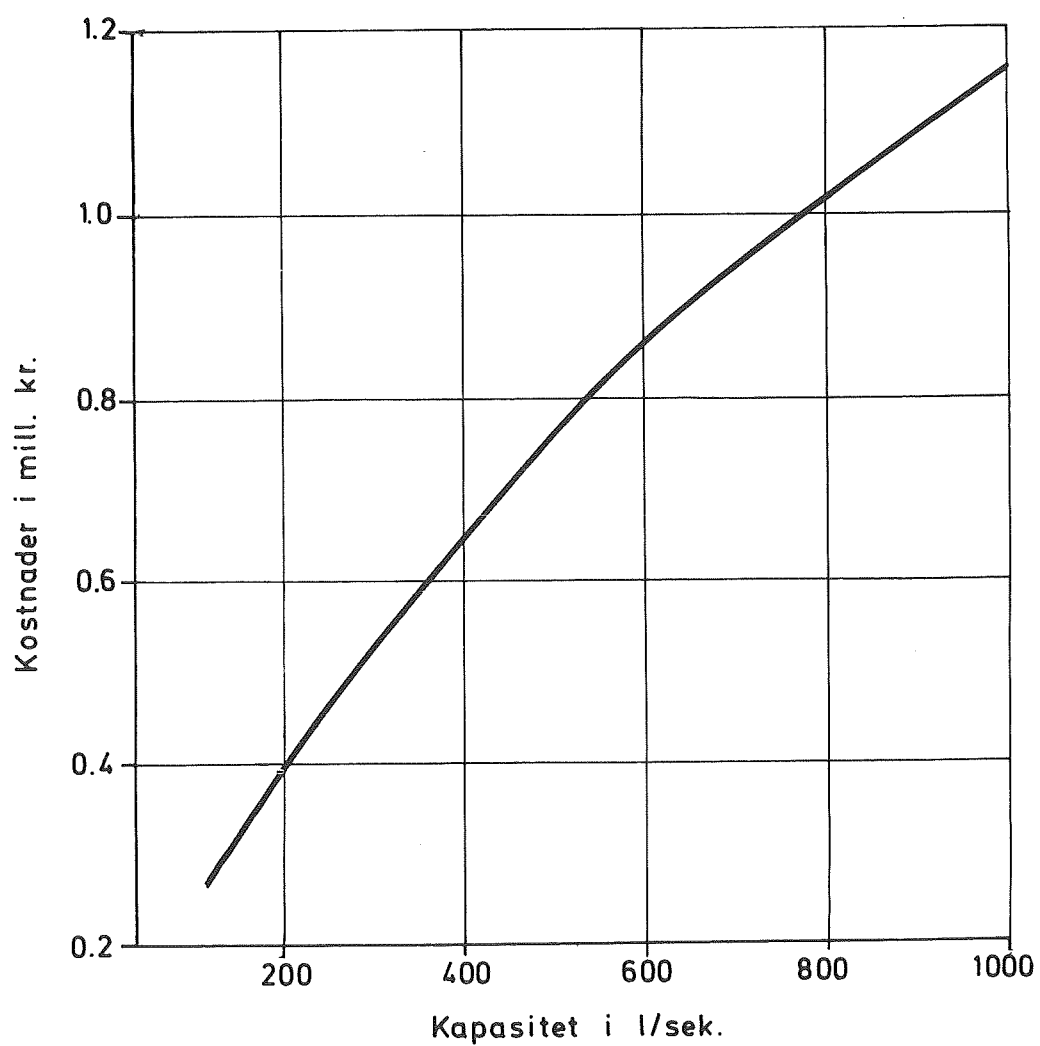
Avlöp.Kostnader för rörledningar.

Beregnet for gröfteforhold med 50% fjell.



Avlöp.

Kostnader for pumpeanlegg.



Ved en analyse av dette observasjonsmaterialet har vi funnet det mulig for alle typer anlegg å uttrykke anleggskostnadene som en funksjon av anleggets hydrauliske kapasitet på følgende måte:

$$K = A \cdot Q^{\alpha}$$

hvor

K = anleggets totale kostnad

A og α = konstanter

Q = anleggets middelkapasitet

Vi har kommet til at for konvensjonelle aktivslamanlegg varierer størrelsen av konstanten α mellom 0,69 og 0,85, med en middelvei på 0,77.

For lavgradige mekaniske renseanlegg med slamutråtning varierer α mellom 0,67 og 0,84, med en middelvei på 0,74.

For å bestemme konstanten A, som tilsvarer omkostningen for Q = 1, har vi tatt utgangspunkt i svenske omkostningserfaringer. Disse er regnet om til norsk kroneverdi ved å benytte en omregningsfaktor på 1,2.

Kostnader for renseanlegg som også innbefatter fjerning av næringsstoffer, er utelukkende basert på opplysninger fra Sveits. Anleggsomkostningene for slike anlegg er beregnet ved hjelp av et prosentvis tillegg til omkostningene for konvensjonelle aktivslamanlegg og/eller lavgradige, mekaniske renseanlegg. Omkostningskurver for ulike typer renseanlegg er vist i fig. 5.3.1.4

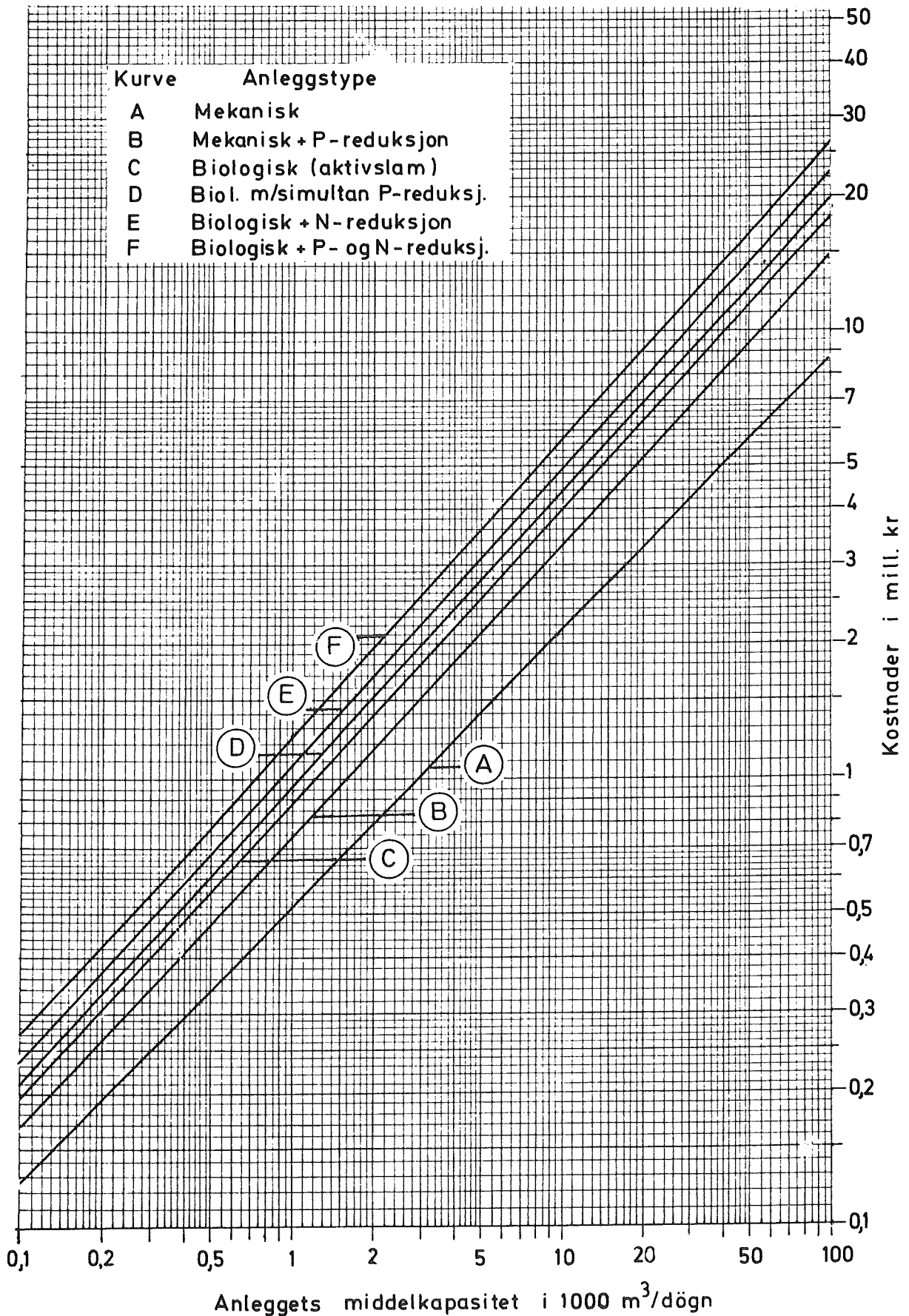
Kostnadsformlene for de anleggstyper som er tatt med i figuren, er angitt nedenfor.

1. Mekanisk	$K = 3210 \cdot Q^{0,74}$
2. Mekanisk + fosforreduksjon (kjemisk felling)	$K = 3750 \cdot Q^{0,766}$
3. Aktivslam	$K = 4400 \cdot Q^{0,77}$
4. Aktivslam + fosforreduksjon (simultanfelling)	$K = 4570 \cdot Q^{0,77}$
5. Aktivslam + nitrogenreduksjon	$K = 5230 \cdot Q^{0,77}$
6. Aktivslam + fosfor- og nitrogenred. (etterfelling)	$K = 6100 \cdot Q^{0,77}$

Fig. 5.3.1.4

Avlöp.

Kostnader for rensanlegg.



K fås i kroner hvis Q regnes i m^3/d . Kostnadene er antatt å fordele seg med 50 % på bygningsmessige arbeider og 50 % på maskinell og elektrisk installasjon.

5.3.1.5 Utløpsledninger

Kostnader for utløpsledninger er beregnet for henholdsvis plast og trerør. Kostnadene dekker følgende:

- a) Oppmudring
- b) Rør inkl. forankringsanordninger samt bygging
- c) 13 % tillegg for renter i byggetiden (6 %) prosjektering (4 %) og kontroll og teknisk rådgivning (3 %)

Kostnadene er fremstilt grafisk i fig. 5.3.1.5.

5.3.1.6 Omlegging av eksisterende ledninger

Det totale antall meter avløpsledning som er forutsatt skal legges om i løpet av hver 10-års periode fram til år 2000, fremgår av tabell 1.2.2.3 under Del 4. For kostandsoverslaget er det benyttet samme beregningsgrunnlag som for nye ledninger (kfr. pkt. 5.3.1.1)

5.3.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader

I likhet med anleggskostnader for renseanlegg er beregning av driftskostnader basert på utenlandsk erfaringsmateriale. Det er ikke tatt med kostnader til pumping av avløpsvann, normalt vedlikeholdskostnader samt kostnader til forrentning og amortisering av anleggskapitalen.

Driftskostnadene kan, på samme måte som for anleggskostnadene, uttrykkes som en eksponentiell funksjon av anleggenes hydrauliske middelkapasitet:

$$K = B \cdot Q^{\beta}$$

hvor

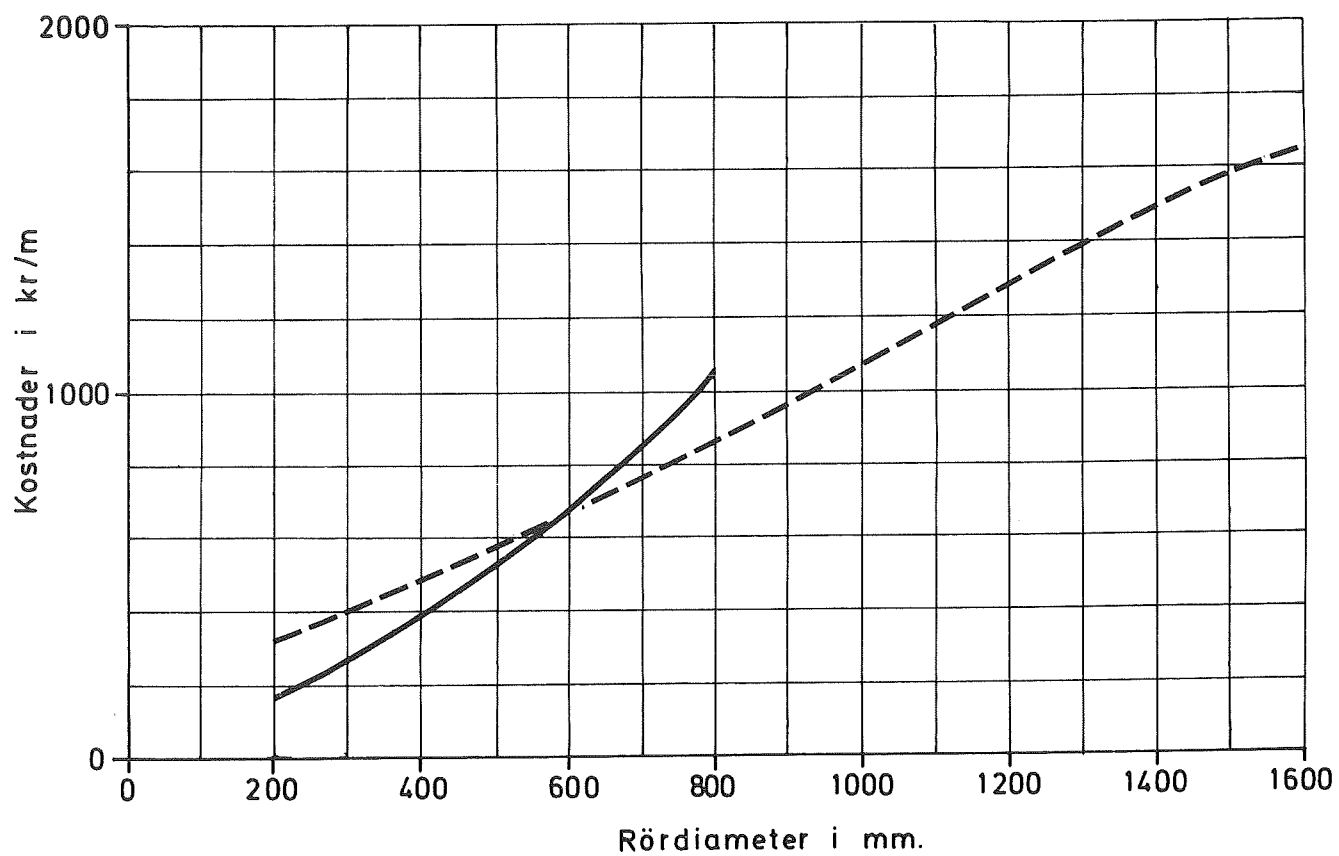
K = årlige drifts- og vedlikeholdskostnader

B og β = konstanter

Q = anleggenes middelkapasitet

Avlöp.

Kostnader för utlöpsledningar.



————— Utlöpsledning av plast

- - - - - Utlöpsledning av trä

Kostnadskurver for ulike typer renseanlegg er vist i fig. 5.3.2. Kostnadsformlene for de anleggstyper som er tatt med i figuren, er angitt nedenfor

1. Mekanisk	$K = 190 \cdot Q^{0,74}$
2. Mekanisk + fosforreduksjon (kjem. felling)	$K = 380 \cdot Q^{0,75}$
3. Aktivslam	$K = 265 \cdot Q^{0,77}$
4. Aktivslam + fosforreduksjon (simultanfelling)	$K = 440 \cdot Q^{0,77}$
5. Aktivslam + nitrogenreduksjon	$K = 295 \cdot Q^{0,77}$
6. Aktivslam + fosfor- og nitrogenreduksjon (etterfelling)	$K = 470 \cdot Q^{0,77}$

K fås i kroner/år hvis Q regnes i m^3/d . Vedlikeholdskostnader er beregnet etter samme prosentsetser som for vannforsyningsanlegg (pkt. 5.2.3).

5.4 Vannforsynings- og avløpsanlegg for fritidsbebyggelse

Med de 250.000 hytter som ventes bygd på Østlandet innen år 2000, vil ordnede vann- og avløpsforhold for disse medføre meget betydelige kostnader. Det må forutsettes at det vil bli stilt krav om en høy sanitær standard for denne hyttebebyggelsen, uten at man i dag verken har erfaring eller retningslinjer for hvordan de eksterne VA-anleggene bør utformes.

Da disse problemene allerede har vært aktuelle en del år i Sverige, er det beskjedne materialet som foreligger der, benyttet som grunnlag for å omkostningsberegne slike anlegg.¹⁾

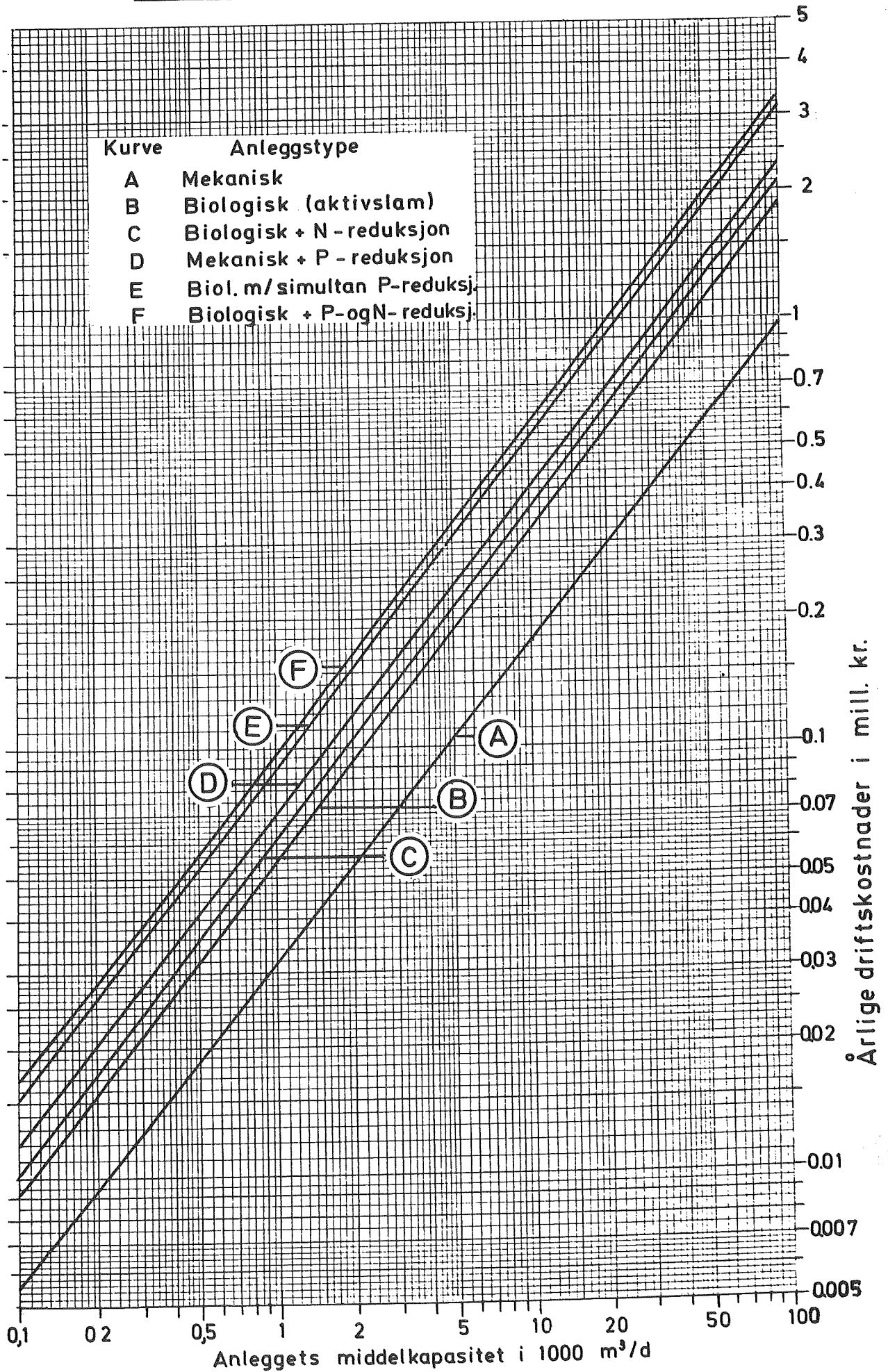
Forutsetter man at hyttene bygges i byer på 25 hytter, felles vannforsynings- og avløpsanlegg og 25 % fjellgrøfter, angir den svenske utredningen et teoretisk investeringsbehov på vel 16.500 norske kroner pr. tomt. Ved byer på 100 hytter kan denne utgiften reduseres til ca. 12.000 kroner pr. tomt. Med bare jordgrøfter kan beløpene reduseres til ca. 13.500, henholdsvis ca. 9.500 kroner pr. tomt. Med elektrisk oppvarmede vannledninger og redusert grøftedybde kan prisene reduseres til kr. 12.000, henholdsvis ca. kr. 9.000 pr. tomt ved jordgrøfter og vel kr. 13.000, henholdsvis ca. kr. 10.000 pr. tomt ved 25 % fjellgrøfter.

1) Friluftslivet i Sverige, del II. Friluftslivet i samhällsplaneringen, Statens offentliga utredningar 1965 : 19.

Fig. 5.3.2.

Avløp

Driftskostnader for renseanlegg



Beregninger viser at det neppe kan spares nevneverdig ved å satse på separate enkeltløsninger for en eller flere hytter. Slike løsninger vil imidlertid kunne komme på tale enkelte steder hvor forholdene ligger til rette. Stort sett vil likevel en felles vannforsyning og avløpsordning gi så store fordeler at denne løsning må antas å bli den dominerende.

For våre beregninger er følgende priser benyttet:

Hyttegrupper á	25 stk.	- kr.	14.000,-	for VA-anlegg pr. stk.
- " -	" 100 "	- " "	10.500,-	" - " - " "

Det er regnet med en 50 - 50 % fordeling av utgifter til vannforsynings- og avløpsanlegg.

5.5 Erstatninger og grunnervervelser

I forbindelse med anlegg av rørledninger er erstatningskostnader beregnet som prosent av anleggskostnader. Følgende proSENTSATSER er benyttet:

10 % i sentrale områder
5 % i øvrige

For tunneler er det benyttet 3 %. For renseanlegg inngår erstatningsomkostningene i de generelle kostnadskurvene.

Et slikt spesifisert tilslag for erstatningskostnader er benyttet for de VA-anleggene som har vært gjenstand for spesiell forprosjektering. I de mer generelle kostnadsoverslagene er det regnet med en proSENTSATS på 5 % av de totale anleggsutgifter.

Det har ikke vært mulig å anslå kostnadenes størrelse forbundet med ervervelse av vannrettigheter, servituttbeleggelser samt skjønnsomkostninger.

5.6 Energikostnader

Forbruk av energi betales som regel dels for målt toppeffektuttak (1/4-times effekt) dels for målt forbruk av kilowattimer.

Årlige energikostnader for pumping av vann er beregnet på basis av de opprettede prognoser for vannforbruket og beregnede trykktap i tunneler eller rørledninger.

Ved beregning av energikostnader er det forutsatt at pumpeanleggenes kapasitet til enhver tid minst dekker det nødvendige maksimale døgnbehov.

Totale energikostnader er beregnet etter:

$$K_E = k_1 \cdot E_{kW} + k_2 \cdot E_{kWh}$$

hvor

$$k_1 = \text{avgift for målt effektuttak i kW} \quad (E_{kW})$$

$$k_2 = \text{avgift for målt energiforbruk i kWh} \quad (E_{kWh})$$

Settes uttrykkene for E_{kW} og E_{kWh} inn ifølge pkt. 4.1.3 blir årskostnaden

$$K_E = \frac{q_p \cdot H}{102 \cdot \eta} (k_1 + k_2 \cdot t)$$

Uttrykket viser at årskostnaden er avhengig av pumpet vannmengde, statisk løftehøyde, antall pumpetimer pr. år og de spesifikke el-avgifter.

Hvis vi setter:

$$k_1 + k_2 \cdot t = k_{\text{middel}} \cdot t$$

får vi

$$k_{\text{middel}} = \frac{k_1}{t} + k_2$$

hvor k_{middel} = midlere kilowatttimepris avhengig av antall driftstimer.

For

$$k_1 = 140 \text{ kr/kW år og}$$

$$k_2 = 0,0275 \text{ kr/kWh}$$

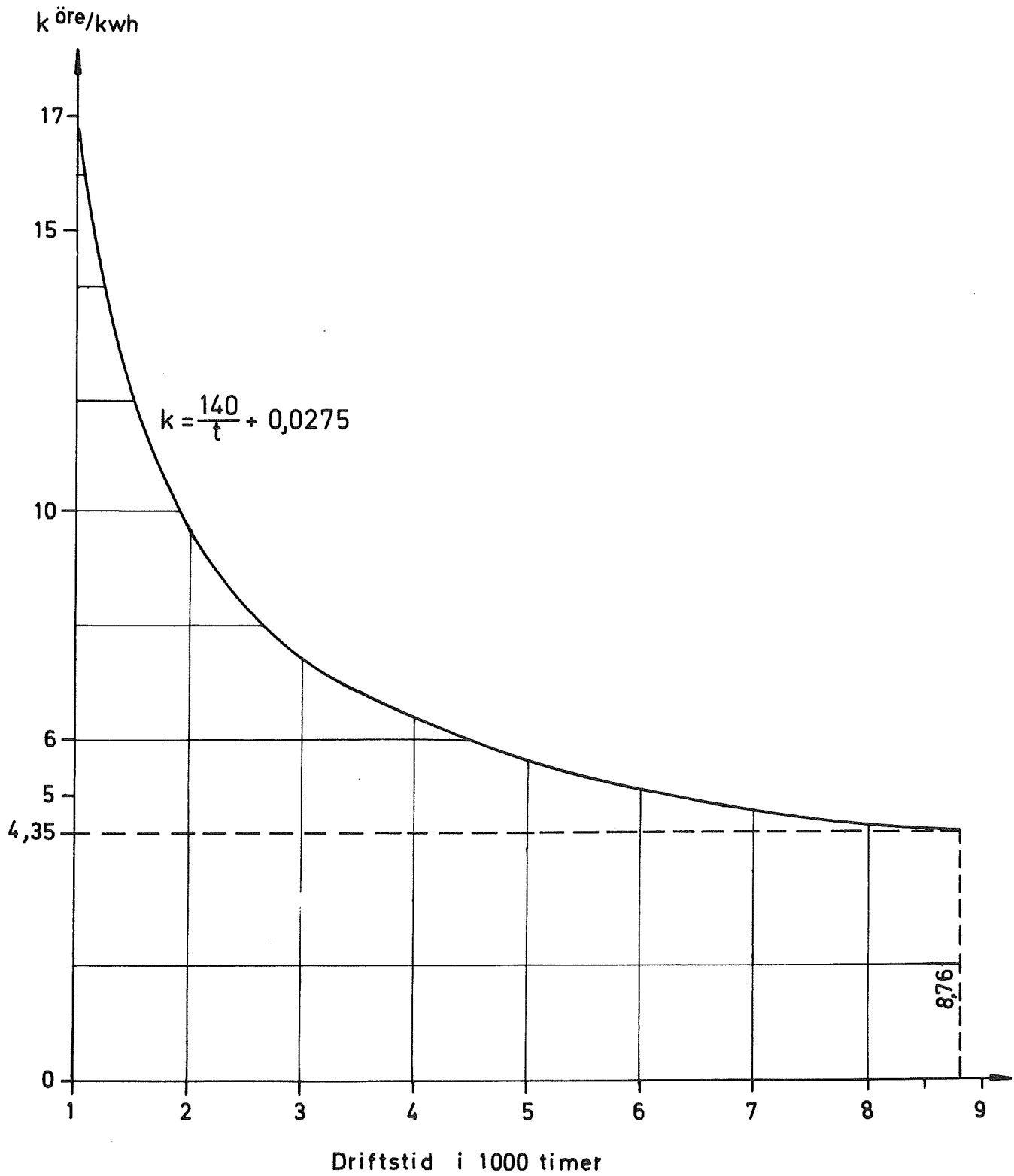
fås

$$k_{\text{middel}} = \frac{140}{t} + 0,0275$$

Forholdet er illustrert i diagrammet i fig. 5.6. Av diagrammet vil man se at mest mulig kontinuerlig pumping gir laveste, midlere kilowatttimepris.

Fig. 5.6

Forholdet mellom energikostnader og driftstid for maskinelle enheter.



5.7 Generelle kostnader for VA-anlegg

Pumpekostnader: Med de tidligere antatte forutsetninger angående energikostnad og en virkningsgrad for pumper på 80 %, er kostnaden for å løfte vannet 1 m ca. $0,016 \text{ øre/m}^3$. Dvs. med en statisk løftehøyde på 100 m blir kostnaden $1,6 \text{ øre/m}^3$.

Rensing og transport av vann: Generelle transportkostnader er beregnet for tunneler og rør under forutsetning av konstant vannføring i løpet av tunnelens, respektive rørets driftsperiode. Transportkostnaden er angitt i $\text{øre/m}^3 \cdot \text{mil}$ og innbefatter kostnadene for bygging (kapitalkostnader) og vedlikehold samt pumpekostnader for overvinning av friksjonsmotstand. Kostnader for overvinning av statiske løftehøyder er ikke medregnet.

I alle beregningene er det forutsatt optimale ledningsdimensjoner. Fig. 5.7-1 viser dels den økonomiske transportkapasitet hos tunneler og rør som funksjon av tunnelens eller ledningen dimensjon, dels transportkostnad i $\text{øre/m}^3 \cdot \text{mil}$.

I visse situasjoner kan det være av interesse å sammenlikne kostnader for transport av vann med kostnader for rensing av vann. Fig. 5.7-2 viser beregnede totalkostnader i øre/m^3 for bygging og drift av henholdsvis kjemiske fellingsanlegg og sandfilteranlegg som funksjon av anleggenes produksjonskapasitet. Kostnadene innbefatter kapital- og vedlikeholdskostnader samt driftskostnader. I samme figur er det for sammenlikningens skyld innlagt beregnede kostnadskurver for vanntransport i tunneler og rør. Alle disse kurver indikerer meget tydelig hvordan spesifikke kostnader for rensing og transport av vann blir lave ved store vannmengder, og at store enheter gir den mest økonomiske løsning. Videre er det åpenbart at vann kan transporteres over lange strekninger før man overskrider den kostnad som rensing medfører.

Samlede kostnader til ledningsnett: I fig. 5.7-3 er det angitt kostnadskurver for totale anleggskostnader til vann-, avløps- og overvannsledninger innenfor boligfeltet. Kostnadene er oppgitt i kr/pers., i forhold til boligtettheten i pers./da. Kostnadskurvene er basert på erfaringstall innhentet fra Oslo, Bårum og Asker kommuner.

Som det fremgår av figuren er spredningen i de spesifikke kostnader stor. Generelt kan man si at de høyeste verdier gjelder for inn-

Vannförsyning.

Transportökonomi i rörledningar og trykktunneler.

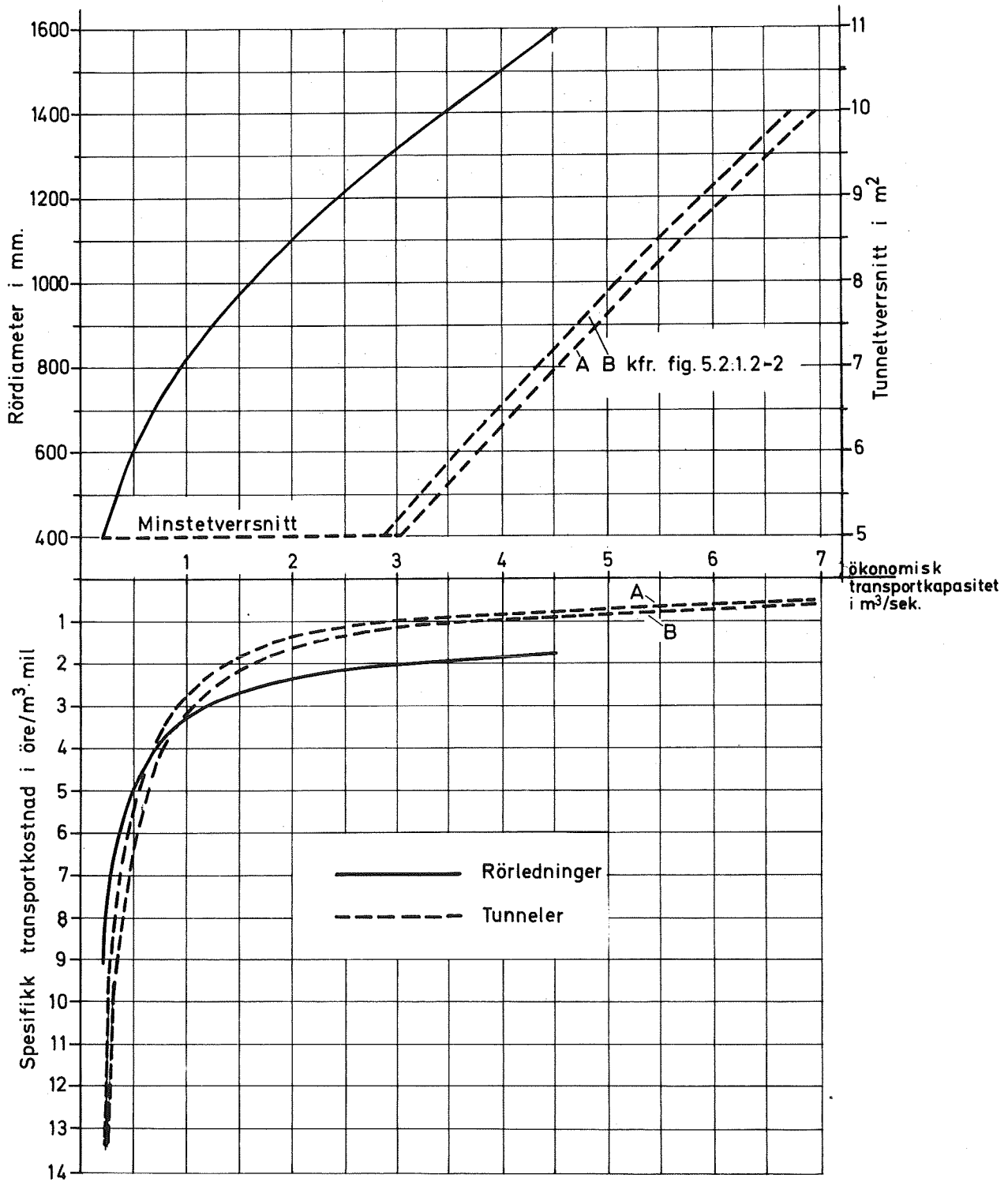


Fig. 5.7 - 2

Vannforsyning.

Spesifikke kostnader for rensing og transport av vann.

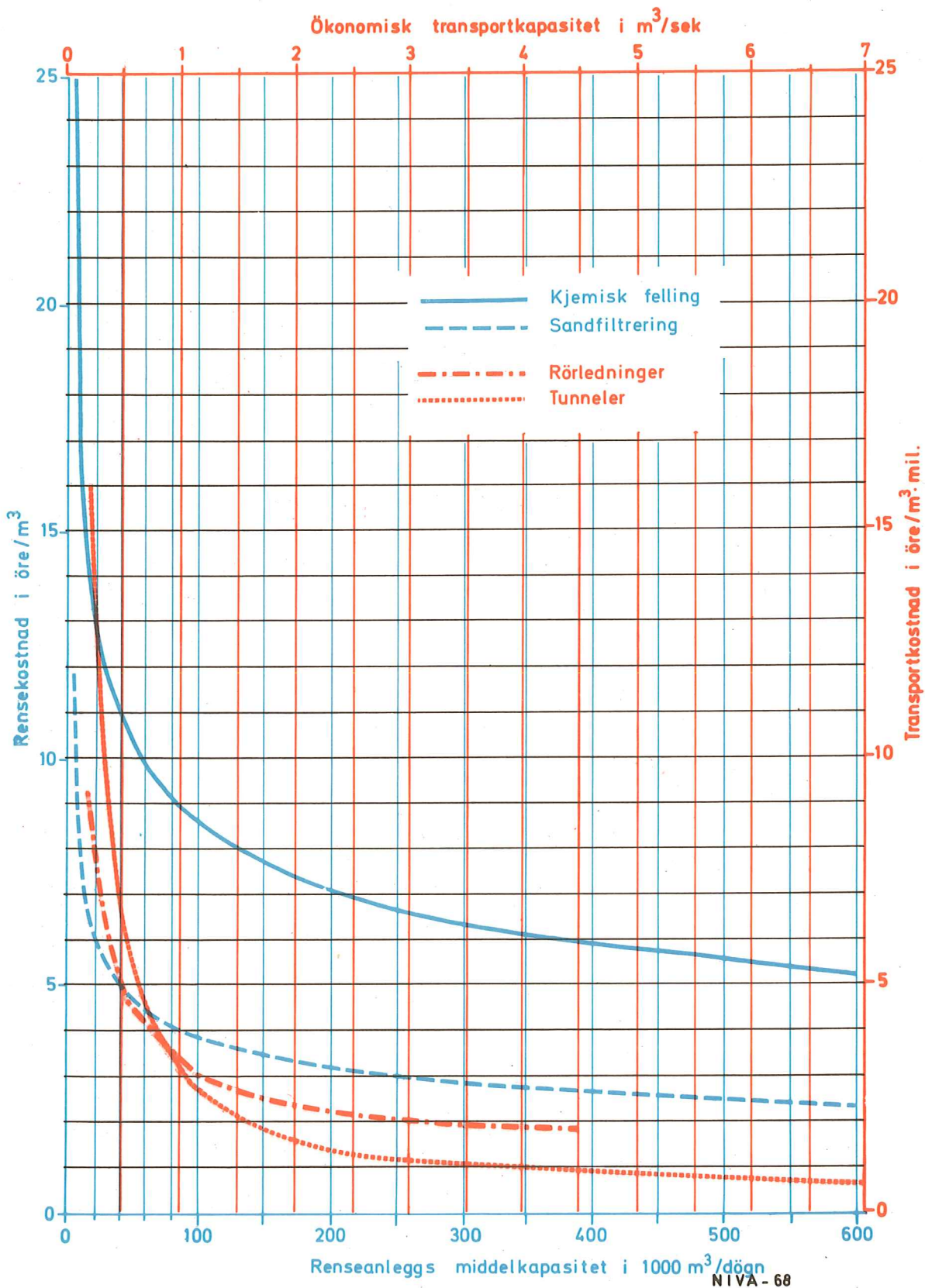
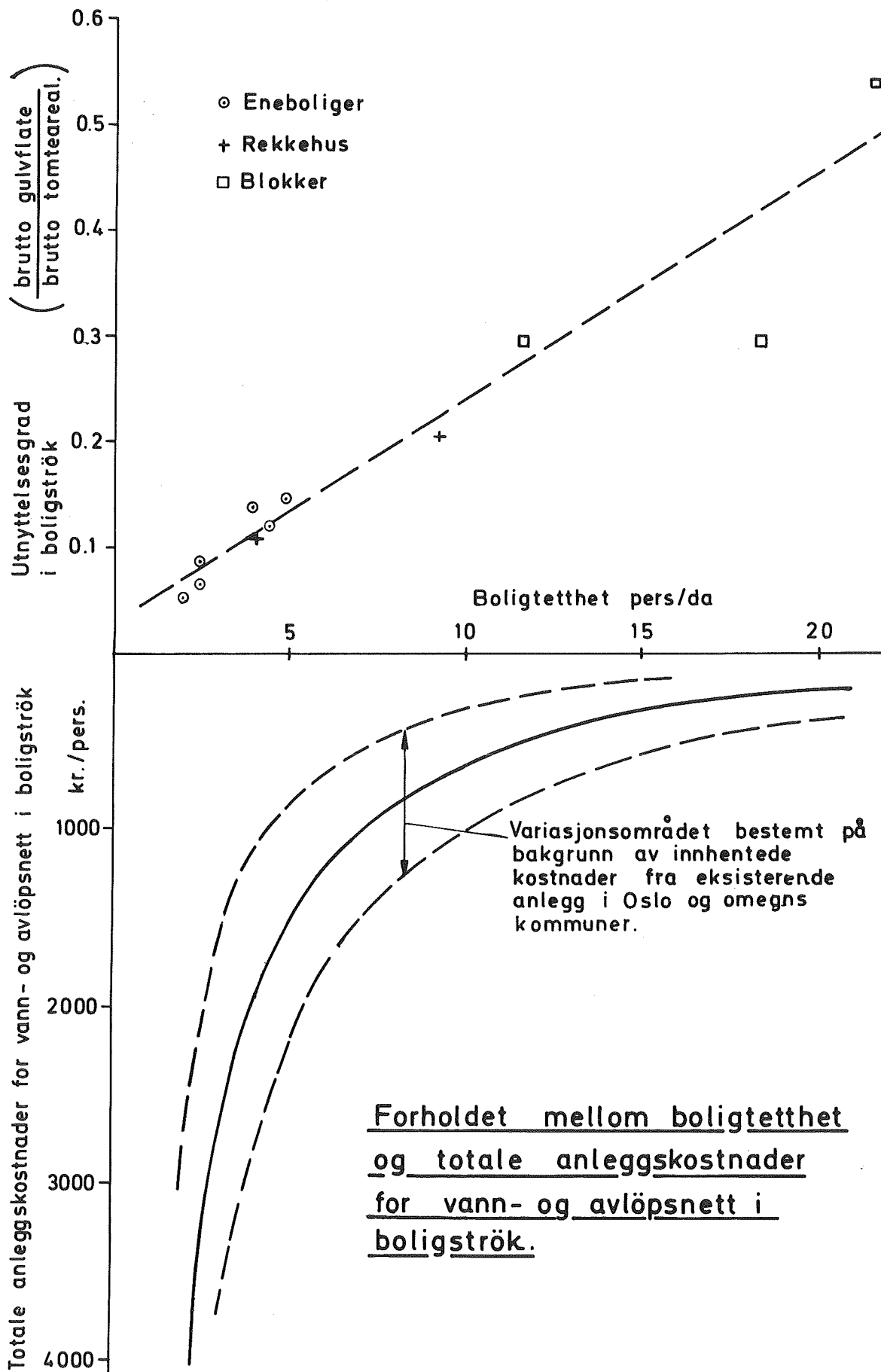


Fig. 5.7 - 3



støping av ledninger, fjellgrøfter og vanskelige byggeforhold, mens de laveste verdier gjelder for enkle byggeforhold med stort sett jordgrøfter.

Kurvene er benyttet til overslagsberegninger når boligtettheten, grunnforhold og andre faktorer har vært noenlunde kjente.

Hvis denne midlere kostnadskurven sammenholdes med de som er angitt for henholdsvis vannforsynings- og avløpsnett i figurene 5.2.1.5 og 5.3.1.1, finnes det forholdsvis god overensstemmelse for tettsteder i størrelsesorden 500 pers. med en boligtetthet på 3 pers./da. For de store tettsteder i størrelsesorden 50.000 pers. viser kurven i fig. 5.7-3 noe lavere omkostninger enn de andre kurvene. Det er da forutsatt en tetthet på 4 pers./da. Forskjellen er imidlertid ikke større enn ca. 10 %.

6. ØKONOMISKE BEREGNINGSMETODER

6.1 Valg av analyseperiode og avskrivningstid

Enhver dimensjonering og kostnadsberegning av et vannforsynings- og avløpsanlegg må baseres på valg av analyseperiode. Denne perioden er bestemmende for hvor lang tid i fremtiden prognoser for folkemengde og vannforbruk skal rekke, og for beregningen av alle nødvendige investeringer og driftskostnader.

På grunn av de relativt lange (tekniske) avskrivningstider som anvendes for anleggsdeler innen VA-sektoren er det vanskelig å sette opp tilstrekkelig underbygde prognoser for så langt tidsrom.

Analyseperioden bør ikke gjøres for kort og må stå i rimelig forhold til de ulike anleggsdelers levetid (avskrivningstid). Spesielt er dette viktig for visse konstruktive enheter som er vanskelige eller kanskje umulige å oppdimensjonere på et senere tidspunkt.

I forbindelse med kostnadsanalyser er det nødvendig å velge avskrivningstider for de forskjellige enheter innen et anlegg.

Selv om man på dette området har en rekke erfaringstall å holde seg til, må man bruke skjønsmessig vurdering for å komme fram til praktiske gjennomsnittstall for elementer som naturlig hører sammen.

Faktorer som har innvirkning på levetiden, er driften og vedlikehold av anlegget, hvor vidt de enkelte deler er funksjonelle og når det kan komme på tale med utskiftning p.g.a. forbedrede alternativer.

Normale avskrivningstider for VA-sektoren er følgende:

	<u>Avskrivningstid</u>
Tunneler og haller i fjell	50 - 60 år
Rørledninger og bygninger (renseanlegg, pumpestasjoner, reservoarer m.m.)	30 - 40 år

AvskrivningstidMaskinell- og elektrisk
utrustning

10 - 20 år

6.2 Valg av rentefot.

Innenfor den avskrivningstid som er angitt ovenfor for ulike anleggskomponenter, kan man vente at vesentlige svingninger i rentens størrelse kan bli aktuell. Rentens størrelse har stor betydning ved beregning av ulike prosjekters totaløkonomi og ved optimal dimensjonering av overføringsledninger (se pkt. 6.3).

Valg av rentefot må derfor skje med stor omtanke og om mulig bør de økonomiske analysene gjennomføres ved ulike størrelser på renten.

6.3 OPTIMALISERINGSBEREGNINGER

6.3.1 Transportsystemer

Økonomisk dimensjon av tunneler eller rørledninger defineres som den eller de dimensjoner som over hele analyseperioden gir lavest totalkostnad beregnet som nåverdi eller som årskostnad. (Se pkt. 6.4). Det vil si den dimensjon hvor summen av investeringer, vedlikehold og drift er et minimum.

Ved disse beregningene er som regel energikostnader begrenset til nødvendige pumpekostnader for overvinning av friksjonstap i tunneler og rørledninger. Ved visse overføringer hvor man har et statisk overtrykk tilgjengelig, må man ta hensyn til dette ved beregningene.

Ved ukompliserte anlegg, f.eks. en ren pumpeledning hvor variasjoner i transportmengden ikke er gjenstand for større forandringer i analyseperioden, kan man utføre beregninger av den totale middelårskostnaden for 3-4 ulike, tenkbare dimensjoner og gjøre en direkte sammenlikning mellom disse.

Kan man fremstille en lednings anleggskostnad ved en funksjon av formelen

$$K_L = a + bF^\alpha$$

der F er ledningens tverrsnitt og a , b og α konstanter, kan problemet under visse forutsetninger analyseres analytisk.

Ledningens kapital-årskostnad kan skrives

$$K_{L\dot{A}} = 0,op \cdot K_L$$

der

p = annuitet (renter og amortisering pluss eventuelt vedlikeholdskostnader).

For en ledning med lengden L blir kapital-årskostnaden:

$$\underline{K_{L\dot{A}} = 0,op (a + bF^\alpha) L}$$

For en rørledning er det hensiktsmessig å erstatte F med d (diametere), og rørledningens årskostnad kan skrives

$$K_{R\dot{A}} = 0,op (a + cd^\beta) L$$

Friksjonstapet i rørledninger kan skrives

$$h_f = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

der

λ = motstandstall

v = vannets hastighet i rørledninger

Ved innsetting av

$$q = v F$$

der

q = den transporterte vannmengde i m^3/s

fås

$$h_f = m \frac{q^2}{d^5} L$$

der

$$m = 0,827\lambda$$

Pumpekostnaden pr. år for å overvinne friksjonstapet er

$$K_{P\dot{A}} = \frac{q h_f}{102 \eta} k t \quad (q \text{ i l/s})$$

der

k = gjennomsnittlig kilowatttimepris

t = antall pumpetimer pr. år

og ved innsetting av h_f

$$K_{P\dot{A}} = \frac{k t}{102 \eta} m \frac{q^3}{d^5} L 10^3$$

Totale årskostnader blir

$$K_{\dot{A}} = K_{R\dot{A}} + K_{P\dot{A}}$$

eller

$$K_{\dot{A}} = 0,0p (a+c d^\beta) L + \frac{k t}{102 \eta} m \frac{q^3}{d^5} L 10^3 ,$$

Hvis vi for enkelhets skyld setter $\beta = 2$, får vi

$$K_{\dot{A}} = 0,0p (a+c d^2) L + \frac{k t}{102 \eta} m \frac{q^3}{d^5} L 10^3$$

Deriverer vi uttrykket for $K_{\dot{A}}$ med hensyn på d og setter dette uttrykket lik 0, får vi et uttrykk for d som gir laveste årskostnad, dvs. økonomisk diameter.

$$d_{\text{økon.}}^7 = K_1 \frac{k t m}{p c \eta} q^3 \quad \text{der } K_1 = \text{konstant}$$

Omvendt får vi et uttrykk for en lednings økonomiske transportkapasitet:

$$q_{\text{økon.}}^3 = K_2 \frac{p c \eta}{k t m} d^7 \quad \text{der } K_2 = \text{konstant}$$

Ovenstående analyse er basert på at årskostnadene er konstante over hele analyseperioden, hvilket for en enkel ledning betyr

at vannføringen er konstant.

I de tilfeller der q varierer må analysen baseres på å beregne nåverdien av samtlige årskostnader over analyseperioden.

Nåverdien av fremtidige pumpekostnader beregnes til

$$K_{PN\dot{A}} = \frac{K_{P1}}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)} + \frac{K_{P2}}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^2} + \dots + \frac{K_{Pn}}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^n}$$

der

$$K_{P1} - K_{Pn}$$

er de årlige pumpekostnadene. Figur 6.3.1-2 viser eksempel på optimalisering av en trykktunnel med beregning av sum nåverdier.

De foregående beregningene er basert på forutsetningene at vannkilden ligger lavere enn forbruksområdet og at pumping av vannet skjer under hele analyseperioden.

I de tilfeller man har en vannkilde som ligger høyere enn høyeste nødvendige trykknivå i leveringsområdet, kan man i prinsipp gå fram på samme måte.

Ved beregning av årskostnader må man her dels ta hensyn til den minskning i pumpekostnader som det statiske overtrykket gir, dels økning i årskostnad for pumpeinstallasjoner for de dimensjoner der pumping blir nødvendig, enten fra periodens begynnelse eller fra et senere tidspunkt avhengig av tilvekst i nødvendig vannføring.

Fig. 6.3.1-3 viser resultatet av en slik optimalisering av en trykktunnel.

På grunn av at aktuell vannkilde ligger høyere enn forbruksområdet, vil pumping ikke være nødvendig for tunneltverrsnitt større enn ca. 19 m^2 . For mindre tverrsnitt vil pumping være nødvendig, enten fra periodens begynnelse (for tverrsnitt mellom 10 og 12 m^2) eller ved et senere tidspunkt, avhengig av forholdet tverrsnitt - vannføring. Kurven viser et optimalt tverrsnitt ved ca. 14 m^2 , som i dette tilfelle betyr at nød-

vendige pumpeinstallasjoner kan flyttes fram ca. 12 år. "Knekkpunktet" ved ca. 12 m^2 tverrsnitt skyldes at større tverrsnitt forskyver nødvendig investering og drift av pumpestasjon fram i tiden. Mellom 19 og 25 m^2 er kurven tilnærmet rettlinjet, hvilket henger sammen med at pumpekostnader er lik null for tverrsnitt større enn 19 m^2 .

De ovenfor viste beregningsmetoder forutsetter at vanntransporten skjer i en ledning (konstant dimensjon) over hele analyseperioden. Ved transport av vann til områder under sterk befolkningsvekst, bør optimaliseringsberegningene også gjennomføres ved analysing av totalkostnadene for suksessiv eller umiddelbar dublering av overføringsledningen. Figur 6.3.1 viser eksempel på en slik optimalisering.

Forutsetningene her er enten en ledning med dimensjonen 1000 mm som tjenestegjør over hele analyseperioden (40 år), eller en ledning med dimensjonen 700 mm som tjenestegjør de første tyve år, for deretter kompletteres med en ny ledning med dimensjonen 800 mm. Begge løsningene gir hver for seg optimale dimensjoner.

Utførte optimaliseringsberegninger har vist at totalkostnadene for en 1000 mm ledning er noe høyere enn for en kombinasjon med en 700mm og en 800 mm.

Som det fremgår av figuren blir transportkostnadene, for kombinasjonsalternativet uttrykt i $\text{øre}/\text{m}^3$, betydelig lavere i den første 10-års perioden. I aktuelt tilfelle blir kostnadsreduksjonen det første driftsåret ca. $5,7 \text{ øre}/\text{m}^3$, hvilket tilsvarer en total årlig kostnadsreduksjon på ca. 735.000 kroner.

Av det tidligere beregnede uttrykket for økonomisk ledningsdimensjon, vil vi se at denne er avhengig av en rekke parametre.

Ved valg av dimensjon må man ha dette klart for seg og helst forsøke å gjennomføre beregningene ved forskjellige parameterstørrelser.

Optimaliseringsberegninger blir som regel basert på opprettede prognoser over vannbehov over et relativt langt tidsrom. Skulle

Vannforsyning.

Eksempel på optimalisering av specifike transportkostnader i rørledninger.

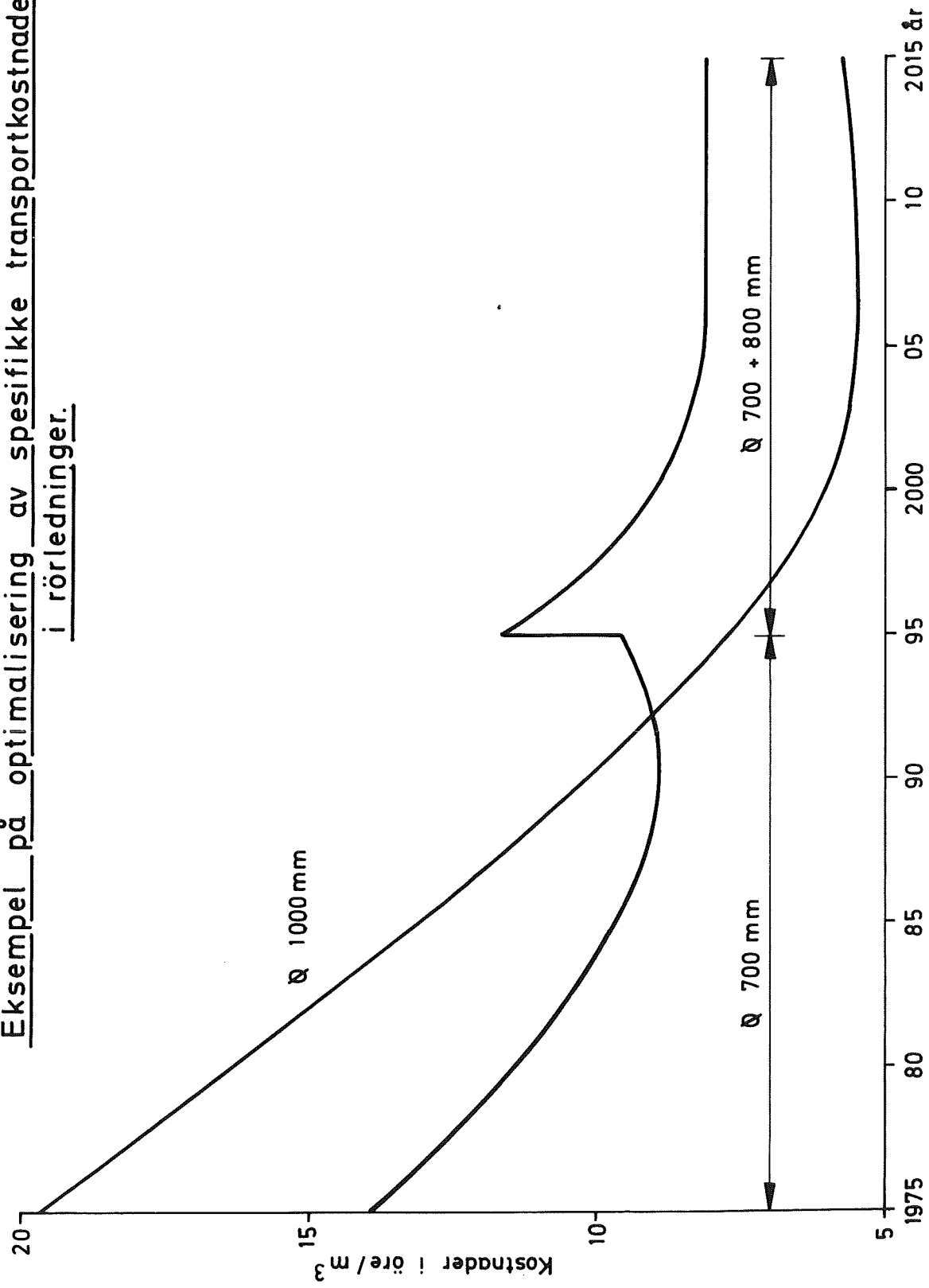
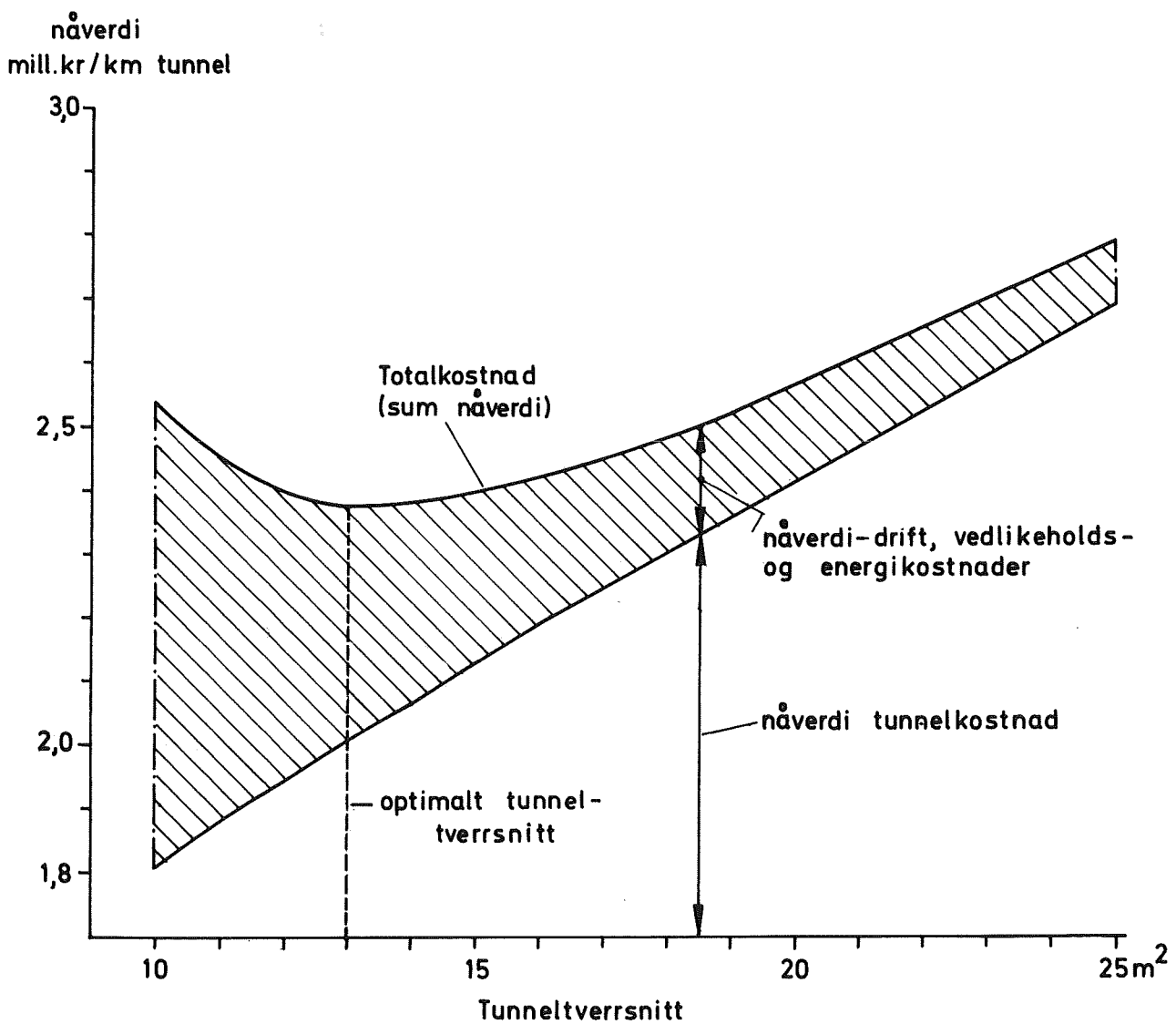
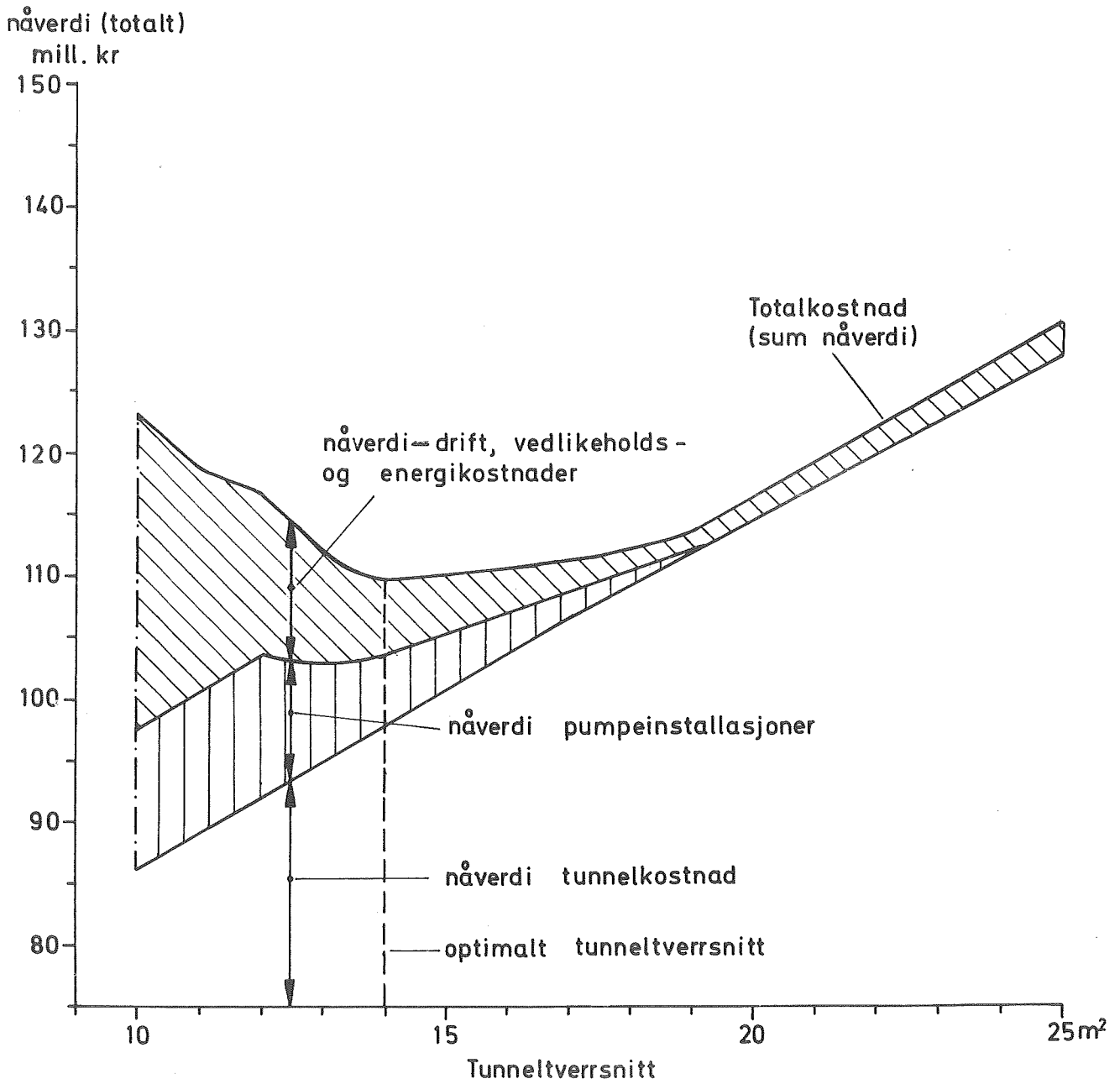


Fig. 6.3.1-1

Eksempel på optimalisering av trykktunnel under forutsetning at pumping skjer i hele analyseperioden.



Eksempel på optimalisering av trykktunnel
hvor vannkilden ligger høyere enn nødvendig
trykknivå ved tunnelens slutt punkt.



utviklingen vise at prognosene er for svake, dvs. at vannbehovet blir større enn antatt, blir de beregnede ledningsdimensjoner for små. Hvis utviklingen derimot går den andre veien, er de valgte dimensjoner for store, sett fra et transportøkonomisk synspunkt.

Rentefotens og avskrivningstidens betydning for det optimale tunnel-tverrsnitt i de tidligere eksempler, er vist på figur 6.3.1-4. Både økning av rentefoten og en senkning av avskrivningstiden vil gi et mindre transporttverrsnitt.

En økning av energiprisen vil tendere mot mindre tverrsnitt, og en variasjon i de valgte friksjonskoeffisienter for rør og tunneler vil forskyve optimaliseringspunktene.

Den optimale ledningsdimensjon er uavhengig av ledningens lengde og det absolutte kostnadsnivå. Derimot vil en stigende kostnadsøkning fra dimensjon til dimensjon medføre reduksjon av det optimale tverrsnitt og omvendt.

6.3.2 Renseanlegg

Som vist under pkt. 5.2.1.4 og 5.3.1.4 kan man angi et eksponentielt forhold mellom et renseanleggs kapasitet og anleggskostnad. Denne kostnadsfunksjon har følgende generelle form:

$$K = A Q^{\alpha}$$

hvor

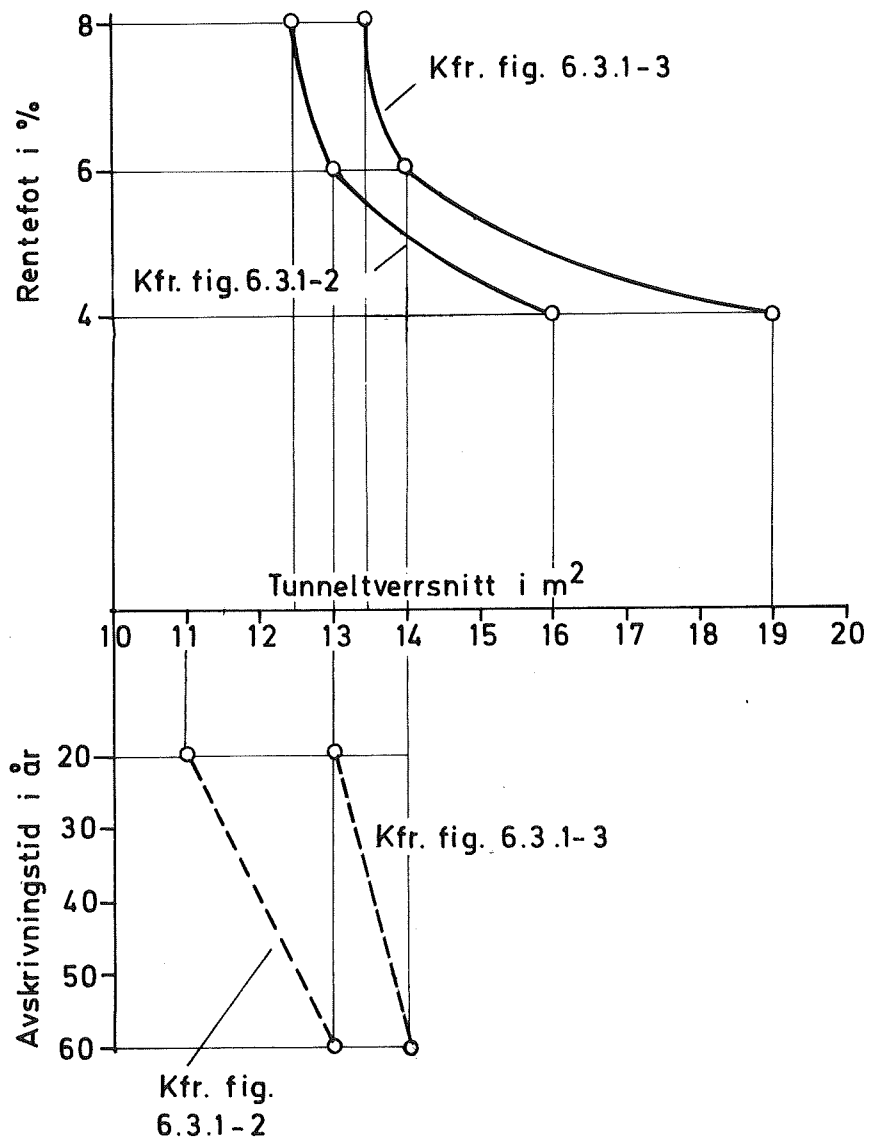
K = anleggskostnad i kroner

Q = anleggets kapasitet i m^3/d .

A og α = konstanter som fastsettes på bakgrunn av erfaringsmateriale.

For et lineært forhold mellom K og Q vil den trinnvise utbyggingsperiode være avhengig bare av rentefot. Med et eksponentielt forhold vil både omkostningsfunksjonens stigningsfaktor (α) og rentefot være bestemmende.

Eksempler på beregning av
optimalt tunnelverrsnitt som funksjon
av rentefot og avskrivningstid.



Ved å forutsette en lineær stigning i nødvendig kapasitet eller behov med tiden, kan man foreta en generell optimaliseringsberegning for å belyse det relative forhold mellom trinnvis utbyggingsperiode (T), rentefot (p) og omkostningsfunksjonens stigningsfaktor (α).

Hvis kapasitetens eller behovets variasjon med tiden uttrykkes ved

$$Q = Q_0 + b t$$

hvor

Q_0 = nåværende behov

t = tid i år

b = behovskurvens stigningskoeffisient

er renseanleggets trinnvise utbyggingskapasitet $Q_T = b T$.

Ved å føre denne kvantitet inn i kostnadsformelen og føre alle fremtidige kostnader over til nåverdi, blir de totale kostnader

$$S = A b \alpha T \alpha \left(1 + \frac{1}{(1+0,op)^T} + \frac{1}{(1+0,op)^{2T}} + \dots \right)$$

Ved differensiering av denne likningen med hensyn på T og sette resultatet lik 0, får vi

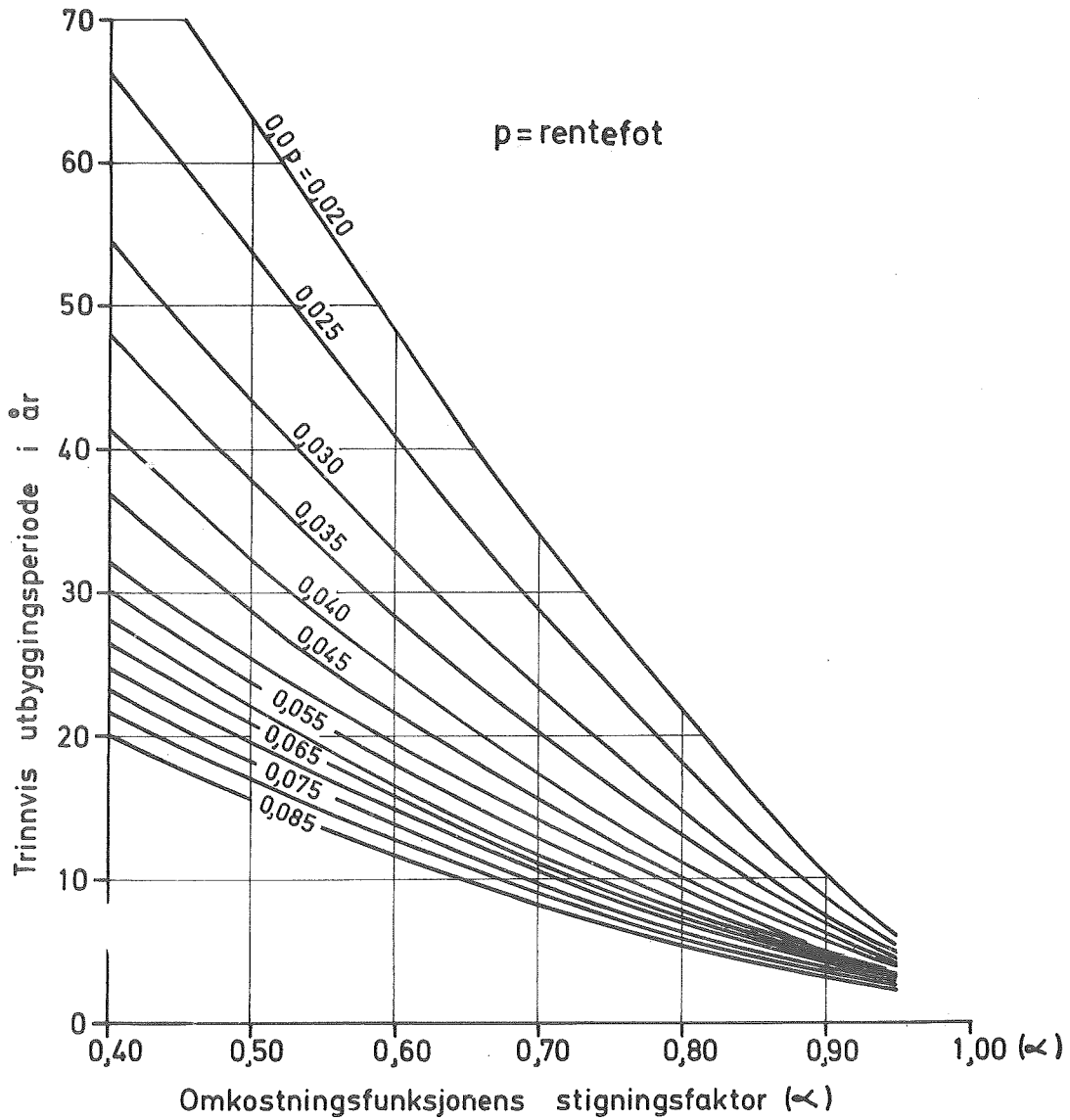
$$\frac{\alpha}{T} = \frac{(1+0,op)^{-T} \ln (1+0,op)}{1 - (1+0,op)^{-T}}$$

Dette resultat er fremstilt grafisk i fig.6.3.2. Kurvene viser at stigende α -verdi gir synkende utbyggingsperiode og at synkende rentefos gir stigende utbyggingsperiode.

Med de α -verdier som foreligger i de empiriske kostnadsformlene angitt under pkt. 5.2.1.4 og 5.3.1.4 finner man fra figurene at de økonomiske utbyggingsperiodene ligger i området fra 9-12 år, avhengig av anleggstype. Det er da forutsatt en rentefot på 6%.

Ökonomisk utbyggingsperiode for rense-
anlegg ved lineært stigende kapasitetsbehov.

Kostnadsfunksjon $K = A \cdot Q^\alpha$



6.4

Økonomisk fremstilling av alternativene

Når det er utarbeidet flere alternative løsninger med forskjellige anleggs- og driftskostnader, må man finne fram til den eller de løsninger som teknisk-økonomisk er gunstigst, og på en anskuelig måte fremlegge kostnadsanalysene.

For en slik økonomisk fremstilling av alternativer benyttes følgende metoder:

Årskostnad
Nåverdi
Kapitalisert verdi

Årskostnad. Denne metoden går ut på å angi alle engangs- og driftskostnader på årsbasis. Årskostnader for kapitalinvesteringer beregnes som regel på basis av forrentning og amortisering med like store annuiteter, slik at anleggets restverdi ved avskrivningstidens utgang blir lik null.

Anleggskostnadene omregnes til like store årlige kostnader (annuiteter) etter formelen:

$$k = \frac{K (1 + 0,op)^n p}{(1 + 0,op)^n - 1}$$

hvor

k = annuitet
K = anleggskostnad
p = rentefot
n = antall år

Man kommer her fram til et beløp (k) som ved innbetaling hvert år i en periode på n år (analyseperioden) vil gi den kapitalen som anleggskapitalen ville ha vokst til med renter og rentesrente.

Når denne annuitet adderes de årlige driftskostnadene, får man den totale årskostnaden som er direkte sammenliknbar med tilsvarende tall for andre alternativer.

Nåverdi. Ved kostnadsberegning av VA-anlegg i områder under sterk ekspansjon (med langtidsforanderlige prognoser) er det vanskelig å finne et år som er representativt for hele analyseperioden. Ved sammenlikning av ulike alternativer er det her nødvendig å betrakte både investeringsbehov og årskostnadsvariasjoner for å få et riktig bilde av totaløkonomien.

En direkte sammenlikning mellom de ulike alternativer kan gjøres ved å beregne nåverdien (eller den neddiskonterte verdi) av fremtidige investeringer og driftskostnader innenfor analyseperioden.

Nåverdien av årskostnadene beregnes etter formelen:

$$Knå = \frac{k (1 + p)^n - 1}{i (1 + p)^n}$$

hvor

$Knå$ = nåverdien av årskostnadene

k = årskostnad

p = rentefot

n = antall år

I alternativer der det forekommer flere byggetrinn finnes nåverdien $Knå$ av en fremtidig betalingsstørrelse etter n år etter formelen:

$$Knå = \frac{K_n}{(1 + 0,op)^n}$$

hvor

K_n = den fremtidige betalingsstørrelse etter n år.

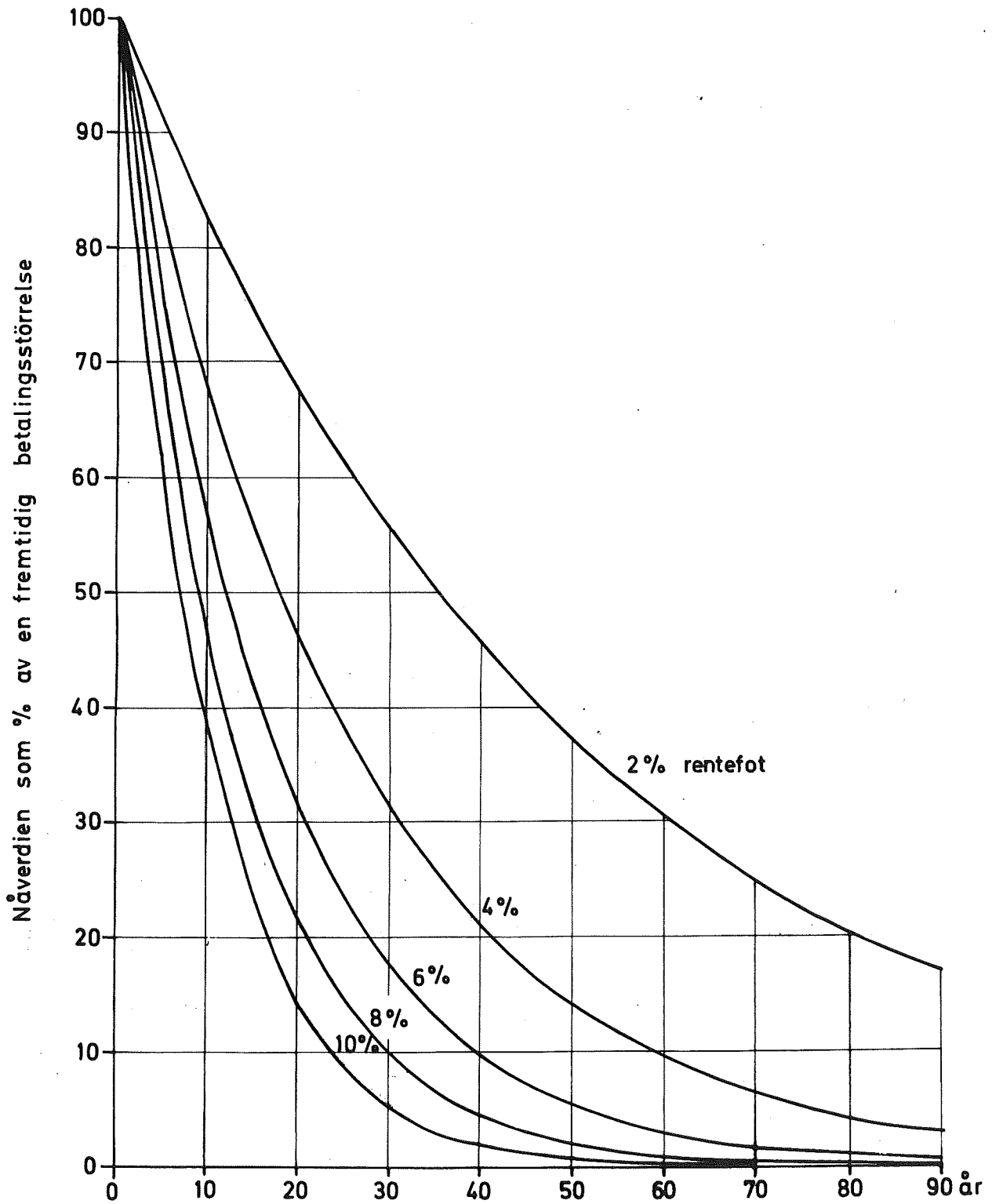
Rentens betydning for beregning av nåverdier illustreres i fig. 6.4 som angir nåverdien ved ulike år og rentesatser i prosent av den fremtidige betalingsstørrelse.

For eksempel vil en fremtidig betalingsstørrelse om 20 år ha en nåverdi på ca. 31% etter 6% rente og ca. 67% etter 2% rente.

Metoden forutsetter beregning av "erstatningsinvesteringer" ved avskrivningstidens utgang for aktuell anleggsdel hvis denne faller

Fig. 6.4

Nåverdiens afhængighed af investeringstidspunkt
og rentefot.



innenfor analyseperioden.

Ved analyseperiodens slutt vil man som regel ha restverdier for visse anleggsdeler, om ikke analyseperioden stemmer overens med aktuell avskrivningsperiode. Nåverdien av restverdien vil som regel være liten, hvis analyseperioden er tilstrekkelig lang og/eller rentefoten tilstrekkelig høy. (Kfr. fig. 6.4).

Ved en noe utstrakt analyseperiode må kostnaden for fremtidige nyinvesteringer og erstatningsinvesteringer beregnes. Ved slike beregninger tas ingen hensyn til fremtidige kostnadsøkninger. Investeringskostnadene beregnes ut fra dagens prisnivå.

Kapitalisert verdi. Denne metoden er bare en variasjon av nåverdimetoden idet den går ut på å beregne nåverdien av en evigvarende tjeneste.

Det forutsettes da at hver enhet innen anlegget fornyes ved slutten av sin levetid.

Metoden er meget enkel da den kapitaliserte verdi kun er årskostnadene dividert med rentefoten:

$$K = \frac{k}{0,0p}$$

hvor

K = kapitalisert verdi

k = årskostnad

p = rentefoten

For øvrig blir beregningene her de samme som ved nåverdimetoden.

Metoden forutsetter at årskostnaden er noenlunde konstant fra år til år.

DEL 3.

GENERELL VURDERING AV VANNFORSYNINGSG- OG
AVLØPSFORHOLD I DE ENKELTE FYLKER

1. INNLEDENDE BEMERKNINGER

I bilagene A - G er det gitt en relativt bred regionvis behandling av VA-forhold i Østlandsfylkene. Dette materialet er utarbeidet av de respektive fylkesingeniører i samarbeid med vårt institutt.

Problemenes er relativt detaljert behandlet, og den samlede stoffmengden er blitt ganske omfattende. Det har derfor for oversiktens skyld vært nødvendig å foreta en generell vurdering av VA-forholdene i de enkelte fylker.

Denne sammenstillingen av utredningsmaterialet er utført ved vårt institutt, og er stort sett basert på region-rapportene.

2. OSLO/AKERSHUS FYLKER

2.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000-2015

Kommunegrensene og tettstedene samt de viktigste vassdrag fremgår av kartene A-1-1, A-1-2, A-1-3 og A-1-4 i "Bilag A".

Befolkningsfordelingen i 1966 og den fordelingen som utbyggingsavdelingen antar i fremtiden, fremgår av tabell A 1-1 i "Bilag A".

Av hensyn til de teknisk-økonomiske beregninger for sentrale vannforsyningsanlegg er befolkningsprognosene trukket fram til år 2015. Til dette tidspunktet ventes det en fordobling av folketallet. Befolkningsøkningen ventes i det alt vesentlige å skje i Akershus, slik at Oslos andel vil synke fra ca. 63 % i 1966 til ca. 38,5 % i år 2015.

2.2 Vannforsyning

2.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell A-2.1 i "Bilag A")

Ca. 56 % av befolkningen i Akershus var i 1966 tilknyttet kommunale og ca. 18,5 % var tilknyttet private vannverk med kapasitet til å forsyne mer enn 100 personer. Ca. 35 % av befolkningen fikk rensset vann fra kommunalt vannverk og ca. 5 % fikk rensset vann fra private vannverk. Med andre ord benyttet ca. 60 % av befolkningen i fylket urensset vann.

I Oslo er så å si hele befolkningen forsynt med vann fra kommunalt vannverk.

2.2.2 Utbygging av vannforsyningen

2.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet i hele regionen fremgår av tabell A-2.2.1 i "Bilag A". Det totale vannbehov er anslått til ca. 598.000 m³ i år 1980, ca.

864.000 m³ i år 2000 og vel 1.000.000 m³ i år 2015. For praktisk talt hele Akershus er det regnet med et vannforbruk på 600 l/p.d. i år 2000 og senere. For Oslo er det regnet med 750 l/p.d.

2.2.2.2 Aktuelle vannkilder

For kommunene Hurdal, Eidsvoll, Nes, Aurskog/Høland og Enebakk antas de eksisterende vannverk opprettholdt og, om nødvendig, utvidet fram til år 2000.

For Oslo og de øvrige Akershuskommuner regnes det med at disse på lengre sikt vil få vann fra en eller flere av følgende vannkilder: Holsfjorden, Randsfjorden, Hurdalssjøen, Mjøsa, Glåma, Øyeren, Mari-dalssvassdraget, Langlivassdraget, Trehørningsvassdraget, Heggli-vassdraget og Kampvadvassdraget.

For vannkvaliteten i Mjøsa, Hurdalssjøen, Randsfjorden, Tyrifjorden og Øyeren vises til RAPPORT I, Del 3. I Del 2 er Glåma behandlet. En mer inngående behandling av vannkvaliteten i Hurdalssjøen, Randsfjorden, Øyeren og Tyrifjorden blir for tiden utført av NIVA etter oppdrag fra Samarbeidskomitéen for Oslo kommune og Akershus fylke. Ringerike kommune står også som oppdragsgiver for Tyrifjorden.

På grunnlag av det samlede materialet som vil foreligge på et senere tidspunkt, skulle det være mulig å foreta en tilfredsstillende avveining mellom de ulike kilders vannkvalitet. En slik vurdering må naturlig få stor betydning for hvilke kilder som eventuel bør velges, siden vannkvalitetens mulige endringer som følge av fremtidige påvirkninger av nedslagsfeltene kan komme til å bli forskjellig for de enkelte kilder.

Det er sannsynlig at omkring år 2000 vil ca. 1.200.000 personer få vann fra en eller flere av ovennevnte vannkilder, dvs. ca. 95 % av befolkningen i hele regionen.

2.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en samlet vurdering for regionen gis det nedenfor en grov oversikt over det sannsynlige utbyggingsbehov fram til år 2000.

Antall personer som trenger fordelingsnett	:	570.000	
Antall personer som trenger renseanlegg	:	1.200.000	1)
Antall personer som trenger hovedanlegg (magasiner, hovedledn., pumpest.)	:	1.200.000	

2.2.2.4 Oslo/Akershus fellesvannverk

NIVA har på bakgrunn av utredninger fra de rådgivende ingeniørfirmaer Chr. F. Grøner og E. Røstad A/S utarbeidet en spesialutredning ²⁾ om vannforsyningen til Oslo-området.

I utredningen er det forutsatt at området vannforsyning løses ved en felles interkommunal løsning, foreløpig unntatt Enebakk, Hurdal, Eidsvoll, Nes og Aurskog/Høland.

De vannkilder som er trukket inn i utredningen, er de samme som nevnt i pkt. 2.2.2.2. For det ventede vannbehov er tabell A-2.2.1 i "Bilag A" benyttet som hovedgrunnlag. Det er regnet med sandfiltreringsanlegg for alle vannkilder, men for Glåma og Øyeren er det dessuten regnet med kjemisk felling.

For å begrense omfanget av de teknisk-økonomiske beregninger er hele området delt inn i 4 soner (sentrum, vest, øst og syd) med til sammen 6 hovedleveringspunkter (kfr. tabell A-2.2.3-1 og fig. A-2.2.3-1 i "Bilag A").

Leveringspunktene beliggenhet er i første rekke bestemt av den geografiske fordeling av vannbehov for å oppnå best mulig innmatning i tyngdepunktene. Oppgaven har begrenset seg til å beregne tekniske anlegg og omkostninger forbundet med leveranse av kvalitetsmessig tilfredsstillende vann i nødvendig kvantitet ved disse leveringspunkter.

Utgifter til tekniske anlegg forbundet med fordeling av vann fra leveringspunktene og til de enkelte forbrukere er ikke tatt med i beregningene, idet disse anlegg er praktisk talt de samme i alle vurderte alternativer.

1) Inklusiv Oset renseanlegg i Oslo

2) Vannforsyning av Oslo-området. En teknisk-økonomisk utredning, NIVA 1968.

Det er undersøkt 18 alternative løsninger. Disse er fremkommet ved å dele opp mulighetene i 4 prinsipielt forskjellige hovedalternativer (kfr. tabell A-2.2.3-2 i "Bilag A").

Disse hovedalternativer er satt opp på følgende vurderingsgrunnlag:

- a. Hensynet til at det bare foreligger et fåtall eksisterende vannforsyningsanlegg som kan anses tilfredsstillende for fremtidig bruk.
- b. Disse eksisterende vannkilder er ikke forutsatt opprettholdt ved eventuell fremtidig forsyning fra de fjerntliggende kilder Mjøsa, Randsfjorden og Hurdalssjøen.
- c. For de nærliggende kilder Glåma, Øyeren og Holsfjorden er det naturlig også å vurdere kombinasjoner av kilder.
- d. Hensynet til tidspunktet når de enkelte hovedsoner trenger en ny vannforsyning.

En absolutt forutsetning ved beregning av alle alternativer har vært at ett eller flere nye hovedvannverk for Osloområdet skal være ferdig til bruk med et første byggetrinn i år 1975. I de økonomiske beregningene er derfor nåverdier ført tilbake til dette årstallet. Det er forutsatt at de impliserte kommuner samtidig blir enige om å dele vannet fra de eksisterende vannkilder fram til år 1975. Kapasiteten av eksisterende kilder innbefattet enkelte provisorier, er tilstrekkelig til å dekke dette behovet.

Nødvendige investeringer for de ulike alternativer er sammenstilt i tabell A-2.2.3-3 i "Bilag A". En oversikt over de enkelte alternativs økonomi er vist i tabell A-2.2.3-4 i "Bilag A", og vannprisene i hver 5-års periode er angitt i tabell A-2.2.3-5 i "Bilag A".

Hovedalternativene I, III og IV kan sammenliknes direkte. Ved opprettholdelse av de eksisterende vannkilder i Nordmarka (hovedalt. II) er de beregnede totale investeringer og driftskostnader lavere enn om disse nedlegges. Det er da imidlertid ikke regnet med kostnader for uttak av nødvendig tilskuddsvann fra Nordmarksvassdragene. Underalternativene til hovedalternativ II kan dog sammenliknes innbyrdes. Stort sett følger omkostningsbildet for de ulike alternativer det samme mønster som i hovedalternativ III.

De tre gunstigste alternativer, sett fra et både investerings- og driftsmessig synspunkt, er II C (Holsfjorden), II E (Holsfjorden + Glåma) og II G (Holsfjorden + Glåma + Øyeren). Førstegangsinvesteringene er imidlertid gunstigst for de to siste. Glåma som kilde gir i dette tilfellet et meget gunstig resultat i forhold til hovedalternativ III, hvor den gir den nest høyeste investeringsramme av alle alternativene. Driftsutgiftene i forbindelse med rensing er imidlertid så vidt høye at sum nåverdi blir en del høyere enn de andre II-alternativer.

En separat løsning av vannforsyningen til de enkelte forsyningsområder, med opprettholdelse av Nordmarksvassdragene som kilder, er vist i hovedalternativ IV.

Summerer man de totale investeringer for forsyning av vestområdet fra Holsfjorden, Østområdet fra Glåma og Sydområdet fra Øyeren (dvs. ekskl. Sentrumsområdet) vil den totale investering bli 329 mill. kroner og førstegangsinvesteringen 116 mill. kroner.

Dette betyr at II-alternativene A, D, E og G gir en gunstigere vannpris i løpet av de første 20 år enn alternativet med områdevis separate løsninger og opprettholdelse av Nordmarksvannverkene (alt. IV, C).

Et prinsipielt sett meget viktig spørsmål ved en fortsatt vurdering av vannforsyningsspørsmålet er hvorvidt Nordmarksvassdragene skal opprettholdes eller ikke.

Det arbeid som er presentert, har sin primære betydning i å belyse en rekke mulige tekniske løsninger og ikke minst angi et noenlunde riktig økonomisk sammenlikningsgrunnlag for disse løsningers total-kostnader. De økonomiske overslagsberegninger som er utført, må nødvendigvis ha større verdi for sammenlikningenn enn for å fastsette løsningenes total-kostnader.

2.2.2.5 Utredningsbehovet

Det er 17 kommuner i Akershus samt Oslo kommune og Røyken kommune i Buskerud som er trukket inn som forbrukere i de foreliggende alternative planer for en regional vannforsyning i Oslo-området.

Planene gir et tilstrekkelig grunnlag for å kunne foreta politiske avgjørelser om prinsipielle retningslinjer for den fremtidige vannforsyning av dette området.

Hvis det blir enighet blant kommunene om å fortsette arbeidet med å løse vannforsyningsspørsmålet for et stort område i fellesskap, må utredningsarbeidene bringes videre fra det stadiet de nå befinner seg, og fortrinnsvis av et organ som kan pålegges det nødvendige ansvar og myndighet i forbindelse med den fortsatte planlegging, bygging og drift av anlegg.

Med så vidt store beløp som vil være nødvendig både til investeringer og drift i forbindelse med et regionalt vannforsyningsanlegg, bør en effektiv og koordinert planlegging settes i verk hurtigst mulig.

Selv om det skulle bli funnet hensiktsmessig å bygge ut separate anlegg for hvert av de forsyningsområder som er benyttet i utredningen, vil en koordinert planlegging være nødvendig av hensyn til en eventuell samkjøring av alle anlegg på et senere tidspunkt.

Det må tas standpunkt til om Nordmarksvassdragene skal opprettholdes eller nedlegges nå eller senere, og en mer inngående bearbeidelse av de gunstigste alternative løsninger må gjøres.

Hvis man skal tenke seg en regional løsning av vannforsyningsspørsmålet i fremtiden, slik som belyst i hovedalternativene I, II og III, vil det være nødvendig å finne overgangsløsninger fram til år 1975 for de vanskeligst stilte forsyningsområder. Prognosene viser at både Syd- og Østområdet må ha tilskuddsvann før år 1970, mens både Vest- og Sentrumsområdet har et dekket behov langt utover år 1975.

Et stort arbeid er derfor å få analysert de bestående kommunale nett, og å få planlagt sammenkopling av disse over kommunegrensene for å utnytte de allerede bestående vannkilder i en overgangsperiode.

Kapasiteten av nåværende vannverk i hele området vil være tilstrekkelig fram til ca. år 1980, under forutsetning av at man foretar enkle provisoriske utbygginger av eksisterende vannkilder og i stor grad transporterer vann over kommunegrensene.

Noen av de øvrige kommuner i fylket, som ikke omfattes av denne regionale vannforsyningsplan, har under arbeidet med sine generalplaner også utredet spørsmålet om sitt fremtidige vannbehov og hvordan dette kan dekkes. For de kommuner som ikke er kommet fram til endelige generalplaner, vil vannspørsmålet være av sentral betydning i dette arbeidet, og må være inkorporert i generalplanen når denne foreligger.

Det er kjent at Drammensregionen har arbeidet med vannforsyningsspørsmålet i den senere tid, men det er ikke tatt noen endelig avgjørelse om Drammensregionens fremtidige vannkilder.

De kildene som er aktuelle og som er utredet, er Holsfjorden, Glitre, Dramselva og Eikeren. Hvis Holsfjorden skulle bli valgt som fremtidig kilde for Drammensregionen og Oslo-området, ville det være helt naturlig å undersøke hvilke muligheter som foreligger for et fordelaktig samarbeid.

Det kan også kanskje bli aktuelt å samarbeide vannforsyningen mellom Akershus og Østfold, men under utredningsperioden har det vært kjent at region Moss allerede er kommet langt i planleggingsarbeidet med uttak av vann fra Vansjø. Det må imidlertid ikke hindre at alle dører står åpne for samarbeid også her.

En mulig vannkilde som ikke er trukket inn som alternativ, er de store grunnvannsforkomster som foreligger i de nordre Romerikskommuner. Man vil tro at det er all grunn til å undersøke hvilke forsyningsmuligheter denne kilden kan gi, og hvilke økonomiske resultater man får ved å føre den inn i et kombinasjonsalternativ.

2.3 Avløp

2.3.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell A-3.1 i "Bilag A")

Alle tettsteder i Akershus fylke er delvis forsynt med felles avløpsnett. Ca. 60 % av befolkningen og ca. 80 % av by- og tettstedbefolkningen er tilknyttet slike nett. Det finnes 13 mekaniske renseanlegg for vel 38.000 personer og 13 biologiske renseanlegg for ca. 13.000 personer. Knappt en tredjedel av dem som er tilknyttet felles avløpsnett får avløpsvannet rensset.

Oslo er relativt godt forsynt med renseanlegg for de sentrale og østre bydeler, mens det stort sett mangler rensing for de vestre bydeler.

2.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende elver, vann og fjordområder synes å komme i betraktning som mulige resipienter:

Indre Oslofjord

Ytre Oslofjord

Øyeren

Glåma

Nitelva

Leirelva

Romua

Hølandselva

Indre Oslofjord er en naturlig resipient for en stor del av Oslo-området. I nedslagsfeltet ventes det å bo ca. 1.000.000 mennesker omkring år 2015.

Det er ved NIVA utført en omfattende undersøkelse av fjorden i 1962 - 1965. Av resultatene går det fram at utslipp av forurenset overvann vil gjøre mindre skade for de indre fjordområder jo lenger ut i fjorden de foregår, fordi fortynningsforholden bedres med økende avstand fra fjordens innerste punkt.

De avløpstekniske tiltak som kan tenkes anvendt for å redusere overflatelagets produktivitet, går ut på å redusere næringsstofftilgangen til indre fjord og på å flytte indre fjords kloakkbelastning fra overflatelaget til det ikke produktive mellomlag. Disse tiltak kan enten settes inn hver for seg eller trinnsvis i kombinasjon.

Det er viktig å bemerke at ingen av disse tiltak kan bringe næringsstofftilgangen og dermed algeveksten under absolutt kontroll, men de må antas å kunne forbedre forholdene i betraktelig grad. Metodene forutsetter at alt avløpsvann til indre fjord bringes under teknisk kontroll, slik at bare helt ubetydelige mengder tilføres fjorden

utenom de spesielt anordnede utslipp. En hovedbetingelse for å oppnå gode forhold i fjordens øvre brakkvannslag er at det tilføres elvevann som ikke er forurenset.

For de andre aktuelle resipienter er det antakelig riktig å regne med mekanisk rensing med biologisk rensing og/eller reduksjon av næringsstoffer som sluttbehandling. I flere tilfeller, også for indre Oslofjord, antas mekanisk rensing å kunne bli et første byggetrinn.

2.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

For byer og tettsteder i regionen vil det fram til år 2000 være nødvendig å bygge nye avløpsnett for ca. 570.000 personer. Videre må det regnes med bygging av mellom 30 og 60 renseanlegg for ca. 860.000 personer avhengig av de interkommunale fellesløsninger man blir enige om. For øvrig renges det med nye hovedledninger og pumpestasjoner for omtrent samme antall personer.

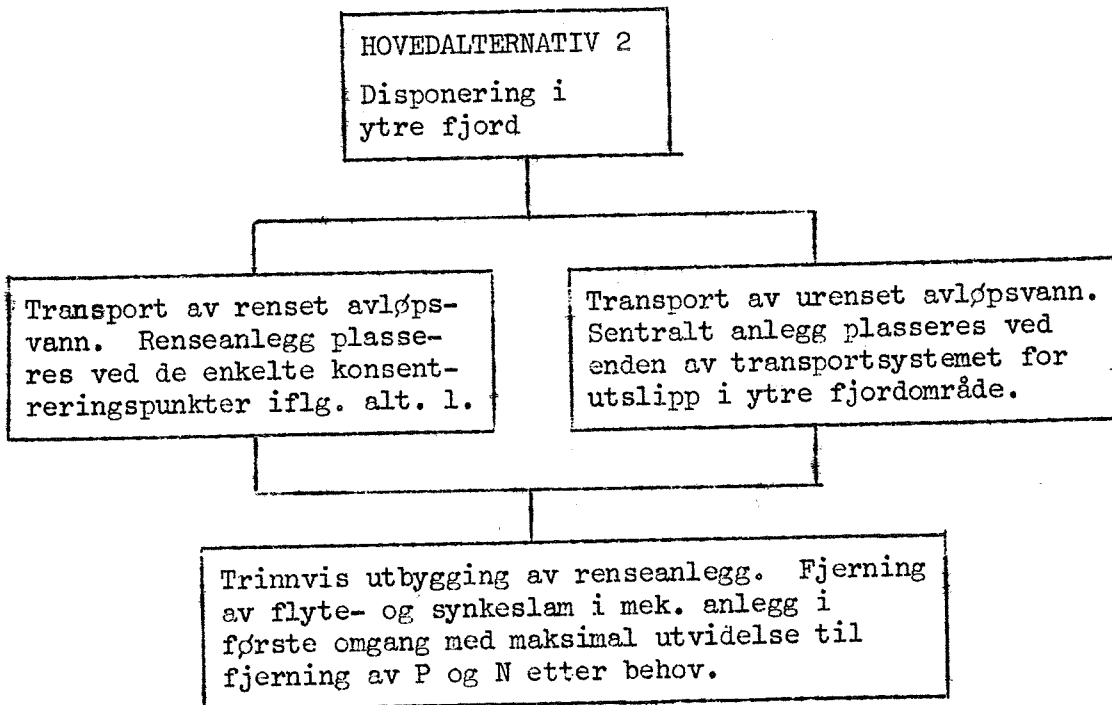
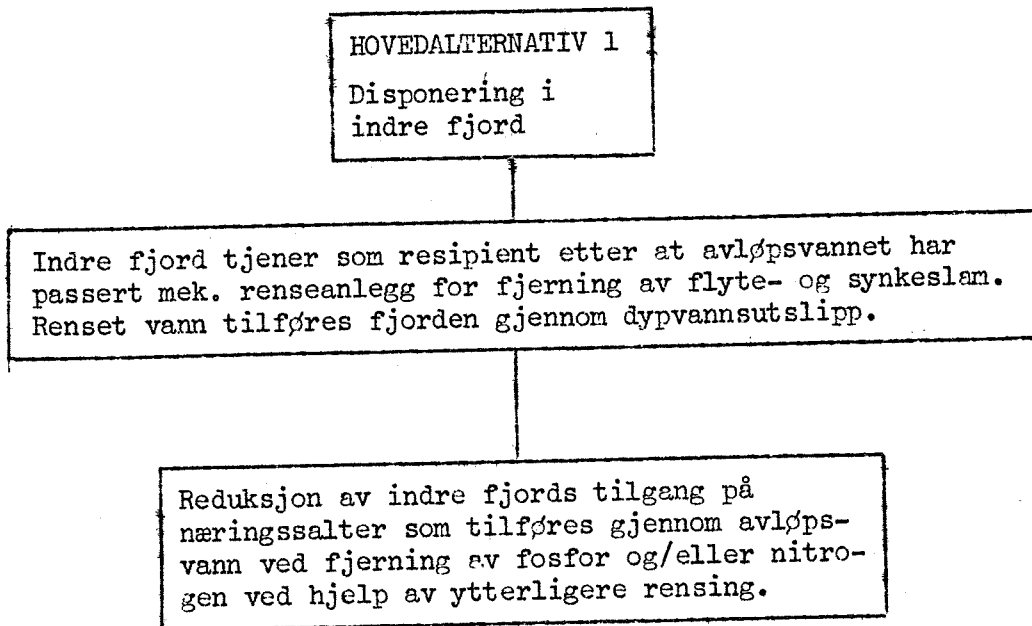
2.3.4 De største avløpsanlegg

Det finnes to naturlige samarbeidsråder i regionen, nemlig kommunene rundt indre Oslofjord og kommunene Skedsmo, Lørenskog, Rælingen og Nittedal, eventuelt deler av ovenforliggende kommuner.

Sistnevnte område kan tenkes inkorporert i det første, i all fall på lengre sikt, hvis avløpet skulle bli ført inn på Oslofjordområdet avløpssystem.

For Oslofjordområdet utarbeides det for tiden ved NIVA alternative forslag til tekniske prinsipløsninger. En skjematisk fremstilling av tekniske løsninger som vil bli utredet, kan gjøres ved å dele opp hele problemkomplekset i to hovedalternativer:

- 1) Utnyttelse av indre fjord som resipient med reduksjon av næringssalter på de tidspunkter det blir funnet nødvendig. Reduksjon av næringssalter kan skje ved trinnsvis utbygging av rensetekniske tiltak.
- 2) Utnyttelse av fjordområder utenfor Drøbakerskelen som resipient.



Ved disponering av avløpet i ytre fjord vil det bli tale om meget omfangsrike transportsystemer, og det vil derfor for dette hovedalternativ bli tale om å beregne dette med og uten overføring av avløpsvann fra Nedre Romerike og eventuelt Drammensområdet.

I grove trekk kan da alternativene bygges opp på følgende måte:

Hovedalternativene kan også tenkes tillempet slik at Østområdene bruker alternativ 2 og Vestområdene alternativ 1, eller at begge områder bruke alt. 1 i første omgang med senere utvidelse til alt. 2. En rekke kombinasjonsalternativer vil være mulig.

Det er for begge hovedalternativer forutsatt at avløpsvannet samles ved et lite antall konsentreringspunkter ved fjorden. De tekniske tiltak som skal til for å bringe avløpsvannet fram til disse punkter samt befri tilliggende vassdrag for forurensninger ved anleggelse av avskjærende ledninger, er meget betydelig.

Som tidligere nevnt har det ikke vært mulig å beregne omkostninger forbundet med de prinsipielle løsninger som her er nevnt, men et meget grovt overslag indikerer følgende investeringsrammer for hovedalternativ 1:

Mekanisk rensing med dypvannsutslipp	kr. 100 mill.
Videregående rensing	" 40 "

I en teknisk-økonomiske analyse som er utført av NIVA i forbindelse med avløpsforholdene på Nedre Romerike,¹⁾ er ialt 13 ulike utbyggingsalternativer belyst. Prinsipielt er det 3 hovedalternativer som er aktuelle:

Hovedalt. A: Bygging av ialt 11 lokale renseanlegg langs Nitelva med kapasitets- og prosessmessig påbygging av anleggene etter behov. Som første byggetrinn forutsettes mekanisk rensing.

Hovedalt. B: Bygging av 11 mekaniske renseanlegg langs Nitelva som et første byggetrinn og en senere transport av avløpsvann i avskjærende ledninger og tunnel fram til Årnestangen hvor det bygges et nytt sentralt mekanisk renseanlegg

¹⁾NIVA 1967: Utredning av avløpsforholdene i nedslagsfeltet til Nitelva, Nedre Romerike

og avløpet slippes ut i Glåma like ovenfor Øyeren. En eventuell ytterligere rensing blir å gjennomføre i det sentrale renseanlegget på Årnestangen.

Hovedalt. C: Avløpsvannet føres i avskjærende ledninger og tunnel fra Hakadal og fram til Årnestangen hvor det i første omgang passerer et mekanisk renseanlegg før utslipp i Glåma. Som annet byggetrinn foretas en kapasitetsutvidelse av renseanlegget. En eventuell ytterligere rensing er forutsatt å kunne gjennomføres etter påbygging og utvidelse av det sentrale renseanlegget.

Nedenfor er angitt beregnede investeringer i forbindelse med de ulike hovedalternativer og byggetrinn:

Byggetrinn	Investeringer i mill.kroner		
	Hovedalt. A	Hovedalt. B	Hovedalt. C
1	12,4	12,6	36,9
2	35,0	42,1	11,9
1 + 2	47,4	54,7	48,8

En skjematisk fremstilling av hovedalternativene er vist på kartene A-3.2.4-1, A-3.2.4-2 og A-3.2.4-3.

Omkostningstallene viser at alternativer med spredte renseanlegg gir de laveste førstegangsinvesteringene samtidig som en slik løsning selvsagt også byr på størst fleksibilitet. Spørsmålet om å sette inn ytterligere rensing i de lokale anlegg eller å føre avløpsvannet i et avskjærende transportsystem, må i stor grad avgjøres på bakgrunn av Nitelvas fremtidige resipientkapasitet og mulighetene for å føre alt avløpsvann fra nedslagsfeltet over til Ytre Oslofjord.

3. BUSKERUD FYLKE

3.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000

I tabell 3.1 er det gitt en oversikt over befolkningsutviklingen og befolkningsfordelingen i henhold til utbyggingsavdelingens prognoser. Byer, tettsteder og vassdrag er vist på kart 1 i bilagene B 1 til og med B 4. Det gjøres oppmerksom på at det for Drammensregionen er benyttet prognoser innhentet hos kommunene i forbindelse med en preliminær vurdering av en fremtidig regional vannforsyning.

Det foreligger imidlertid en prognoser for denne regione, utarbeidet av firma Anderson & Skjånes, som gir ca. 58.000 personer mindre vekst fram til år 2000. Man har imidlertid funnet det hensiktsmessig å regne med den største antatte befolkningsvekst i vurderingen nedenfor.

I henhold til oversikten i tabell 3.1 vil Drammensregionens andel av befolkningen stige fra 62 til 72 %. Selv med en mindre vekst vil regionen sannsynligvis likevel omfatte ca. 60 % av fylkets befolkning. For Hallingdalregionen ventes befolkningsveksten å bli minst. For øvrig ventes by- og tettstedbefolkningen å bli omtrentlig fordoblet fram til århundreskiftet.

3.2 Vannforsyning

3.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell 3.2.1)

Ca. 82,5 % av fylkets befolkning er tilknyttet 24 kommunale og 23 private vannverk som forsyner mer enn 100 personer. Ca. 39,5 % av befolkningen får drikkevannet desinfisert, mens 5,5 % dessuten får vannet filtrert. Ca. 3.000 personer blir forsynt med grunnvann fra felles vannverk. Ca. 33,5 % av befolkningen er i dag ikke knyttet til noe fellesvannverk som kan forsyne mer enn 100 personer. De store vassdrag i fylket er lite benyttet som vannkilde. For de fleste vannverk er små nedbørfelter i skogsområdene benyttet som kilde.

3.2.2 Utbygging av vannforsyningen

3.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet i de enkelte regioner fremgår av tabell 2.2.1 i bilagene B 1 til og med B 4. Det totale vannbehov i fylket er anslått til 122.400 m³/døgn i år 1980 og 213.000 m³/døgn i år 2000.

3.2.2.2 Aktuelle vannkilder

Følgende elver og vann er i bruk eller kan tenkes å komme i betraktning for fremtidige vannforsyningsformål, forutsatt at vannkvaliteten er tilfredsstillende. Skader og ulemper ved uttaket må være ubetydelige i forhold til fordelene sett i relasjon til andre alternativer.

Drammensregionen: Eikeren, Glitre, Holsfjorden, Sætervatn og Bårsrudtjern i Røyken, Jungeren i Øvre Eiker, Heggsjø og Langvarn i Modum og Kråkefjorden.

Kongsberg/Numedalsregionen: Lågen, Tangentjern/Rundtjern.

Hallingdalsregionen: Spildra i Gol

Ringeriksregionen: Tyrifjorden, Randsfjorden, Begna og Sperillen.

Vannkvaliteten og forurensningsforholdene i Begna og Numedalslågen er behandlet i RAPPORT I, del 2, de samme forhold i Tyrifjorden og Randsfjorden i RAPPORT I, del 3. Videre er vannkvaliteten i Eikeren, Glitre og Sperillen behandlet i RAPPORT I, del 4.

3.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en samlet vurdering gis det nedenfor en grov oversikt over det sannsynlige utbyggingsbehov fram til år 2000.

Antall pers. som trenger fordelingsnett	:	194.300
" " " " grunnv.forsyning	:	4.800
" " " " vannv. med desinfisering	:	198.200
" " " " vannv. med desinfisering og sandfiltrering	:	43.700

Antall pers. som trenger vannv. med fullrensing	:	3.000
" " " " hovedanlegg (magasiner, hovedledn., pumpestasjoner m.m.)	:	261.000

Antall vannverk som forsyner mer enn 100 personer, er nå 47 stk. Dette tall burde kunne reduseres til 37, og ved mer omfattende interkommunalt samarbeid i Drømmensregionen helt ned til 30 stk.

3.2.2.4 De største vannverk

Drømmensregionens fellesvannverk. For denne regione er det utført et utredningsarbeid med sikte på å klarlegge forutsetninger og muligheter for et utvidet samarbeid om fremtidig vannforsyning i regionen.

Forskjellige vannkilder og alternative begrensninger av forsyningsområdene er vurdert. For hver kommune er det foretatt en avveining av kommunens egne forsyningsmuligheter mot de muligheter som ligger i et samarbeid med andre kommuner om utnyttelse av større kilder. Utredningen gir derfor en oversikt over de foreliggende samarbeidsalternativer, og skulle danne et tjenlig arbeidsgrunnlag for de organer som må stå for videreføring av oppgaven.

Det tas sikte på utbygging av felles vannverk for kommunene Nedre Eiker, Drammen og Lier, eventuelt også Øvre Eiker og Røyken. De rene anleggsøkonomiske beregninger går i favør av Glitre, særlig er årsomkostningene lave sammenliknet med Eikeren- og Holsfjordenalternativene. Forutsetningene er imidlertid uklare på en del punkter som krever ytterligere utredning før kildevalget kan avgjøres - erstatningsspørsmålene i forbindelse med rådighetsinnskrenkninger i nedslagsfeltene, Glitreguleringens innflytelse på forholdene i Lierelva o.fl. (kart B 1-2.2.3).

Kongsberg. For Kongsberg vil det nåværende vannverk kunne dekke vannbehovet fram til ca. år 1980. Fra da av syns det aktuelt å ta Lågen i bruk som drikkevannskilde. Lågens kapasitet er ubegrenset, det må under enhver omstendighet regnes med filtrering og desinfisering av vannet.

3.2.2.5 Utredningsbehovet

Det må fram til år 2000 planlegges:

Fordelingsnett for	:	194.300 pers.ekv.	
Grunnvannforsyning for	:	4.800	" "
Vannverk med desinfisering for	:	198.200	" "
Vannverk med desinfisering og filtrering for	:	43.700	" "
Vannverk med fullrensing for	:	3.000	" "
Hovedanlegg (magasiner, hovedledninger, pumpestasjoner m.m.)	:	261.000	" "

For Ringerike kommune er det ønskelig å få utredet den fremtidige vannforsyning i samarbeid med Jevnaker kommune i Oppland.

Vestfoldkommunene Sande og Hof har deltatt i vannverksutredningen for Drammensregionen, uten at det er fremkommet momenter som tilsier annet enn rent lokalt samarbeid i første omgang. På et senere tidspunkt kan det, avhengig av fremtidig befolkningsutvikling og -lokalisering, bli aktuelt å samarbeide om større prosjekter, f.eks. et suppleringsvannverk fra Eikeren.

Det er en klar sammenheng mellom utviklingen i Asker og tilgrensende områder i Drammensregionen og et utvilsomt behov for kontinuerlig kontakt i en rekke vannverksspørsmål. Det samme gjelder imidlertid, og i enda sterkere grad, Askers forhold til Bærum og sentralområdet for øvrig. Asker står foran meget presserende utbyggingsoppgaver innenfor vannverkssektoren. Det syns imidlertid lite motivert å utvide samarbeidet i Drammensregionen til bare å omfatte Asker, uten samtidig å trekke inn Askers samarbeidsbehov og -muligheter østover. En ytterligere utvidelse ser ut til i denne omgang å være lite realistisk på bakgrunn av den dokumenterte forskyvning i tid mellom suppleringsbehovene i Drammensregionen og Asker/Bærum.

Det er ennå for tidlig å ha noen klar formening om hvilke planforslag man på landsdelsbasis kan komme fram til samt forutsetninger og muligheter for å realisere dem i takt med behovsøkningen. Man må imidlertid gå ut fra at de retningslinjer som blir utarbeidet, vil ha meget langsiktige perspektiver og følgelig vil betinge overgangs- anordninger av varierende omfang og varighet.

Regionale planforslag og samarbeid må antas å falle i tråd med de intensjoner som ligger til grunn for landsdelsutredningen. Dette gjelder for såvel dagsaktuelle behovsvariasjoner innenfor større forsyningsområder som for utnyttelse av store, sentrale vannkilder. I fremtiden vil da vedkommende forsyningsområde lettere kunne innpasses i en større sammenheng.

Eksisterende vannverk i Asker/Bærum dekker det lokale behov fram til omlag år 1985-1990. For Drammensregionen viser beregningene at Glitreprosjektet kan dekke kommunenes behov for suppleringsvann innenfor samme tidsrom.

En samstemning i tid mellom behovene i Drammensregionen og Asker/Bærum binder ikke kommunenes disposisjoner på lengre sikt, men skulle bidra til å skape et bedre økonomisk grunnlag for senere realisering av større samarbeidsprosjekter. Det antas at det i dag verken er nødvendig eller hensiktsmessig å ta stilling til senere byggetrinn, men at eventuelle tiltak med sikte på sikring av kilder eller rettigheter bør vurderes i større sammenheng med støtte i det materiale som etter hvert kan ventes fremlagt av sentralmyndighetene.

Generelt må man understreke betydningen av fortsatt kontakt mellom tilstøtende kommuner i det videre arbeid, med sikte på fornuftige løsninger av aktuelle samkjøringsproblemer.

3.3 Avløp

3.3.1 Eksisterende forhold

I henhold til tabell 3.2.1 har 48 av fylkets 58 tettsteder felles avløpsnett. Ca. 57,0 av fylkets befolkning og ca. 88 % av by- og tettstedbefolkningen har slikt nett. Det fins 7 renseanlegg i fylket, som til sammen dekker ca. 7,0 % av tettstedbefolkningen. Hallingdalsregionen er best dekket med renseanlegg. For de andre regioner foreligger praktisk talt ingen rensing.

Forholdene i Vestfosselva og Dramselva er sterkt preget av utslipp fra treforedlingsindustrien.

3.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende elver og vann syns å komme i betraktning som mulige resipienter for avløp fra byer og tettsteder i:

Region Drammen:	Dramselva.
Region Kongsberg/ Numedal:	Lågen, Dalselva og Rødbergdammen.
Region Hallingsdal:	Hemsila og Hallingdalselva.
Region Ringerike:	Tyrifjorden, Begna, Storelva, Sokna og Krøderen.

For øvrig kommer også Drammensfjorden og Oslofjorden i betraktning som resipienter. Alle byer og tettsteder bør skaffes avløps til disse resipienter, men hvorvidt utslipp skal skje direkte til sjøer eller de nevnte tilløpsvassdrag, bør i hvert enkelt tilfelle bestemmes ut fra en helhetsvurdering av vassdragstilstanden. For ferskvannsresipientene antas mekanisk rensing med utslipp på dypt vann i sjøene eller oppblanding i hovedvannmassene å kunne være hensiktsmessig i første omgang. Hvilke krav som på lang sikt bør settes til utslipp i fjordene, er ennå uklart.

For utslipp i Tyrifjorden og vassdragene ovenfor kan det på lengre sikt bli tale om fjerning av næringssalter.

Skjematisk ventes forurensningsbelastningen på hovedresipientene i fylket å tilføres fra følgende antall personekvivalenter i år 2000:

	Overført fra Oppland ant.p.e.	Fra Buskerud		Total ant.p.e.
		Direkte ant. p.e.	Indirekte via till.v. ant. p.e.	
Tyrifjord	36.400	29.800	8.200	74.400
Dramselva ved ut- løp i Drammens- fjorden	36.400	62.000	63.000	161.400
Hallingdalsvassdr. ved utløp i Drams- elva		23.900		23.900
Drammensfjorden	36.400	160.000	125.000	321.400
Oslofjorden	36.400	20.000	285.000	341.400
Nuredalslågen ved grensen mot Vestf.		37.100		37.100

3.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

For byer og tettsteder er det nødvendig å bygge avløpsnett for ca. 205.000 personer, og det må bygges renseanlegg for ca. 294.500 personer. Antall renseanlegg vil ligge mellom 64 og 38, avhengig av de fellesløsninger som kan bli gjennomført, spesielt langs Dramselva og Drammensfjorden.

Avløps edningene forutsettes utbygd etter prinsippet med separat-system med egne overvannsledninger ved all nybebyggelse, og suk-sessiv utbedring av de eksisterende ledninger og kummer. Det er for øvrig nedvendig med betydelige anlegg av avskjærende ledninger, pumpestasjoner m.m., særlig for Kongsberg, Ringerike og Drammens-regionen.

3.3.3.1 De største avløpsanlegg

Ringerike. I forbindelse med den grunnutnyttelsesplanlegging som gjennomføres i dette område, har Ringerike kommune engasjert et rådgivende ingeniørfirma til å utarbeide en avløpsplan. Planen tar sikte på å føre alt avløpsvann til ett sentralt renseanlegg. Tra-céene for alle hovedledningene er ennå ikke helt klarlagt. De om-råder som trekkes inn i denne plan, er Oppenåsen, Heradsbygda, Tolpinrud, Haugsbygda og Hønefoss. I tillegg kommer eventuelt

Hurumåsen, Steinsåsen og Vik samt Kilemoen og Hensmoen. Det generelle opplegg for avløpsplanen er vist på kart B 4-3.2.3.

Kongsberg. Kommunaldepartementet og Buskerud fylke har latt utrede kostnadene for avløpsanlegg i Kongsberg. Utredningen tok sikte på å gi en oversikt over de økonomiske forhold ved alternativ prioritering av fremtidige byggeområder. Konsulentutredningen konkludere med at avløpet fra eksisterende og nye boligområder bør samles til 4 mekaniske renseanlegg (kart B 2-3.2.3). Denne løsning ser ut til å være den gunstigste uansett spørsmålet om prioritering av utbyggingsområder. Utredningen tar ikke hensyn til industriavløpsvannet, hvilket muligens kan bevirke en reduksjon av antall renseanlegg.

Drammensregionen. Fylkets største og vanskeligste avløpsproblem er i DRammensdistriktet, hvor kombinasjonen kommunalt avløp/industriavløp bidrar til å komplisere forholdene.

Innenfor rammen av denne utredning er problemene gjort til gjenstand for en egen konsulentutredning, med sikte på å klarlegge visse tekniske og økonomiske konsekvenser av alternative forutsetninger med hensyn til resipientvalg og rensekraft. ¹⁾

Det er lagt vekt på at utredningen skal kunne tjene som rettleiding for regionen og de enkelte kommuner ved senere detaljert planlegging og utbygging av avløpssystemet.

Utredningen omfatter de kommuner som sogner til Dranselva med sideelver og Drammensfjorden, det vil i prinsippet si Røyken, Lier, Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eider, Modum og Sigdal.

For Røykens vedkommende dreneres bare en liten del av kommunen, nemlig deler av Spikkestadområdet, til Drammensfjorden, mens kommunen for øvrig dreneres til Oslofjorden. Kommunen har funnet det hensiktsmessig at avløpet fra mesteparten av Spikkestadområdet pumpes over til Drammensfjorden.

For Spikkestadområdet vil det sannsynligvis ikke være realistisk med samarbeid med noen av de øvrige kommuner på kort sikt, og man

¹⁾ Østlandskonsult A/S: Utredning av avløpsforholdene i Drammensdistriktet. Oktober 1967.

har derfor valgt å se bort fra Røyken i utredningen. Lokalt samarbeid i grenseområdet Lier/Røyken bør imidlertid ikke utelukkes, og hvis utviklingen i de to kommuner blir anderledes enn ventet, bør forholdene utredes nærmere.

Man har heller ikke funnet grunn til å foreta detaljerte vurderinger av avløpsforholdene i Sigdal, da kommunen nødvendigvis må løse sine oppgaver separat.

Utredningen er delt i 2 hovedgrupper. I gruppe 1 vurderes kommunalt avløp alene, i gruppe 2 både kommunalt og industrielt avløp.

Treforedlingsbedriftene representerer et spesielt problem, tilkjenne-gitt ved stort vannforbruk, store forurensningsmengder og kostnads-krevende rensetiltak. Det har ikke vært mulig å behandle det rens-tekniske problem konkret innenfor rammen av den foreliggende ut-redning. Man har derfor betraktet den enkelte bedrift som en typisk eksponent for vedkommende kategori, og benyttet tall og opplysninger hentet fra utenlandske rapporter. Det er på denne måte tatt ut-gangspunkt i vedkommende bedrifts produksjonstype og mengde, anvendt gjennomsnittsverdier for vannforbruk, forurensing og rensekostnader og basert beregningene på dette.

Under gruppe 1 (bare kommunalt avløp) har konsulenten skissert skjematiske rammeplaner for hver av kommunene Lier, Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker og Modum, som grunnlag for den regionale vurdering og for å ha visse holdepunkter for det tilfelle at hver kommune skulle bli henvist til å løse sine avløpsproblemer alene. Denne ut-redning viser følgende:

For Lier er det med støtte i kommunens tidligere rammeplan foreslått at alt avløpsvann, også fra Lierstranda, føres til et flotasjons-anlegg på Linnes og slippes ut på ca. 40 m dyp i Drammensfjorden.

For Drammen foreslås at avløpsvannet samles på begge sider av elven og føres til et felles flotasjonsanlegg plassert på Solumstranda. Avløpet fra Konnerud føres også til dette anlegg. Renset vann sendes ut på ca. 40 m dyp i Drammensfjorden.

For Drammen kommune representerer septiktanksystemet i de sentrale byområder et spesielt problem. I ett alternativ forutsettes systemet med septiktanker opprettholdt i bykjernen, mens avløpsvann fra nye boligområder samles til 3 renseanlegg - 1 på Assiden, 1 på Gulskogen og 1 på Solumstranda. Ved samtlige alternativer er det forutsatt at kombinertsystemet opprettholdes i eksisterende tettbebyggelse, mens nye områder utbygges etter separatsystemet. Såfremt løsningene for Drammensregionen blir å basere på separate løsninger innenfor de enkelte kommuner, antas det nødvendig å utrede disse forhold nærmere.

Fra de sørøstlige områder i Nedre Eiker kan avløpsvannet med fordel føres inn på Drammens avløpssystem. For de øvrige områder foreslås avløpsvannet samlet og ført til et felles mekanisk renseanlegg i Mjøndalen med utslipp i Dramselva.

For Øvre Eiker er det tidligere foreslått at alt avløpsvann fra Vestfossen og Hokksund med mellomliggende områder samles til ett sentralt mekanisk renseanlegg i Hokksund med utslipp i Dramselva.

I Modum foreslås avløpsproblemene løst separat for tettstedene Vikersund, Geithus og Åmot. For Vikersund anbefales utvidelse av eksisterende renseanlegg, mens det for Geithus og Åmot foreslås bygd nye, sentrale anlegg. Det konkluderes for øvrig med at det ikke under noen omstendighet vil lønne seg for Modum å samarbeide med andre kommuner om felles løsninger for kommunalt avløps alene.

For den distriktstvist vurdering av avløpsproblemene er det utredet i alt 5 alternativer. Modum er holdt utenfor, og vurderingen omfatter følgelig Lier, Drammen, Nedre og Øvre Eiker.

Alt. 1.1: Hver kommune løser sine avløpsproblemer separat.
 Det regnes med de løsninger som er skissert foran.
 (Kart B 1-3.2.4 A kommunale hovedanlegg er inntegnet).

Alt. 1.2: Avløpsvannet for de 4 kommunene samles til 2 renseanlegg - 1 felles flotasjonsanlegg på Solumstranda for Lier og Drammen, 1 felles mekanisk anlegg i Mjøndalen for Nedre og Øvre Eiker. (Kart B 1-3.2.4 B).

- Alt. 1.3: Avløpsvannet fra de 4 kommuner samles til 1 felles flotasjonsanlegg på Solumstranda. (Kart B 1-3.2.4 C).
- Alt. 1.4: Lier løser sitt avløpsproblem separat eventuelt delvis i samarbeid med Røyken, de øvrige kommuner fører sitt avløpsvann til Solumstranda. Det legges ledning Mjøndalen - Drammen. (Kart B 1-3.2.4 D).
- Alt. 1.5: Som alt. 4, men tunnel Mjøndalen - Drammen. (Kart B 1-3.2.4 E).

Både anleggs- og årskostnader er klart lavest for alt. 1.1, dvs. separate løsninger for hver enkelt kommune.

Sammenstillingen nedenfor gjelder bare de anleggsdeler som har betydning for den økonomiske sammenlikning av alternativene.

Alt. 1	Anleggskostnader	Årskostnader
1.1	33.890.000	2.695.700
1.2	41.379.000	3.382.400
1.3	45.974.000	3.902.400
1.4	41.770.000	3.465.200
1.5	47.596.000	3.600.900

Det fremgår at det under de forutsetninger som er lagt til grunn, ikke er lønnsomt å samle avløpsvannet fra flere kommuner til større fellesanlegg. Overføringene blir relativt lange og kostbare, og de spesifikke kostnader for renseanleggene avtar lite ved økende tilknytting når anleggene kommer opp i de størrelser som her er aktuelle. Imidlertid viser utredningen samtidig at resipientforholdene ikke blir synderlig forbedret av kommunale tiltak alene. Så lenge avløpet fra industrien slippes ubehandlet ut i vassdraget, vil man ved alt. 1.1 oppnå en reduksjon av organiske forurensninger på ca. 4,5 %, mens reduksjonen ved alt. 1.4 og 1.5, dvs. en total avlastning av kommunalt avløp, fortsatt bare er vel 6 %. Næringssaltreduksjonen vil dessuten være ubetydelig.

I gruppe 2 er kommunalt og industrielt avløp vurdert samlet, enten som separate løsninger for hver kommune og hver treforedlingsbedrift eller som felles løsninger.

På bakgrunn av konklusjonene for gruppe 1 er Lier kommune holdt utenfor ved behandlingen av gruppe 2. Det rimeligste for Lier blir under enhver omstendighet å løse sine avløpsproblemer separat eller eventuelt med lokalt samarbeid med Røyken. Gruppe 2 omfatter følgelig Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker og Modum.

3 alternativer er kostnadsberegnet:

Alt. 2.1: Hver kommune og hver bedrift behandler sitt avløpsvann separat. For kommunene regnes det med de løsninger som er foreslått tidligere og at bedriftene behandler sitt avløpsvann internt. (Kart B 1-3.2.4 A).

Alt. 2.2: Alt. avløp fra Drammen og Nedre Eiker samt fra treforedlingsbedriftene i disse kommuner føres til ett felles flotasjonsanlegg på Solumstranda. For Øvre Eiker og Modum regnes med de samme løsninger som i alt. 2.1. (Kart B 1-3.2.4 F, kommunale hovedanlegg er inntegnet).

Alt. 2.3: Avløpsvannet fra samtlige treforedlingsbedrifter mellom Drammen bybro og Geithus føres sammen med kommunalt avløp fra Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker og Modum til ett felles flotasjonsanlegg på Solumstranda. Avløpet føres i tunnel mellom Åmot og Solumstranda. (Kart B 1-3.2.4 G).

Reduksjonen i tilførsel av organisk stoff til Dramselva (Drammen bybro) er for alt. 2.1 beregnet til ca. 58,6 % for alt. 2.2, ca. 82,4 % og for alt. 2.3 henimot 100 % (i forhold til forurensningsmengdene ved utslipp av ubehandlet avløpsvann). Imidlertid kan reduksjonen av næringssalttilførselen til elven og fjordens overflatesjikt muligens ha betydning for forurensningsvirkningene. Alt. 2.1 vil sannsynligvis gi en relativt liten forbedring i så henseende.

Alt. 2.2 har de laveste kostnader, beregnet til ca. 125 mill. kroner, hvorav industriens andel utgjør ca. 52 mill. Alt. 2.1 er dyrere og gir relativt sett vesentlig dårligere resipientforhold. Alt. 2.3 gir mulighet for nærmest total avlastning av kommunalt og industrielt avløp til Dramselva nedstrøms for Vikersund, men er betydelig dyrere enn alt. 2.2, ca. 15 mill. kroner i kapitalisert verdi.

Tabellen nedenfor viser en sammenstilling av totalkostnadene for alt. 1.1 og 2.2. I motsetning til de kostnader som tidligere er gjengitt for alternativene i gruppe 1, har man her angitt total-kostnaden for alt. 1.1.

Alt.	Anleggskostn. i 1000 kr		Årskostn. i 1000 kr	
	Kommune	Industrien	Kommune	Industrien
1.1	80.759		6.220,2	
2.2	72.420	52.263	5.747,8	4.763,5

Hvilke løsninger man bør satse på, avhenger bl.a. av målsettingen for vassdraget. Som grunnlag for diskusjonen foreligger i dag følgende holdepunkter:

- a) Av NIVA's tidligere undersøkelse av Dramselva (1961) fremgår det at forurensningene er meget betydelige og skaper problemer av forskjellige slag. Forurensningssituasjonen er til enhver tid betinget både av et kommunalt og industrielt bidrag med organisk stoff. I tillegg til den primærforurensning som dette medfører, gir det årsak til en tidvis sterk sekundærproduksjon av organisk stoff i vassdraget som følge av mikrobiologisk aktivitet.
- b) De alternative forslag til tekniske tiltak som nå foreligger, gir et varierende resultat med hensyn til hvor stor del av primærbelastningen på vassdraget som kan reduseres. På grunnlag av den kunnskap man foreløpig sitter inne med, er det bare i liten grad mulig å forutsi virkningen på vassdraget av de enkelte løsninger. Som tidligere nevnt, vil rene kommunale tiltak ha liten effekt når det gjelder å redusere

den organiske primærbelastning. På den annen side vil slike tiltak kunne bety en betydelig bedring av rent lokale forhold ved at en vesentlig del av de flytende partikulære forurensninger fjernes, og at dannelsen av slambanker utenfor de respektive utslipp reduseres.

I hvilken grad sekundærproduksjonen vil reduseres gjennom de enkelte alternative tiltak er det imidlertid umulig å gi noe entydig svar på i dag. Dette spørsmål kan bare belyses nærmere ved å gjennomføre omfattende biologiske forsøk i vassdraget.

- c) De løsninger som er foreslått for en hel eller delvis avlastning av Dramselva med hensyn til avløpsvann, forutsetter utslipp i Drammensfjorden innenfor terskelen ved Svelvik. Informasjoner om Drammensfjordens kvalitet er foreløpig meget begrenset. Det er derfor ikke bakgrunn for å forutsi fjordens reaksjon på så vidt store belastninger som her kan komme på tale, eller på hvilket tidspunkt det eventuelt kunne bli nødvendig å sette inn sterke rensetekniske tiltak eller transportere forurensningene til det ytre fjordområde.

Ved praktisk planlegging og gjennomføring av prosjekter av den størrelsesorden som her diskuteres, har det avgjørende betydning at løsningene muliggjør en fornuftig etappevis utbygging. Grunnlaget er foreløpig for svakt til at de presenterte alternativer kan drøftes på slike premisser. Man savner, som tidligere nevnt, målsettingen, såvel for vassdraget som for regionen totalt sett. Forholdene i fjordområdet må klarlegges nærmere, sammenhengen med tilstøtende områder utredes osv.

Til slutt bør det bemerkes at det i konsulentutredningen er forutsatt flotasjon som renseteknisk tiltak ved utslipp på dypt vann i Drammensfjorden. En slik rensing vil i første rekke ta sikte på å gjerne flytende partikulært materiale, mens store deler av det sedimenterbare slam tilføres fjorden. Det er uklart hvorvidt dette rensesprinsipp vil være egnet for den kombinasjon av kommunalt og industrielt avløpsvann som det her er tale om, og dessuten om man kan tillate seg å benytte en målsetting som innebærer en sterk slambelastning på fjordens bunnområder. Fjordens bunnområder har imidlertid fra meget lang tid tilbake hatt råtne forhold.

3.3.3.2 Utredningsbehovet

Det er nødvendig å planlegge avløpsnett for ca. 205.000 personer og renseanlegg og hovedanlegg for ca. 294.500 personer.

Det er behov for å få en del av hovedtransportsystemet klarlagt for avløpsplanen for Ringerike, spesielt med hensyn til tracévalg.

Den foreliggende avløpsplan for Kongsberg bør vurderes nærmere. For Drammensregionen vil den foreliggende utredning om avløpsforhold være et tilstrekkelig grunnlag for en prinsippavgjørelse om hvordan et fortsatt arbeid bør gripes an.

3.4 Sammenheng med andre fylker

For Ringeriksregionen er det aktuelt å undersøke mulighetene for en felles vannforsyning med Jevnaker i Oppland, basert på Randsfjorden som vannkilde.

For region Drammen er det på lengre sikt nødvendig å samarbeide med Vestfold og Akershus om hensiktsmessige fellesløsninger for vannforsyning basert på Eikeren og Holsfjorden.

TABELL 3.1

BEFOLKNINGSUTVIKLING 1966-1980-2000

BUSKERUD FYLKE

Region		Befolkning (1.000 personer)											
Nr.	Navn	Ant. kom.	Ant. tettst.	1966			1980			2000			
				Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total	
1	Drammen	8	27	83,5	34,9	118,4	136,6	24,3	160,9	239,3	15,6	254,9	
2	Kongsberg/Numedal	4	10	14,8	10,0	24,8	22,0	8,8	30,8	31,8	5,3	37,1	
3	Hallingdal	6	11	6,6	10,9	17,5	10,3	8,9	19,2	15,7	6,8	22,5	
4	Ringerike	2	10	19,2	11,3	30,5	25,7	7,9	33,6	32,9	5,5	38,4	
	Sum	20	58	124,1	67,1	191,2	194,6	49,9	244,5	318,0	34,1	352,9	
	Prosentvis			65	35		79	21		89	11		

TABELL 3.2.1

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSFORHOLD
BUSKERUD FYLKE

Region	Kommunale vannverk				Andre vannverk over 100 personer		Felles avløpsnett		RenSeanlegg				
	Ant.	Antall personer tilkn.	Herav med rensing	Herav med rensing	Ant.	Antall personer tilkn.	Antall tettsteder	Antall personer tilkn.	Mek. rensing		Biol. rensing		
									Ant.	personer tilkn.	Ant.	personer tilkn.	
Drammen	6	80.000	53.000	7.800	10	12.200	23	73.400			2	400	400
Kongsberg/Numedal	3	10.150	10.000	500	4	1.600	9	13.640			1	500	500
Hallingdal	10	5.800	3.000	1.200	2	600	7	8.900 ¹⁾			2	6.700 ¹⁾	6.700 ¹⁾
Ringerike	5	11.450	10.300		7	4.750	9	13.680	2	250			200
Sum	24	107.800	76.300	9.500	23	19.150	48	109.620	2	250	5	7.600	7.800
% tilkn. av tot. befolkn. i fylke		56,5	40,0	5,0		10,0		57,0					
i tettst.								88,0					3,1

1) Herav 3.900 personer i spredt bebyggelse.

4. HEDMARK FYLKE

4.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000

I tabell 4.1 er det gitt en oversikt over befolkningsutviklingen og befolkningsfordelingen i henhold til utbyggingsavdelingens prognoser. Byer, tettsteder og vassdrag er vist på kart 1 i bilagene C 1 til og med C 5.

I 1966 bodde ca. 74 % av fylkets befolkning i regionene Hedemarken og Solør/Odal. Fram til år 2000 ventes denne prosent uforandret, dog med relativt sterkere økning for Hedemarken. Sterk økning av befolkning ventes for Sør-Østerdal, vesentlig for Elverums vedkommende. For de andre regioner ventes mer eller mindre nedgang i befolkningen. Førstnevnte 3 regioner regnes å få sterk vekst av tettstedene, spesielt Hamarområdet, Kongsvinger og Elverum, hvor vann- og avløpsproblemene ventes å bli størst.

4.2 Vannforsyning

4.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell 4.2.1)

Ca. 39 % av fylkets befolkning er tilknyttet 10 kommunale og 41 private vannverk som betjener mer enn 100 personer. Bare 23 % av befolkningen får vannet rensset eller desinfisert. To vannverk har fullrensing (2.600 pers.). Fem vannverk har filtrering (23.600 pers.) og fire vannverk for til sammen ca. 27.500 personer mangler enhver form for rensing. Av disse vannverk benytter 14 (10.200 pers.) grunnvann. Forutsetter man at sistnevnte vannverk basert på grunnvann, leverer hygienisk betryggende vann, står det igjen 25 vannverk for ca. 17.300 personer (gjennomsnittlig 690 pers. pr. vannverk) som mangler rensing i dag. Det er noe uklart hvilke vannverk som er teknisk-hygienisk mindre tilfredsstillende, men en rekke steder er det i gang planlegging av nye vannverk eller utbedringer og ut-

videlser. Mesteparten av fylkets befolkning (ca. 61 %) er ikke knyttet til større fellesvannverk med ytelse til mer enn 100 pers.

De viktigste vannkilder som er i bruk i dag, er Mjøsa og Glåma som til sammen forsyner ca. 34.000 personer. Herav dekker Mjøsa alene ca. 27.000 personer, mens Glåmavannet blir i mange tilfeller tatt ut fra grunnboringer langs elvebredden.

4.2.2 Utbygging av vannforsyningen

4.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet i de enkelte regioner fremgår av tabellene 2.2.1 i bilagene C 1 til og med C 5. Det totale vannbehov i fylket er anslått til ca. 85.000 m³/d. i 1980 og ca. 124.000 m³/d. i år 2000, hvorav nesten 80 % faller på Hedemarken og Solør/Odal regionene, og ca. halvparten på Hedemarken alene. Spesielt stort spesifikt vannforbruk er antatt for Kongsvinger og Hamar på grunn av eksisterende og forventet industri.

4.2.2.2 Aktuelle vannkilder

Følgende elver og vann har eller regnes å kunne få aktuell betydning for fremtidige vannforsyningsformål:

Nord-Østerdal:	Auma, Glåma, Tallsjøen, Kvernbecken, Høståsbekken, Vangrøfta og Setersjøen.
Sør-Østerdal:	Glåma og Blisterbekken.
Trysil/Engerdal:	Trysil-elva, Ørsjøen og Kollossjøen.
Hedemarken:	Mjøsa, Flakstadelva, Mosjøen, Opsalelva og Moelva.
Solør/Odal:	Glåma, Digeren, Veksaren, Kroksjøen, Nøkketjern, Dystjern, Igletjern, Svarttjern, Storsjøen, Frysjøen, Lindtjern, Stor-Bronken, Eidsnangen og Baksjøen.

En del av de eksisterende vannkilder nevnt ovenfor, må antas å falle bort som fremtidige vannkilder. I tillegg til disse overflatevannkilder fins det gode muligheter for billig grunnvann, bl.a. langs

Glåma, syd for Vingersjøen, og en rekke steder i Hedemarken regionen.

Antakelig vil ca. 65.000 personer omkring år 2000 bli forsynt med vann fra Mjøsa, mens ca. 35.000 personer vil få vann fra Glåma, til dels indirekte i form av grunnvann.

Angående vannkvalitet og forurensningstilstanden i Glåma og Folla vises til RAPPORT I, del 2, 1. Vannkvaliteten i Mjøsa, Flakstadelv og Moelv er behandlet i RAPPORT I, del 3, 3. Endelig foreligger det i RAPPORT I, del 4, opplysninger om vannkvaliteten i Digeren, Veksaren, Storsjøen i Odal og Trysilelva. For de øvrige lokaliteter nevnt ovenfor, foreligger det ingen opplysninger om vannkvaliteten.

4.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en samlet vurdering gis det nedenfor en grov oversikt over det sannsynlig utbyggingsbehov fram til år 2000.

Antall pers. som trenger fordelingsnett	:	76.000 pers.
" " " " grunnvannsforsyning	:	37.100 "
" " " " vannverk med desinfisering:		4.900 "
" " " " " " "		
		og sandfiltrering : 42.100 "
" " " " v.v. med fullrensing	:	28.500 "
" " " " hovedanlegg (magas., hovedl., pumpest., m.m.)	:	99.800 "

Antall vannverk ventes å bli redusert med 5. En ytterligere reduksjon er sannsynlig og ønskelig, men dette bør utredes nærmere.

4.2.2.4 De største vannverk

Kongsvinger. På grunn av den store befolkningsøkningen som ventes, vil den nåværende vannkilde, Bogerfløyta, bli for liten. Den beste løsning for fremtiden synes å være en grunnvannsforsyning like syd for Vingersjøen. Forekomstene antas så store at de vil kunne dekke et hvert fremtidig behov. Et 1. byggetrinn med kapasitet 8.640 m³/d. og hovedledningen til Kongsvinger antas å koste ca. 3,5 mill. kroner.

Elverum. Elverum har i dag 3 grunnvannspumper langs Glåma i drift. Erfaringene er så gode at man regner med å kunne dekke fremtidens vannbehov med installasjon av flere pumper, mens man for øvrig bygger ut de tekniske hovedanlegg for fremføring og magasinering av vann.

Hamarområdet. På grunn av de kompliserte vannforsyningsforhold i dette område og aktuelle behov for utbygging har NIVA innenfor rammen av det foreliggende utredningsarbeid engasjert et rådgivende ingeniørfirma til å utrede alternative løsninger til en interkommunal vannforsyning for den tettest befolkede del av regionen. ¹⁾

Det foreligger 5 hovedalternativer:

- I Hver kommune bygger ut sine eksisterende anlegg (kart C 4-2.2.4.3 A).
- II Hamar vannverk utvides og dekker hele vannbehovet (kart C 4-2.2.4.3 B).
- III Stange vannverk utvides og dekker hele vannbehovet (kart C 4-2.2.4.3 C).
- IV Eksisterende Stange og Hamar vannverk utvides og dekker hele vannbehovet (kart C 4-2.2.4.3 D).
- V Vannbehovet dekkes ved nytt vanninntak fra Mjøsa i nordre del av Stange (kart C 4-2.2.4.3 E).

For vannverkene i Stange og Hamar med inntak i Mjøsa var det forutsatt dypvannsinntak, desinfeksjon og sandfiltrering, dog skulle filteranleggene holdes atskilt i den økonomiske sammenlikning. Det har derfor oppstått en del underalternativer, nemlig indeks a: uten sandfilter, indeks b: bare sandfilter for Hamar vannverk. Man har dessuten utredet et alternativ IV A, som forutsetter en annen fremtidig befolkningsfordeling, nemlig en by på 10.000 personer i Vangsåsen og tilsvarende færre innbyggere i sentrumsområdet rundt Hamar (kart C 4-2.2.4.3 D).

En økonomisk sammenstilling av alternativene er vist i tabell C 4-2.2.4.3. Denne oversikt tyder på at alt. IV er det gunstigste, dvs. Hamar by med deler av Ringsaker forsynes av Hamar vannverk.

1)

Vang, Løten og Stange forsynes ved utbygging av et vanninntak i Stange. Det er fra konsulentens side antydnet straksløsninger som sikrer alle kommuner en tilfredsstillende vannforsyning snarest mulig.

Alt. IV A viser at vannforsyningen vil kreve 1,27 mill. kroner mer i anleggsutgifter enn alt. IV. I virkeligheten er forskjellen vesentlig større, idet alternativet innebærer en dårligere utnytting av hovedanleggene i sentrumsområdet. Disse anlegg beholder nemlig noenlunde samme dimensjoner ved dette alternativ.

4.2.2.5 Utredningsbehovet

Det er i tiden fremover nødvendig å planlegge:

fordelingsnett	for	76.000 personer	
grunnvannsforsyning	"	37.100	"
desinfiseringsanlegg	"	4.900	"
sandfiltreringsanl.	"	42.100	"
fullrenseanlegg	"	28.500	"
hovedanlegg	"	99.800	"

For Hamarområdet vedkommende må det snarest mulig tas standpunkt til den foreliggende konsulentutredning (pkt. 4.2.2.4) og ved undersøkelser må de gunstigste inntakssteder og inntaksdybder bestemmes.

For fjell- og skogsområdene er det spesielt viktig at man ved hyttebygging og turistanlegg sikrer tilfredsstillende vannforsyning, og ordner seg slik at eventuelle avløp ikke forurensrer nåværende og fremtidige vannkilder eller mindre vassdrag i friluftsområdene. Utbyggingsområdenes plassering m.h.t. forurensning må overveies nøye.

For øvrig er det ønskelig snarest mulig å bestemme seg for fremtidige vannkilder som er så store at de kan dekke behovet fram til år 2000 og fortrinnsvis et vesentlig større behov.

4.3 Avløp

4.3.1 Eksisterende forhold

I henhold til tabell 4.2.1 har 32 av fylkets 38 tettsteder felles avløpsnett. Ca. 26 % av fylkets befolkning og ca. 81 % av by- og tettstedbefolkningen har slikt nett. Det fins 9 renseanlegg i fylket, som dekker ca. 27,5 % av tettstedene.

Ca. 74 % av befolkningen har utslipp i grunne, grøfter eller vassdrag, de fleste av dem benytter septiktank. Mange steder er forurensningen generende, bl.a. ved Hamar, mens Rena Kartonfabrik påvirker Glåma i vesentlig grad over en lang elvestrekning.

Spesielt urovekkende kan forholdene være i fjellet. Avløpsvann fra hytter og turiststeder lar seg ofte vanskelig absorbere i grunnen. En sterk kontroll med plassering av fritids- og hotellbebyggelse og tekniske tiltak er nødvendig.

4.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende elver og vann synes å komme i betraktning som mulige resipienter for avløp fra byer og tettsteder:

Nord-Østerdal	:	Glåma, Folla, Rena, Lomnessjøen.
Sør-Østerdal	:	Glåma.
Trysil/Engerdal	:	Trysilelva, Engeråa, Engeren.
Hedemarken	:	Mjøsa, Storelva, Svartelva, Flakstadelva, Snaråa, Vingergjessa, Fura.
Solør/Odal	:	Glåma, Flisa, Storsjøen, Vrangselva.

Alle byer og tettsteder bør skaffes avløp til disse resipienter, men hvorvidt utslipp skal skje direkte til sjøer eller til deres tilløpsvassdrag, bør i hvert enkelt tilfelle bestemmes ut fra en helhetsvurdering av vassdragstilstanden.

Skjematisk vil belastningen på hovedresipientene bli omtrent slik i år 2000:

	<u>Direkte utslipp</u>	<u>Indirekte via tilløpsvassdrag</u>	<u>Total</u>
Mjøsa	63.650 (57.700) pers.	(5.950)pers.	63.650 pers.
Glåma	57.500 "	5.600 "	63.100 "
Trysilrelva	2.100 "	-	2.100 "

Tilførsel av avløpsvann til Trysilrelva ventes neppe å få vesentlig betydning ved den befolkningsprognose som er forutsatt ved denne utredning. Mekanisk rensing antas i første omgang å kunne være tilstrekkelig, mens ytterligere rensing kan komme på tale. Dette avløpsvann er for øvrig det eneste i landet som berører svenske vassdrag, bortsett fra Iddefjorden og Vrangselva.

For Glåma er forholdene noe mer komplisert. Elven har stor betydning som vannkilde, spesielt for Østfold og eventuelt for Oslo-Akershus. Visse typer industri kan ha stor betydning for elvens brukbarhet til vannforsyning. Med etablering av industri i Glåmavassdraget (dette gjelder både Mjøsa og Glåma) bør det derfor utvises stor forsiktighet. Visse industrityper vil man måtte unngå mens andre må pålegges meget strenge krav til rensing. For det kommunale avløpsvann vil det i alle tilfeller være nødvendig med mekanisk rensing både for Glåma og Mjøsa, men ytterligere rensing kan komme på tale.

Mjøsa er en nødvendig resipient, men den er samtidig en viktig vannkilde. Man kjenner i dag for lite til innsjøen til å kunne formulere bestemte rensekraav og utslippingsmåter. Disse forhold må derfor klarlegges. Mekanisk rensing vil i alle tilfeller bli nødvendig.

4.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

I tiden fram til år 2000 vil det bli nødvendig med følgende utbygging av avløpsledninger og renseanlegg.

Felles avløpsnett for	ca. 82.000 pers.
Renseanlegg for	" 126.600 "
Hovedledninger, avskjærende ledninger, pumpestasjoner m.v. for	" 126.600 "

Det vil bli nødvendig å bygge inntil 34 renseanlegg (eventuelt 28 anlegg hvis man oppnår en fellesløsning for Hamarområdet), hvorav enkelte fins allerede i dag. Disse må imidlertid utvides, bortsett fra Koppang.

4.3.3.1 De største avløpsanlegg

Hamar og tilgrensende deler av regionens øvrige kommuner. Disse peker seg klart ut som et område der regionale vurderinger er påkrevd med hensyn til planlegging og drift av avløpssystemet. Innenfor rammen av det foreliggende utredningsarbeid har NIVA engasjert et rådgivende ingeniørfirma til å utrede alternative løsninger til avløpsspørsmålet i Hamarområdet slik at regionen og dens enkelte kommuner kan rettledes i spørsmål som angår valg av resipienter, rensemetoder, omfang av eventuelle samarbeidstiltak m.v. ¹⁾

Regionplansjefen har utarbeidet prognoser for folketallet i de forskjellige deler av området i år 2000, herunder er det tatt med en alternativ "by" på 10.000 innbyggere i Vangsåsen.

Det er i alt utredet 5 hovedalternativer som igjen er spaltet i undervarianter. Avløp som forutsettes ført ut i Mjøsa er foreslått som dypvannsutslipp etter forutgående mekanisk rensing, mens utslipp i andre resipienter, herunder Akersvika og enkelte elver, forutsettes å ha passert biologiske renseanlegg. Tidspunktet for når en ytterligere rensing er nødvendig ved utslipp i Mjøsa, kan det i dag ikke tas standpunkt til.

Hovedalternativ I

Avløpsvannet fra tettstedene forutsettes samlet i 5 renseanlegg (Hamar, nordre del av Stange, Stange stasjonsby, Løten og Vang med deler av Ringsaker).

Alternativ I A (kart C 4-3.2.4 A)

Her kommer i tillegg renseanlegg for Vangsåsen med lokalt utslipp.

1)

Østlandskonsult A/S: Avløpsforholdene i en del av Hamarregionen.

Alternativ I B (kart C 4-3.2.4 F)

I Løten er antatt 2 biologiske renseanlegg, videre 1 ditto for Ilseng. For øvrig som I og I A.

Alternativene I, I A og I B forutsetter 3 utslipp i Mjøsa fra Hamar, Vang og Stange nord, de øvrige utslipp forutsettes ført til nærliggende elver.

Hovedalternativ II (kart C 4-3.2.4 B)

Dette forutsetter, fullt utbygget, 5 mekaniske renseanlegg, nemlig: Hamar, Stange nord, Løten med Ilseng, Vang med deler av Ringsaker, Stange stasjonsby. Felles utløpsledning fra Stange nord.

Alternativ II A (kart C 4-3.2.4 B)

Som II, men i tillegg mekanisk renseanlegg for Vangsåsen og overføring til fellesutløpet.

Alternativ II B (kart C 4-3.2.4 F)

Forutsetter lokale utslipp fra 3 biologiske renseanlegg i Løten og Ilseng, ellers som II og II A.

Alternativ II C

Eget utløp i Mjøsa for Hamar, for øvrig som II og II A.

Hovedalternativ III (kart C 4-3.2.4 C)

Alt avløpsvann fra tettstedene overføres til et felles, mekanisk renseanlegg i Hamar, herfra utslipp på dypt vann i Mjøsa.

Alternativ III A (kart C 4-3.2.4 C)

Som III, men i tillegg kommer avløp fra Vangsåsen.

Alternativ III B (kart C 4-3.2.4 F)

Som III eller III A, bortsett fra 3 separate, biologiske renseanlegg med egne utløp for Løten og Ilseng.

Hovedalternativ IV (kart C 4-3.2.4 D)

Alt avløpsvann til ett felles mekanisk renseanlegg på Stangesiden, og ett utslipp på dypt vann i Mjøsa.

Hovedalternativ V (kart C 4-3.2.4 E)

Alt avløpsvann overføres til mekaniske renseanlegg, ett i Hamar og ett i Stange nord. Dypvannsutslipp fra hvert av disse to anleggene.

Av faktorer som må tas med ved vurderingen av hvilket alternativ som alt i alt er det gunstigste, kan nevnes:

- a. Den valgte løsning må best mulig tilfredsstillende kravene som i samsvar med målsettingen for vassdragene blir stilt til renseseffekten, plassering og utforming av utløpene m.v. (Hygieniske krav og generelle hensyn til vannforekomstene i området). Det er f.eks. tvilsomt om biologisk rensing er tilstrekkelig for utslipp i Akersvikas nedslagsfelt.
- b. Kloakktekniske hensyn.
- c. Økonomiske hensyn (kfr. tabell C 4-3.2.4).
- d. Kommunalpolitiske hensyn.

Ut fra den betraktning at regionplanarbeidet ennå ikke er kommet særlig langt, er det selvsagt av betydning at en regional avløpsplan er fleksibel, så den mest mulig kan tilpasses utviklingen. Det er en fordel om den kan realiseres trinnvis. Dersom en plan i tillegg til andre fortrinn byr hver enkelt av kommunene mulighet for i stor utstrekning selv å igangsette anlegg uten å være avhengig av utbyggingstempoet i nabokommunene, vil normalt planene raskere kunne settes ut i livet. Ut fra denne betraktning er yttergrensene alternativ I (egne renseanlegg og egne utslipp for hver kommune) og alternativ III og IV (ett renseanlegg og ett felles utløp) de gunstigste. Det alternativ som ligger lavest i både anleggs- og årskostnad, er III B (3 biol. renseanlegg i Løten - Ilseng området, og for øvrig ett felles renseanlegg og - utløp i Mjøsa på Hamarsiden). Alternativet er betinget av at det foreligger tilfredsstillende tomteforhold for det sentrale renseanlegg, og at utvik-

lingen ikke blir for sterk i Løten- Ilsengområdet. Eventuelle betenkeligheter p.g.a. renseanleggets nære naboskap med bybebyggelsen må vurderes. Gjennomføringen krever utstrakt samarbeid mellom 4 av kommunene. Betingelsene er for øvrig at Industridepartementet godkjenner utslippene i Løten og Ilseng. Som nevnt i konsulentutredningen, vil valg av alternativ i alle fall avhenge av hvorvidt alt vann vil bli forlangt ført ut i Mjøsa eller noe av det midlertidig eller permanent tillates sloppet i vassdragene lokalt.

Da det er relativt lave folketall det opereres med for Løtens vedkommende, anser man det som realistisk å formode at i alle fall midlertidig, lokal utslippingstillatelse kan påregnes, og det er vel heller ikke utelukket at utslipp kan bli tillatt i hele perioden det planlegges for, hvis det planlegges med moderat utvikling i området. Man ser for øvrig heller ikke bort fra muligheten for at også laguneanlegget i Stange, i sin nåværende eller utbedret form, vil kunne gi tilfredsstillende forhold med en relativt beskjeden utvikling i stasjonsområdet, og vil kunne godkjennes som en permanent ordning, eventuelt med forutgående mekanisk rensing.

Med bakgrunn i det foreliggende materiale og det som er nevnt ovenfor, kan man slutte seg til den konklusjon som er trukket av rådgivende ingeniør. En kombinasjon av alternativene II B og II C vil by visse fordeler. Deler av anleggene skulle kunne relativt snart bli igangsatt, og de enkelte kommuner er i liten grad avhengig av utbyggingstempoet i nabokommunene. Systemet er fleksibelt og kan tilpasses utviklingen. Det antas imidlertid at det nok vil vise seg ønskelig og nødvendig å få ført utløpet fra renseanlegget i Hamar (R2) ut på dypt vann tidligere enn forutsatt i utredningen,): 2. byggetrinn i 1990.

Det vil være nødvendig før endelig valg av alternativ kan treffes, å få klarlagt hvilke krav som må antas å bli stilt til utslipp. Det anses høyst ønskelig å få satt igang undersøkelser i Mjøsa, som kan belyse innsjøens reaksjon på langsiktige tilførsler av forurenset vann, og som kan gi bakgrunn for å treffe et hensiktsmessig valg med hensyn til grad av rensing. Dette er en sak regionplanrådet snarest bør ta opp.

Måling av avløpsmengder pågår for tiden i Vang og Løten, og en vippepluviograf er anskaffet av regionplanrådet. Det er ønskelig at kommunene utnytter tiden og best mulig "kartlegger" forholdene ved målinger og vassdragundersøkelser, så man får best mulig grunnlag for dimensjonering av anleggene. Blant annet vil det være av betydning å få gjennomført systematiske undersøkelser av avløpsvann fra laguneanlegget i Stange.

Samtlige alternativer forutsetter fremføring av Hamars avløpsvann til Tyvholmen, og arbeidet med å føre fram pumpeledninger m.v. dit fra nåværende hovedutslipp ved bryggeriundergangen skulle kunne gå sin gang i alle fall.

Spørsmålet om videreføring av Hamars utløp i Akersvika sett i sammenheng med noen av Vang kommunes utløp, trenger kanskje nærmere utredning.

For Stanges vedkommende inneholder alle alternativer et samlingssted for avløpsvann ved munningen av Akersvika, og det blir i alle fall aktuelt med avskjærende ledninger og pumpeledninger fram dit fra de områder i Stange som sokner til Svartelva og Akersvika. Det som i øyeblikket er usikkert, er beregningsgrunnlaget for dimensjonene, som avhenger av eventuelle avløpsvannmengder som overføres fra Vang.

Vedrørende en eventuell by i Vangsåsen så viser rådgivende ingeniørs utredning det samme som i vannforsyningsutredningen. Dvs. at ut fra et teknisk-økonomisk synspunkt bør ikke en slik by påbegynnes før kostbare vann- og avløpsanlegg i sentrumsområdet er blitt tilstrekkelig utnyttet.

Kort skissert kan det pekes på følgende viktige hovedoppgaver i regionen i forbindelse med disponering av avløpsvann:

- Pkt. 1. Bringe nåværende utredning inn som et ledd i det øvrige general- og regionplanarbeid og foreta den nødvendige justering og koordinering som dette betinger.
- Pkt. 2. Søknad om midlertidig utslippingstillatelse for hele Hamarområdet med utgangspunkt i den foreliggende utredning.

- Pkt. 3. Undersøkelser av vassdrag, spesielt Mjøsa, med henblikk på fastsettelse av endelige krav.
- Pkt. 4. Tomtespørsmålet for et sentralt renseanlegg avgjøres snarest mulig, slik at antall varianter reduseres. Tomten må kunne romme avløpet for hele området inkl. Løten, og det må være plass til både biologisk rensing og næringssaltreduksjon.
- Pkt. 5. I mellomtiden fører Ringsaker og Vang etter nærmere avtale sitt ledningsanlegg ned til Akersvika, mens Hamar fører sitt avløp til Tyvholmen. Løten fører sammen sitt avløp ved Brenneriroa og ved Ådals bruk. Stange fører avløpene til omtalte tomt for renseanlegg nord i kommunen, men samleledningen østfra utsettes inntil det er avgjort om avløp fra Vang og Løten må tas med.
- Pkt. 6. Godkjennelse av de regionale vann- og avløpsplaner som ledd i regionalplanen.
- Pkt. 7. Søknad om permanent utslippingstillatelse.
- Pkt. 8. Renseanlegg bygges i henhold til utslippingstillatelsen.

Kongsvinger (kfr. kart C 2-3.2.3). For Kongsvinger foreligger det en rammeplan som omfatter 40.000 personer, og den er basert på ett felles utslipp i Glåma, foreløpig med mekanisk rensing.

Elverum. For Elverum - Leiret blir det aktuelt å samle ca. 20 forskjellige utløp i ett, muligens to renseanlegg.

4.3.3.2 Utrekningsbehovet

Det må planlegges avløpsnett for 82.000 personer og renseanlegg for 126.600 personer, samt hovedledninger, avskjærende ledninger m.m. for samme antall personer. Vassdragsundersøkelser, spesielt for Glåma og Mjøsa, er nødvendige for å bringe de mer langsiktige renskrav på det rene. Samtidig må det settes opp en bruksplan for Mjøsa og Glåma.

Det trengs rammeplaner for Elverum og en rekke tettsteder.

4.4 Sammenheng med andre fylker

For Trysil/Engerdal regionen må man være oppmerksom på at Trysil-elva renner inn i Sverige. Det bør derfor utvises spesiell varsomhet ved etablering av våt industri. Det samme gjelder for hele fylket for øvrig, i og med at Glåma og Mjøsa er viktige vannkilder for store områder sør for fylkesgrensen.

Mjøsa er vannkilde og resipient både for Oppland og Hedmark. Det er ønskelig at begge fylker samarbeider permanent om alle vurderinger vedrørende denne innsjø. Hvis Oslo/Akershus skulle ha aktuell eller fremtidig interesse i innsjøen som vannkilde, ville det være riktig at samarbeidet ble utvidet tilsvarende. Det vil f.eks. bli nødvendig å vurdere om utslipp må skje direkte på et bestemt dyp eller indirekte via tilløpsvassdrag. Det må legges opp til et omfattende undersøkelsesprogram for Mjøsa, slik at innsjøens fremtidige muligheter både som resipient og vannkilde kan vurderes på et sikrest mulig grunnlag.

Det er et aktuelt samarbeidsbehov for vannforsyning mellom Nes i Akershus og Sør-Odal kommune.

Setersjøen er en mulig vannkilde for Røros i Sør-Trøndelag.

Folla er en mulig drikkevannskilde som nå blir påvirket av utslipp fra Hjerkin i Oppland.

TABELL 4.1

BEFOLKNINGSFORDELING 1966-1980-2000 (UTBYGGINGSAVD. -PROGNOSER)

HEDMARK FYLKE

Region		Befolkning (1.000 personer)											
Nr.	Navn	Ant. kom.	Ant. tettst.	1966		1980		2000		Total	Tettst.	Spredt	Total
				Tettst.	Spredt	Tettst.	Spredt	Tettst.	Spredt				
1	Nord-Østerdal	5	5	3,1	14,1	17,2	3,9	10,6	14,5	4,6	8,4	13,0	
2	Sør-Østerdal	3	4	9,6	13,5	23,1	13,9	10,1	24,0	22,6	9,4	32,0	
3	Trysil/Engerdal	2	3	1,2	8,3	9,5	1,5	8,0	9,5	2,2	6,8	9,0	
4	Hedemarken	5	12	30,4	43,7	74,1	44,4	36,6	81,0	63,7	32,1	95,8	
5	Solør/Odal	7	14	11,3	42,0	53,3	18,1	37,4	55,5	35,5	25,5	61,0	
	Sum	22	38	55,6	121,6	177,2	81,8	102,7	184,5	130,6	82,2	210,8	
	Prosentvis			31,5	68,5		44,5	55,5		62,0	38,0		

TABELL 4.2.1

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSFORHOLD

HEDMARK FYLKE (1966)

Region	Kommunale vannverk			Andre vannverk over 100 personer			Felles avløpsnett		Renseanlegg			
	Ant. personer tilkn.	Herav med rensing	Ant. personer tilkn.	Herav med rensing	Antall tettsteder	Antall personer tilkn.	Mek. rensing Ant. personer tilkn.	Biol. rensing Ant. personer tilkn.	Antall pers. tilkn.			
Nord-Østerdal	2		8	3.719	5	1.900						
Sør-Østerdal		7.000	8	1.500	4	6.550		1	350		350	
Trysil/Engerdal			5	1.365	2	500						
Hedemarken	5	24.150	4	11.850	9	28.070	5	13.300	2	1.600	14.900	
Solør/Odal	3	6.000	16	9.300	12	8.200	1	150			150	
Sum	10	37.150	41	31.734	32	45.220	6	13.450	3	1.950	15.400	
% tilkn. i fylke av tot. befolkn. i tettst.		21,0		18		26,0						27,5

5. OPPLAND FYLKE

5.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000

I tabell 5.1 er det gitt en oversikt over befolkningsutviklingen og befolkningsfordelingen i henhold til utbyggingsavdelingens prognoser. Byer, tettsteder og vassdrag er vist på kart 1 i bilagene D 1 til og med D 6.

I 1966 bodde ca. 55 % av fylkets befolkning i regionene Sør-Gudbrandsdal og Gjøvik/Toten. Denne andel ventes å stige til ca. 60 % i år 2000. Ca. 67 % av fylkets by- og tettstedbefolkning bodde i 1966 i disse to regioner, men denne andel ventes ikke å bli endret nevneverdig i fremtiden. For regionene Nord-Gudbrandsdal, Valdres og Land ventes det omtrent uforandret befolkningstall fram til år 2000. For Sør-Gudbrandsdal ventes det 20 - 25 % økning, og for H deland og Gjøvik-Toten 40 - 50 % økning. I alle regioner ventes by- og tettstedbefolkningen å øke vesentlig, minst i Valdres, mest på Hadeland og en fordobling i fylket som helhet.

5.2 Vannforsyning

5.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell 5.2.1)

Ca. 42, % av fylkets befolkning er tilknyttet 10 kommunale og 48 private vannverk som betjener mer enn 100 personer. Bare ca. 29,0 % av befolkningen får vannet rensset eller desinfisert. Tre vannverk (Gjøvik, Dokka og Vinstra) har sandfiltrering med kapasitet til å forsyne 19.200 personer, og 13 vannverk har desinfisering med en samlet kapasitet til å forsyne ca. 29.500 personer.

De øvrige 42 vannverk for til sammen ca. 22.100 personer har ikke rensing. Av disse benytter 13 vannverk grunnvann for til sammen 6.800 personer. De hygieniske forhold er dårlige ved 6 vannverk for 7.100 personer. Forutsetter man at vannverk basert på grunnvann leverer hygienisk betryggende vann, står det igjen 29 vannverk

basert på overflatevann for til sammen ca. 15.300 personer (gj.snitt 530 personer pr. vannverk), som savner enhver form for rensing.

Av de 16 vannverk som har en eller annen form for rensing, er forholdene ved 3 vannverk (17.600 pers.) mindre tilfredsstillende.

Mesteparten av fylkets befolkning (57,5 %) er ikke knyttet til større fellesvannverk (over 100 pers.) herunder en rekke hoteller.

De største vannkilder som er i bruk i dag, er Mjøsa, Lågen og Mesnaelv som til sammen forsyner ca. 35.000 personer. For øvrig er nedre del av Hunnselva en viktig vannkilde til rent teknisk bruk for en del industribedrifter.

5.2.2 Utbygging av vannforsyningen

5.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet for de enkelte regioner framgår av tabellene 2.2.1 i bilagene D 1 til og med D 6. Det totale vannbehov i fylket er anslått til 92.300 m³/d i år 2000, hvorav 2/3 faller på Gjøvik/Toten og Sør-Gudbrandsdal. Spesielt stort spesifikt vannforbruk er antatt for Lillehammer, Lena, Vestre Toten, Kvam, Vinstra og Otta, vesentlig på grunn av sterk industriutvikling.

5.2.2.2 Aktuelle vannkilder

Følgende elver og vann har eller ventes å få aktuell betydning for fremtidige vannforsyningsformål, forutsatt at vannkvaliteten er tilfredsstillende. Skader og ulemper ved uttaket må være ubetydelige i forhold til fordelene sett i relasjon til andre alternativer.

Nord-Gudbrandsdal:	Lågen, Nordre Gjuva, Otta elv, Jora og Foksa.
Sør-Gudbrandsdal:	Lågen, Mesna, Våla og Øla.
Valdres:	Leira elv, Strandefjorden, Slidrefjorden, Olevatn, Nedrevatn, Vangsmjøsa og Leirinn.
Gjøvik/Toten:	Mjøsa, Skjellbreia, Rungsjøen, Skjæpsjøen, Lønsjø, Laupendsjø og Lillungen.
Hadeland:	Randsfjorden, Lang-Pipern, Mylla og Skjærva.
Land:	Dokka elv, Skjellungen og Randsfjord.

En del av de vannkilder som er nevnt, må antas å falle bort som fremtidige vannkilder. I tillegg til de nevnte vannkilder syns grunnvann, spesielt langs Lågen og Mjøsa, å få økende betydning.

Vannkvalitet og forurensningsbelastning i Lågen og Otta med en del sideelver, samt i Dokka og videre i Begnavassdraget med bl.a. Strandefjorden, Slidrefjorden, Olevatn og Vangsmjøsa er behandlet i RAPPORT I, del 2, under henholdsvis Gudbrandsdalslågen, Drammensvassdraget og Begna. De kvalitetsmessige forhold i Mjøsa og Randsfjorden er behandlet i RAPPORT I, del 3.

5.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en samlet vurdering gis det nedenfor en grov oversikt over det sannsynlige utbyggingsbehov fram til år 2000.

Antall pers. som trenger fordelingsnett	:	91.500	
" " " " grunnv.forsyning	:	40.000	(72.000)
" " " " vannverk med desinfisering	:	52.500	(48.500)
" " " " vannv. med desinfisering og sandfiltrer.	:	42.000	(14.000)
" " " " hovedanlegg (magasiner, hovedledn., pumpestasjoner m.m.)	:	101.500	

Tallene i parentes viser alternativt en sterk øket bruk av grunnvannskilde. Tallene viser at forholdene ligger særlig godt til rette for en moderne grunnvannforsyning. Ved å utnytte grusavleiringer langs Lågen, Mjøsa, Randsfjorden og enkelte andre vassdrag vil man sannsynligvis i de fleste tilfeller ikke trenge rensing. Den enkle drift av slike anlegg er en særlig fordel. En del av de andre vannverk som er basert på overflatevann, vil sannsynligvis kunne klare seg med desinfisering, mens Lillehammer og Gjøvik trenger sanfiltreringsanlegg.

Det vil i alle tilfeller være nødvendig å utføre en rekke undersøkelser før man endelig bestemmer den nødvendige rensegrad.

Av det totale antall eksisterende anlegg er det sannsynligvis riktig å sanere 19 vannverk, mens det er ønskelig å bygge 7 nye for

tettsteder som i dag mangler tilfredsstillende vannforsyning. Antall vannverk blir da redusert fra 58 til 46. En ytterligere reduksjon av antall vannverk vil være mulig, og dette bør utredes.

I enkelte andre tilfeller, som for eksempel Ottaelva, er imidlertid mer omfattende rens tiltak nødvendig. Fullrensing kan bli nødvendig for enkelte av de ovennevnte vannverk hvis de tenkes nyttet som permanente anlegg.

5.2.2.4 De største vannverk

Gjøvik - Raufoss - Reinsvoll. Dette område betjenes i dag av to vannverk, henholdsvis med Mjøsa og Skjellbreia som vannkilder. Det er ønskelig at begge vannverk samarbeider om en fremtidig fellesløsning basert på begge kilder eller bare Mjøsa som vannkilde. Fremtidig bruk av Skjellbreia må utredes nærmere. En forbindelsesledning mellom begge vannverk er i alle tilfeller ønskelig.

Lillehammer - Fåberg. Det er fra kommunens side utarbeidet tre alternative løsninger for utbygging av vannforsyningen, nemlig:

- a. Nåværende vannkilde, Mesna, opprettholdes. Det bygges rensanlegg for fullrensing.
- b. Grunnvann fra grusavleiringer ved Lågen (ved Korgen).
- c. Uttak i Lågen like nord for Fåberg st., filtrering ved bruk av mikrosiler, sterkkloring og avkloring.

Bystyret vedtok i 1966 å gå innfor alt. c, som er vist på kart D 2-2.2.2. Grunnvannsforholdene langs Lågen er imidlertid så gunstige at alt. b vil gi et billigere anlegg og sikrere drift, såfremt prøvepumping gir positivt resultat. Det må derfor anbefales at prøvepumping blir foretatt før vannverksplanene blir gjennomført. Grunnvannsforsyning må dessuten antas å gi vann av bedre kvalitet enn i henhold til alt. c.

Gran - Lunner. Innenfor rammen av Østlandskomiteéns prosjekt har NIVA vurdert vannforsyningsspørsmålet for disse kommuner. ¹⁾

1) NIVA (1967): O-110/65, Spesialutredning - Utredning om fremtidig vannforsyning for Gran og Lunner kommuner.

Man har vurdert tre større vannkilder, nemlig Mylla, Skjerva i Øståsen og Randsfjorden. Førstnevnte vannkilde bød imidlertid ikke på fordeler fremfor Skjerva. På grunn av den relativt store hyttebebyggelse rundt Mylla og siden et eventuelt vannuttak vil redusere lavvannføringen i Nitelva, som er sterkt belastet med forurenset vann, har man sett bort fra Mylla som vannkilde. Riktignok vil vannuttak fra Skjerva redusere lavvannføringen i Leirelva, men nedslagsfeltet er vesentlig større enn Nitelvas, og elven ventes ikke i fremtiden å få en sterk økning i forureningsbelastning. Leirelva er imidlertid allerede en del forurenset, og renner ut i Nitelva. Derfor vil enhver betydelig reduksjon av Leirelvas vannføring kunne fremskynde gjennomføringen av tiltak mot forurensning for Romerikskommunene.

Det er foretatt teknisk-økonomiske overslagsberegninger for vannforsyning henholdsvis fra Skjerva (kart D 6-2.2.3 B) og fra Randsfjorden (kart D 6-2.2.3 C).

En samlet oversikt over beregnede anleggs- og årskostnader er gitt i tabell D 6-2.2.3. Det viser seg at Randsfjordalternativet viser høyest kostnader av de to. I dette overslag er ikke erstatningsutgifter eller utgifter til nødvendige påførte tiltak p.g.a. vannføringsreduksjon i Leirelva/Nitelva m.v. medtatt. Kostnadsforskjellen skyldes i første rekke pumpestasjoner og pumpekostnader, men også den lange inntaksledningen i Randsfjorden. Denne ledning anses nødvendig for å unngå kortslutning med forurenset avløpsvann som føres ut i Røykenvik fra distriktet. For Randsfjorden er det regnet med sandfiltrering og desinfisering, mens det for Skjerva er forutsatt fullrensing. Det er mulig at videre undersøkelser av Skjerva vil vise at man kan klare seg med mer begrenset rensing, slik at de direkte kostnader ved bruk av denne vannkilde muligens kan reduseres. Dette kan man foreløpig ikke uttale seg med sikkerhet om på grunn av manglende opplysninger om Skjervas kvalitet.

På den annen side har man, som nevnt, ikke tatt med utgifter til erstatninger som må antas å kunne bli betydelige for Skjervaalternativet, spesielt uten fullrensing. Randsfjordalternativet vil neppe medføre erstatninger av betydning.

Det er sannsynlig at de nåværende vannkilder eventuelt ved hjelp av enkelte provisorier, kan dekke vannbehovet fram til år 1975. Man

har derfor tid til å planlegge og bygge et felles vannverk. Det er først og fremst viktig å få en klarere målsetting for utviklingen i distriktet. Videre må det utføres undersøkelser for å bestemme kravene til rensing av vann fra Skjerva og eventuelt Randsfjorden. For Randsfjorden er det i alle tilfeller av interesse å kartlegge strømforholdene i det område som kan bli aktuelt for et vanninntak. Forholdene i Nitelva/Leirelva-vassdraget må dessuten avklares før fremtidig vannforsyningsplan for Gran og Lunner basert på Skjerva kan bestemmes. For Harestua er det antakelig riktig på kort sikt å basere vannforsyningen på det eksisterende vannverk. Hvis det imidlertid kommer på tale med noen særlig økning av befolkningen i Harestuområdet, må samkjøring med ovennevnte vannverk antas å bli aktuelt. Andre samkjøringsalternativer kan også komme på tale, avhengig av vannverksutbyggingen på Nedre Romerike. Som det fremgår av pkt. 5.3.2, er spørsmålet om utbygging av Harestua sterkt avhengig av avløpsproblemet.

For Jevnaker antas den foreliggende vannforsyningsplan tilfredsstillende, men det bør regnes med at et sandfilter kan bli nødvendig. Det er dessuten ønskelig at Jevnaker og Ringerike kommuner vurderer et eventuelt fellesvannverk.

5.2.2.5 Utredningsbehovet

Det må fram til år 2000 planlegges:

Fordelingsnett for	91.500 pers.ekv.
Grunnvannforsyning for	40.000 " " (evt. 72.000)
Vannv. med desinfisering for	52.500 " " (" 43.500)
Vannv. med desinfisering og filtrering for	42.000 " " (" 14.000)
Magasiner, hovedledn. og pumpe- stasjoner for	100.000

Det er viktig at man ved utarbeidelse av planer betrakter alternative vannkilder, spesielt muligheter for grunnvannforsyning. Det er behov for å få bestemt de fremtidige vannkilder som må dekke behovet fram til år 2000, fortrinnsvis et vesentlig større behov.

For fjell- og skogområdene er det spesielt viktig at man ved hyttebygging og turistanlegg sikrer tilfredsstillende vannforsyning, og

ordner seg slik at evnetuelt avløp ikke forurenses nåværende og fremtidige vannkilder eller mindre vassdrag i friluftsområdene. Utbyggingsområdenes plassering med hensyn til forurensning må overveies nøye.

For Gjøvik/Toten syns det hensiktsmessig at den videre planlegging skjer i regionalsammenheng. For Lunner og Gran er det behov for samarbeid om vannverksutbyggingen. Det bør undersøkes hvorvidt det kan bli behov for praktisk samarbeid mellom Vestre og Øystre Slidre, Vang og N. Aurdal, Jevnaker og Ringerike m.fl. Nettverks-samkjøring bør under enhver omstendighet vurderes.

5.3 Avløp

5.3.1 Eksisterende forhold

I henhold til tabell 5.2.1 har bare 38 av fylkets 63 tettsteder felles avløpsnett. Ca. 28,5 % av fylkets befolkning og ca. 65 % av by og tettstedbefolkningen har et slikt nett. Det fins totalt bare 5 renseanlegg, og disse dekker ca. 3 % av by- og tettstedbefolkningen.

Ca. 70,5 % av befolkningen har utslipp i grunnen, grøfter eller bekker, hvorav halvparten benytter septiktank. Avløp for øvrig foregår uten noen form for rensing.

Mange bekker og mindre elver er synlig forurenset og dårlig egnet som drikkevannskilder for mennesker og dyr. Luktulempene er lokale, men betydelige. Spesielt urovekkende kan forholdene være i enkelte fjellområder. Her byr det ofte på store eller uløselige problemer å få avløpsvann innfiltrert i grunnen, og den vilkårlige plassering og utbygging av hoteller, pensjonater og hytter har derfor ført til betenkelige hygieniske forhold som det kan bli meget kostbart å rette på. Tilfredsstillende løsninger kan flere steder være direkte umulig å gjennomføre innenfor en økonomisk forsvarlig ramme.

Hunnselva er det sterkest forurensede vassdrag i fylket. Denne situasjon skyldes i første rekke industrielt avløpsvann.

5.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende vann og elver syns å komme i betraktning som mulige resipienter for avløp fra byer og tettsteder:

Nord-Gudbrandsdal	: Lågen og Ottaelva.
Sør-Gudbrandsdal	: Lågen, Mjøsa, Finna, Jøra og Gausa.
Valdres	: Begna, Strandefjorden, Slidrefjorden, Volbufjorden, Heggenesfjorden, Hedalsfjorden, Vesleåni og Vangsmjøsa.
Land	: Randsfjorden, Dokka og Etna.
Gjøvik-Toten	: Mjøsa, Hunnselva, Lenaelva, Stokkelva og Vesleelva.
Hadeland	: Randsfjorden, Randselva, Vigga, Jarenvatnet og Harestuvatnet.

Alle byer og tettsteder bør skaffes avløp til de av disse resipienter som etter nærmere vurdering anses forsvarlig til resipientbruk. Hvorvidt utslipp skal skje direkte til innsjøer eller til deres tilløpsvassdrag, bør i hvert enkelt tilfelle bestemmes ut fra en helhetsvurdering av vassdragstilstanden.

Vigga, Jarenvatnet og Harestuvatnet er spesielt usikre resipienter, og det må antas sannsynlig at undersøkelser vil bringe på det rene at disse ikke er egnet som resipienter for tettsteder på lengre sikt. En del av de andre ovennevnte vassdrag vil muligens også være mindre egnet som fremtidig resipient, spesielt hvis det kan finne sted befolkningsøkning av betydning.

Skjematisk kan belastningen på hovedresipientene bli omtrent slik i år 2000:

Resipienter	Direkte utslipp	Indirekte via tilløpsvassdr.	Total
Mjøsa	85.600 pers.	28.800 pers.	114.400 pers.
Lågen	19.200 "	8.100 "	27.300 "
Randsfjorden	8.700 "	9.300 "	18.000 "
Randselva	8.000 "	18.000 "	26.000 "
Begna	4.600 "	5.800 "	10.400 "
Harestuvatnet	2.000 "	5.800 "	7.800 "

Denne oppstilling innebærer at ca. 75 % av fylkets avløpsvann vil føres til Mjøsa. For industriavløpet er Mjøsas betydning som resipient enda mer markert på grunn av enkelte sterkt vannforbrukende bedrifter i Mjøsbyene. Rensekravet for utslipp til Mjøsa er noe uklart. For det kommunale avløpsvann vil det i alle tilfeller være nødvendig med mekanisk rensing. På lengre sikt vil imidlertid en bedre kunnskap om biologiske og fysisk-kjemiske forhold kunne påvirke en nødvendighet av betydelige rensetekniske tiltak, hvis tilfredsstillende forhold skal opprettholdes i denne viktige innsjø.

Det samme antas å gjelde for Lågen og Randsfjorden. Problemet må derfor klarlegges nærmere.

5.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

For byer og tettsteder er det nødvendig å bygge avløpsnett for ca. 106.500 personer, og det må bygges renseanlegg for ca. 150.000 personer. Antall renseanlegg vil ligge mellom 55 og 62 avhengig av de fellesløsninger som kan bli realisert. Det forutsettes ved all nybebyggelse at avløpsledninger blir lagt som separatesystem med egne overvannsledninger. Dessuten vil det bli nødvendig med en suksessiv utbedring av de eksisterende ledninger og kummer. Det er for øvrig nødvendig med betydelige anlegg av avskjærende ledninger og pumpeledninger, spesielt for Lillehammer, Gjøvik, Østre og Vestre Toten, Gran og Jevnaker.

5.3.3.1 De største avløpsanlegg

Gjøvik - Vestre Toten. Hunnselva fra Reinsvoll ned til Gjøvik med belastning fra ca. 43.000 personer og storindustri omkring år 2000 representerer fylkets største avløpsproblem.

Vestre Toten kommune og NIVA har samarbeidet om å få utredet dette spørsmål teknisk og økonomisk ved engasjement av et rådgivende ingeniørfirma. ¹⁾

Det er i nevnte utredning lagt fram 5 alternative løsninger til et samlet avløpssystem for Gjøvik/Toten, etter at firmaet tidligere hadde utarbeidet en avløpsplan for Gjøvik by. De 5 alternativer er

1) Sivilingeniør R. Brusletto (1967): Utredning av avløpsforholdene i Gjøvikregionen.

vist på kartene D 5-3.2.4 A til og med E, og en økonomisk sammenstilling er vist i tabell D 5-3.2.4.

Etter en foreløpig vurdering av utredningsresultatet syns den mest velegnede løsning å være å samle alt avløpsvann fra Reinsvoll, Raufoss, Byebrua og Gjøvik til ett felles renseanlegg ved Rambekk med utslipp i Mjøsa (alt. C). Det eneste alternativ som det er aktuelt å sammenlikne med, er alt. D, som er basert på lokale renseanlegg for mekanisk rensing i første omgang. Dette alternativ medfører 5 mill. kroner mindre i første byggetrinn.

Alt. D later imidlertid til bare å være aktuelt hvis man ikke kan makte finansieringen av alt. C på relativt kort sikt. Det syns i så fall riktig i alle tilfeller å føre avløpet fra Byebrua til Gjøvik med en gang, bygge mekanisk renseanlegg for Raufoss for ca. 6.000 personer og begrense utbyggingen av Reinsvoll inntil man har fått gjennomført alt. C på et noe senere tidspunkt. Renseanlegget på Raufoss må da avskrives på kort tid, f.eks. ca. 10 år. Andre alternativer kan også komme på tale og bør utredes.

Lillehammer. For denne kommune foreligger det en allerede utarbeidet rammeplan som er basert på utslipp på dypt vann i Mjøsa nedenfor Vingnesbrua, og som omfatter hele kommunen ved full utbygging av anleggene. Det syns riktig å bygge en avskjærende ledning på østsiden av Mjøsa med et utslipp på dypt vann og foreløpig med mekanisk rensing.

På vestsiden er det sannsynligvis riktig med to utslipp, nemlig for Vingnes og for Rinda, begge utslipp forsynt med mekanisk rensing. For Fåberg og Jørstadmoen bør det vurderes om det i første omgang skal bygges ett felles eller to separate mekaniske renseanlegg, eller om man med en gang skal benytte disse avløp til hovedsystemet på østsiden. (Kfr. kart D 2-3.2.3.)

Man må for øvrig foreta undersøkelser for å bringe på det rene når ytterligere rensing er nødvendig og for å finne fram til den riktige utslippingsmåte i Mjøsa.

5.3.3.2 Utredningsbehovet

Det må planlegges avløpsnett for 106.500 personer og 55-62 renseanlegg for 150.000 personer. Videre er det en rekke oppgaver med hensyn til planlegging av avskjærende ledninger og pumpestasjoner. Alternative vurderinger har spesiell betydning for Lillehammer, hele Gjøvik/Toten regionen og Gran. For Mjøsa, Jarevatnet og Harestuvatnet er det spesielt viktig å få klarlagt de nødvendige krav til rensing og utslippingsmåter.

5.4 Sammenheng med andre fylker

I Lunner kommune er utviklingen ved Harestuvatnet av betydning for Nitelva i Akershus. Samtidig er innsjøens betydning til friluftsførmål særlig fremtredende. En sterkere utvikling enn den som her er forutsatt, vil sannsynligvis kreve spesielle tiltak for å beskytte Harestuvatnet. En eventuell tilknytning til en avskjærende avløpsledning til Øyeren kan komme i betraktning. Det anbefales at Lunner fortsetter sitt nære samarbeid med kommunene langs samme vassdraget i Akershus om løsningen av avløpsproblemet og at forholdene i Harestuvatnet blir nøye undersøkt. For Jevnaker kan det bli aktuelt å samarbeide med Ringerike i Buskerud om en felles vannforsyning fra Randsfjorden.

Mjøsa er vannkilde og resipient både for Oppland og Hedmark. Det er derfor ønskelig at begge fylker samarbeider permanent om alle vurderinger vedrørende denne innsjø. Hvis Oslo/Akershus skulle få fremtidig interesse i innsjøen som vannkilde, ville det være riktig at samarbeidet ble utvidet tilsvarende.

TABELL 5.1

BEFOLKNINGSFORDELING 1966-1980-2000 (UTBYGGINGSAVD. PROGNOSE)

OPPLAND FYLKE

Region		Befolkning (1.000 personer)														
Nr.	Navn	Ant. kom.	Ant. tettst.	1966		1980		2000		Total	Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total
				Tettst.	Spredt	Tettst.	Spredt	Tettst.	Spredt							
1	Nord-Gudbrandel	6	9	5,3	15,9	21,2	7,7	13,8	21,5	11,2	10,8	22,0	21,5	11,2	10,8	22,0
2	Sør-Gudbrandsdel	5	13	21,8	24,0	45,8	30,9	16,1	47,0	44,1	9,9	54,0	47,0	44,1	9,9	54,0
3	Valdres	5	16	7,6	9,0	16,6	8,8	6,7	15,5	10,4	5,6	16,0	15,5	10,4	5,6	16,0
4	Land	3	6	4,1	10,9	15,0	5,4	9,6	15,0	7,2	7,8	15,0	15,0	7,2	7,8	15,0
5	Gjøvik/Toten	3	12	26,7	21,9	48,6	38,9	14,1	53,0	56,6	10,5	67,0	53,0	56,6	10,5	67,0
6	Hadeland	3	7	7,2	14,7	21,9	10,5	12,5	23,0	20,8	5,2	26,0	23,0	20,8	5,2	26,0
	Sum	25	63	72,7	96,5	169,1	102,2	72,8	175,0	150,2	49,8	200,0	175,0	150,2	49,8	200,0
	Prosentvis			43,2	56,8		58,0	42,0		75,0	25,0			75,0	25,0	

TABELL 5.2.1

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSFORHOLD
OPPLAND FYLKE

Region	Kommunale vannverk				Andre vannverk over 100 personer			Felles avløpsnett			Renseanlegg			
	Ant. tilkn.	Herav med rensing	Antall personer tilkn.	Herav med rensing	Ant. tilkn.	Herav med rensing	Antall tettsteder	Antall personer tilkn.	Mek. rensing Ant. personer tilkn.	Biol. rensing Ant. personer tilkn.	Antall pers. tilkn.	Mek. rensing		Antall pers. tilkn.
												Ant. tilkn.	Ant. personer tilkn.	
Nord-Gudbrandsdal	1	700			4	2.930	5	2.900	1	700	1	500	1.200	
Sør-Gudbrandsdal	3	15.600	15.100	1.800	11	4.660	12	16.410				200		
Valdres	2	1.140	1.140	1.800	6	1.450	7	1.805						
Land	1	1.800	1.800	1.800	4	1.000	4	1.950						
Gjøvik/Toten	3	21.600	21.600	21.600	5	15.000	3	20.700						
Hadeland					18	4.500	7	5.900				700		
Sum	10	40.840	39.640	39.640	48	29.540	38	47.765	1	700	4	1.400	2.100	
% tilkn. i fylke		24,5	23,5	23,5		17,5		28,5						
av tot. befolkning. i tettst.								65,0						3,0

6. TELEMARK FYLKE

6.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000

I tabell 6.1 er det gitt en oversikt over befolkningsutviklingen og befolkningsfordelingen i henhold til utbyggingsavdelingens antakelser. Byer, tettsteder og vassdrag er vist på kart 1 i bilagene E 1 til og med E 5.

Av tabell E 1 går det fram at den totale befolkning ventes å øke med over 60 % fram til år 2000. By- og tettstedbefolkningen ventes minst fordoblet. Grenland-regionens andel av fylkets totale befolkning ventes å stige fra ca. 60 % til ca. 75 %. Over 80 % av fylkets by- og tettstedbefolkning regnes bosatt i denne region omkring århundreskiftet.

6.2 Vannforsyning

6.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell 6.2.1)

Ca. 61,5 % av befolkningen er tilknyttet 21 kommunale vannverk og ca. 6,0 % er tilknyttet 14 private vannverk med kapasitet til å forsyne mer enn 100 personer. Ca. 62,5 % får rensset eller desinfisert vann, men vannkvaliteten er i flere tilfeller mindre bra. Bare 1.200 personer får grunnvann fra 3 vannverk, hver med kapasitet for mer enn 100 personer. Ca. 50.000 personer i fylket er tilknyttet vannverk som har kapasitet for mer enn 100 personer. Resten av befolkningen har enten ikke innlagt vann eller boligene blir forsynt fra brønner og bekker enkeltvis eller i små klynger.

De viktigste vannkilder som benyttes i dag, er Norsjø og Tinnelva.

For storindustrien i fylket er Skienselva, Norsjø og Heddalsvatnet viktige vannkilder. Utenom Union Co. i Skien bruker de største industribedrifter vel 1.000.000 m³/d.

6.2.2 Utbygging av vannforsyningen

6.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet for de enkelte regioner går fram av tabellene 2.2.1 i bilagene E 1 til og med E 5. Det totale vannbehov i fylket utenom storindustrien er anslått til 109.800 m³/d i år 1980 og 181.900 m³/d i år 2000.

Spesielt stort spesifikt vannforbruk er antatt for Rjukan, Notodden og deler av Bamble, Porsgrunn og Skien.

6.2.2.2 Aktuelle vannkilder

Følgende elver og vann har eller ventes å kunne få aktuell betydning for eksisterende og fremtidige vannforsyningsformål, forutsatt at vannkvaliteten er tilfredsstillende og at skader og ulemper som utnyttningen medfører, er små.

Region Grenland: Norsjø, Flåtevatn, Stokkevatn, Mjøvatn, Modammen, Ulvsvatn, Eriksrød, Ørnstjern, Hellestveitvatn, Lanner, Galtetjern, Rekatjern, Damtjern.

Region Vestmar : Kammerfosselva, Svarttjern, Toke, Oseidvatn.

Vest-Telemark : Sitjeåi, Kivleåi, Urdetjern og Nisser.

Øst-Telemark : Tinnelva, Heddelvatn, Sagabekken, Bøelva.

Tinn/Vinje : Husvoldåi, Øyalandsåi, Midøla, Movatn, Tokke.

Angående de limnologiske forhold i Norsjø vises til RAPPORT I, Del 3. Norsjø er den viktigste vannkilde i fylket. Den ventes omkring år 2000, eventuelt sammen med Flåtevatn (RAPPORT I, Del 4), å forsyne ca. 70 % av fylkets befolkning. Forholdene i Skiensvassdraget er beskrevet i RAPPORT I, Del 2, Skiensvassdraget.

6.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en samlet vurdering gis det her en grov oversikt over det sannsynlige utbyggingsbehov fram til år 2000.

Antall pers. som trenger fordelingsnett	:	ca. 110.000
vannverk med sandfiltrering	:	180.000
hovedanlegg (magasiner, hovedledn., pumpest. m.m.)	:	180.000

Flere av de nevnte vannkilder, spesielt i region Grenland, ventes etter hvert å bli erstattet av mer hensiktsmessige vannverk. I store deler av fylket kan det ventes betydelig hyttebygging og utvikling av fritidsbebyggelse for øvrig. Denne bebyggelse må sikres en betryggende vannforsyning. Avløpsvann fra slik bebyggelse må ikke forurense aktuelle eller fremtidige vannkilder. Ved utbyggingen må det derfor utvises stor forsiktighet.

6.2.2.4 De største vannverk

Bamble/Porsgrunn/Skien. De største vannforsyningsproblemer i fylket ligger naturlig i region Grenland, som omfatter mesteparten av befolkningen og industrien. Det har tidligere vært utarbeidet en skisse for en koordinert vannforsyning for de 3 ovennevnte kommuner, basert på Flåtevatn og/eller Norsjø som vannkilder. Det daværende fellesutvalg for kommunene fant det på grunnlag av denne skisse riktig å innstille på at Porsgrunn og Skien burde forsynes fra Norsjø, og Bamble fra Flåtevatn. De tekniske vanskeligheter ved kryssing av Breviksundet (og dermed de økonomiske forhold) spilte en vesentlig rolle for denne avgjørelse.

Forutsetningene for den utarbeidede skisse var imidlertid noe annerledes og mer begrenset enn det var ønskelig for det foreliggende utredningsarbeid.

Uten å underkjenne utvalgets innstilling fant man det derfor riktig å foreslå saken utredet på nytt basert på endrede forutsetninger. Samtidig fant man det aktuelt å utrede vannforsyningsproblemet noe mer detaljert for Porsgrunn og Skien. Disse kommuner har derfor funnet det riktig å delta i utgiftene til denne utredning. ¹⁾

Et viktig utgangspunkt for utredningen har vært at de eksisterende vannverk verken kvalitativt eller kvantitativt er egnet til å dekke behovet på lang sikt. Det er bare Norsjø og Flåtevatn som kommer

1) Ing. Chr. F. Grøner (1967): Vannforsyning for Skien, Porsgrunn og Bamble.

i betraktning som vannkilder for en hensiktsmessig og langsiktig vannverksutbygging.

Av praktiske grunner er det utredet to prinsippløsninger. Den ene forutsetter at Porsgrunn og Skien forsynes fra Norsjø, mens Bamble forsynes fra Flåtevatn (underalt. A). Omkostningene forbundet med forsyning av Bamble fra Flåtevatn er ikke tatt med i den økonomiske oversikt. Den andre løsningen forutsetter at Norsjø alene forsyner hele distriktet (underalt. B). For begge vannverk er det forutsatt at vannet må renses ved sandfiltrering. Utgiftene til dette er beregnet og oppgitt separat. I forbindelse med vannforsyning av Bamble er det regnet med en hovedtilførselsledning enten på vestsiden av Frierfjorden eller på østsiden. Bare det billigste alternativ (alt. Bamble-øst) er tatt med i den økonomiske oversikt i tabell E 1-2.2.3.

Hovedalternativene er for øvrig nokså like. Forskjeller gjelder stort sett trykkforholdene.

Alt. 1

Alternativ 1 er basert på at alt vann pumpes fra Norsjø opp til en ny overføringstunnel i Tangeråsen, som tenkes lagt på ca. kote 90. Vannet graviterer herfra. For forsyning av høyereleggende områder monteres trykkforøkningsstasjoner etter behov.

Alt. 2

Alternativ 2 er basert på å pumpe vann fra Norsjø opp til eksisterende overføringstunnel i Tangeråsen på kote 130. Vannet overføres herfra under høytrykk og ved gravitasjon til fordelingspunktene på ledningsnett. Man regner i tillegg med at en del vann må pumpes fra overføringsnett til forbruker i høyereleggende områder. For forsyning av lavereleggende områder må trykket reduseres.

Alt. 3

Ved alternativ 3 skiller man mellom høytrykks- og lavtrykksområder. Så langt det lar seg gjøre, forsynes disse fra to

separate overføringsnett. På denne måte utnytter man den eksisterende tunnel i Tangeråsen på kote 130 til å forsyne høytrykksområdene i Solum, Klyve, Klosterskogen, Brekkaå, Gulseth og Jønnevold. Resten av forsyningsområdet regnes med forsynt fra en ny tunnel i Tangeråsen på kote 90. Fra denne overføres vannet til lavtrykksnettet ved gravitasjon. For høyere liggende områder, som ikke forsynes fra bestående tunnel, monteres trykkforøkningsstasjoner.

Alt. 4

I tillegg til høytrykksområder, nevnt under alternativ 3, tenkes vann overført under høytrykk også til områdene Skien øst og vest, Limi, Åmodt, Nærum, Ballestad og Skotfoss. Dermed oppnås en optimal utnyttelse av den eksisterende overføringstunnel i Tangeråsen. For forsyning av enkelte lavere liggende områder må trykket reduseres.

Man tenker seg en ny tunnel i Tangeråsen lagt på kote 90, som kan føre vann til lavere liggende områder på vestsiden av Skienselva, samt til den eksisterende tunnel i Valleråsen.

Kart E 1-2.2.3 viser skjematisk hovedlinjene for den fremtidige vannforsyning. Alternativet Bamble vest er inntegnet med stiplet linje. Hovedledningen sydover i Bamble er ikke vurdert i denne utredning.

Tabell E 1-2.2.3 gir en oversikt over anleggsutgifter, totale årsutgifter og m^3 -prisen for begge byggetrinn som anlegget er delt opp i. Første trinn regnes ferdig bygd i år 1975 og dekker behovet fram til år 1985, da 2. byggetrinn bør være ferdig.

Det er åpenbart at på det grunnlag man har valgt å legge opp de fire overføringsalternativer, vil ingen av alternativene skille seg altfor tydelig ut fra de andre verken når det gjelder anleggs- eller driftsomkostninger.

Alternativ 1 har imidlertid noe høyere anleggsomkostninger enn alternativene 2, 3 og 4. Hovedgrunnen til dette er at man i alternativ 1 baserer seg på å overføre alt vann under et lavere trykk slik at man må investere i relativt mange trykkforøkningsstasjoner for å kunne levere vannet til forbrukerområdene.

Av tilsvarende årsaker viser alternativ 2 seg å bli det rimeligste med hensyn til anleggsomkostninger. I dette alternativ blir vannet overført under et langt høyere trykk, og følgelig vil investeringene til pumpeanlegg kunne reduseres betydelig.

Alternativene 3 og 4 ligger mellom de andre med hensyn til anleggsomkostninger siden man her har kombinert et lavtrykks- og et høytrykksnett for overføringen.

Nok en grunn til at anleggsomkostningene for alternativ 2 viser seg å være noe mindre enn for de andre alternativer, er at man i stedet for å sprengte ut en ny tunnel i Tangeråsen bare satser på å utnytte den allerede bestående tunnel på kote 130. Samtlige av de andre alternativer bygger på å anlegge en ny overføringstunnel på kote 90 i Tangeråsen.

Skal man ut i fra anleggsmessige hensyn trekke fram ett overføringsalternativ, vil alternativ 2 være gunstig, idet man her kan unngå utsprengning av en ny tunnel. Det bør på den annen side tas hensyn til at alternativ 2 innbefatter en overføringsledning som går gjennom tettbebyggelse under et relativt høyt trykk. Dette er ikke til å unngå om man vil dra nytte av det store trykket under overføring til Valleråsen.

Alternativ 1 skiller seg klart ut som det dyreste alternativ, og man må kunne se bort fra at dette vil bli benyttet.

Anleggsomkostningene for alternativ 4 viser en relativt liten økning i forhold til alternativ 2. Rent teknisk og sikkerhetsmessig må man betrakte alternativ 4 som en mer gunstig løsning som følge av at man har mulighet til å overføre vann til Valleråsen og følgelig til områdene syd for Valleråsen fra to forskjellige utgangspunkter i Tangeråsen. Man vil i dette tilfelle, samtidig som man utnytter den nye tunnel på kote 90, også utnytte den bestående tunnel på kote 130, samt pumpeledningen fra Steinsvika til tunnelen henimot det optimale.

Anleggsomkostningene for alternativ 3 er noe større enn for både alternativ 2 og 4. Dette skyldes i første rekke at man ikke utnytter tunnelen på kote 130 i Tangeråsen nok til å kunne redusere investeringene i lokale trykkforøkingsstasjoner, samtidig som man også får utgiftene til bygging av to overføringssystemer.

Økonomisk sett er forskjellen mellom hovedalternativene så liten at andre faktorer antakelig vil få større innvirkning på valget.

Av tabell E 1-2.2.3 går det fram at det vil koste ca. 8 mill. kroner ekstra å forsyne Bamble fra Norsjø allerede ved det 1. byggetrinn. Hvis man reviderer den utredning, som den interkommunale vannverkskomitéen tidligere har basert seg på med hensyn til dimensjonering og enhetspriser, slik at begge konsulentutredninger er teknisk og økonomisk sammenliknbare, kan omkostningene forbundet med et Bamblevannverk med Flåtevatn som kilde, legges til de beregnede kostnader for underalternativ A. På bakgrunn av noen grove overslag synes det da som om det vil koste Bamble ca. 2 mill. kroner ekstra å få vannet fra Norsjø i første omgang i stedet for fra Flåtevatn. Før man foretar en direkte økonomisk vurdering av spørsmålet om Bamble bør forsynes fra Flåtevatn eller Norsjø, er det nødvendig at begge utredninger blir mer inngående vurdert på regional basis, og at de to konsulenters økonomiske beregninger blir justert i forhold til hverandre. Det foreligger for øvrig flere faktorer som kan bli bestemmende for det endelige valg av prinsipløsning.

Hvis Bamble går med i et Norsjø-prosjekt, vil valget mellom øst- eller vestalternativene i høy grad avhenge av hvilket syn man har på den fremtidige utbygging av distriktet. Arealene på vestsiden av Frierfjorden har vært antydnet som mulige utbyggingsområder, spesielt for industri. Vestalternativet er ca. 1 mill. kroner dyrere enn østalternativet, men det har den fordel at man oppnår en ringledning rundt Frierfjorden.

Skulle vannforsyningen, i alle fall i første omgang, bli basert på Flåtevatn for Bamble og Norsjø for de to andre kommuner, kan man ikke se bort fra mulighetene av at det senere kan bli nødvendig eller ønskelig å koble ut Flåtevatn som vannkilde. Dette kan være avhengig av vannkvalitet, spesielle industribehov, klausulerings-spørsmål m.v. Det bør derfor utvises stor forsiktighet ved en eventuell utbygging av Flåtevatn til vannforsyning.

De eksisterende vannverk, Ulsvatn, Åletjern, Mjøvatn og Stokkevatn kan nedlegges tidlig i 1. byggetrinn, mens vannverkene Eriksrød og Ørnetjern forutsettes å være i drift fram til 2. byggetrinn.

6.2.2.5 Utredningsbehovet

For Bamble, Porsgrunn og Skien må de foreliggende vannverksutredninger vurderes mer inngående i regional sammenheng. For øvrig er det bare lokale utredningsbehov i fylket.

6.3 Avløp

6.3.1 Eksisterende forhold

I henhold til tabell 6.2.1 har 28 av fylkets 33 byer og tettsteder felles avløpsnett. Ca. 59 % av den totale befolkning og ca. 93,5 % av by- og tettstedbefolkningen har slikt nett. Det fins 9 renseanlegg i fylket, som til sammen renser avløpsvann fra 10 % av by- og tettstedbefolkningen. Det gjelder her hovedsakelig mekanisk rensing.

Det fins en god del industri i fylket, som representerer en betydelig belastning på vassdragene. Skienselva nedenfor Skien er det sterkeste påvirkede vassdrag i fylket. Frierfjorden er det mest utsatte fjordområde, men også Kragerøfjorden og Eidangerfjorden er sterkt utsatt.

6.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende elver, vann og fjordområder syns å komme i betraktning som mulige resipienter:

Region Grenland	: Skienselva, Frierfjorden, Eidangerfjorden, Langesundfjorden, Gunneklevfjorden, Siljan-elva, Eidselva, Norsjø.
Region Vestmar	: Kragerøfjorden, Toke Neslandsvatn.
Region Vest-Telemark	: Seljordvatn, Sundkilen, Nisser, Fyresvatn, Bandak, Tokke.
Region Øst-Telemark	: Tinnelva, Heddelvatn, Bøelva, Norsjø.
Region Tinn/Vinje	: Måna, Tinnsjø, Tokke, Totak, Bora.

Alle byer og tettsteder bør skaffes avløp til de av disse resipienter som etter nærmere vurdering anses forsvarlig til resipientbruk.

Det fins muligheter for å få ført det meste av avløpsvannet fra boliger og industri i fylket ut i havet utenfor Langesund og utenfor

Kragerø. Det vil da antakelig være tilstrekkelig å begrense rensingen til en fjerning av flyteslam og føre avløpet ut i de store hovedvannmasser. For øvrig antas mekanisk rensing å kunne være tilstrekkelig i første omgang ved utslipp i fjorder for øvrig, forutsatt at man kan føre avløpsvannet ut på dypt vann. Man kan imidlertid i disse tilfeller ikke utelukke behovet for videre rensing. Disse fjorder må derfor underkastes visse undersøkelser for å få klarlagt tidspunktet for når en ytterligere rensing bør settes inn, og hvilke rensetekniske prosesser som da vil være nødvendig. I innlandet kan det en del steder antakelig tillates mekanisk rensing som et første byggetrinn, men generelt bør man være forberedt på krav om ytterligere rensing.

6.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

For byer og tettsteder vil det fram til år 2000 være nødvendig å bygge avløpsnett for ca. 122.000 personer. Videre regnes det med bygging av minimum 24 og maksimum 33 renseanlegg for ca. 218.000 personer. For øvrig vil det bare behov for nye hovedledninger og pumpestasjoner for nesten samme antall personer.

6.3.3.1 De største avløpsanlegg

Bamble, Porsgrunn og Skien. Det største og vanskeligste avløpsproblem i fylket er konsentrert om nedre del av Skienselva og Frierfjorden. Størstedelen av fylkets befolkning er bosatt i dette område, som for øvrig har en betydelig industri.

De største utslipp av avløpsvann foregår i dag i Skienselva og Frierfjorden, mens Eidanger- og Langesundfjorden har mindre direkte belastning. Det har ikke vært foretatt noen større undersøkelse av resipientene, men det er konstatert at man i Skienselva nedenfor Skien og i Frierfjorden har et betydelig forurensningsproblem som skyldes både kommunale og industrielle utslipp.

Fram til år 2000 ventes minst en fordobling av de kommunale utslipp, og en vesentlig økning av industriavløp kan komme på tale.

Innenfor rammen av det foreliggende utredningsarbeid har NIVA derfor funnet det riktig å la avløpsproblemet for det berørte område

bli gjenstand for en spesiell teknisk-økonomisk utredning. ¹⁾

Man har utredet to hovedalternativer, nemlig:

- A. Avledning, lavgradig rensing og utslipp av bare kommunalt avløpsvann.
- B. Kommunalt og for øvrig alt urent industrielt avløpsvann slippes samlet ut i havet på dypt vann ved Langesund etter at flyteslam er fjernet.

Ved alternativ A er alt kommunalt avløpsvann inkl. avløp fra meierier, slakterier, bryggerier samt en rekke mindre industriavløp, foreslått samlet i 11 renseanlegg (se kart E 1-3.2.4 A) med utslipp i henholdsvis Skienselva, Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundfjorden.

De økonomiske beregninger er basert på mekanisk rensing. For de største industribedrifter har det innenfor rammen av denne utredning ikke vært mulig å utrede utgiftene til interne rensesiltak.

Det er foreslått et utbyggingsprogram for alle større avløpsanlegg for perioden 1970-2000, og slik at det meste av det kommunale avløpsvann kan passere renseanlegg innen år 1975.

Ved alternativ B blir alt kommunalt og alt industrielt avløpsvann samlet i en hovedtunnel fra Faret i Skien ut til havet ved Langesund. Tunnelen krysser under Skienselva ved Porsgrunn og den krysser under Breviksundet hvor det bygges inn en pumpestasjon (se kart E 1-3.2.4 B).

I tabellen nedenfor er det gitt en oversikt over de anslåtte utgifter i 1.000 kroner.

	Anleggsutgifter		Årsutgifter for ferdig anl.		
	1970-1980	Total	Kapital-kostn.	Drifts-kostn.	Total
Alt. A	33.049	53.966	3.490	1.545	5.035
Alt. B	100.997	118.028	7.406	3.599	11.005

1) Siv.ing. R. Brusletto (1967): Utredning av avløpsforholdene i Skien, Porsgrunn og Bamble-distrikt.

Forannevnte utgifter omfatter ikke ledningene i de enkelte bolig- og industriområder og heller ikke alle samleledninger fram til hovedsystemet. De to alternativer kan, som det fremgår foran, ikke sammenliknes med hensyn til endring av forurensningssituasjonen.

Alternativ A omfatter ikke utgiftene til rensetiltak for de største industribedrifter. Det er for øvrig sannsynlig at den foreslåtte mekaniske rensing må utvides med et videregående rensetrinn, i alle fall for utslipp i Skienselva og Frierfjorden. En langsiktig løsning etter alternativ A kan derfor bli vesentlig dyrere enn det som er angitt foran.

Transportsystemet i alternativ B representerer en vidtgående, men langsiktig løsning. Dette alternativ vil kunne eliminere forurensningsproblemet i distriktet nærmest fullstendig, bl.a. fordi det inkluderer alle industriavløp. En felles løsning som tar hånd om både kommunalt og industrielt avløpsvann, vil dessuten bidra til å legge forholdene til rette for en eventuell sterk industriutvikling i fremtiden. Løsningen krever imidlertid minst dobbelt så stor investering som alternativ A, og man må i den første 10-års periode investere 68 mill. kroner mer.

Det vil ikke være riktig å anbefale alternativ B før man har foretatt undersøkelser av hele recipientsystemet med henblikk på å forutsi den fremtidige virkning av et system som bygges ut etter alternativ A. En slik undersøkelse vil antakelig samtidig kunne være med å gi svar på spørsmålet om hvilken betydning en uforutsett sterk utvikling i distriktet kan ha for valg av endelig løsning av avløpsproblemet.

Såvel alternativ A som alternativ B omfatter en rekke tekniske anlegg som er felles for begge alternativer. Det er derfor mulig å kunne komme igang med en systematisk utbygging av større avløpsledninger på et tidlig tidspunkt, og eventuelt før man har truffet et endelig valg av hovedløsning.

En hel eller delvis gjennomføring av alternativ A behøver ikke å hindre at alternativ B kan bli den fremtidige løsning. De mekaniske renseanlegg som da må bygges på et tidlig tidspunkt, og som representerer en investering på ca. 12 mill. kroner, vil muligens kunne inngå som rensetekniske enheter før avløpsvannet slippes inn på en fremtidig avskjærende tunnel. Avløpsvannet vil da renses i lokale anlegg i stedet for ett sentralt anlegg som foreslått for

alternativ B. Selv om de totale anleggs- og driftsomkostninger vil bli noe større enn for alt. B, byr løsningen på en trinnvis og mer fleksibel utbyggingsform.

Som forslag til hovedretningslinjer for et fortsatt utredningsarbeid om avløpsspørsmålene i dette området, kan man sette opp følgende punkter:

- a. Det bør foretas en omfattende undersøkelse av resipient-systemet, spesielt for å bringe på det rene om utslipp av forurenset avløpsvann i det indre fjordsystemet kan opprettholdes i fremtiden, og hvilken rensing som i så fall vil være nødvendig.
- b. Inntil endelig valg av hovedalternativ er foretatt bør arbeidet påbegynnes med de hovedledninger som er felles for begge alternativer. Det er mulig at dette arbeid også bør omfatte en del av de mekaniske rensaneanlegg som er foreslått ved alt. A.
- c. Det foretas en nærmere teknisk-økonomisk vurdering av interne rens tiltak for de industribedrifter som ikke er inkludert i det foreliggende utredningsmaterialet.

6.3.3.2 Utredningsbehovet

Det foreligger et lokalt utredningsbehov flere steder i fylket. Spesielt for Kragerøfjorden og fjordsystemet i region Grenland bør det snarest utføres resipientundersøkelser.

TABELL 6.1

BEFOLKNINGSFORDELING 1966-1980-2000

TELEMARK FYLKE

Region		Befolkning (1.000 pers.)											
Nr.	Navn	Ant. kom.	Ant. tettst.	1966			1980			2000			
				Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total	
1	Grenland	5	15	77,1	15,6	92,7	114,5	13,0	127,5	179,8	11,0	190,8	
2	Vestmar	2	5	6,9	7,7	14,6	8,7	6,0	14,7	11,3	4,4	15,7	
3	Vest-Telemark	5	5	2,4	10,1	12,5	3,4	8,8	12,2	4,6	7,6	12,2	
4	Øst-Telemark	4	3	11,6	11,5	23,1	13,9	10,5	24,4	16,3	9,6	25,9	
5	Tinn/Vinje	2	5	6,4	6,7	13,1	6,1	5,7	11,8	5,9	4,0	9,9	
	Sum	18	33	104,4	51,6	156,0	146,6	44,0	190,6	217,9	36,6	254,5	
	Prosentvis			67	33		76	24		86	14		

TABELL 6.2.1

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSFORHOLD
TELEMARK FYLKE

Region	Kommunale vannverk			Andre vannverk over 100 personer			Felles avløpsnett			Renseanlegg			
	Ant.	Ant. pers. tilkn.	Herav med rensing el. desinf.	Ant.	Ant. pers. tilkn.	Herav rensing el. desinf.	Ant. tettsteder	Ant. pers. tilkn.	Mek. rensing	Biol. rensing		Ant. pers. tilkn.	
										Ant.	Ant. pers. tilkn.		
Grenland	10	79.550	76.450	1	300		14	74.400	7	6.300	1	1.000	7.300
Vestmar	2	5.850	5.850	2	1.100	900	3	5.350					
Vest-Telemark	2	1.260		3	900	100	5	1.330			1	450	450
Øst-Telemark	1	8.000	8.000	4	1.700	1.000	3	10.400					
Tinn/Vinje	6	1.200	400	4	5.450	5.250	3	6.420					
Sum	21	95.860	90.700	14	9.450	7.250	28	97.900	7	6.300	2	1.450	7.750
% tilkn. i fylket av tot. befolk. i tettst.		61,5	58		6	4,5		59					8,5
								93,5					10

7. VESTFOLD FYLKE

7.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000

I tabell 7.1 er det gitt en oversikt over den antatte befolkningsutvikling og befolkningsfordeling i fremtiden. Byer, tettsteder og vassdrag er vist på kartene F 1-1, F 2-1 og F 3-1 i bilagene F 1, F 2 og F 3.

For hele fylket antas en jevn økning av by- og tettstedbefolkningen, men uten at den spredtboende befolkning blir redusert nevneverdig. Region Jarlsberg omfatter i dag ca. 60 % av befolkningen. Den prosentvise fordeling av befolkningen over regionene ventes omtrent uforandret fram til år 2000. Prognosene forutsetter således en forholdsvis jevn utvikling.

7.2 Vannforsyning

7.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell 7.2.1)

Ca. 63 % av befolkningen (104.900 pers.) er tilknyttet 17 kommunale vannverk. Det fins 50 private vannverk med kapasitet for mer enn 100 personer og som betjener en samlet folkemengde på 18.900 personer (11 % av fylkets befolkning). Ca. 17.500 personer får grunnvann uten rensing fra 50 vannverk, mens ca. 106.300 personer får overflatevann fra 17 vannverk. Av sistnevnte får ca. 95.500 personer vannet rensert eller desinfisert (1 vannverk med fullrensing for 16.100 personer, 2 vannverk med filter for 71.400 personer og 2 vannverk med desinfeksjon for 8.000 personer).

Farris forsyner i 1968 ca. 71.300 personer, dvs. 42,5 % av hele fylkets befolkning og 58 % av den befolkning som er tilknyttet vannverk med kapasitet for mer enn 100 personer.

7.2.2 Utbygging av vannforsyningen

7.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet i de enkelte regioner fremgår av tabellene 2.2.1 i bilagene F 1, F 2 og F 3. Det totale vannbehov i fylket er anslått til 108.000 m³/d i 1980 og 136.000 m³/d i år 2000. Spesielt høyt spesifikt vannforbruk er antatt for Horten, Tønsberg, Larvik og Sandefjord, nemlig 850 l/p.d.

7.2.2.2 Aktuelle vannkilder

Følgende elver og vann har eller ventes å kunne få aktuell betydning for fremtidige vannforsyningsformål:

Region Larvik : Farris, Ulfsbak, Hallevatn, Opsalelva, Musevatn.
 " Sandefjord : Farris.
 " Jarlsberg : Farris, Eikeren, Ebbestadvatn, Hellumvatn, Korsjø, Orebergvatn, Borrevatn, Grorudvatn, Blindevatn, Langevatn, Røysjø, Akersvatnet, Åsvatnet.

Angående vannkvalitet og eventuell forurensningstilstand i Farris, Eikeren, Borrevatn, Akersvatnet og Åsvatnet vises til RAPPORT I, del 4.

Eikeren og Farris er de eneste store vannkilder i fylket som har en relativt god vannkvalitet. Sandfiltrering antas å gi tilstrekkelig rensing. Av de andre kilder er Borrevatn og Akersvatnet mindre egnet til fremtidige vannforsyningsformål. De øvrige vannkilder antas brukbare en del år fremover. Det er imidlertid sannsynlig at den fremtidige vannforsyning i fylket blir basert på Farris og Eikeren. Omkring år 2000 ventes således ca. 165.000 personer å være forsynt med vann fra Farris og Eikeren. For de indre strøk syns grunnvannforsyning fortsatt å være en tilfredsstillende løsning.

7.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en samlet vurdering gis det nedenfor en grov oversikt over det sannsynlige utbyggingsbehov fram til år 2000:

Antall pers. som trenger fordelingsnett	:	75.000
- " - vannverk med sandfiltrering	:	120.000
- " - hovedanlegg (magasiner, hovedledninger, pumpestasjoner m.m.)	:	90.000

7.2.2.4 De største vannverk

Felles vannverk for Vestfold fylke. Fylkets største vannverk er Vestfold interkommunale vannverk (V.I.V.) med Farris som vannkilde. Vannverket omfatter Sandefjord, Tønsberg, Sem, Nøtterøy og Tjøme.

Det foreligger i dag et akutt vannforsyningsproblem for Horten-Borre området. Det finnes aktuelle planer for å løse dette problem ved økt vannuttak fra Borrevatn. Vannkilden er imidlertid dårlig og neppe tilstrekkelig på lang sikt (sett i en større sammenheng). Områdets fremtidige vannforsyning kan for øvrig løses på flere måter, men prinsipielt basert på Eikeren og/eller Farris som vannkilde.

Innenfor rammen av det foreliggende utredningsarbeid har NIVA engasjert et rådgivende ingeniørfirma til å utrede alternative planer til vannforsyning av Horten-Borre området. ¹⁾

Følgende prinsipløsninger er foreslått:

Alt. I a

I første omgang bygges en hovedvannledning fra Frodeåsen ved Tønsberg til Horten. Denne tas i bruk ca. år 1970. Horten og Borre blir dermed tilknyttet V.I.V. Vannverkets kapasitet vil da være fullt utnyttet omkring år 1990. Det er da regnet med at Horten og Borre fra dette tidspunkt blir forsynt fra Eikeren ved at det bygges en hovedledning derfra sydover til Horten. Denne skal da samtidig forsyne Holmestrand og Sande, som til det tidspunkt antas å måtte se seg om etter flere vannkilder.

Alt. I b

I dette alternativ er det regnet med at Horten og Borre bygger en vannledning fra Eikeren allerede omkring år 1970, som vil dekke vannbehovet til år 2010. Dette anlegg er ikke beregnet til å forsyne flere kommuner.

1) A/S Viak (1967): Utredning vedrørende vannforsyningsproblemet for Horten-Borre.

Alt. II

Det 1. byggetrinn er det samme som i alt. I a, dvs. det bygges en hovedledning fra Frodeåsen til Horten, som tas i bruk i år 1970.

Neste byggetrinn som skal være ferdig i år 1990, omfatter et større vannforsyningsanlegg basert på Eikeren, og er tenkt delvis å forsyne Horten og Borre, Holmestrand og Sande, samt dessuten utgjøre en del av utbyggingen av vannforsyningen for hele V.I.V. Utbyggingsetappen vil omfatte et vannverk ved Eikeren, en hovedvannledning fram til Horten med avgreninger til Holmestrand og Sande, samt senere en komplettering av ledningsstrekningen Horten - Frodeåsen.

Økonomiske beregninger viser at alt. I b krever vel 40 mill. kroner i anleggsutgifter i første omgang, mot bare 12 mill. kroner for de andre alternativene. Vannprisen ville ved alt. I b bli 70 øre/m³ mot 19 øre/m³ for de andre alternativene i perioden 1970-1990. Da det for øvrig ikke er mulig å peke på fordeler ved alt. I b, faller dette alternativ derfor ut av den aktuelle problemstilling.

2. byggetrinn ved alt. I a er neppe helt realistisk. Horten-Borre vil nemlig i 1990 i 20 år har vært tilknyttet V.I.V. Det er lite sannsynlig at disse kommuner da vil bryte ut av felles-vannverket og i stedet gå sammen med Holmestrand og Sande.

Det er mulig at det omkring år 1990 eller noe senere kan bli aktuelt for region Drammen eller en del av denne, å benytte Eikeren som vannkilde. Det kan da vise seg hensiktsmessig at et slikt stort vannverk samtidig forsyner Holmestrand og Sande. I så fall vil V.I.V.'s leveringsområde slutte like nord for Horten og Borre. Omkring år 1990 må det da foretas en kapasitetsøkning på V.I.V anlegget på visse strekninger mellom Farris og Horten.

En slik fremtidsløsning må i tilfelle vurderes i forhold til alt. II som er basert på at Farris og Eikeren fra år 1990 forsyner hele Vestfold (unntatt de indre kommuner og Larvik-området). Et annet alternativ vil være å utvide alt. II til å omfatte en del av region Drammen.

Man kan således skissere 4 fremtidssituasjoner, nemlig:

- A. V.I.V. forsyner Sandefjord, Tønsberg, Sem, Nøtterøy, Tjøme, Stokke, Borre og Horten (eventuelt også Larvik-området fra samme vanninntak) med Farris som vannkilde.

Et annet felles vannverk forsyner Holmestrand, Sande og hele eller en del av region Drammen med Eikeren som vannkilde (kart F 3-2.2.3 A).

- B. V.I.V. forsyner det område som er nevnt under A eksklusiv region Drammen, fra Farris (kart F 3-2.2.3 B).

- C. Samme området som nevnt under B, forsynes både fra Farris og Eikeren (kart 3-2.2.3 C).

- D. Som C, men leveringsområdet utvides med minst en del av region Drammen (Fellesvannverk Vestfold-Drammen) (Kart F 3-2.2.3 D).

Forslagene B og C omfatter bare Vestfold, og de forutsetter at region Drammen løser sitt langsiktige vannforsyningsproblem ved vannuttak fra andre vannkilder, eventuelt samarbeid med Akershus og Oslo.

Ved forslagene A og D vil i alle fall en del av region Drammen bli med i leveringsområdet, mens den andre del får vann via en felles ordning med Akershus og Oslo.

Man kan imidlertid ikke utelukke muligheten av at det på lang sikt kan bli funnet riktig å forsyne størstedelen av Vestfold fra Farris, mens den nordlige del får vann fra Holsfjorden gjennom et felles vannverk med region Drammen og eventuelt deler av Akershus og Oslo.

Det første byggetrinn i forannevnte alternativ I a og II er et viktig ledd i et hvilket som helst av forslagene A, B, C og D. Dette byggetrinn kan derfor anbefales gjennomført.

For Larvik-området antas det på lang sikt å være hensiktsmessig å bli tilknyttet V.I.V.

7.2.2.5 Utredningsbehovet

Det må planlegges fordelingsnett for ca. 75.000 personer, renseanlegg for ca. 120.000 personer og hovedanlegg for ca. 90.000 personer. Det er videre nødvendig å foreta et større utredningsarbeid sammen med Buskerud og eventuelt flere fylker for å finne fram til den mest hensiktsmessige utnyttelse av de største vannkildene.

7.3 Avløp

7.3.1 Eksisterende forhold

I henhold til tabell 7.2.1 har 54 av fylkets 60 byer og tettsteder felles avløpsnett. Ca. 67 % av fylkets totale befolkning og ca. 92 % av by- og tettstedbefolkningen er knyttet til slike nett. Det fins 8 renseanlegg for 3.850 personer til sammen, herav er det ett biologisk renseanlegg for 600 personer.

Da befolkningen stort sett er konsentrert langs kysten, er det i første rekke en del trange fjordområder som er alvorlig påvirket av forurensninger. Dette gjelder spesielt Byfjorden og Træla ved Tønsberg og Sandefjordsfjorden. Enkelte bekker og mindre elver i nærheten av de store befolkningssentra så som Virilbekken (Sandefjord), Aulielva og Vellebekken ved Tønsberg, Ådalsbekken i Borre og Sandeelva er for øvrig påvirket av forurensning.

7.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende elver, vann og fjordområder syns å komme i betraktning som mulige resipienter:

Region Larvik:	Lågen, Larviksfjorden, Viksfjord, Helgeroafjorden og Havnebukta.
Region Sandefjord:	Sandefjordsfjorden, Mefjorden, Lahellefjorden.
Region Jarlsberg:	Drammensfjorden, Sandebukta, Vikevatn, Eikeren og Hillestadvatn i Hof, Holmestrandsfjorden, Storelva og Sørbyelva i Våle, Askjemvatnet og Aulesjordebekken i Andebu, Vestfjorden, Byfjorden, Træla, Oslofjorden og Vrengen.

En del av disse resipienter må imidlertid antas å være mindre egnet til resipientbruk. Dette gjelder for eksempel Mefjorden som er meget grunn. Likeledes Træla og Byfjorden samt Viksfjorden. Her må man vurdere overføring til større vannmasser lenger ute.

De fleste av de nevnte vassdrag i region Jarlsberg kan bare betraktes som fremtidige resipienter dersom den kommunale utslipningsmengde ikke øker særlig og våt industri ikke anlegges. Et betydelig problem ved større utslipp i vassdragene vil flere steder bli ferskvannsspredningen i fjordområdene utenfor.

For øvrig kan man vanskelig unngå utslipp i vassdragene inne i landet, siden avstandene fra tettstedene til kysten er relativt stor i forhold til avløpsmengdens størrelse. For utslipp i de store vannmasser i de ytre fjordområder må fjerning av flyteslam antas å være tilstrekkelig som rensing. For de indre fjordbassenger må mekanisk rensing være minstekravet i første omgang, men ytterligere rensing kan bli påkrevd, bl.a. på grunn av næringssaltpåvirkning. For utslippene i småelver og bekker vil vidtgående rensing sannsynligvis bli nødvendig. For de påtenkte mindre utslipp i Lågen vil mekanisk rensing antakelig være akseptabel på lang sikt. Bare ca. 7.500 personer ventes omkring år 2000 å få utslipp til vassdrag, mens ca. 180.000 personer vil få utslipp i fjorden.

7.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

For byer og tettsteder vil det fram til år 2000 være nødvendig å bygge avløpsnett for ca. 65.000 personer. Videre regnes det med 42-44 renseanlegg for til sammen ca. 183.000 personer. For øvrig regnes det med nye hovedledninger og pumpestasjoner for omtrent samme antall personer.

7.3.3.1 De største avløpsanlegg

Larvik området. For dette området er det ved utbyggingsavdelingen antydnet en løsning av avløpsspørsmålet. Denne går ut på overføring av alt avløpsvann til Larviksfjorden, hvor vannet slippes ut på dypt vann etter å ha passert inntil 6 renseanlegg. Det er sannsynligvis mulig å begrense rensingen til fjerning av flyteslam.

Sandefjord. Også for dette område er det ved utbyggingsavdelingen foretatt en vurdering av avløpsproblemet. Det er sannsynligvis riktig med 2 utslipp i Sandefjordsfjorden og ett i Lahellefjorden. Det er mulig at fjerning av flyteslam er hensiktsmessig, men videre undersøkelser er nødvendig for å bringe på det rene om denne rensing vil være tilstrekkelig eller om utslippene med fordel bør flyttes lengre ut i fjorden.

Tønsberg området. Avløpsforholdene i dette område er spesielt kompliserte, både fordi flere kommuner må samarbeide om en felles løsning, og fordi resipientforholdene er vanskelige. Det er dessuten regnet med en sterk vekst av by- og tettstedbefolkningen, særlig i Sem kommune. NIVA har derfor innenfor rammen av dette utredningsarbeid funnet det aktuelt å engasjere et rådgivende ingeniørfirma til å utarbeide en del alternative prinsippløsninger.¹⁾

Etter nærmere konferanse med NIVA har firmaet utredet følgende alternativer:

Alt. I (kart F 3-3.2.4 A)

Det bygges 2 mekaniske renseanlegg (ferdig i 1975), det ene med utslipp til Byfjorden, det andre til Træla. Utbyggingsperioden er satt til 1970-1980.

I et senere byggetrinn etter 1980 er det regnet med at renseanleggene enten bygges ut med fosforreduksjon (A) eller biologisk rensing med reduksjon av både fosfor og nitrogen (B).

Alt. II (kart F 3-3.2.4 B)

Ved dette alternativ er det bare regnet med utslipp i Træla gjennom ett større renseanlegg. For øvrig er alt det samme som for alt. I.

Alt. III (kart F 3-3.2.4 C)

Det første byggetrinn er det samme som for alt. II. For det andre byggetrinn er det regnet med en tunnel fra renseanlegget ut til Oslofjorden med utslipp på ca. 50 m dyp.

¹⁾ A/S Viak (1967): Avløpsplan for Nordre Nøtterøy, Sem og Tønsberg.

Alt. IV (kart F 3-3.2.4 D)

Det bygges en tunnel til Oslofjorden i perioden 1970-1980 med et sentralt renseanlegg for fjerning av flyteslam. Dette anlegg forutsettes ferdig i 1975. Tilknyttingen fra de vestlige deler skjer i slutten av anleggsperioden.

Alt. V

Denne løsning er den samme som i alt. IV, men utbyggings- tempoet er bestemt ut fra samme investeringsbehov som i alt. II.

Utbyggingsperioden blir da forlenget med 4 år, dvs. fra 1980 til 1984, mens renseanlegget kan tas i bruk i 1978, dvs. 3 år senere enn ved alt. IV.

I nedenstående tabell er det gitt en oversikt over anleggs- og totale årskostnader for de enkelte alternativer i 1000 kr.

	Anleggsutgifter			Årsutgifter (kap.+driftsutg.)	
	1970- 1980	Senere	Totalt	1970- 1980	Senere
Alt. I A	19.580	3.040	22.620	1.453	2.002
" I B	19.580	8.000	27.580	1.453	2.430
" II A	18.100	3.000	21.100	1.423	1.963
" II B	18.100	7.850	25.950	1.423	2.367
" III	18.180	12.410	30.595	1.401	2.117
" IV	25.785		25.785	1.724	1.724

Denne omkostningsoversikt omfatter bare de anlegg som er inntegnet på de enkelte kart. Det er vanskelig å foreta en økonomisk sammenlikning av de enkelte alternativer, da de medfører avvikende konsekvenser for resipientene på ulike tidspunkter.

Den billigste løsning går ut på mekanisk rensing i ett eller flere anlegg. Den dyreste løsning er en videreføring av hovedutslippene til Oslofjorden. Hvis man går inn for å benytte Oslofjorden som

resipient, vil man kunne spare ca. 5 mill. kroner i anleggsutgifter ved å gjennomføre denne løsning med en gang, i stedet for midlertidig å benytte de indre resipienter.

En nærmere undersøkelse av vannutskiftningen i fjordsystemet kan imidlertid vise at et fåtall lokale mekaniske renseanlegg med hensiktsmessige utslipningsanordninger, vil kunne gi en tilfredsstillende løsning for lang tid fremover. Så lenge dette forhold ikke er avklaret, kan det vanskelig tas standpunkt til spørsmålet om å overføre avløpsvannet til Oslofjorden i første omgang, da dette alternativ vil bli vesentlig dyrere.

Det syns hensiktsmessig at man i første omgang sanerer bekker og elver ved å føre avskjærende ledninger ned til fjordene, slik det er foreslått i konsulentens utredning. Samtidig må det foretas en nærmere undersøkelse av utskiftningssystemet i fjordområdet. Denne undersøkelse kan skje forholdsvis raskt. Man har tid til å avvente resultatet, slik at den mest hensiktsmessige løsning kan velges. Uansett hvilken endelig løsning man går inn for, vil man ikke kunne unngå en del belastning av Vestfjorden, så som alle utslipp fra Stokke og fra Teie, Hella og Brattås på Nøtterøy.

Horten. For Horten er avløps- og resipientforholdene slik at man kan samle alt avløpsvann i ett eller flere renseanlegg for fjerning av flyteslam og anordne utslipp på dypt vann i Oslofjorden. Bestemmelse av utslippingspunktene bør skje på grunnlag av en nærmere vurdering.

7.3.3.2 Utredningsbehovet

Fram til år 2000 må det planlegges avløpsnett for ca. 65.000 personer samt 42-44 renseanlegg og hovedledninger for ca. 183.000 personer.

Det er nødvendig å utføre undersøkelser for å få klarlagt utskiftningsmekanismene i fjordsystemene ved Larvik, Sandefjord, Tønsberg og Horten.

7.4 Sammenheng med andre fylker

Det er nødvendig å komme fram til en hensiktsmessig utnyttelse av Sandeelva som resipient både for Konnerudområdet i Drammen og nye utbyggingsområder i Sandedalen.

Med hensyn til vannforsyning er det behov for at Vestfold og Buskerud og, om nødvendig, Oslo og Akershus samarbeider om en fremtidig vannforsyningsplan, slik at de store vannkilder blir utnyttet hensiktsmessig.

TABELL 7.1

BEFOLKNINGSFORDELING 1966-1980-2000

VESTFOLD FYLKE

Nr.	Region	Navn	Ant. kom.	Ant. tettst.	Befolkning (1.000 personer)							
					1966		1980		2000			
				Tettst.	Spredd	Total	Tettst.	Spredd	Total	Tettst.	Spredd	Total
1	Larvik	6	13	24,0	11,4	35,4	29,7	9,4	39,1	39,3	8,7	48,0
2	Sandefjord	1 ¹⁾	11	25,4	5,2	30,6	30,7	6,1	36,8	39,4	5,4	44,8
3	Jarlsberg	14	36	73,9	27,9	101,8	89,4	27,2	116,6	108,4	27,8	136,2
	Sum	21	60	123,3	44,5	167,8	149,8	42,7	192,5	187,1	41,9	229,0
	Prosentvis			73	27		77	23		83	17	

1) Fra 1. januar 1968

TABELL 7.2.1

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSFORHOLD
 VESTFOLD FYLKE

Region	Kommunale vannverk			Andre vannverk over 100 personer			Felles avløpsnett			Renseanlegg			
	Ant.	Ant. pers. tilkn.	Herav med ren-sing el. desinf.	Ant.	Ant. pers. tilkn.	Herav med ren-sing el. desinf.	Ant. tett-steder	Ant. pers. tilkn.	Mek. rensing Ant.	Biol. rensing		Ant. pers. tilkn.	
										Personer tilkn.	Ant.		Personer tilkn.
Larvik	5	25.800	20.800	1	400	-	13	22.900	2	1.600			1.600
Sandefjord	1	26.000	26.000				11	25.550					
Jarlsberg	11	53.080	46.660	49	18.520	2.000	30	64.160	5	1.650 ¹⁾	1	600	2.250
Sum	17	104.880	93.460	50	18.920	2.000	54	112.610	7	3.250	1	600	3.850
% tilkn. } i fylke av tot. } befolkn. } i tettst.		63,0	56,0		11,0	1,0		67,0					
								92,0					2,3

1) Herav et flotasjonsanlegg for 200 personer.

8. ØSTFOLD FYLKE

8.1 Befolkningsutvikling og befolkningsfordeling 1966-1980-2000

I tabell 8.1 er det gitt en oversikt over befolkningsutviklingen og befolkningsfordelingen i henhold til utbyggingsavdelingens prognoser. Byer, tettsteder og vassdrag er vist på kart 1 i bilagene G 1 til og med G 4. Da det har vært vanskelig å betrakte vann- og avløpsproblemene for områdene Sarpsborg og Fredrikstad separat, er disse 2 regioner i denne utredning slått sammen i 1 region.

I 1966 bodde halvparten av fylkets befolkning i Sarpsborg/Fredrikstad regionen. Dette forhold ventes omtrent uforandret fram til år 2000. Relativt sterkest befolkningsøkning ventes for region Moss (ca. 70 % økning), mens indre Østfold regnes å gå tilbake i folketall. For alle regioner ventes en sterk økning av tettstedbefolkningen.

For å få klarlagt hvilke konsekvenser en større befolkningsøkning enn den forutsatte vil få for løsningen av vann- og avløpsproblemene, har man utredet vann- og avløpsforholdene i regionen Sarpsborg/Fredrikstad både for den antatte normalvekst (opp til ca. 140.000 personer) og en "dirigert" vekst (opp til ca. 240.000 personer).

8.2 Vannforsyning

8.2.1 Eksisterende forhold (kfr. tabell 8.2.1)

Ca. 72 % av befolkningen er knyttet til 11 kommunale vannverk. Det fins bare 10 private vannverk som betjener mer enn 100 personer og disse forsyner bare ca. 1,5 % av befolkningen. Av de kommunale vannverk har 7 fullrensing for til sammen 118.000 personer, mens 2 kommunale vannverk har desinfeksjon for 27.700 personer. Av disse vannverk er 2 så overbelastet at renseeffekten er minimal. 2 kommunale vannverk har ikke rensing (2.700 personer). Ca. 94.000 personer forsynes fra Glåma. Det foreligger et utstrakt interkommunalt samarbeid om vannforsyningen i fylket. Det fins for

Øvrige enkelte større industrivannverk, nemlig:

Saugbrugsforeningen, Halden, som bruker ca. 200.000 m³/d fra Tista,
 Borregaard, Greaker Cellulosefabrik, Glomma Pap & Papir og Hafslund, som bruker til sammen 607.000 m³/d fra Glåma og Peterson & Søn ved Moss, som bruker 110.000 m³/d fra Vansjø.

8.2.2 Utbygging av vannforsyningen

8.2.2.1 Vannbehov

Vannbehovet for de enkelte regioner går fram av tabellene 2.2.1 i bilagene G 1 til og med G 4. Det totale vannbehov i fylket er anslått til 161.900 m³/d i 1980 og 221.900 m³/d i år 2000, eksklusiv de industrier som er nevnt i pkt. 2.1. Det spesifikke vannforbruk ventes å bli størst i Askim, Halden, Moss, Sarpsborg og Fredrikstad. Dette skyldes dels industriens behov, men sløsing og vannlekkasjer antas å være vesentlige årsaker til det store vannbehov.

8.2.2.2 Aktuelle vannkilder

Følgende elver og vann har eller kan tenkes å få aktuell betydning for fremtidige vannforsyningsformål, forutsatt at vannkvaliteten er tilfredsstillende og at skader og ulemper ved uttaket er ubetydelige i forhold til fordelene sett i relasjon til andre alternativer.

Sarpsborg/Fredrikstad:	Glåma, Isesjø.
Moss	: Vansjø, Abortjern, Lyseren, Glåma.
Indre Østfold	: Glåma, Øyeren, Rødenessjøen, Lyseren (i Rømskog).
Halden	: Femsjøen, Holeva n.

Vannkvalitet og forurensningsforhold i en del av disse lokaliteter er behandlet i RAPPORT I.

RAPPORT I, del 2: Glåma,
 " I, " 3: Øyeren,
 " I, " 4: Isesjø, Vansjø, Rødenessjøen,
 Lyseren og Femsjø.

Grunnvannsförekomstene later til å være små i Østfold, men for små husklynger eller enkelthus har man imidlertid oppnådd tilfredsstillende resultater ved boring i en del tilfeller.

Glåma ventes omkring år 2000 å forsyne størstedelen av fylket (ca. 165.000 personer). Det er mulig at flere vannkilder etter hvert går ut av bildet, og at Glåma omkring år 2000 kan komme til å forsyne ca. 225.000 av fylkets 277.000 innbyggere.

8.2.2.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for vannforsyning

På grunnlag av en grov vurdering gis det nedenfor en oversikt over det sannsynlige utbyggingsbehov fram til år 2000.

Antall personer som trenger fordelingsnett	:	110.000
" " " " vannverk med desinfisering:		400
" " " " v.v. med fullrensing	:	145.000
" " " " hovedanlegg (magas., hovedl., pumpest., m.m.)	:	106.000

På lang sikt vil det antakelig være mulig å redusere antall vannverk til

- 1 vannverk for Halden (Femsjøen)
- 1 " " Fossby i Aremark (Holevatn)
- 1 " " Ørje i Marker (Rødenessjøen)
- 1 " " Rømskog (Lyseren i Rømskog)
- 1 " " Askim, Spydeberg, Skiptvet, Hobøl (Glåma)
- 1 " " Trøgstad, Eidsberg (Øyeren)
- 1 " " hele regionene Moss og Sarpsborg/Fredrikstad
(1 eller 2 inntak fra Glåma).

Bruk av disse vannkilder vil være avhengig av flere forhold, så som befolkningsutvikling og eventuelle kvalitetsendringer samt fremtidige andre interesser som vil knytte seg til kildene.

Alternativt kan det f.eks. være riktig å forsyne region Moss fra Akershus, og det kan tenkes et fellesvannverk for indre Østfold (unntatt Rømskog og Ørje) basert på vannverket for Askim.

En annen mulighet er samkjøring av syd-østre del av Akershus med Spydeberg, Hobøl, eventuelt sammen med region Moss. Andre kombinasjonsmuligheter kan også komme på tale. Det er derfor nødvendig å foreta en rekke utredninger i tiden fremover.

8.2.2.4 De største vannverk

Halden (kart G 4-2.2.2). For denne by foreligger det en vannverksplan basert på Femsjøen. Det er regnet med 6 utbyggingsetapper fram til år 2000 med sandfilteranlegg innen 1970 og fullrensing innen 1980. Det er antakelig ønskelig å benytte fullrensing med en gang.

Sarpsborg/Fredrikstad

a. Normal vekst

Det syns naturlig å basere den fremtidige vannforsyning i hele regionen på de to eksisterende hovedvannverk Sarpsborg/Tune og Fredrikstad og omegn vannverk. Førstnevnte vannverk må da utvide rensesanlegget med $15.000 \text{ m}^3/\text{d}$, hvilket det er planlagt for, mens Fredrikstad må utvide med $55.000 \text{ m}^3/\text{døgn}$. I dag tar dette vannverk råvannet gjennom en tømmertunnel tilhørende Glommas fellesfløtningsforening. Denne tunnel må av og til stenges på grunn av ettersyn, og dette hindrer driften noe. Det er mulig at en pågående transportanalyse for Glåmavassdraget vil avklare spørsmålet om hvorvidt tunnelen i fremtiden kan frigjøres helt for vannforsyning. Dette vil ha stor økonomisk betydning for vannforsyningen. For øvrig vil det i alle tilfeller bli nødvendig å fordoble ledningskapasiteten fra enden av tømmertunnelen til Borredalsdammen og å utvide råvannspumpestasjonen. Videre er det nødvendig med større ledningsarbeider bl.a. fram til Krøkerøy og Hvaler samt oppføring av minst 4 nye reservoarer.

b. Dirigert vekst

Hvis regionen skulle få en befolkningstilvekst på ytterligere 100.000 personer f.eks. som resultat av en dirigert utvikling, ventes vannbehovet å stige til 255.000 m³ på et maks.døgn. Dette nødvendiggjør en ytterligere vannverkskapasitet på ca. 110.000 m³/d på et maks.døgn, men det kan også komme på tale med enda større utvidelse av de eksisterende vannverk og med etablering av muligheter for samkjøring. Så stort vannbehov kan gjøre det hensiktsmessig med nytt vannverk ved Vestvatnet med nye ledninger herfra til byområdene (kfr. kart G 1-2.2.3 D.V.)

Moss (kart G 2-2.2.3). For Moss og Rygge foreligger det en vannforsyningsplan basert på Vansjø. Det er nødvendig med fullrensing. Kapasiteten regnes til 50.000 m³/d ved full utbygging. Det synes ønskelig at Råde knyttes til dette vannverk, og det bør utredes om ikke Våler på litt lengre sikt bør tilknyttes. Hvorvidt Vansjø bør opprettholdes som vannkilde på lang sikt, er avhengig av vannbehovet og utgiftene til anlegg for å holde forurensede tilløp borte fra sjøen, dessuten av sjøens videre eutrofiering på grunn av aktivitet i jord- og skogbruk.

Det er i så fall naturlig å tenke på et felles vannverk sammen med Sarpsborg/Fredrikstad eller med Akershus.

Indre Østfold. Det synes riktig at vannforsyningen for denne region i hovedsak baseres på Eidsberg vannverk (Trøgstad og Eidsberg) og Askim vannverk (Askim, Spydeberg, Hobøl og Skiptvet). Det er ønskelig å utrede om det på lengre sikt bør bli en samkjøring mellom disse to vannverk. For Hobøl og Spydeberg kan det også bli aktuelt med vannforsyning fra eller samkjøring med et nytt vannverk for Follo i Akershus.

8.2.2.5 Utredningsbehovet

Det må planlegges fram til år 2000:

Fordelingsnett for	110.000 personer
Vannverk med desinfisering for	400 "
Vannverk med fullrensing for	145.000 "
Hovedanlegg (magasiner, hovedledn., m.v.) for	106.000 "

Skulle det bli tale om en d rigert utvikling for regionen Sarpsborg/Fredrikstad, vil ovennevnte tall bli vesentlig større.

På grunn av de relativt korte avstander i fylket og den store befolkningstetthet er fordelene ved et utstrakt interkommunalt og interregionalt samarbeid mer fremtredende enn mange andre steder i landet. Det er dessuten aktuelt å se vannforsyningen allerede i dag i sammenheng med vannforsyningsproblemet i Follo i Akershus. Dette gjelder spesielt Hobøl og Spydeberg, men på lang sikt hele regionen Moss og mesteparten av indre Østfold. Det syns derfor riktig at disse samarbeidsspørsmål utredes i de nærmeste år, slik at man etter hvert kan trekke opp hovedlinjene for den beste, langsiktige løsning. Dette utredningsarbeid bør skje i nært samarbeid med Akershus fylke.

8.3 Avløp

8.3.1 Eksisterende forhold

I henhold til tabell 8.2.1 har 12 av fylkets 28 tettsteder felles avløpsnett. Ca. 71 % av fylkets befolkning og 97 % av by- og tettstedbefolkningen har slikt nett. Det fins bare 3 renseanlegg som dekker 1,5 % av by- og tettstedbefolkningen.

Iddefjorden, Glåma, havområdet mellom Hvaler og fastlandet og Mosse-sundet, er sterkt påvirket av forurensning. Dette må antas å skyldes samspillet mellom kommunale utslipp og betydelige indistriutslipp. For øvrig er Hobølelva og en rekke mindre elver og bekker tydelig påvirket av forurensning, spesielt i nærheten av kloakkutslipp.

8.3.2 Aktuelle resipienter og krav til rensing

Følgende elver og vann synes å komme i betraktning som mulige resipienter for avløp fra byer og tettsteder:

Sarpsborg/Fredrikstad	:	Glåma
Moss	:	Ingen
Indre Østfold	:	Glåma, Frøshaugbekken, Livannet, Rakkestadelva, Hobølelva, Lekumelva.
Halden	:	Aremarksjøen

En del av disse vassdrag må imidlertid antas å være mindre eller dårlig egnet til fremtidig resipientbruk. For øvrig er forholdene slik at man mange steder med fordel kan og bør føre avløpet til havet. For Halden er således Singlefjorden aktuell resipient. For Moss er Mossesundet og Verlebukta aktuelle resipienter, og for Sarpsborg/Fredrikstad er havområdet mellom Hvaler og fastlandet og ytre Oslofjord aktuelle resipienter.

Når det gjelder utslipp i marine resipienter med gode utskiftningsforhold, kan fjerning av flytende partikulære stoffer i enkle flo-tasjonsenheter ofte være en tilstrekkelig form for rensing, forut-satt at utslippene blandes inn i hovedvannmassene slik at en effektiv fortynning kan finne sted. Ytterligere rensing kan også bli nødven-dig noen steder før utslipp i sjøen, f.eks. ved en eventuell dispo-nering av Haldens avløpsvann i Singlefjorden. For utslipp i Glåma nedenfor vannverkene i Sarpsborg/Fredrikstad antas mekanisk rensing foreløpig tilstrekkelig. Ovenfor vannverkene kan det forholdsvis snart bli tale om ytterligere rensing på grunn av vannforsynings-interessene nedenfor. For øvrig bør det regnes med forholdsvis vidtgående rensing ved utslipp i mindre vassdrag. Dette gjelder spesielt avløpet fra Ørje og utslipp i Hobølelva. Så lenge Vansjø benyttes som vannkilde, bør man imidlertid unngå nye utslipp til elven. Bebyggelsen i Vansjø's nedslagsfelt bør begrenses til et minimum. Hvis dette ikke lar seg gjøre, bør avløpsvannet over-føres enten til Glåma eller ytre Oslofjord. Selv om det ikke fantes vannuttak fra Vansjø, måtte nedbørfeltet vurderes med varsomhet, idet sjøen synes å utvikle seg forholdsvis raskt i retning av eutrofiering.

Forutsatt at utslippet fra Sarpsborg/Fredrikstad i fremtiden fort-satt føres ut i Glåma, vil denne elv innenfor fylkets grenser få tilført avløpsvann fra 133.000 personer. Skulle man føre avløpet fra Sarpsborg/Fredrikstad forbi Glåma og ut i havet, vil belast-ningen på Glåma bli bare ca. 25.000 personer.

Hvis denne siste løsning kan gjennomføres, vil belastningen på vassdragene i fylket bli beskjedent.

8.3.3 Generell vurdering av utbyggingsbehovet for avløpsanlegg

For byer og tettsteder er det nødvendig å bygge avløpsnett for ca. 101.500 personer, og det må bygges renseanlegg for ca. 252.000

personer. Antall renseanlegg vil sannsynligvis ligge mellom 18 og 32 avhengig av de fellesløsninger som kan bli realisert. Det er mulig at antall anlegg kan reduseres til færre enn 18, hvis man kan redusere antall renseanlegg for Moss. Det er for øvrig nødvendig med betydelige anlegg av tunneler, avskjærende ledninger, pumpestasjoner m.m.

8.3.3.1 De største avløpsanlegg

Halden. Det foreligger en avløpsplan for Halden basert på 3 alternative løsninger, nemlig:

Alt. I (kart G 4-3.2.3.A).

Alt avløpsvann ledes i tunnel langs Iddefjorden til Kjeøya hvor det plasseres et flotasjonsanlegg. Utslipp på 70 m dybde i Singlefjorden.

Alt. II (kart G 4-3.2.3 B).

Det bygges 5 mekaniske renseanlegg plassert naturlig i forhold til nedslagsfeltene.

Alt. III (kart G 4-3.2.3 C).

Alt avløpsvann, unntatt fra industriområdet ved Unneberg, føres til et sentralt mekanisk renseanlegg ved Remmen. Industrivannet fra Unneberg behandles i eget anlegg.

Anleggsutgifter for disse alternativene er anslått til henholdsvis 21,5, 31,1 og 31,5 mill. kroner, og de kapitaliserte verdier til henholdsvis 42,0, 74,0 og 66,0 mill. kroner. Det pågår fremdeles undersøkelser av fjordområdet, og det er derfor vanskelig å trekke noen endelig konklusjon. Avløpsplanen viser imidlertid at alt. I med fellesutslipp i Singlefjorden både teknisk og økonomisk er å foretrekke, selv om det skulle bli nødvendig med mekanisk rensing.

Moss. Det bør snarest mulig utarbeides en avløpsplan for Moss og nærmeste omegn. Planen bør baseres på utslipp i ytre Oslofjord. Avløpsvannet fra Våler og Rygge bør pumpes over mot fjorden. På kart G 2-3.2.4 er det vist en mulig prinsipløsning for den sentrale del av regionen. Det er ønskelig å undersøke om det kan være fordelaktig

med sterkere konsentrasjon og et færre antall renseanlegg. Det vil for dette være nødvendig å foreta visse undersøkelser omkring Mosse-sundet og Verlebukta.

Hobøl, Spydeberg og Askim. Siden utslipp til Hobøllelva må begrenses til et minimum, vil det være en fordel om utbyggingen i Hobøl foregår ved Knapstad, slik at avløpsvannet sammen med avløpet fra Spydeberg kan pumpes over til Glåma. De eksisterende avløp for Elvestad og Tomter må renses maksimalt. Skulle utbygging av disse områder av andre grunner være ønskelig, må avløpet pumpes over til ytre Oslofjord, selv om Hobøllelva skulle bli lagt om, slik at vannforsyningen for Moss ikke blir berørt.

For Askim er det ønskelig at avløpsnettets dimensjoneres, slik at man eventuelt senere kan overføre avløpet fra Hobøl og Spydeberg til et felles renseanlegg nedenfor Askim og nedenfor det eksisterende vanninntak.

Sarpsborg/Fredrikstad. Det største og mest kompliserte avløpsproblem i fylket har man langs den nedre del av Glåma opp til Sarpsborg. Da dette distrikt dessuten har tiltrukket seg særlig oppmerksomhet som eventuelt avlastningssentrum for Osloområdet, har NIVA funnet det aktuelt å vie dette problem særlig interesse.

Et konsulentfirma ble gitt i oppdrag å foreta en prinsippstudie av avløpsforholdene i hele regionen innenfor rammen av Østlandskomiteens oppdrag. ¹⁾

For at oppgaven skulle kunne gjennomføres, har man gått ut fra enkelte, spesielle forutsetninger.

For utslipp i Glåma er det antatt at mekanisk rensing vil kunne bli det sannsynlige renseskrav. For utslipp på større dyp utenfor regionens sydvestlige deler er det regnet med flotasjonsanlegg.

Treforedlingsbedriftene representerer et spesielt problem på grunn av de store vannmengder, store forurensningsmengder og store kostnader til rensesiltak. Innenfor rammen av denne utredning har det ikke vært mulig å behandle dette problem konkret. Man har derfor

1)

Østlandskonsult A/S: Utredning av avløpsforholdene i Sarpsborg/Fredrikstadregionen.

betraktet den enkelte bedrift som en typisk eksponent for vedkommende kategori, og benyttet tall og opplysninger hentet fra utenlandske rapporter. Det vil si at man har tatt utgangspunkt i bedriftens hovedproduksjonstype og mengde, forutsatt gjennomsnittlige tall for vannforbruk, forurensninger og rensekostnader og basert beregningene på dette. Det er forutsatt egne rensetiltak for hver enkelt bedrift, men i ett av hovedalternativene, nemlig alt. VII NV/IND, forutsettes imidlertid det industrielle vann behandlet sammen med det kommunale, i form av avledning gjennom tunnel til et flotasjonsanlegg, og med utslipp på dypt vann sydvest for Onsøy. I dette tilfelle er industriens belastning basert på beregnet, hydraulisk belastning.

Det er regnet med to ulike prognoser for regionens befolkningsutvikling fram til århundreskiftet.

- a) 140.000 personer, betegnet N.V. (normal vekst)
- b) 250.000 personer, betegnet D.V. (dirigert vekst).

Firmaet har gjennomregnet fullstendig 8 hovedalternativer, derav 7 basert på normal vekst og ett på dirigert vekst.

Alt. I N.V. (kart G 1-3.2.4 A)

Mekanisk renseanlegg for Skjeberg + en liten del av Tune ved grensen mot Borge.

Mekanisk renseanlegg for Sarpsborg og deler av Tune ved Yven.

Mekanisk renseanlegg for resten av Tune på Greåker.

Mekanisk renseanlegg for Rolfsøy og en del av Fredrikstad ved Råbekken.

Mekanisk renseanlegg for hele Borge samt østre Fredrikstad på Øra.

Mekanisk renseanlegg for Fredrikstad ved Tollbodplassen og vest for Norsk Teknisk Porselensfabrik.

Flotasjonsanlegg for Onsøy og deler av Fredrikstad ved Vikar.

Alt. II N.V. (kart G 1-3.2.4 B)

Følgende endringer fra alt. I N.V.:

Renseanlegget for Skjeberg og en del av Tune erstattes med et pumpeanlegg. Det samme gjelder for renseanlegget for Sarpsborg, for Tune og for anlegget vest for Norsk Teknisk Porselensfabrik.

Alt. III N.V. (kart G 1-3.2.4 C)

Endringer fra alt. II N.V.:

Renseanlegget for Rolfsøy og en del av Fredrikstad ved Rabekken samt renseanlegget for Fredrikstad ved Tollbodplassen erstattes av pumpeanlegg

Alt. IV N.V. (kart G 1-3.2.4 D)

I dette alternativ gjenstår bare to renseanlegg, flotasjonsanlegg i Kråkerøy og Onsøy. Fra Øra er avløpsvannet planlagt pumpet over til Kråkerøy.

Alt. V N.V. (kart G 1-3.2.4 E)

Her er alt avløp ført til flotasjonsanlegget på Langøya.

Alt. VI N.V. (kart G 1-3.2.4 F)

Regionens hovedavløpsmengde ledes via trykktunnel gjennom det sydlige Onsøy til fjorden, hvor det slippes på ca. 40 m dyp. Rensing i flotasjonsanlegg ved Vikar.

Alt. IV D.V. (kart G 1-3.2.4 D)

Løsningen er identisk med IV N.V., men er basert på dirigert vekst.

Alt. VII N.V./IND (kart G 1-3.2.4 G)

Dette er det eneste alternativ hvor treforedlingsbedriften er direkte tatt med. Hovedopplegget i løsningen er en tunnel

fra Borregaard gjennom Sarpsborg, Tune, Rolvsøy, Fredrikstad, Kråkerøy og Onsjø. Flotasjonsrensing ved Vikar og trykk-tunnel ut i fjorden. Tunnelen går som "dykker" ved Sanne-sund, mens det er regnet med pumping under Visterflo og to ganger under Vesterelva.

På tegning G 1-3.2.4 H er de beregnede anleggsutgifter og årsomkostninger fremstilt. Utgiftene gjelder bare regionale hovedanlegg, dvs. de anlegg som har betydning for den økonomiske sammenlikning.

De mange kompliserte forhold, både avløpstekniske og andre, som det må tas hensyn til ved utviklingen av en region, gjør det vanskelig å trekke en entydig konklusjon av en utredning som denne. Beregningene viser imidlertid enkelte klare poeng, nemlig:

- a. Den eventuelle dirigerte utvikling vil avløpsmessig være en fordel. De store fellesanleggene blir i så fall billigere, relativt sett. Det samme gjelder for så vidt de rent lokale anlegg, fordi det meste av områdene for dirigert utvikling kan tilknyttes på en rimelig måte.
- b. Rensekravene vil spille en betydelig rolle for valget av den endelige hovedløsning i regionen. For at det skal være økonomisk fordelaktig å samle avløpet og lede det ut i fjorden, må det tillates utslipp etter meget moderat rensing.
- c. Tiltakene i forbindelse med avløpet fra treforedlingsbedriftene vil gripe avgjørende inn i vurderingen.

Vurderer man alternativene økonomisk syns alt. I N.V., med de fleste renseanlegg, å gi det gunstigste resultat. Årskostnadene er omtrent de samme som for alt. V N.V., med ett renseanlegg, så lenge det er tale om kommunalt avløp alene. Påplusses kostnadene for interne anlegg i treforedlingsbedriftene, blir imidlertid totalen langt større enn den tilsvarende tunnelloøsning (alt. VII N.V./IND).

Tar man utgangspunkt i den forurensningsmengde som tilføres Glåma, er det klart at tunnelalternativ nærmest totalt avlaster Glåma og havområdet like utenfor utløpet, mens det er usikkert om de andre alternativene kan skape tilfredsstillende forhold i elven og ved utløpet, og da spesielt på grunn av utslippet fra industrien.

Med hensyn til nytteverdien for de berørte kommuner, vil tunnelalternativet på en avgjørende måte legge forholdene til rette for en større utvikling, spesielt med tanke på etablering av "våt" industri. Dette moment har vesentlig betydning hvis man ser regionen som eventuelt avlastningsområde for Oslo/Akershus.

Ved den praktiske planlegging og gjennomføring av et slikt stort anleggsforetagende, det her er tale om, er det svært viktig at løsningen gir mulighet til en fornuftig, etappevis utbygging. På det nåværende stadium er grunnlaget utilstrekkelig til å kunne drøfte alternativene på slike premisser. Det er nødvendig å klarlegge forholdene i ytre Oslofjord nærmere med tanke på de eventuelle konsekvenser som et eventuelt stort utslipp kan medføre, og man må avvete resultatet av de undersøkelser som NIVA for tiden utfører for Nedre Glåma.

3.5 Utredningsbehovet

Det må fram til år 2000 planlegges:

Avløpsnett for	ca. 101.500 personer
Renseanlegg for	" 252.000 "
Hovedkloakk, tunneler, pumpest. m.v.for	" 245.000 "

Det er nødvendig å foreta resipientvurderinger og eventuelt spesielle undersøkelser for å klarlegge utslipningsmuligheter og utslipningsmåter for Mosseområdet og regionen Sarpsborg/Fredrikstad. For Hobøl, Spydeberg og Askim må det foregå en sammenhengende vurdering av avløpsforholdene. Det er spesielt nødvendig at Akershus og Østfold samarbeider vedrørende nedslagsfeltet for Hobøl-elva, slik at denne elv ikke får tilført nevneverdig avløpsvann.

TABELL 8.1

BEFOLKNINGSFORDELING 1966-1980-2000.

ØSTFOLD FYLKE

Region		Befolkning (1.000 personer)											
Nr.	Navn	Ant. kom.	Ant. tettst.	1966			1980			2000			
				Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total	Tettst.	Spredt	Total	
G 1	Sarpsborg/Fredrikst.	10	12	85,9	17,9	103,8	109,4	11,0	120,4	137,4	4,4	141,8	
G 2	Moss	4	4	29,0	8,4	37,4	38,5	7,0	45,5	56,9	6,1	63,0	
G 3	Indre Østfold	9	10	17,8	23,1	40,9	21,2	17,6	38,8	25,0	11,0	36,0	
G 4	Halden	2	2	21,4	6,3	27,7	28,6	2,7	31,3	35,4	0,7	36,1	
	Sum	25	28	154,1	55,7	209,8	197,7	38,3	236,0	254,7	22,2	276,9	
	Prosentvis			73,5	26,5		83,5	16,5		92	8		

TABELL 8.2.1

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE VANN- OG AVLØPSFORHOLD

ØSTFOLD FYLKE

Region	Kommunale vannverk			Andre vannverk over 100 personer			Felles avløpsnett		Renseanlegg				
	Ant.	Antall personer tilkn.	Herav med rensing	Ant.	Antall personer tilkn.	Herav med rensing	Antall tettsteder	Antall personer tilkn.	Mek. rensing		Bio. rensing		Antall pers. tilkn.
									Ant. personer tilkn.	Ant. personer tilkn.	Ant. personer tilkn.	Ant. personer tilkn.	
Sarpsborg/Fredrikst.	4	87.150	85.000	4	900	100	11	85.900			2	1.400	1.400
Moss	2	27.200	27.200				4	27.800					
Indre Østfold	5	18.200	15.500	3	1.270	100	9	14.350			1	1.240	1.240
Halden	1	20.000	20.000	3	540	-	1	21.330					
Sum	12	152.550	147.700	10	2.710	200	25	149.380			3	2.640	2.640
% tilkn. i fylke av tot. befolkn. i tettst.		73,0	70,0		1,5	0,1		71,0					
								97,0					

DEL 4.

SAMMENDRAG. EKSISTERENDE FORHOLD --
UTBYGGINGSBEHOV OG BEREGNEDE KOSTNADER

1. SAMMENDRAG FOR LANDSDELEN

1.1 Vannforsyning1.1.1 Eksisterende forhold

I tabell 1.1.1 er det gitt en samlet oversikt over de eksisterende vannforsyningsforhold på Østlandet i 1966. Det er i alt registrert 113 kommunale vannverk og 237 private vannverk som har kapasitet til å forsyne mer enn 100 personer. I tillegg til disse finnes det et større antall vannverk til militære formål, større hoteller, feriehjem, turiststeder, campingplasser osv.

Fig. 1.1.1 viser landsdelens vannforsyningsforhold uttrykt på prosentbasis.

Vannverkene er delt opp i to hovedgrupper, nemlig de som henholdsvis betjener mer eller mindre enn 100 personer.

Vannverk som betjener mer enn 100 personer:

Ca. 73% av den totale befolkning er tilknyttet slike vannverk. I denne gruppen er 64% av totalbefolkningen tilknyttet kommunale og 9% private vannverk.

Gjennomsnittsstørrelsen for kommunale vannverk er en forsyningsvannmengde til ca. 10.400 personer. Tilsvarende tall for de private vannverk er ca. 700 personer.

For både de kommunale og private vannverk får 56% av befolkningen (1.1016.000 pers.) desinfisert og/eller rensert vann. 17% (330.000 pers.) forsynes med vann som hverken er desinfisert eller rensert.

33.000 personer som er spredt bosatt utenfor byer eller tettsteder, er forsynt med vann fra større fellesvannverk. Ved å sammenlikne fylkene (utenom Oslo) fremgår det at

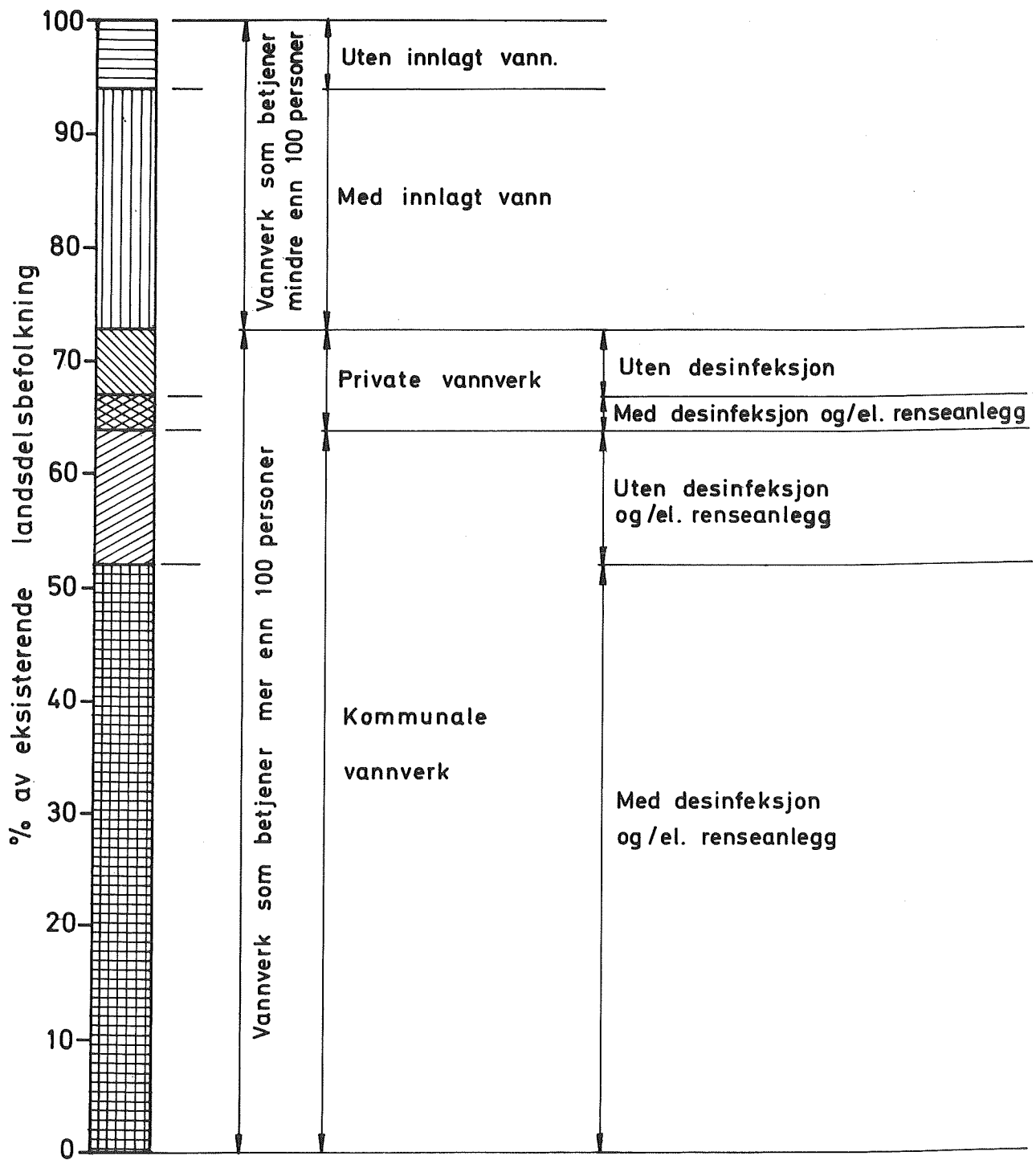
TABELL 1.1.1

Oversikt over eksisterende vannforsyningsforhold på Østlandet (Gjelder vannverk med kapasitet til å forsyne mer enn 100 personer).

Geografisk område	Kommunale vannverk					
	Ant. vannverk	Ant pers. tilkn.	% av by- og tettst. befolkn.	Ant.pers. tilkn. v.v. med rens. el.desinf.	% av vannv. kap. med rensing el. desinf.	% av total befolkn. tilkn. v.v.
Oslo fylke	1	485.000	100	485.000	100	100
Akershus fylke	18	157.000	75	99.000	63	56
Buskerud "	24	108.000	87	76.000	70	57
Hedmark "	10	37.000	66	29.000	78	21
Oppland "	10	41.000	56	40.000	97	24
Telemark "	21	96.000	92	91.000	95	62
Vestfold "	17	105.000	85	93.000	89	63
Østfold "	12	153.000	99	148.000	97	73
Landsdelen	113	1.182.000	89	961.000	81	64
	Andre vannverk					
Oslo fylke	0	0	-	0	0	0
Akershus fylke	51	52.000	-	14.000	27	19
Buskerud "	23	19.000	-	10.000	53	10
Hedmark "	41	32.000	-	13.000	41	18
Oppland "	48	30.000	-	9.000	30	18
Telemark "	14	9.000	-	7.000	78	6
Vestfold "	50	19.000	-	2.000	11	11
Østfold "	10	3.000	-	0	0	1,5
Landsdelen	237	164.000	-	55.000	34	9
	Alle vannverk					
Landsdelen	350	1.346.000	-	1.016.000	75	73

Fig. 1.1.1

Oversikt over eksisterende vannforsyningsforhold
på Östlandet.



kommunale vannforsyningsanlegg er neste 100% gjennomført for byer og tettsteder i Østfold, mens i Hedmark og Oppland er tallene henholdsvis bare 66% og 56%.

Vannverk som betjener mindre enn 100 personer:

Ca. 27% av den totale befolkning er enten forsynt med vann fra meget små fellesvannverk, brønner for enkelt-husstander eller har ikke innlagt trykkvann i det hele tatt. Ca. 17.000 av denne befolkningsgruppen er bosatt i byer og tettsteder. Ca. 78% av denne gruppen eller 21% av totalbefolkningen (390.000 pers.) har innlagt trykkvann, mens de resterende 6% av totalbefolkningen (110.000 pers.) ikke har innlagt vann.

Bare et fåtall vannverk som forsyner mer enn 100 personer, er basert på grunnvann. Disse vannverk forsyner til sammen ca. 40.000 personer, hovedsakelig i Vestfold, Hedmark og Oppland. Av de nesten 400.000 personer som har enkeltforsyning eller er tilknyttet små vannverk, antas en vesentlig del å benytte grunnvann.

Ved en rekke av de vannverk som har desinfeksjon og/eller renseanlegg, er forholdene mindre tilfredsstillende.

Det antas at ca. 40% av vannbehovet i dag går med til unødig forbruk og lekkasjer. Dette skyldes manglende vannmålere hos de enkelte forbrukere, forholdsvis høyt ledningstrykk og i stor grad utette ledninger.

1.1.2 Vannbehov fram til år 2000

Nåværende vannforbruk på Østlandet er beregnet til 990.000 m³/d. I tabell 1.1.2 er det gitt en oversikt over det anslåtte vannbehov i de enkelte fylker og for landsdelen i år 1980 og 2000.

Tabell 1.1.2 Anslått vannbehov på Østlandet i år 1980 og 2000.

Fylke	1980 m ³ /d	2000 m ³ /d
Oslo	397.000	420.000
Akershus	201.000	444.000
Buskerud	122.000	213.000
Hedmark	83.000	124.000
Oppland	92.000	120.000
Telemark	110.000	182.000
Vestfold	108.000	136.000
Østfold	161.000	221.000
Sum	1.274.000	1.860.000

Dette behovet omfatter alle byer, tettsteder og spredt bosatt befolkning, inklusiv den del av industriens vannbehov som antas dekket ved leveranse fra kommunale vannverk.

Den spredte bosatte befolkning ventes redusert fra ca. 500.000 personer i år 1966 til ca. 300.000 personer i år 2000. Det er sannsynlig at en stor del av de 390.000 personer som i 1966 hadde innlagt trykkvann, men var tilknyttet vannverk som forsyner mindre enn 100 personer, vil bli forsynt fra større vannverk somkring år 2000. Det antas imidlertid at ca. 100.000 mennesker i helårsboliger fortsatt vil være henvist til private enkeltløsninger i år 2000, fordi en tilknytting til større fellesvannverk vil bli for kostbar.

Det oppgitte vannbehov i tabell 1.1.2 omfatter ikke spesielle behov til isolert beliggende bebyggelse, såsom til visse store bedrifter, militære etablissementer, enkelte sosiale institusjoner, hoteller m.m., og heller ikke behovet til fritidsbebyggelse og campingplasser. Det er mulig at en del av dette behov kan dekkes ved tilknytting til større fellesvannverk.

1.1.3 Utbygging av vannverk

1.1.3.1 De fremtidige vannkilder

I tabell 1.1.3.1 er anført en del elver og innsjøer som har eller regnes å kunne få aktuell betydning for fremtidige vannforsyningsformål i respektive regioner. En del av de eksisterende vannkilder som er nevnt i tabellen, må antas å falle bort i fremtiden som følge av for liten kapasitet og/eller dårlig vannkvalitet.

I tillegg til de angitte overflatevannkilder finnes det en rekke muligheter for å ta ut grunnvann på en økonomisk måte.

Omkring år 2000 ventes ca. 100.000 personer i byer og tettsteder å være forsynt med grunnvann, vesentlig langs Gudbrandsdalslågen, på vestsiden av Mjøsa og langs Glåma nord for Kongsvinger. For øvrig er grunnvannforsyning en aktuell mulighet for hele øvre Romerike.

Vurderer man hele Østlandet under ett, er det grunn til å anta at omkring år 2000 vil ca. 2.200.000 personer få vann fra følgende vannkilder: Glåma, Mjøsa, Randsfjorden, Nordmarks-vassdragene, Holsfjorden, Eikeren, Farris og Norsjø. Disse vannkilder vil da forsyne ca. 80% av hele befolkningen på Østlandet og ca. 90% av by- og tettstedbefolkningen.

I årene fremover må man avklare om det er hensiktsmessig å konsentrere vannforsyningen om enda færre vannkilder. For Glåma må det regnes med fullrensing, for de andre vannkilder synes en enklere rensing å kunne være tilfredsstillende, men man kan ikke utelukke at det også for disse vannkilder kan bli nødvendig med fullrensing på lengre sikt.

1.1.3.2 Vannverkernes størrelse og influensområde

For å oppnå økonomiske og driftsmessig rasjonelle løsninger må det regnes med en sterk reduksjon av antall vannverk. De fleste private vannverk kan ventes nedlagt eller overtatt av kommunene. Omkring år 2000 vil private fellesvannverk sannsynligvis bare forsyne få prosent av antallet helårsboliger. De vil imidlertid kunne bli aktuelle for fritidsbebyggelse, campingplasser, hoteller og isolert beliggende sosiale institusjoner m.v.

TABELL 1.1.3.1

De viktigste nåværende og eventuelle fremtidige vannkilder

Fylke	Region	Vannkilder
Oslo og Akershus	Oslo/Akershus	Trehørningsvassdraget, Maridalsvassdraget, Holsfjorden, Randsfjorden, Hurdalssjøen, Mjøsa, Glåma Øyeren, Tisjøen, Metsjøen, Børtervatn
Buskerud	Drammen	Eikeren, Glitre, Holsfjorden, Sætervatn, Bårstrudtjern, Jungeren, Heggsjø, Langevatn, Kråkefjorden, Kolbrekvatn, Solbergvatnene, Røysjø
	Kongsberg/Numedal	Lågen, Tangentjern/Rundtjern
	Hallingdal	Spildra
	Ringerike	Tyrifjorden, Randsjorden, Begna, Sperillen
Hedmark	Nord-Østerdal	Auma, Glåma, Tallsjøen, Kvernbecken, Høståsbekken, Vangrøfta, Setersjøen
	Sør-Østerdal	Glåma, Blisterbekken
	Trysil/Engerdal	Trysilelva, Ørsjøen, Kollossjøen
	Hedemarken	Mjøsa, Flakstadelva, Mosjøen, Opsalelva, Moelva
	Solør/Odal	Glåma, Digeren, Veksaren, Kroksjøen Nøkketjern, Dystjern, Igletjern, Svarttjern, Storsjøen, Frysjøen, Lindtjern, Stor-Bronken, Eidsmangen, Baksjøen
Oppland	Nord-Gudbrandsdal	Lågen, Nordre Gjuva, Otta elv, Jora, Foksa.
	Sør-Gudbrandsdal	Lågen, Mesna, Våla, Øla
	Valdres	Leira elv, Strandefjorden, Slidrefjorden, Olevatn, Nedrevatn, Vangsmjøsa, Leirinn
	Gjøvik/Toten	Mjøsa, Skjellbreia, Rungsjøen, Skjæpsjøen, Lønsjø, Laupendsjø, Lillungen
	Hadeland	Randsfjorden, Lang-Pipern, Mylla, Skjærva

Tabell 1.1.3.1 (forts.)

Fylke	Region	Vannkilder
Telemark	Grenland	Norsjø, Flåtevatn, Stokkevatn, Mjøvatn, Modammen, Ulvsvatn, Eriksrød, Ørnstjern, Hellestveitvatn, Lanner, Galtetjern, Rekatjern, Damtjern.
	Vestmar	Kammerfosselva, Svarttjern, Toke, Oseidvatn.
	Vest-Telemark	Sitjeåi, Kivleåi, Urdetjern, Nisser
	Øst-Telemark	Tinnelva, Heddalsvatn, Sagabekken, Bøelva
	Tinn/Vinje	Husvoldåi, Øyalandsåi, Midøla, Movatn, Tokke.
Vestfold	Larvik	Farris, Ulfsbak, Hallevatn, Opsal-elva, Musevatn
	Sandefjord	Farris
	Jarlsberg	Farris, Eikeren, Ebbestadvatn, Hellumvatn, Korsjø, Orebergvatn, Borrevatn, Grorudvatn, Blindevatn, Langevatn, Røysjø, Akersvatnet, Åsvatnet.
Østfold	Sarpsborg/ Fredrikstad	Glåma, Isesjø
	Moss	Vansjø, Abortjern, Lyseren, Glåma
	Indre	Glåma, Øyeren, Rødenessjøen, Lyseren (i Rømskog)
	Halden	Femsjøen, Holevatn

Antall kommunale vannverk som fantes i 1966, ventes å bli redusert på grunn av overgang til interkommunale ordninger. På den annen side vil de fleste private vannverk overtas av kommunene.

Likevel antas antallet kommunale vannverk å være redusert til ca. 70 omkring år 2000. Av disse vannverk vil sannsynligvis 9 stk. være interkommunale eller felles for regioner og deler av fylker. Disse 9 vannverk vil da forsyne vel 85% av alle byer og tettsteder på Østlandet.

På fig. 1.1.3.2 er det gitt en skjematisk fremstilling av en mulig vannforsynings situasjon for Oslofjordområdet omkring år 2000. Denne er basert på 6-7 hovedforsyningsområder med eventuelle vanninntak i følgende kilder: Femsjøen, Glåma, Randsfjorden, Holsfjorden, Eikeren, Farris og Norsjø.

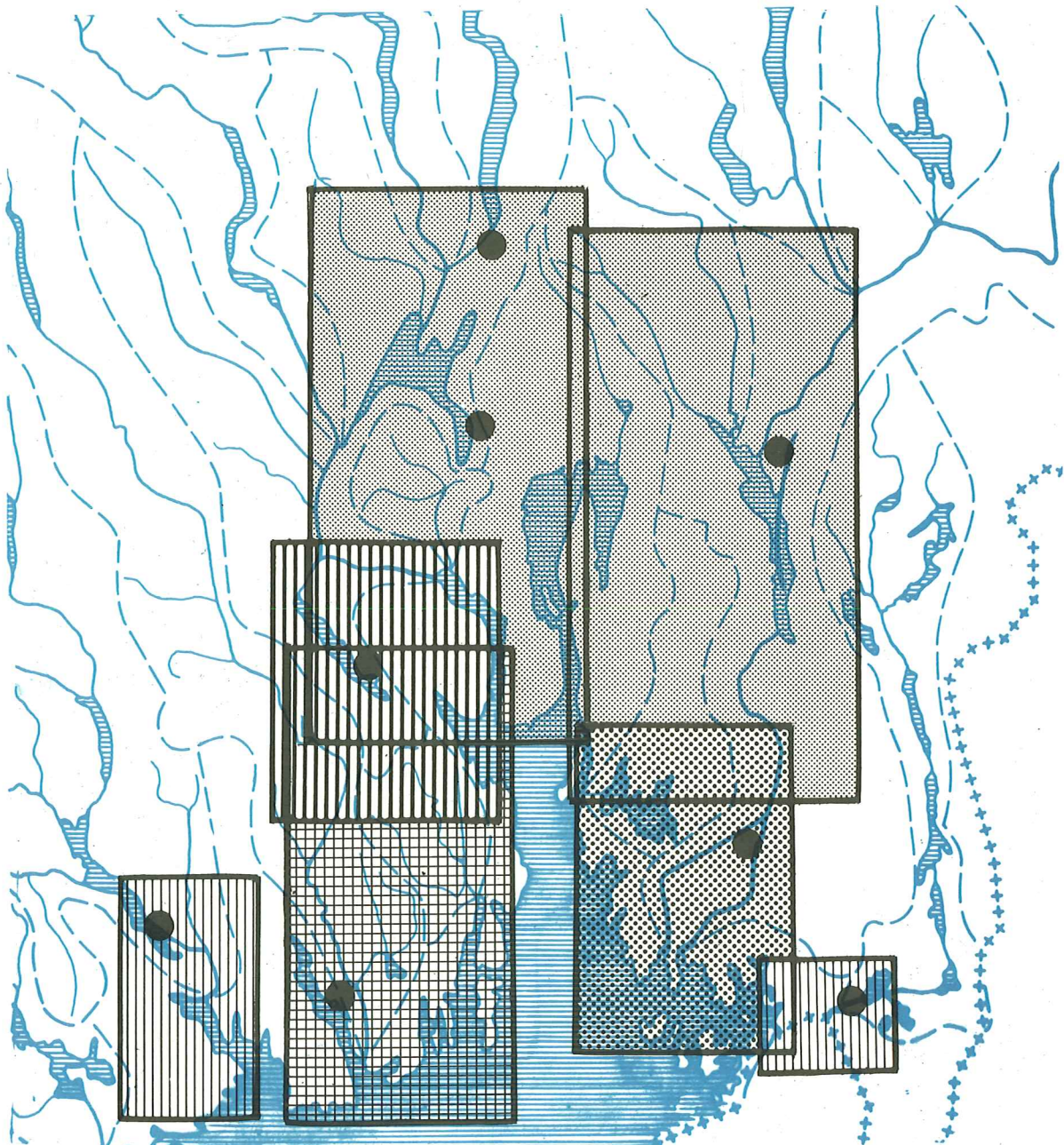
En slik plan innebærer vannverk med meget stor produksjonskapasitet, men den vil utvilsomt by på økonomiske løsninger både når det gjelder rensing og transport. I tillegg til de økonomiske fordeler som kan oppnås med store fellesanlegg, vil driftsforhold bli gunstigere. Det kan tas hensyn til den nødvendige beredskap som bør foreligge ved vannforsyning av store befolkningsgrupper.

Bortsett fra Femsjøen og Farris har de nevnte kilder meget stor kapasitet, og vil kunne sikre vannforsyningen til dette store geografiske område langt ut over de tidsperioder man i dag forsøker å få oversikt over med hensyn til utviklingsmønster. Forutsetningen må imidlertid være at man makter å kontrollere vannkvalitetens utvikling i disse store kilder. Dette vil innebære at man på et tidligst mulig tidspunkt må søke etter sammenhengen mellom økende forurensningsbelastning fra bolig- og industrireisning og de ventede fremtidige kvalitetsendringer dette kan innebære.

Mjøsa vil fremtre som den eneste naturlige vannkilde for vannforsyning av alle fremtidige bysentra i de tilstøtende områdene. Det må imidlertid regnes med at Mjøsas vannkvalitet vil endres i uheldig retning, uten at man i dag har mulighet for å forutsi hvor hurtig en slik endring vil finne sted. De eksisterende og eventuelle store fremtidige bykonsentrasjoner vil

Fig. 1.1.3.2

Skjematisk framstilling av mulig vannforsyningsituasjon
i Oslofjordområdet omkring år 2000.



- Vannkilde og vanninntak
- Maksimalt influensområde

nødvendigvis være med å bestemme endringer i vannkvalitet, siden Mjøsa er den eneste hovedresipient for avløpsvann i dette området.

Den økonomiske gevinst forbundet med store tekniske anlegg fremgår av fig. 5.7-2 under Del 2. Her er beregnede spesifikke kostnader for vanntransport i tunneler og rør vist som funksjon av transportmengde. Dessuten er det lagt inn spesifikke kostnader for bygging og drift av henholdsvis kjemiske fellingsanlegg og sandfilteranlegg som funksjon av anleggenes produksjonskapasitet. Kostnadene innbefatter kapital- og vedlikeholdskostnader samt driftskostnader.

Kurvene indikerer tydelig hvordan spesifikke kostnader for transport og rensing av vann blir lave ved store vannmengder, og at store enheter derfor gir den mest økonomiske løsning. Videre fremgår det at vann kan transporteres over lange strekninger før man overskrider den kostnad som rensing medfører.

Et annet forhold som også er av vesentlig betydning for at de tekniske anlegg bør være store, ligger på den driftstekniske siden. Mulighetene for å sikre en jevn og god drift av renselanlegg, og derfor til enhver tid kunne levere vann av hygienisk og bruksmessig sett høy kvalitet, øker med anleggenes størrelse. Vannforsyning basert på nærliggende små skogsvannkilder vil ofte føre til at en rekke kilder, ofte med sterkt varierende vannkvalitet, må tas i bruk etter hvert som behovet øker. Slike løsninger medfører små rensetekniske enheter og tildels også samkjøringsvanskeligheter.

En utvikling innen vannverkssektoren, som skissert ovenfor, må nødvendigvis medføre vesentlige forvaltningsmessige endringer. For store interkommunale vannverk kan man tenke seg at egne selskaper planlegger, bygger og forvalter anleggene. Slike selskaper vil da måtte levere kommunene vann i tilstrekkelig mengde og av god kvalitet ved bestemte leveringspunkter. Kommunene må fortsatt ha ansvaret for fordelingsnettene innen sitt geografiske område, mens investerings- og driftsoppgavene forbundet med hovedanleggene stort sett vil overføres til andre organer.

1.1.3.3 Tekniske anlegg

Den vannverksutbygging som må til for å dekke den prognoserte forbruksøkning, vil kreve betydelige investeringer. Ved en rasjonell utbygging med mange store vannverk vil visse enheter som renseanlegg, transportsystemer i form av tunneler og hovedledninger samt pumpestasjoner og bassenger få store dimensjoner.

Selv om disse hovedanleggene vil kreve betydelige investeringer vil fordelingsystemene innen forbruksområdene allikevel fordre den største økonomiske innsatsen. Det vil bli nødvendig med nye fordelingsledninger fram til boliger for anslagsvis 1.250.000 personer samt for industribedrifter og forretningsentra i byer og tettsteder. Den samlede ledningslengde til slike nye fordelingsnett er beregnet til ca. 7.300.000 m.

I tillegg kommer utskifting av storparten av alle eksisterende vannledninger. På grunnlag av det statistiske materiale som i dag foreligger, er lengden av det totale vannforsyningsnett på Østlandet i 1967 beregnet til omlag 6.300.000 m. For å skaffe en viss oversikt over byggeperioder for dette ledningsnettet er antall bygde leiligheter i de enkelte 10-årsperioder fra 1920 lagt til grunn.

Basert på 40 års funksjonstid for slike ledninger er den totale ledningslengde som skal fornyes i hver 10-årsperiode fra 1970 - 2000 beregnet og angitt i tabell 1.1.3.3. Den totale lengden med vannledningsnett som må legges i denne perioden både for å dekke nytt behov og omlegging av gamle ledninger, er beregnet til ca. 11.700 m.

Videre må det regnes med stikkledninger fra fordelingsnettet inn til de enkelte bygg. Forutsetter man at det i tiden 1970-2000 blir bygd minst 40.000 leiligheter pr. år, dvs. ca. 1.300.000 leiligheter totalt i hele landet, er det her antatt at minst halvparten av disse vil bli bygd på Østlandet. På bakgrunn av de beregningsforutsetninger som er gjengitt under pkt. 4.3, Del 2, vil den totale lengde med stikkledninger som skal legges i perioden 1970 - 2000, være 5.500.000 m.

TABELL 1.1.3.3

Beregnet lengde med vannledningsnett som må bygges i perioden 1970 - 2000.

Byggeperiode	1921- 1930	1931- 1940	1941- 1950	1951- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1990	1991- 2000
Antall meter nytt ledningsnett bygget	877.000	1.185.000	780.000	2.040.000	2.435.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000
Antall meter omlegging av gammelt ledn.nett					500.000	1.185.000	1.150.000	2.040.000
Totalt antall meter nylegt ledningsnett					2.935.000	3.635.000	3.600.000	4.490.000
Totalt antall meter ledningsnett	877.000	2.062.000	2.842.000	4.882.000	7.817.000	11.452.000	15.052.000	19.542.000

Det blir dessuten behov for betydelige separate vannforsyningsanlegg til visse store industribedrifter og en rekke mindre anlegg til isolert beliggende bygninger, såsom sosiale institusjoner, spesielle skoler, hoteller m.v.

Det forutsettes at antall enheter for hytter og annen fritidsbebyggelse vil øke fra ca. 170.000 i dag til omlag 500.000 i år 2000. Herav antas halvparten å bli bygd på Østlandet. Bare et fåtall hytter har i dag innlagt vann. Det synes realistisk å regne med at de fleste hytter vil ha innlagt trykkvann omkring år 2000. Utviklingen tyder på at hyttene vil bli konsentrert i grender. I de fleste tilfeller vil det da bli nødvendig med felles vannforsyning. En del hyttebyer kan bli store, og hvis forholdene ligger til rette for det, kan det da være hensiktsmessig å søke tilknytting til et eksisterende kommunalt vannverk. Selv om en slik løsning kan bli dyrere, vil den av hygieniske og driftsmessige grunner kunne være å foretrekke. I mange tilfeller antas hyttebyggingen å ville skje i nærheten av hoteller og pensjonater. I disse tilfeller bør det søkes oppnådd en fellesløsning.

1.2 Avløp

1.2.1 Eksisterende forhold

En oversikt over de eksisterende avløpsforhold fremgår av tabell 1.2.1. Av de 350 byer og tettsteder på Østlandet er 295 helt eller delvis forsynt med felles avløpsnett. Ca. 97% av by- og tettstedbefolkningen og ca. 70% av hele befolkningen er knyttet til slike nett. Utenom Oslo er disse prosentsetser henholdsvis 95% og 60%. Blant de enkelte fylker gir Oppland og Hedmark de laveste tilknytningsprosentene med henholdsvis 66 og 80% av by- og tettstedbefolkningen.

Avløpsvannet fra ca. 450.000 spredt bosatte personer slippes ut i grunnen eller vassdrag, til dels etter avslamning i septiktank. En stor del av denne gruppen har imidlertid ikke w.c.

Den prosentvise del av befolkningen på Østlandet som har innlagt bad og w.c. er henholdsvis 47,5% og 57%. Disse tallene

TABELL 1.2.1

Oversikt over eksisterende avløpsforhold på Østlandet

Geografisk område	Ant. tettsted	Transportsystem			Renseanlegg						Totalt ant. pers. tilkn. renseanl.	% av den tot. befolkkn.
		Ant. pers. tilkn. avkøpsnett	% av by- og tettstedsbefolkkn.	% av den totale befolkkn.	Mek. rensing			Biol. rensing				
					Ant. pers. tilkn.	% av den tot. befolkkn.	Ant. anl.	Ant. pers. tilkn.	% av den totale befolkkn.	Ant. anl.		
Oslo fylke	1	480.000	99	99	3	199.000	41	5	220.000	45	419.000	86
Akershus fylke	69	244.000	100	87	14	38.000	14	10	11.000	4	49.000	18
Buskerud "	48	110.000	89	58	2	250	0	6	9.000	5	9.000	5
Hednark "	32	45.000	80	25	6	13.000	7	3	2.000	1	15.000	8
Oppland "	38	48.000	66	29	1	1.000	1/2	4	1.000	1/2	2.000	1
Femernark "	28	98.000	94	63	2	1.500	1	2	1.500	1	3.000	2
Vestfold "	54	113.000	92	67	7	3.000	2	1	1.000	1/2	4.000	2 1/2
Østfold "	25	149.000	97	71	0	0	0	3	3.000	1 1/2	3.000	1 1/2
Landsdelen	295	1.287.000	97	70	35	255.750	14	34	248.500	13 1/2	504.000	27 1/2

er vesentlig lavere enn f.eks. i U.S.A., Sveits og Sverige. Det må forutsettes et stadig økende behov for slike sanitære innretninger, og dette vil føre til at avløpsnett må bygges i en hurtigere takt enn det som befolkningsøkningen tilsier.

Det er registrert 69 renseanlegg som til sammen betjener en halv million mennesker, dvs. ca. 38% av by- og tettstedbefolkningen eller ca. 27 $\frac{1}{2}$ % av landsdelens totalbefolkning. Utenom Oslo er disse prosentsetninger henholdsvis ca. 10% og 6%.

Av vel en $\frac{1}{2}$ mill. mennesker som er tilknyttet avløpssystem med renseanlegg er ca. halvparten fordelt på mekaniske anlegg, og den andre halvpart på biologiske anlegg. Utenom Oslo er fordelingen $\frac{2}{3}$ på mekaniske og $\frac{1}{3}$ på biologiske anlegg.

En grafisk fremstilling av eksisterende avløpsforhold på Østlandet, uttrykt på prosentbasis er vist i fig. 1.2.1.

Flere renseanlegg er gamle eller mindre hensiktsmessige. Da mesteparten av de eksisterende avløpsledninger dessuten er i dårlig forfatning, kan man generelt konkludere med at de avløpstekniske forholdene på Østlandet er meget utilfredsstillende.

1.2.2 Fremtidig utbygging

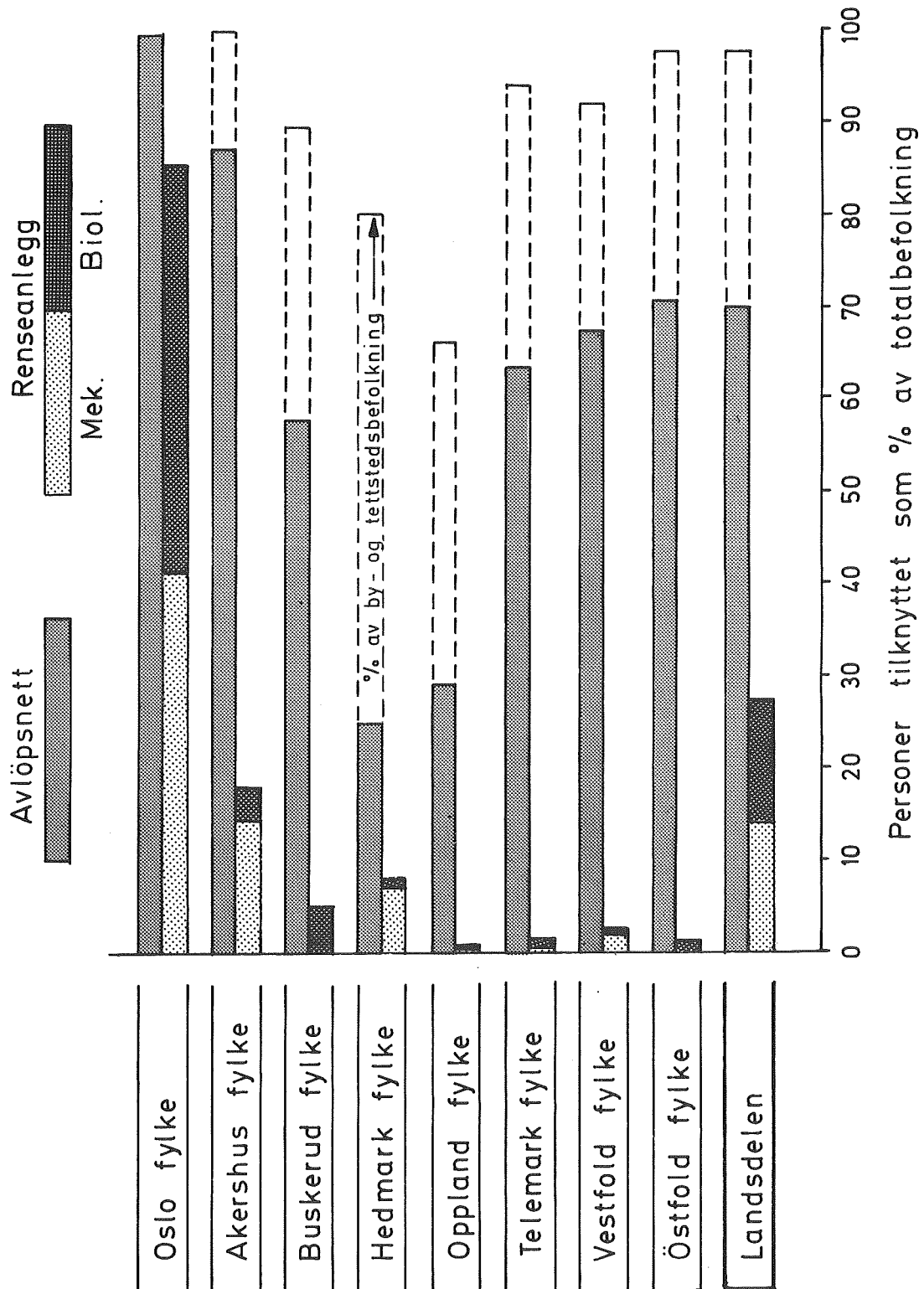
1.2.2.1 Hovedresipienter og krav til rensing

For de største bysentra på Østlandet vil følgende alternative resipienter stå til rådighet.

Bysentra	Alternative resipienter
Halden	Iddefjord Ytre Oslofjord
Sarpsborg/Fredrikstad	Glåma Ytre Oslofjord
Moss	Ytre Oslofjord
Osloområdet - Vest/ sentrum/Syd	Indre Oslofjord Ytre Oslofjord

Fig. 1.2.1

Oversikt over eksisterende avløpsforhold på
Östlandet.



Bysentra	Alternative resipienter
Romerike	Glåma Ytre Oslofjord
Hamar/Gjøvik/Lillehammer	Mjøsa
Ringerike	Tyrifjorden Dramselva
Drammen	Dramselva Drammensfjord Ytre Oslofjord
Vestfoldbyene	Ytre Oslofjord
Grenland	Storelva/Frierfjord Ytre Oslofjord

Bortsett fra Iddefjord, Indre Oslofjord, Mjøsa, Tyrifjord og Storelva/Frierfjord har disse resipientene en betydelig kapasitet til å ta hånd om forurensninger.

For de svakere resipientenes vedkommende vil det for alle, bortsett fra Mjøsa, være mulig å avlaste disse ved avskjærende transportsystemer uten store tekniske vanskeligheter eller en spesiell stor økonomisk innsats.

Tista, Glåma nord for Rena, Gudbrandsdalslågen, Randsfjorden, Begna og Hallingdalselva vil med den her forutsatte befolkningsfordeling bare motta forurenset vann fra mindre tettsteder.

De deler av Oslofjord som må ventes å motta større forurensmengder er: Singlefjorden øst for Hvaler, områdene nordvest for Hvaler, indre Oslofjord, Breiangen, Drammensfjorden, Vestfjorden, Byfjorden og Træla ved Tønsberg, Sandefjordsfjorden, Larviksfjorden, Frierfjorden, Langesundsfjorden og Kragerøfjorden.

Belastningen på de største ferskvannsresipienter med kommunalt avløpsvann uttrykt som personbelastning, kan omkring år 2000 ha noenlunde følgende fordeling:

Tistavassdraget	ca. 15.000 pers.	(ved utløpet i Femsjøen)
Glåma	" 585.000 "	(380.000 pers. ovenfor Fetsund)
Gudbrandsdalslågen	" 27.000 "	(ved utløpet i Mjøsa, ekskl. Lillehammer)
Mjøsa	" 178.000 "	(ved utløpet i Vormå)
Randsfjorden	" 18.000 "	(ved utløpet i Randselva)
Tyrifjorden	" 75.000 "	(ved utløpet i Dramselva)
Hallingdalselva	" 24.000 "	(ved utløpet i Dramselva)
Dramselva	" 161.000 "	(ved utløpet i Drammensfjorden)
Numedalslågen	" 38.000 "	(ved utløpet i Larviksfjorden)

Belastningen på Drammensfjorden ventes å bli ca. 320.000 personer, og på indre Oslofjord ca. 930.000 personer. For ytre Oslofjord, ventes en direkte belastning på ca. 150.000 personer. Hvis avløpet fra Oslo, Follo, Romerike, Asker, Bærum, Drammensregionen, region Fredrikstad/Sarpsborg og Tønsbergområdet skulle bli ført direkte til ytre Oslofjord vil den direkte belastning øke til ca. 1.650.000 personer. Hvis avløpsvannet fra Romeriksbyen føres til ytre Oslofjord vil belastningen av Glåma ovenfor Sarpsborg avta fra ca. 585.000 personer til ca. 385.000 personer.

Ovennevnte tall inkluderer ikke industribedrifter som belastes med spesielt store forurensningsmengder. Slike bedrifter finnes i første rekke ved Rena, Gjøvik, Eidsvoll, Lørenskog, Skedsmo, Hønefoss og Drammensområdet, langs indre og ytre Oslofjord, ved Larvik, langs Glåma nedenfor Sarpsborg og ved Skien og Porsgrunn. Med hensyn til den primære organiske belastning representerer disse bedrifter en betydelig større forurensning enn det kommunale avløpsvann.

Skulle også avløpsvannet fra storindustrien langs Dramselva og nedre del av Glåma bli ført til ytre Oslofjord, vil den direkte forurensningsbelastningen på denne fjorden bli betydelig. Slike overføringsprosjekter vil derfor kreve omfattende biologiske og hydrologiske undersøkelser av fjordsystemet for å kunne bedømme konsekvensen av slike store utslipp, hvordan avløpsvannet bør tilføres fjorden og nødvendig rensing. Disse undersøkelser vil være til stor hjelp ved vurderingen av hensiktsmessigheten av de prinsipielle muligheter for den langsiktige

disponering av avløpsvannet.

For områdene rundt indre del av Oslofjord vil det foreligge to prinsipielle hovedløsninger:

- a) Utslipp i de indre fjordområder, med trinnvis innføring av til dels vidtgående rensing.
- b) Utslipp i ytre Oslofjord, antakelig med noe mindre rensing.

Kombinasjoner av disse hovedløsningene vil antakeligvis være den mest naturlige utvikling, idet bruken av bare ytre fjord som resipient bør ses som en langsiktig målsetting av praktiske og investeringsmessige grunner. Med en slik langsiktig målsetting vil det under enhver omstendighet være nødvendig å utnytte de indre fjordområdene for mange år fremover under en trinnvis utbygging av avskjærende transportsystemer.

I et slikt langsiktig program vil det være naturlig å vurdere transportmulighetene for avløpsvann fra følgende bebygde områder:

Osloområdet - vest - sentrum - øst og syd, Drammensområdet og eventuelt Ringerike.

Hensynet til Øyeren og nedre del av Glåma som vannkilder kan gjøre det ønskelig å føre avløpsvannet fra Romeriket til ytre Oslofjord. Det kan da vise seg hensiktsmessig å føre avløpsvannet fra de østre deler av Oslo og fra Follo til samme resipient, mens en del av avløpsvannet fra fjordens vestsida slippes ut i de indre fjordsystemer.

På et senere tidspunkt vil kanskje de samme synspunkter kunne gjøre seg gjeldene i forbindelse med en eventuell bruk av Tyrifjorden som vannkilde for en vesentlig del av Osloområdet. Det kan da tenkes aktuelt å vurdere mulighetene for en transport av avløpet fra Ringerike helt ut til ytre Oslofjord i kombinasjon med avløp fra Drammensområdet, Oslos vestområder samt kommunene på vestsiden av indre Oslofjord.

Sett på bakgrunn av en antatt utvikling av forurensnings-situasjonene i Glåma, indre Oslofjord, Tyrifjorden og Dramselva skulle slike langsiktige regionale løsninger ligge vel til rette for trinnvis utbygging over en lang tidsperiode.

Når det gjelder de antatte krav til rensing av kommunalt avløpsvann er det i dette utredning forutsatt bare mekanisk rensing, som et første byggetrinn, for ferskvannsresipientene Glåma, Mjøsa, Randsfjorden, Tyrifjorden, Dramselva, Gudbrandsdalslågen, Numedalslågen og Storelva i Grenland. Når det gjelder innsjøene Mjøsa, Randsfjorden og Tyrifjorden vil de bli aktuelt i et senere byggetrinn å bygge anlegg for fjerning av nærings-salter, uten at man i dag har grunnlag for å påpeke hvilke nærings-saltkomponenter som kan være begrensende for en eutro-fieringsutvikling og derfor vanskelig kan foreslå egnede pro-cesser for slike renseanlegg. Dessuten foreligger det ikke tilstrekkelig kunnskap om hvor hurtig de ulike innsjøer vil reagere på forventede forurensningsbelastninger, og det vil derfor være vanskelig å anslå tidspunkter for når et annet utbyggingstrinn bør komme til utførelse.

Når det gjelder de store elvene indikerer antatte person-belastninger, som er angitt ovenfor, at fortynningsmulighetene vil være betydelig. Behovet for en øket fjerning av organisk stoff gjennom bygging av høygradige renseanlegg i et senere byggetrinn, vil derfor primært være bestemt av hensynet til å kunne kontrollere de hygieniske forhold i vassdragene og ikke av at uestetiske forhold vil oppstå som følge av primær-belastning eller sekundærvekst.

For utslipp i trange fjordbassenger, såsom Drammensfjorden, indre Oslofjord, området mellom Hvaler og fastlandet, Mosse-sundet, Byfjorden, Vestfjorden og Trøla ved Tønsberg og enkelte andre fjorder er det også forutsatt mekanisk rensing som første utbyggingstrinn. En senere utbygging vil enten innebære anlegg for fjerning av nærings-salter eller alternativt avskjærende transportsystemer fram til ytre Oslofjord. Den nødvendige rensing forbundet med utslipp i ytre Oslofjord må, etter den oversikt man i dag har, kunne begrenses til mekanisk rensing for en meget lang tidsperiode fremover, og i enkelte tilfeller bare til fjerning av flytende partikulært slam, olje og fett.

De antatte utgifter til rensingen er beregnet på grunnlag av ovennevnte forutsetninger.

1.2.2.2 Avløpsanleggenes størrelse og organisasjon

Av driftsmessige hensyn vil det ofte være fordelaktig å samle avløpsvannet i størst mulige rensetekniske enheter. Dette vil også i mange tilfeller føre til økonomiske løsninger. Det som imidlertid må være avgjørende for hvor store regionale løsninger som bør velges, er de lokale resipienthensyn. Ved bruk av vassdrag som resipienter kan det, på den annen side, medføre fordeler for vassdragstilstanden i enkelte tilfeller å fordele belastningen på flere utslipningspunkter.

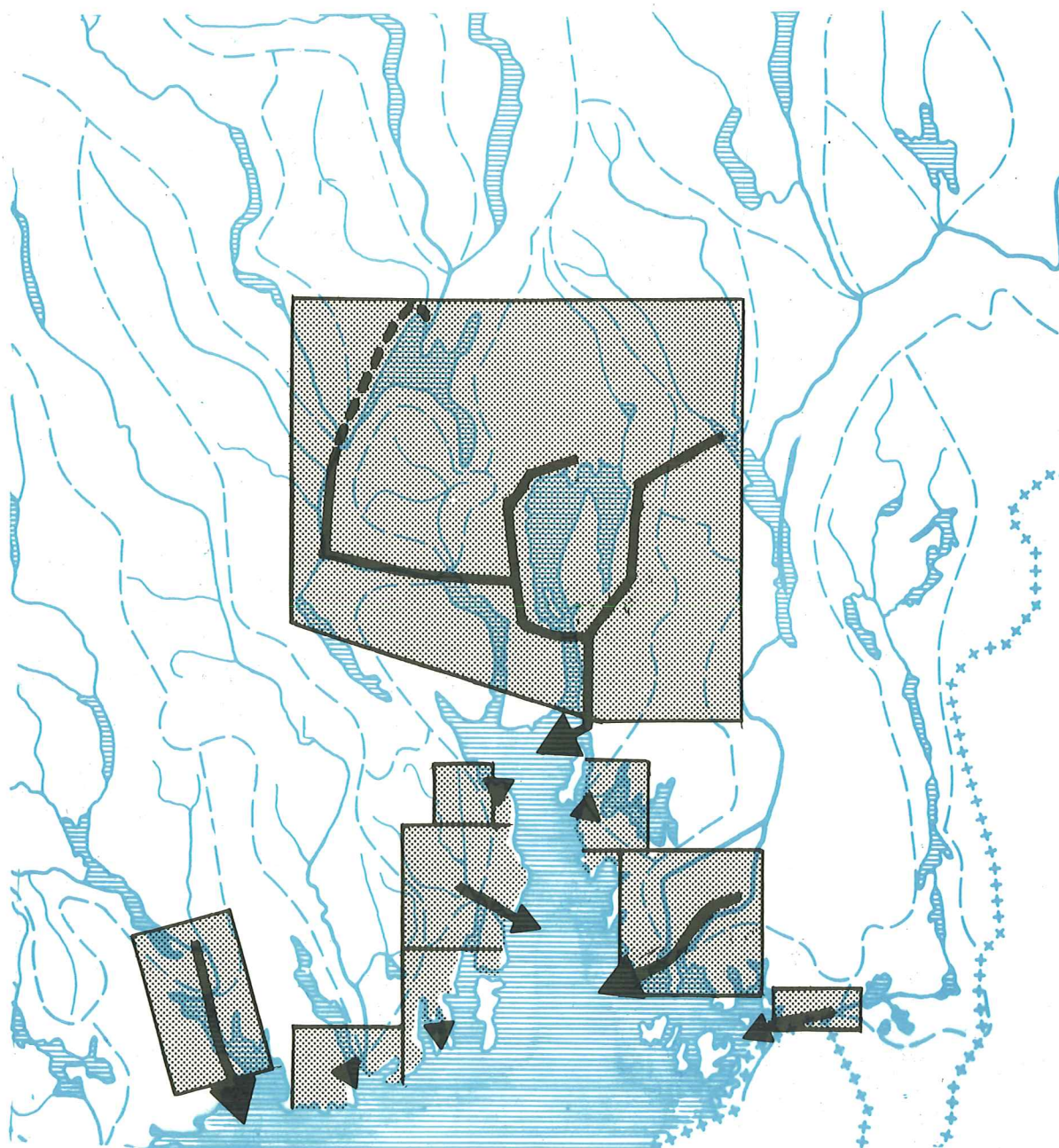
Generelt kan man si at størrelsen av regionale løsninger og antallet og typen av renseanlegg som må komme til utførelse er avhengig av resultatene av resipientundersøkelser, målsetting for de ulike resipienter, det fortsatte teknisk-økonomiske utredningsarbeid, generelle driftshensyn og hvilke interkommunale samarbeidsformer man i fremtiden kan komme fram til.

En interkommunal eller regional løsning av avløpsproblemet synes imidlertid under alle omstendigheter aktuelt i følgende områder: Kommunene rundt indre Oslofjord, Nedre Romerike, Follo, indre Østfold, Sarpsborg/Fredrikstad, Moss/Rygge, Hamarområdet, Gjøvik/Toten, region Drammen, Tønsberg-området, Larvik-området og Grenland.

Avløpet fra disse 12 områder ventes omkring år 2000 å representere ca. 75% av alt kommunalt avløpsvann på Østlandet. Innen år 2000 kan man tenke seg en avløpssituasjon for Oslofjordområdet som vist i fig. 1.2.2.2. En slik løsning medfører at vel 70% av alt kommunalt avløpsvann på Østlandet vil bli tilført ytre Oslofjord som resipient. Antall hovedutslipp i fjorden vil være begrenset til 9, hvorav 3, nemlig fra Oslo-Drammen, Grenland og Sarpsborg/Fredrikstad er av en betydelig størrelsesorden.

En utvikling mot flere regionale og interkommunale løsninger gjør det aktuelt å overveie opprettelsen av spesielle avløps-selskaper, som tar seg av hele problemkomplekset, og som over-

Skjematisk framstilling av mulig disponeringssituasjon for avløp i Oslofjordområdet omkring år 2000.



tar avløpsvannet fra kommunene på bestemte steder for videre transport og behandling, og at kommunene innbetaler avgifter.

1.2.2.3 Tekniske anlegg

I likhet med situasjonen på vannforsyningssektoren vil den største økonomiske innsatsen på avløpssiden være knyttet til bygging av avlopsnett inne de bebygde områder. Det vil bli behov for å bygge slike nett for til sammen 1.300.000 personer på Østlandet, og den totale lengde av disse nettene vil bli ca. 5.750.000 m.

I tillegg kommer utskiftning av en del av de eksisterende ledninger. På grunnlag av foreløpige statistiske opplysninger er den totale lengde av de eksisterende nett anslått til ca. 5.500.000 m. Av denne lengde antas minst 3.700.000 m å være bygd før år 1960. Basert på 40 års funksjonstid for slike ledninger er den totale ledningslengde som skal fornyes i hver 10-årsperiode fra 1970 - 2000 beregnet og angitt i tabell 1.2.2.3. Den totale lengden med nytt og omlagt avlopsnett for hele perioden er beregnet til ca. 9.000.000 m.

For øvrig vil det bli nødvendig å bygge en rekke større hovedledninger, tunneler og pumpestasjoner. Det er regnet med nye renseanlegg for ca. 2.100.000 personer. Antall renseanlegg vil være avhengig av i hvilken grad det vil bli gjennomført fellesløsninger. Det antas nødvendig med minst 183 og maks. 239 renseanlegg. I mange tilfeller vil utbyggingen antakelig skje med mekanisk rensing som første byggetrinn. I neste byggetrinn vil disse anlegg bli utvidet med en videregående rensing, eller det rensede vann vil bli overført til bedre egnede resipienter. I sistnevnte tilfelle kan det også bli tale om å nedlegge de mekaniske renseanlegg etter 10-20 år, og bygge større sentrale fellesanlegg.

For stikkledninger fra de enkelte bygg og fram til avlopsnettene kan det regnes med samme ledningsbehov som for vannledninger: 5.500.000 m fram til år 2000 (kfr. pkt. 1.1.3.3).

For visse industribedrifter vil det bli et betydelig behov for anlegg til rensing av avløpsvannet. Spesielt i områdene Grenland, Sarpsborg/Fredrikstad og Halden skulle imidlertid

TABELL 1.2.2.3

Beregnet lengde med avløpsnett som må bygges i perioden 1970 - 2000

Byggeperiode	1921- 1930	1931- 1940	1941- 1950	1951- 1960	1961- 1970	1971 1980	1981- 1990	1991- 2000
Antall meter nytt avløpsnett	680.000	860.000	610.000	1.575.000	1.875.000	1.920.000	1.920.000	1.920.000
Antall meter omlegging av gammelt avløpsnet					430.000	860.000	860.000	1.575.000
Totalt antall meter nylagt avløpsnett					2.305.000	2.780.000	2.780.000	3.495.000
Totalt antall meter avløpsnett	680.000	1.540.000	2.150.000	3.725.000	6.030.000	8.810.000	11.590.000	15.085.000

forholdene ligge til rette for at dette avløpsvannet kan føres til ytre Oslofjord sammen med kommunalt avløpsvann etter forholdsvise enkel og rimelig rensing. Det er mulig at dette også kan gjelde den indre del av ytre Oslofjord.

Man bør videre regne med et større antall renseanlegg for isolert beliggende bygg, såsom institusjoner, hoteller, militære etablissementer m.v..

Når det gjelder behovet for avløpsanlegg for fritidsbebyggelse vil den del av denne bebyggelsen som kommer til å bli beliggende i innlandets skogs- og fjelltrakter kunne by på ganske vesentlige rensetekniske problemer som følge av ofte svake resipienter i form av små elver eller bekker og innsjøer. I tillegg vil en sesongvis belastning av renseanlegg vanskeliggjøre en jevn drift og derved redusere renseanleggenes ytelse.

For den del av fritidsbebyggelsen som blir bygd ved kysten, vil disponeringsmulighetene være langt enklere som følge av at større fortynningsmuligheter ofte vil foreligge i resipienten.

Som nevnt under pkt. 1.1.3.3, tyder utviklingen på at den vesentlige del av fremtidig hyttebebyggelse vil bli konsentrert i grender, og med forventet krav om høy sanitær standard vil en fellesløsning innenfor hver hyttegrend anses som den mest forsvarlige løsning i de aller fleste tilfeller. Der hvor forholdene ligger til rett for tilknytting til et kommunalt avløpsnett, må dette betraktes som det beste alternativ, både av hensyn til driftstekniske og forurensningsmessige grunner.

1.3. Kostnader

1.3.1 Generelt

En stor del av arbeidsmengden i forbindelse med denne utredningen har bestått i utarbeidelse av alternative planer for vannforsyning og avløp til en rekke større by- og tettsteder hvor et slikt materiale ikke allerede har foreligget. Det primære siktemålet med en så vidt detaljert planlegging har vært å påpeke prinsipielle regionale løsninger, mulighetene for en trinnvis utbygging av hovedanlegg og, ikke minst, i

hvilke områder et interkommunalt samarbeid vil være avgjørende for å oppnå teknisk og hygienisk tilfredsstillende løsninger og i de fleste tilfeller en økonomisk utbygging. De omkostningstallene som på denne måten er fremskaffet for hovedanlegg er følgelig basert på et langt sikrere beregningsgrunnlag enn de omkostningsoverslag som er utført i forbindelse med ledningssystemer innenfor utbyggingsområder, omlegging av eksisterende ledningsanlegg eller rensetekniske enheter for mindre tettsteder. Selvom ledningssystemene for distribusjon av renvann og oppsamling av avløp representerer det absolutt største investeringsobjektet, og derfor skulle ha krav på en noe mer omfattende omkostningsberegning, er investeringsrammen for dette formålet stort sett uavhengig av prinsipielle hovedløsninger. Disse investeringene må derfor i denne sammenheng anses som lite påvirkelig av annet enn landsdelens totale befolkningstilvekst. De feilberegninger som eventuelt foreligger i denne sammenheng vil derfor bare ha betydning for den totale investeringsramme innenfor hver 5-års periode fram til år 2000.

1.3.2 Investeringsbehov

Beregnete investeringskostnader for de enkelte hovedkomponenter i VA-anleggene er gjengitt i tabellene 1.3.2-1 til 1.3.2-7. Hver av tabellene representerer ett fylke, bortsett fra Oslo og Akershus som er slått sammen, av hensyn til at disse fylkene er behandlet som en region i denne utredningen. I tabell 1.3.2-8 er det gitt en samlet fremstilling for hele landsdelen.

Kostnadene er oppgitt for hver 5-års periode fram til år 2000 med summer for hver hovedkomponent og periode.

Nedenfor er det gitt kommentarer til hvordan kostnadene for hver enkelt hovedkomponent er beregnet.

1.3.2.1 Ledningssystemer innen byggeområdene

På bakgrunn av den prognoserte befolkningstilveksten i hver enkelt by- og tettsted samt eksisterende tilknytningsbehov er de totale investeringskostnader til vannforsynings- og avløps-

nett beregnet ved å benytte spesifikke kostnadstall hentet fra figurene 5.2.1.5 og 5.3.1.1 i Del 2. I tillegg til disse ledningssystemene, som er å betrakte som gateledninger, er nødvendige kostnader til stikkledninger inn til og ut fra hvert enkelt hus kostnadsberegnet og ført under egne poster i investeringstabellene. Beregningene er utført på bakgrunn av en prosentvis fordeling av boligtyper som angitt under pkt. 4.3, Del 2. Det er forutsatt at vann- og avløpsledninger legges i samme grøft og at omkostningene fordeler seg med en halvdel på hver av de to ledningstypene.

1.3.2.2 Utskifting av eksisterende ledningssystemer

På bakgrunn av en fylkesvis statistikk over antall leiligheter som er bygd i hver 10-årsperiode fra 1920 og opp til i dag, og som også har vært grunnlag for tabellene 1.1.3.3 og 1.2.2.3, er det for hvert fylke anslått et visst antall meter vann- og avløpsledninger som bør legges om i hver 5-års periode fra 1970 og fram til år 2000. For hvert fylke er det forutsatt en midlere meterpris som bygger på de priser som er benyttet for nye ledningsnett. Det er derved forutsatt samme spesifikke kostnader for omlegging av gamle ledninger som legging av nye. Beregningsresultatene er ført under egen post i investeringstabellene.

1.3.2.3 Hovedtransportsystemer

Disse systemer omfatter for vannforsyning oppdemning, overføringsledninger, tunneler, pumpestasjoner og bassenger, og for avløp avskjærende ledninger og tunneler, regnvannsoverløp og regnvannsbassenger, pumpestasjoner og utløpsanordninger i resipient.

For alle større byområder er alle disse kostnadene fremskaffet gjennom de alternative oversiktsplaner som er laget i forbindelse med denne utredning eller foreligger fra tidligere. For det store antall av mindre tettstedsbebyggelse har det imidlertid vært vanskelig å finne en helt tilfredsstillende beregningsmetode. Det har f.eks. vært forsøkt å finne en holdbar korrelasjon mellom kostnader til dambygging og magasin-volum i forbindelse med oppdemning av overflatevannkilder uten at dette har lyktes innenfor den tiden som har stått til

rådighet. Kostnader til dette formål er derfor i stor grad anslått etter skjønn da de utgjør en meget liten del av totalinvesteringene. For andre deler av hovedanleggene for vannforsyning er det forsøkt å komme fram til investeringsbehovet ved å uttrykke dette som en midlere prosent av investeringer til ledningsnett. I en del av fylkesingeniørenes utredninger har det foreligget økonomiske overslag for hovedanlegg for vannforsyning til en rekke tettsteder. Disse overslagene samt kostnadsberegninger utført av rådgivende ingeniørfirmaer i forbindelse med vannforsyning til Hamar, Drammen og Grenlandsregionen har gjort det mulig å finne en noenlunde holdbar proSENTSATS.

For beregning av hovedanlegg til avløp for alle mindre tettsteder er det benyttet en tilsvarende metodikk og proSENTSATSEN er beregnet på bakgrunn av de foreliggende utredninger for Hamar, Sarpsborg/Fredrikstad og Drammen. Benytter man beregnede investeringer til avløpsnett i disse områdene som basis, representerer alle hovedanlegg, bortsett fra renseanlegg følgende prosentvise tillegg:

- 19 - 27% for Hamar
- 29 - 35% for regionen Drammen og
- 27 - 42% for regionen Sarpsborg/Fredrikstad

Prosentvariasjonen for de enkelte områder fremkommer ved å velge ulike alternative løsninger. De største prosenttallene representerer de regionale og mest omfattende løsningene og er derfor ikke betraktet som brukbare for mindre tettsteder. Fra en tidligere utarbeidet avløpsplan på Østlandet for et område med 20.000 mennesker, representerer tillegget for hovedanlegg ca. 20%.

Avhengig av lokale forhold er det i våre kostnadsberegninger benyttet tilleggsproSenter for hovedanlegg til avløp på henholdsvis 15, 20 og 25%. Beregningsresultatene inngår som egne poster i investeringstabellene.

1.3.2.4 Rensetekniske enheter

Bortsett fra de byområder hvor det foreligger alternative utredninger både for vannforsyning og avløp er det for hvert

enkelt tettsted beregnet et investeringsbehov til vann- og avløpsrenseanlegg på bakgrunn av de generelle kostnadskurvene i figurene 5.2.1.4 og 5.3.1.4. For maskinelt utstyr er det regnet med utskifting etter 20 års brukstid.

Vedrørende tidspunkter for innføring av videregående rensing er disse vurdert skjønnsmessig i hvert enkelt tilfelle.

1.3.2.5 Fritidsbebyggelse

På grunn av manglende kunnskap om hvilke prinsipielle opplegg som kan komme på tale for vann- og avløpsanlegg til fritidsbebyggelse må kostnadsberegningene for slik anlegg betraktes bare som indikative.

Det er antatt at halvparten av de 250.000 hytter på Østlandet blir ordnet i grupper på 25 stk. og den andre halvpart i grupper på 100. De økonomiske beregningsforutsetninger som fremgår av pkt. 5.4, Del 2, er benyttet for kostnadsoverslagene.

For en fordeling av investeringsbehovet på de enkelte fylker er følgende prosenttall benyttet:

Oslo	fylke får	0% av landsdelens fritidsbebyggelse	
Akershus	" "	4%	- " -
Buskerud	" "	16%	- " -
Hedmark	" "	22%	- " -
Oppland	" "	24%	- " -
Telemark	" "	18%	- " -
Vestfold	" "	8%	- " -
Østfold	" "	8%	- " -

Investeringene er forutsatt å skje tidsmessig jevnt fordelt over 30-års perioden.

Beregningsresultatene inngår som egne poster i investerings-tabellene.

1.3.2.6 Erstatninger og grunnervervelser

De økonomiske beregningsforutsetningene som er anført under pkt. 5.5, Del 2, og som angir varierende prosentsatser til

beregning av erstatninger og grunnervervelse for ulike tekniske anlegg, er bare benyttet for alternativ kostnadsberegninger i forbindelse med de enkelte regionale VA-anlegg.

For beregning av denne investeringsposten for de enkelte fylker er det i steden forutsatt at erstatninger og grunnervervelser er 5% av de totale anleggsutgifter.

1.3.2.7 Planlegging, byggekontroll og administrasjon

Kostnadene for planlegging omfatter dels kostnader for forprosjektering og utarbeiding av prinsipielle løsninger, dels kostnader for detalj-prosjektering av de ulike prosjektene. Planleggingskostnadene er beregnet til 4% av totale anleggs-kostnader.

Kostnadene for kontroll og byggeledelse ved anleggenes utførelse er beregnet til 3%, og kostnadene for byggherrens egen administrasjon til 3% av anleggskostnadene. Det vil si et totalt tillegg på 10%.

1.3.2.8 Renter i løpet av byggetiden

Renter i løpet av byggetiden er beregnet som et tillegg til anleggskostnadene og inngår under hver kostnadspost. (Kfr. pkt. 6, Del 2).

1.3.3 Årskostnader

Beregnete årskostnader for de enkelte hovedkomponenter i VA-anleggene er gjengitt i tabellene 1.3.3-1 til 1.3.3-7. I likhet med investeringstabellene er kostnadene beregnet for hver 5-års periode og det er én tabell for hvert fylke. Samlede årskostnader for hele landsdelen er gitt i tabell 1.3.3-8.

Nedenfor er det gitt kommentarer til hvordan årskostnadene er beregnet.

1.3.3.1 Kapitalkostnader

Kapitalkostnadene er beregnet ifølge pkt. 6, Del 2. Rentefoten er satt til 6%. Avskrivningstiden for rørledninger og byggingsmessige arbeider er satt til 40 år og for maskinell og elektrisk utrustning til 20 år.

Kostnadene for grunnervervelse, erstatning, planlegging, byggekontroll og administrasjon er fastsatt avskrevet på 40 år.

Man får derved følgende annuiteter:

Avskrivningstid 40 år - annuitet	6,65%
" 20 år - annuitet	8,72%

1.3.3.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader

Kostnadene for drift av renseanlegg er beregnet ved hjelp av kostnadskurvene i fig. 5.2.2 og 5.3.2, Del 2.

Kostnadene til energi, i første rekke pumpeenergi, er beregnet ifølge pkt. 5.6, Del 2. Energikostnaden er satt til 5 øre/Kwh og pumpevirkningsgraden til 80%. For vannforsyningsanlegg er det regnet med en gjennomsnittlig pumpehøyde på 40 m og for avløpsanlegg på 10 m.

De gjennomsnittlige kostnader pr. person og år, under forutsetning av et spesifikt forbruk på 700-800 l/p.d., er da for vannforsyningen ca. 2 kr/p.år og for utløp ca. 0,5 kr/p.år.

Kostnadene for vedlikehold av de tekniske anlegg er beregnet ifølge pkt. 5.3.2, Del 2, det vil si en prosentsats av de totale anleggskostnader som for rørledninger er 0,5%, bygninger 1,0% og for maskinelt og elektrisk utstyr 1,5%.

1.3.3.3 Fritidsbebyggelse

Årskostnadene for investeringer til og drift av VA-anlegg for fritidsbebyggelsen, er beregnet til 8% av de totale investeringene. Prosentsatsen er beregnet under forutsetning av en gjennomsnittlig annuitet på 6,9% av investeringskostnadene og 1,1% til vedlikehold og drift.

TABELL 1.3.2-1

Beregnete investeringer i mill. kr. Oslo/Akershus

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
Hovedtransp.syst.	86,4	27,2	13,2	12,0	12,2	-	151,0
Renseanlegg	26,4	20,0	13,8	10,0	20,9	12,0	103,1
Nytt fordelingsnett	142,3	142,3	142,3	142,3	142,3	142,3	853,8
Utsk. av "	64,0	64,0	73,5	73,5	130,0	130,0	535,0
Stikkledninger	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	258,0
Erstatn. + grunnerv.	18,1	14,8	14,3	14,0	17,4	16,4	95,0
Planl., byggekotr., adm.	36,2	29,7	28,6	28,1	34,8	32,7	190,1
Sum vann (V)	416,4	341,0	328,7	322,9	400,6	376,4	2.186,0
Avløp							
Hovedtransp.syst.	32,5	18,0	16,5	17,9	-	-	84,9
Renseanlegg	56,3	50,7	37,3	37,2	28,1	25,4	235,0
Nye ledningsnett	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5	819,0
Utsk. av "	57,7	57,7	68,5	68,5	123,0	123,0	498,4
Stikkledninger	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	258,0
Erstatn. + grunnerv.	16,3	15,3	15,1	15,2	16,5	16,4	94,8
Planl., byggekotr., adm.	32,6	30,6	30,2	30,3	33,1	32,8	189,6
Sum avløp (A)	374,9	351,8	347,1	348,6	380,2	377,1	2.179,7
Sum vann og avløp (V+A)	791,3	692,8	675,8	671,5	780,8	753,5	4.365,7
Fritidsbebyggelse (F)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	120,-
Sum V + A + F	811,3	712,8	695,8	691,5	800,8	773,5	4.485,7

Tabell 1.3.2.-2

Beregnete investeringer i mill. kr. Buskerud fylke

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99	
Vannforsyning	Hovedtransp.syst.	45	45	20	11,7		121,7	
	Renseanlegg	20	7,5			5	42,5	
	Nytt fordelingsnett	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	280,2	
	Utsk.av "	14,3	14,3	11,0	11,0	19,5	89,6	
	Stikkledninger	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	87,0	
	Erstatn. + grunnerv.	7,1	6,4	4,6	4,2	4,3	31,2	
	Planl., byggekontr., adm.	14,1	12,8	9,2	8,4	8,6	62,2	
	Sum vann (V)	161,7	147,2	106,0	96,5	98,6	714,4	
	Hovedtransp.syst.	40	40	20	8,9			108,9
	Renseanlegg	12,4	10	5	5,6	6,2	5	44,2
Avløp	Nye ledningsnett	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	273,0	
	Utsk.av "	13,0	13,0	10,3	10,3	18,4	83,4	
	Stikkledninger	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	87,0	
	Erstatn. + grunnerv.	6,3	6,2	4,8	4,3	4,3	30,1	
	Planl. byggekontr., adm.	12,5	12,3	9,5	8,5	8,5	59,6	
	Sum avløp (A)	144,2	141,5	109,6	97,6	97,4	95,9	686,2
	Sum vann og avløp (V+A)	305,9	288,7	215,6	194,1	196,0	200,3	1.400,6
	Fritidsbebyggelse (F)	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	480,0
	Sum V + A + F	385,9	368,7	295,6	274,1	276,0	280,3	1.880,6

TABELL 1.3.2-3

Beregnete investeringer i mill.kr. Hedmark

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
Hovedtransp.syst.	20	20	10	4,6			54,6
Renseanlegg	6,3	6			3,1	3	18,4
Nytt fordelingsnett	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	109,8
Utsk. av "	13,0	13,0	12,3	12,3	21,7	21,7	94,0
Stikkledninger	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	34,8
Erstatn. + grunnerv.	3,2	3,2	2,3	2,0	2,9	2,9	16,5
Planl., byggekcontr., adm.	6,3	6,3	4,6	4,1	4,9	4,9	31,1
Sum vann (V)	72,9	72,6	53,3	47,1	56,7	56,6	359,2
Avløp							
Hovedtransp.syst.	15	15	7	4,5			41,5
Renseanlegg	10	9,8	10	10,6	5	4,9	50,3
Nye ledningsnett	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	109,2
Utsk. av "	11,8	11,8	11,5	11,5	20,5	20,5	87,6
Stikkledninger	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	34,8
Erstatn. + grunnerv.	3,0	3,0	2,7	2,5	2,5	2,5	16,2
Planl., byggekcontr., adm.	6,1	6,1	5,3	5,1	5,0	4,9	32,5
Sum avløp (A)	69,9	69,7	60,5	58,2	57,0	56,8	372,1
Sum vann og avløp (V+A)	142,8	142,3	113,8	105,3	113,7	113,4	731,3
Fritidsbebyggelse (F)	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	660,0
Sum V + A + F	252,8	252,3	223,8	215,3	223,7	223,4	1.391,3

TABELL 1.3.2-4

Beregnete investeringer i mill. kr. Oppland

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
Hovedtransp.syst.	25	25	10	7,1			67,1
Renseanlegg	7	7			3,5	3,5	21
Nytt fordelingsnett	22	22	22	22	22	22	132
Utsk. av "	12,5	12,5	12,3	12,3	21,8	21,8	93,2
Stikkledninger	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	43,8
Erstatn. + grunnerv.	3,7	3,7	2,6	2,4	2,8	2,8	18,0
Planl., byggekontr., adm.	7,4	7,4	5,2	4,9	5,5	5,5	35,9
Sum vann (V)	84,9	84,9	59,4	56,0	62,9	62,9	411,0
Avløp							
Hovedtransp.syst.	24	24	7	4,1			59,1
Renseanlegg	18	15,2	18	14,7	9	7,6	82,5
Nye ledningsnett	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	145,2
Utsk. av "	11,2	11,2	11,5	11,5	20,5	20,5	86,4
Stikkledninger	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	43,8
Erstatn. + grunnerv.	4,2	4,1	3,4	3,1	3,1	3,0	20,9
Planl., byggekontr., adm.	8,5	8,2	6,8	6,2	6,1	6,0	41,8
Sum avløp (A)	97,4	94,2	78,2	71,1	70,2	68,6	479,7
Sum vann og avløp (V+A)	182,3	179,1	137,6	127,1	133,1	131,5	890,7
Fritidsbebyggelse (F)	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	720,0
Sum V + A + F	302,3	299,1	257,6	247,1	253,1	251,5	1.610,7

TABELL 1.3.2.5

Beregnete investeringer i mill. kr. Telemark

	1970-74	1975-79	1980-84	1986-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
nvesteringsperiode							
Hovedtransp.syst.	35	35	15	14,7			99,7
Renseanlegg	8	5,8			4	2,9	20,7
Nytt fordelingsnett	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	157,8
Utsk. av "	11,0	11,0	8,2	8,2	14,5	14,5	67,4
Stikkledninger	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	49,8
Erstatn. + grunnerv.	4,4	4,3	2,9	2,9	2,6	2,6	19,7
Planl., byggekontr., adm.	8,9	8,6	5,8	5,8	5,3	5,2	39,6
Sum vann (V)	101,9	99,3	66,5	66,2	61,0	59,8	454,7
Hovedtransp.syst.	70	70	20	13,7			173,7
Renseanlegg	9	6,6	5	5,5	4,5	3,3	33,9
Nye ledningsnett	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	163,2
Utsk. av "	9,9	9,9	7,8	7,8	13,5	13,5	62,4
Stikkledninger	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	49,8
Erstatn. + grunnerv.	6,2	6,1	3,4	3,1	2,7	2,6	24,1
Planl., byggekontr., adm.	12,4	12,2	6,8	6,3	5,4	5,2	48,3
Sum avløp (A)	143,0	140,3	78,5	71,9	61,6	60,1	555,4
Sum vann og avløp (V+A)	244,9	239,6	145,0	138,1	122,6	119,9	1.010,1
Fritidsbebyggelse	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	540,0
Sum V+A+F	334,9	329,6	235,0	228,1	212,6	209,9	1.550,1

TABELL 1.3.2-6

Beregnete investeringer i mill. kr. Vestfold

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
Hovedtransp.syst.	40	40	20	20	3,1		123,1
Renseanlegg	10	11,5			5	5,7	32,2
Nytt fordelingsnett	18	18	18	18	18	18	108
Utsk.av "	15	15	10,8	10,8	20,5	20,5	92,6
Stikkledninger	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	31,8
Erstatn. + grunnerv.	4,4	4,5	2,7	2,7	2,6	2,5	19,4
Planl., byggekontr., adm.	8,8	9,0	5,4	5,4	5,2	5,0	38,8
Sum vann (V)	101,5	103,3	62,2	62,2	59,7	57,0	445,9
Hovedtransp.syst.	40	40	15	7,2			102,2
Renseanlegg	9	6,6	1,5		4,5	3,3	24,9
Nye ledningsnett	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	85,8
Utsk.av "	13,6	13,6	10,8	10,8	19,3	19,3	87,4
Stikkledninger	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	31,8
Erstatn. + grunnerv.	4,1	4,0	2,3	1,9	2,1	2,1	16,5
Planl., byggekontr., adm.	8,2	8,0	4,7	3,8	4,3	4,2	33,2
Sum avløp (A)	94,5	91,8	53,9	43,3	49,8	48,5	381,8
Sum vann og avløp (V+A)	196,0	195,1	116,1	105,5	109,5	105,5	827,7
Fritidsbebyggelse (F)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	240,0
Sum V + A + F	236,0	235,1	156,1	145,5	149,5	145,5	1.067,7

TABELL 1.3.2.-7

Beregnete investeringer i mill. kr. Østfold

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
Hovedtransp.syst.	30	30	16	10,2			86,2
Renseanlegg	10	20	14,3		5	10	59,3
Nytt fordelingsnett	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	157,8
Utsk.av "	16,2	16,2	12,5	12,5	22	22	101,4
Stikkledninger	7,3	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	46,3
Erstatn. + grunnerv.	4,5	5,0	3,8	2,8	3,0	3,3	22,4
Planl. byggekontr.,adm.	9,0	10,0	7,7	5,7	6,1	6,6	45,1
Sum vann (V)	103,3	115,3	88,4	65,3	70,2	76,0	518,5
Avløp							
Hovedtransp.syst.	60	60	5,3	5			130,3
Renseanlegg	7,2	10	5	3,9	3,6	5	34,7
Nye ledningsnett	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	135,0
Utsk.av "	14,8	14,8	11,6	11,6	20,8	20,8	94,4
Stikkledninger	7,3	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	46,3
Erstatn. + grunnerv.	5,6	5,8	2,6	2,5	2,7	2,8	22,0
Planl., byggekontr.,adm.	11,2	11,5	5,2	5,1	5,5	5,6	44,1
Sum avløp (A)	128,6	132,4	60,0	58,4	62,9	64,5	506,8
Sum vann og avløp (V+A)	231,9	247,7	148,4	123,7	133,1	140,5	1.025,3
Fritidsbebyggelse (F)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	240,0
Sum V + A + F	271,9	287,7	188,4	163,7	173,1	180,5	1.265,3

TABELL 1.3.2.-8

Beregnete investeringer i mill. kr. Landsdelen

Investeringsperiode	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	1970-99
Vannforsyning							
Hovedtransp.syst.	281,4	222,2	104,2	80,3	15,3	-	703,4
Renseanlegg	87,7	77,8	28,1	10,0	46,5	47,1	297,2
Nytt fordelingsnett	299,9	299,9	299,9	299,9	299,9	299,9	1.799,4
Utsk.av "	146,0	146,0	140,6	140,6	250,0	250,0	1.073,2
Stikkledninger	91,5	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	551,5
Erstatn.+ grunnerv.	45,4	41,9	33,2	31,0	35,6	35,1	222,2
Planl.byggekontr.,adm.	90,7	83,8	66,5	62,4	70,4	69,0	442,8
Sum vann (V)	1.042,6	963,6	764,5	716,2	809,7	793,1	5.089,7
Avløp							
Hovedtransp.syst.	281,5	267,0	90,8	61,3	-	-	700,6
Renseanlegg	121,9	108,9	81,8	77,5	60,9	54,5	505,5
Nye ledningsnett	288,4	288,4	288,4	288,4	288,4	288,4	1.730,4
Utsk.av "	132,0	132,0	132,0	132,0	236,0	236,0	1.000,0
Stikkledninger	91,5	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	551,5
Erstatn. + grunnerv.	45,7	44,5	34,3	32,6	33,9	33,6	319,4
Planl.byggekontr.,adm.	91,5	88,9	68,5	65,3	67,9	67,0	354,3
Sum avløp (A)	1.052,5	1.021,7	787,8	749,1	779,1	771,5	5.161,7
Sum vann + avløp (V+A)	2.095,1	1.985,3	1.552,3	1.465,3	1.588,8	1.564,6	10.251,4
Fritidsbebyggelse (F)	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	3.000,0
Sum V + A + F	2.595,1	2.485,3	2.052,3	1.965,3	2.088,8	2.064,6	13.251,4

TABELL 1.3.3-1

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Oslo og Akershus fylker

År		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	23,4	42,7	61,5	80,1	102,3	123,5
		Maskin. + el.utrustn.	1,2	2,1	2,7	3,1	3,5	3,7
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.	3,6	6,6	9,5	12,3	15,8	19,1
	Drifts- og vedl. holdskostnader	Energi	1,8	1,8	1,8	2,6	2,6	2,6
		Renseanlegg	6,7	6,7	6,7	9,0	9,0	9,0
		Rørledninger	1,1	2,1	3,1	4,0	5,2	6,2
		Bygninger	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
		Maskin. + el. utrustn.	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
		Sum vann (V)	38,1	62,6	86,1	111,9	139,4	165,2
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	19,5	37,9	55,2	73,9	93,7
Maskin. + el. utrustn.			2,5	4,7	6,3	7,9	7,9	7,9
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.			3,3	6,4	9,4	12,4	15,7	18,0
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7
		Renseanlegg	11,5	11,5	11,5	21,1	21,1	21,1
		Rørledninger	0,7	1,3	2,0	2,7	3,5	4,3
		Bygninger	0,3	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0
		Maskin.+ el. utrustn.	0,4	0,8	1,1	1,4	1,4	1,4
		Sum avløp (A)	38,7	63,7	86,8	121,1	145,0	168,0
		Sum vann + avløp (V + A)	76,8	126,3	172,9	233,0	284,4	333,2
	Fritidsbebyggelse (F)	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	
	Sum V + A + F	78,4	129,5	177,7	239,4	292,4	342,8	

TABELL 1.3.3-2

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Buskerud fylke

År		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	8,6	17,8	24,9	31,4	37,7	44,0
		Maskin. + el. utrustn.	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.	1,4	2,7	3,6	4,4	5,3	6,2
	Drifts- og vedl. kostnader	Energi	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		Renseanlegg	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
		Rørledninger	0,4	0,8	1,1	1,4	1,7	1,0
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		Sum vann (V)	15,1	26,4	34,7	42,3	49,8	56,3
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	8,0	14,9	20,1	24,6	28,8
Maskin. + el. utrustn.			0,5	0,9	1,1	1,3	1,3	1,3
Grunnerv., erstatn.,planl., byggekotr.,adm.			1,3	2,5	3,5	4,4	5,3	6,1
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
		Renseanlegg	5,6	5,6	5,6	8,1	8,1	8,1
		Rørledninger	0,3	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
		Sum avløp (A)	16,0	24,9	31,5	40,1	45,4	50,6
		Sum vann + avløp (V + A)	31,1	51,3	66,2	82,4	95,2	106,9
	Fritidsbebyggelse (F)	6,4	12,8	19,2	25,6	32,0	38,4	
	Sum V + A + F	37,5	64,1	85,4	108,0	127,2	145,3	

TABELL 1.3.3-3

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Hedmark fylke

År		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	4,0	8,0	11,1	13,8	16,8	19,8
		Maskin. + el. utrustn.	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.	0,6	1,2	1,7	2,1	2,6	3,1
	Drifts- og vedl. holdskostnader	Energi	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		Renseanlegg	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
		Rørledninger	0,2	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Sum vann (V)	6,4	11,5	15,2	18,5	22,0	25,5
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	2,9	7,4	10,6	13,6	16,6
Maskin. + el. utrustn.			0,4	0,8	1,2	1,7	1,7	1,7
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.			0,6	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Renseanlegg	3,1	3,1	3,1	8,4	8,4	8,4
		Rørledninger	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
		Sum avløp (A)	7,4	13,2	17,4	27,0	30,6	34,3
		Sum vann + avløp (V + A)	13,8	24,7	32,6	45,5	52,6	59,8
	Fritidsbebyggelse (F)	8,8	17,6	26,4	35,2	44,0	52,8	
	Sum V + A + F	22,6	42,3	59,0	80,7	96,6	112,6	

TABELL 1.3.3-4

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Oppland fylke

År		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	4,7	9,4	12,8	16,0	19,4	22,0
		Maskin. + el. utrustn.	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekontr.,adm.	0,7	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6
	Drifts- og vedl. holdskostnader	Energi	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
		Renseanlegg	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
		Rørledninger	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Sum vann (V)	7,9	13,8	17,9	21,8	26,0	29,3
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	5,1	10,1	14,0	17,6	21,1
Maskin. + el. utrustn.			0,8	1,5	2,3	2,9	2,9	2,9
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekontr.,adm.			0,8	1,6	2,3	2,9	3,5	4,1
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Renseanlegg	3,6	3,6	3,6	8,4	8,4	8,4
		Rørledninger	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
		Bygninger	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5
		Sum avløp (A)	10,8	17,7	23,5	33,4	37,6	41,4
		Sum vann + avløp (V + A)	18,7	31,5	41,4	55,2	63,6	70,7
	Fritidsbebyggelse (F)	9,6	19,2	28,8	38,4	48,0	57,6	
	Sum V + A + F	28,3	50,7	70,2	93,6	111,6	128,3	

TABELL 1.3.3-5

Beregnete årskostnader i mill.kroner - Telemark fylke

År		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	5,3	10,8	14,6	18,4	21,6	24,8
		Maskin. + el. utrustn.	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekcontr.,adm.	0,9	1,8	2,4	3,0	3,5	4,0
	Drifts- og vedl. holds-kostnader	Energi	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
		Renseanlegg	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
		Rørledninger	0,3	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Sum vann (V)		8,9	15,9	20,5	25,1	29,0	32,9
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	8,0	15,9	20,3	22,7	27,8
Maskin. + el. utrustn.			0,4	0,7	0,9	1,1	1,1	1,1
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekcontr.,adm.			1,2	2,4	3,1	3,7	4,2	4,7
Drifts- og vedl. holds-kostnader		Energi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Renseanlegg	4,1	4,1	4,1	4,6	4,6	4,6
		Rørledninger	0,3	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Sum avløp (A)		14,3	24,0	29,6	33,5	39,2	43,2	
Sum vann + avløp (A + V)		23,2	39,9	50,1	58,6	68,2	76,1	
Fritidsbebyggelse (F)		7,2	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	
Sum V + A + F		30,4	54,3	71,7	87,4	104,2	119,3	

TABELL 1.3.3-6

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Vestfold fylke

År		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	5,5	11,0	14,5	18,0	21,4	24,6
		Maskin. + el. utrustn.	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.	0,9	1,8	2,3	2,8	3,3	3,8
	Drifts- og vedl. holdskostnader	Energi	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
		Renseanlegg	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
		Rørledninger	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		Sum vann (V)	8,2	15,4	19,6	23,9	27,9	31,8
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	5,2	10,3	13,4	15,9	18,5
Maskin. + el. utrustn.			0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekotr.,adm.			0,8	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Renseanlegg	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
		Rørledninger	0,2	0,4	1,6	1,7	1,8	1,9
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Maskin. + el. utrustning	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Sum avløp (A)	11,2	17,6	22,5	25,5	28,6	31,7
		Sum vann + avløp (V + A)	19,4	33,0	42,1	49,4	56,5	63,5
	Fritidsbebyggelse (F)	3,2	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2	
	Sum V + A + F	22,6	39,4	51,7	62,2	72,5	82,7	

TABELL 1.3.3-7

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Østfold fylke

Ar		1974	1979	1984	1989	1994	1999	
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	5,5	11,6	16,3	20,1	23,8	27,5
		Maskin. + el. utrustn.	0,4	1,3	1,9	1,9	1,9	1,9
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekontr.,adm.	0,9	1,9	2,7	3,3	3,9	4,6
	Drifts- og vedl. holdskostnader	Energi	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
		Renseanlegg	0,8	2,4	3,5	3,5	3,5	3,5
		Rørledninger	0,3	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
		Bygninger	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
	Sum vann (V)		8,3	18,5	26,2	30,8	35,3	39,9
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	7,2	14,5	17,8	21,0	24,4
Maskin. + el. utrustn.			0,3	0,7	0,9	1,1	1,1	1,1
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekontr., adm.			1,1	2,2	2,7	3,2	3,7	4,3
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
		Renseanlegg	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
		Rørledninger	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
		Bygninger	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
		Maskin. + el. utrustn.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Sum avløp (A)		13,6	22,7	26,9	31,0	35,1	39,2	
Sum vann + avløp (V + A)		21,9	41,2	53,1	61,8	70,4	79,1	
Fritidsbebyggelse (F)		3,2	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2	
Sum V + A + F		25,1	47,6	62,7	74,6	86,4	98,3	

TABELL 1.3.3-8

Beregnete årskostnader i mill. kroner - Landsdelen

		År	1974	1979	1984	1989	1994	1999
Vann	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	57,1	111,3	155,7	197,8	243,0	286,2
		Maskin. + el. utrustn.	4,0	7,5	8,7	9,1	9,5	9,7
		Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekcontr.,adm.	9,0	17,4	24,1	30,3	37,4	44,4
	Drifts- og vedl. holdskostnader	Energi	3,5	3,6	3,7	4,6	4,6	4,6
		Renseanlegg	15,0	16,6	17,7	20,0	20,0	20,0
		Rørledninger	2,8	5,4	7,6	9,8	12,0	13,0
		Bygninger	0,7	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2
		Maskin. + el. utrustn.	0,8	1,4	1,6	1,6	1,7	1,8
		Sum vann (V)	92,9	164,1	220,2	274,3	329,4	380,9
	Avløp	Kapital- kostnader	Rørl. + bygn.m.arb.	55,9	111,0	151,4	189,3	230,9
Maskin. + el. utrustn.			5,3	10,0	13,5	16,8	16,8	16,8
Grunnerv.,erstatn.,planl., byggekcontr.,adm.			9,1	17,9	24,8	31,3	38,0	43,7
Drifts- og vedl. holdskostnader		Energi	1,1	1,1	1,1	1,4	1,5	1,5
		Renseanlegg	36,6	36,6	36,6	59,3	59,3	59,3
		Rørledninger	2,1	4,2	6,8	8,3	9,8	11,5
		Bygninger	0,9	1,3	1,6	2,2	2,2	2,2
		Maskin. + el. utrustn.	1,0	1,7	2,4	3,0	3,0	3,0
		Sum avløp (A)	112,0	183,8	238,2	311,6	361,5	408,4
		Sum vann + avløp (V + A)	204,9	347,9	458,4	585,9	690,9	789,3
	Fritidsbebyggelse (F)	40,0	80,0	120,0	160,0	200,0	240,0	
	Sum V + A + F	244,9	427,9	578,4	745,9	890,9	1029,3	

1.3.4 Vurdering av kostnadsberegninger

1.3.4.1 Kostnadssammenstillingen

De beregnede investerings- og årskostnader i perioden 1970 - 2000 er fremstilt grafisk og fremgår av figurene 1.3.4.1 - 1.3.4.4.

Figurene 1.3.4-1 - 1.3.4-3 gjelder beregnede kostnader for de respektive fylker, mens figur 1.3.4-4 viser en samlet fremstilling av kostnadene for hele landsdelen.

I tabell 1.3.4 er det gitt en sammenstilling av de utførte kostnadsanalyser med beregning av en del karakteristiske tallverdier. Verdiene i sammenstillingstabellen er beregnet uten å ta hensyn til beregnede investeringer til VA-anlegg for fritidsbebyggelse. Disse kostnadene er derimot medregnet i figurene 1.3.4-1 - 1.3.4-4.

Det totale investeringsbehovet til VA-anlegg for fritidsbebyggelse er for hele perioden 1970 - 2000 beregnet til 3.000 mill. kroner og er antatt jevnt fordelt med 100 mill. kroner pr. år (konferer pkt. 5.4 i Del 2). Investeringene til VA-anlegg for fritidsbebyggelse er beregnet på usikre antakelser om fritidsområdenes sanitære standard og må derfor betraktes som relativt usikre tall. Disse kostnadstallene er derfor beholdt som egen post i vår fremstilling.

I tabell 1.3.4 er de fylkesvise investeringene beregnet som % av landsdelens investeringsbehov. Nedenfor er disse prosenttallene satt i sammenheng med den prosentvise økning i tettstedsbefolkningen i de enkelte fylker.

Fylke	%-vis økning i fylkets tettst. befolkn.	Befolkn. økn. som % av landsd. økn.	% av investeringer
Oslo/Akershus	76	46,8	42,6
Buskerud	157	16,7	13,7
Hedmark	130	6,2	7,1
Oppland	105	6,6	8,7
Telemark	110	9,7	9,9
Vestfold	52	5,4	8,1
Østfold	66	8,6	10,0

Oppstillingen viser at det er relativt god overensstemmelse mellom de beregnede investeringene og den prognoserte befolkningsøkning i de enkelte fylker.

Som eksempel kan Buskerud fylke nevnes. Her er en prosentvis del av investeringene mindre enn fylkets prosentvise andel av landsdelens befolkningsøkning. Det er et omvendt forhold for Østfold, og dette henger først og fremst sammen med forskjellen i de to fylkenes prosentvise befolkningsøkning. Buskerud vil med sin sterke økning i befolkning, få en vesentlig investering. Likevel vil man på grunn av de store anleggene i Drammensområdet, oppnå bedre økonomiske løsninger enn for området Sarpsborg/Fredrikstad, med sin mer beskjedne befolkningsøkning.

Den relativt lave prosentvise investeringen for fylkene Oslo og Akershus henger sammen med at de hovedanleggene som er beregnet for Osloområdet byr på meget økonomiske løsninger.

Dette forholdet fremgår også av tabell 1.3.4 hvor investeringsbehovet beregnet som kr/person for tettstedsbefolkningen er absolutt lavere i Oslo/Akershus enn i de øvrige fylker. Dette henger imidlertid også sammen med at en større del av den totale befolkningen bor i tettsteder i Oslo og Akershus.

I tabellen er det også beregnet hvor stor prosentvis del av investeringene som vil gå med til vann-og avløpsnett. Det viser seg her at denne andelen er jevnt over meget stor og ligger på omlag 75% for hele landsdelen. Vedrørende de beregnede årskostnader som fremgår av tabellen, så bør det bemerkes at årskostnader for eksisterende anlegg ikke er tatt med, dadet ikke har vært mulig å skaffe slike tall til veie. Nåværende årskostnader kan være betydelige, og reelle årskostnader til forskjellige tidspunkter skulle derfor være summen av de som er beregnet i denne utredningen, pluss årskostnader som er et resultat av allerede bygde anlegg.

Av fig. 1.3.4-4 som gir en samlet oversikt for landsdelen, fremgår det at investeringsbehovet i perioden 1970 - 1975 og 1975 - 1980 er betydelig høyere enn de øvrige periodene. Årsaken til dette er at de nødvendige investeringene til hovedanlegg, spesielt for større bysentra, er beregnet under den forutsetning at anleggene skal dekke et behov som ligger 20 - 40 år fram i tiden.

TABELL 1.3.4

SAMMENSTILLING AV KOSTNADSANALYSE

Investeringer og årskostnader forbundet med vann- og avløpsanlegg for perioden 1970 - 2000 1)

Fylke	Investeringer						Årskostnader							
	Totalt mill.kr	Pr.år i period. 1970-1975	% av landsdel. invest. behov	Spesif. kostn. kr/pers. 2)	% til vannfors.	% til vann- og avl.nett 7)	1975			2000				
							Mill.kr	kr/pers. år 3)	øre/m ³ 5)	% til vannfors.	Mill.kr	kr/pers. år 4)	øre/m ³ 6)	% til vannfors.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Oslo/Akershus	4.365,7	158,3	42,6	4390	50,1	84,9	76,8	92,0	40	49,6	333,2	272	106	49,5
Buskerud	1.400,6	61,2	13,7	6280	51,0	73,9	31,1	181,0	84	48,5	106,9	335	139	52,6
Hedmark	731,3	28,6	7,1	7780	49,1	73,9	13,8	192,0	53	46,4	59,8	464	133	42,6
Oppland	890,7	36,5	8,7	7810	46,1	70,3	18,7	203,0	60	42,2	70,7	478	161	41,4
Telemark	1.010,1	49,0	9,8	6196	45,0	67,7	23,2	177,0	68	38,3	76,1	349	115	43,2
Vestfold	827,7	39,2	8,1	5240	53,9	60,7	19,4	139,0	52	42,2	63,5	339	127	50,0
Østfold	1.025,3	46,4	10,0	4790	50,6	65,2	21,9	120,0	41	37,8	79,1	310	98	50,4
Landsdelen	10.251,4	419,2	100,0	5228	49,6	75,2	204,9	126,0	50	45,3	790,3	318	117	48,2

1) Ekskl. fritidsbebyggelse

2) Beregnet på basis av tettstedsbefolkningen i år 1985 for å uttrykke et omtrentlig middel over analyseperioden

3) " " " " " " 1975

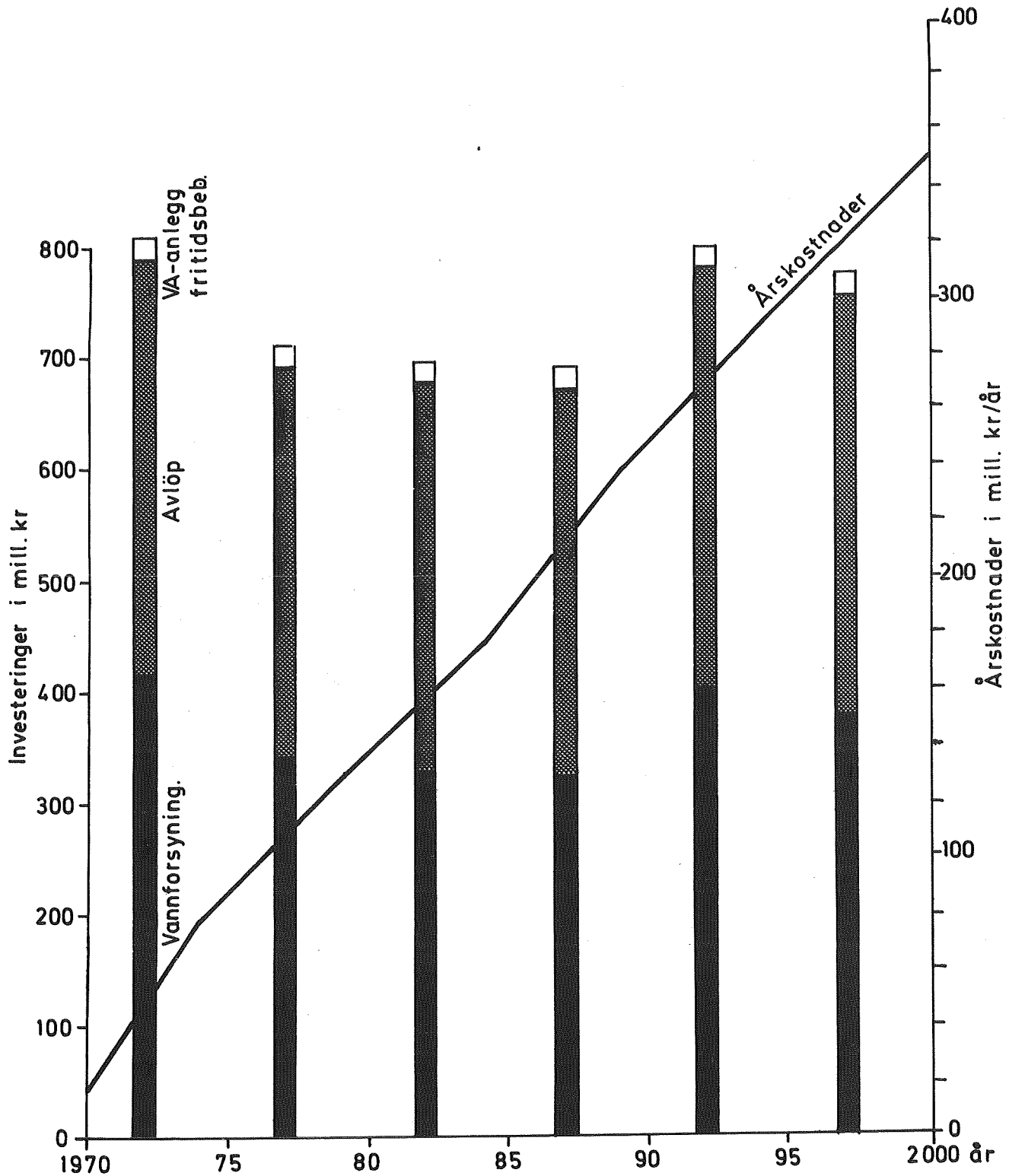
4) " " " " " " 2000

5) og 6) Basert på vannforbruket henholdsvis i år 1975 og 2000

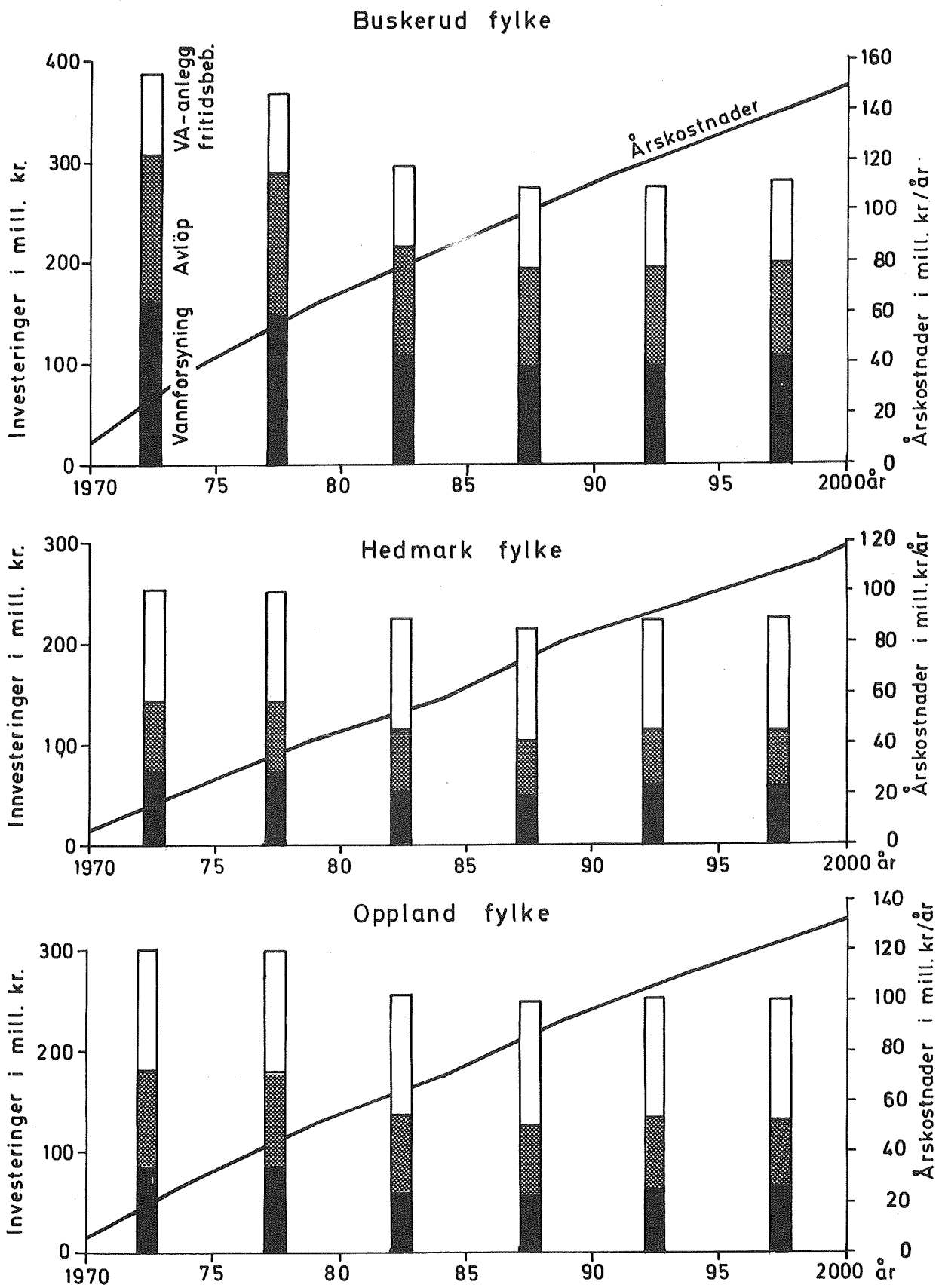
7) Inkl. erstatninger, grunnervervelser, planlegging, byggekontroll og administrasjon

Investeringer og årskostnader.

Oslo og Akershus fylker.



Investeringer og årskostnader



Investeringer og årskostnader.

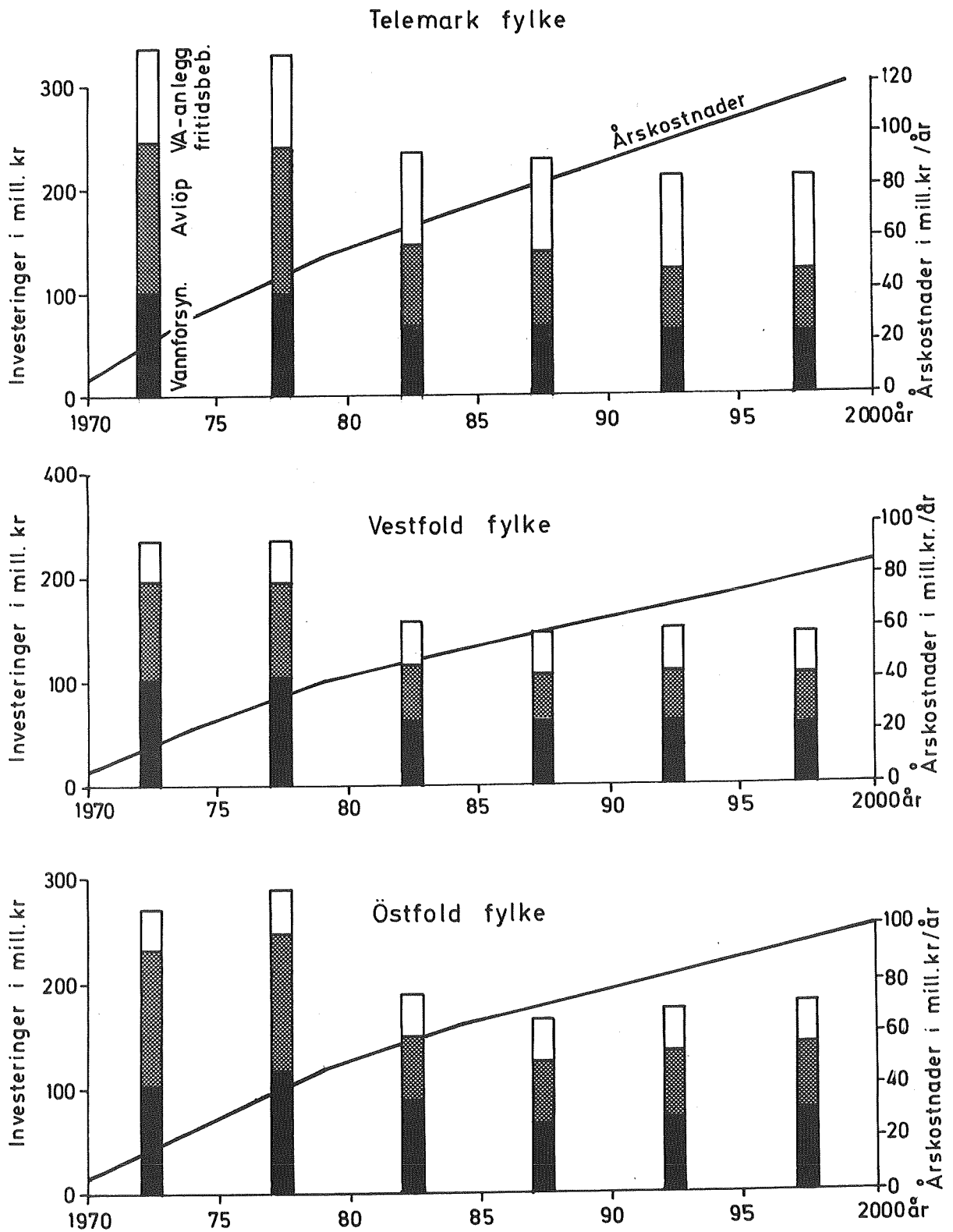
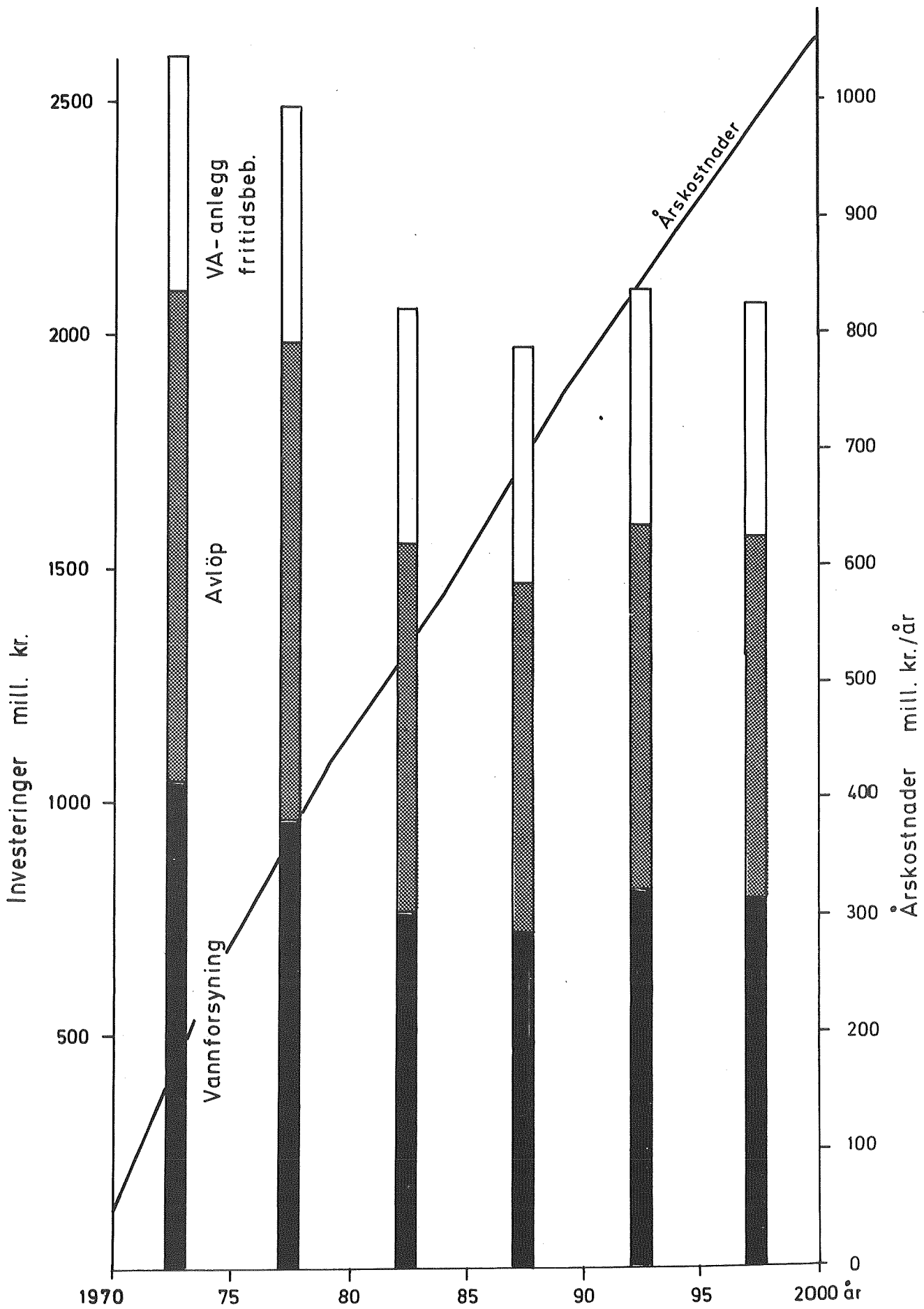


Fig. 1.3.4-4

Investeringer og årskostnader

Samlet oversikt for landsdelen



I utredningen om Osloområdet vannforsyning er det utført omfattende optimaliseringsberegninger av renseanlegg og hovedtransportsystemer både med sikte på økonomiske dimensjoner og økonomisk etappevis utbygging. Disse optimaliseringsberegningene har muliggjort en betydelig jevnere fordeling av investeringsbehovet i løpet av analyseperioden. Det bør derfor være mulig gjennom riktig utførte optimaliseringsberegninger å fordele investeringsbehovet for landsdelen noenlunde jevnt over hele analyseperioden. Fig. 1.3.4-1 som gir en oversikt for Oslo og Akershus, viser tydelig en tendens til sterkere utjevning av investeringene over hele analyseperioden.

En kostnadsfaktor som det i liten grad har vært mulig å trekke inn i beregningene, er utgiftene til erstatninger og grunnervervelser.

Grunnerstatninger i forbindelse med anlegg av rørledninger og tunneler er tatt med, mens andre erstatningsutgifter forbundet med ervervelse av vannrettigheter, grunnervervelser generelt og anleggs-skader, servituttbeleggelser samt skjønnsomkostninger er utelatt. Spesielt i forbindelse med vannforsyningsanlegg vil slike kostnader kunne bli betydelige.

1.3.4.2 Effekten av en økning i et områdes prognoserte folkemengde

For region Sarpsborg/Fredrikstad er det utredet flere alternative løsninger, til fremtidige avløpsanlegg. Ett av disse alternativene er beregnet både for "normal" og "dirrigert" vekst med hensyn til befolkningsøkningen.

"Normal" vekst forutsetter en folkemengde i år 2000 på ca. 140.000 personer, og "dirrigert" vekst ca. 250.000 personer. De beregnede anleggs- og årskostnader for hovedavløpsanlegg er beregnet for

alternativ med "normal" vekst	$K_{H1} = 42,5$ mill. kr.
" " "dirrigert" vekst	$K_{H2} = 51,4$ mill. kr.

Det vil si at ved en befolkningsøkning fra 140 - 250.000 personer eller med 78%, øker de beregnede anleggskostnadene med ca. 20%. Tilsvarende økning i beregnede årskostnader er 26%.

Spesifikk lengde for avløpsnett er i pkt. 4.3, Del 2 angitt til

$$m_s = \frac{32,5}{N^{0,207}}$$

der

$$m_s = \text{antall meter avløpsledning pr. person}$$

$$N = \text{antall personer pr. tettsted}$$

Om kostnaden pr. meter avløpsledning settes lik K blir totale kostnader for et avløpsnett

$$K_L = m_s \cdot N \cdot K = K \cdot 32,5 \cdot N^{0,793}$$

Kostnaden for avløpsnett for et tettsted med en befolkning på N_1 respektive N_2 (der $N_2 > N_1$) blir

$$K_{L1} = K \cdot 32,5 N_1^{0,793} \quad \text{henholdsvis} \quad K_{L2} = K \cdot 32,5 N_2^{0,793}$$

Kostnadsøkningen i prosent blir om $N_1=140.000$ p og $N_2=250.000$.

$$p = \frac{K_{L2} - K_{L1}}{K_{L1}} \cdot 100 = \underline{\text{ca. } 58\%}$$

For hele Østfold fylke er kostnadene for hovedtransportsystem og renseanlegg for avløp beregnet til 165 mill. kr. og til nye avløpsnett 135 mill. kr.

Fordelingsprosenten blir 55% på hovedsystem og renseanlegg, og 45% på ledningsnett.

Antar vi at den samme prosentvise fordelingen gjelder for regionen Sarpsborg/Fredrikstad kan vi beregne den prosentvise kostnadsøkningen til:

$$1,0 p = \frac{K_{H2} + K_{L2}}{K_{H1} + K_{L2}}$$

Med innsetting av tidligere beregnede verdier

$$K_{H2} = 1,2 \cdot K_{H1}$$

$$K_{L2} = 1,58 K_{L1}$$

$$\frac{K_H}{K_L} = \frac{0,55}{0,45}$$

$$p = 37\%$$

En økning av folkemengden i Sarpsborg/Fredrikstad regionen med 78% vil altså medføre en økning av beregnede kostnader til renseanlegg, hovedtransportsystem og nye avløpsledninger på ca. 37%.

En tilsvarende alternativ "dirrigert" vekst er ikke lagt til grunn for beregning av fremtidig vannforsyning i dette området, men et noenlunde tilsvarende forhold antas å gjøre seg gjeldene for et slikt anlegg.

Den forutsatte "normale" vekst i region Grenland forutsetter en befolkningsmengde i år 2000 som nær tilsvarende den i region Sarpsborg/Fredrikstad. Med alle de likhetspunkter som foreligger, med hensyn til disse regionenes vann- og avløpssystemer, må det også kunne forutsettes at en "dirrigert" vekst som kan medføre 250.000 innbyggere i denne regionen i år 2000, vil gi noenlunde samme beregningsresultat med hensyn til økning i kostnader.

1.3.4.3 Effekten av en økning i vannforbruk

Den fremtidige befolkningsmengde i landsdelen er beregnet til ca. 2.700.000 personer. Nedenfor er under visse forutsetninger, kostnadseffekten beregnet av en økning av det spesifikke vannforbruket fra 600 l/p.d. til 750 l/p.d. Beregningene er foretatt under følgende antatte forutsetninger:

1. I år 2000 behandles 50% av forsyningsvannmengden i fullrenseanlegg og ca. 50% i sandfilteranlegg.
2. 80% av forsyningsvannmengden leveres fra 10 anlegg og 20% fra 60 anlegg.

3. Midlere overføringslengde er 25 km for store anlegg og 10 km for små anlegg.

Kostnadsberegningene er gjennomført med hjelp av de under pkt. 5, Del 2, angitte kostnadskurver for transport og rensing av vann. Beregningene er gjennomført på årskostnadsbasis.

Totale årskostnader for vannforsyningsanlegg beregnet etter 600 l/p.d. blir ca.	91 mill. kr/år
---	----------------

Totale årskostnader for anlegg beregnet etter 750 l/p.d. blir ca.	<u>102 mill. kr/år</u>
---	------------------------

Det vil si en kostnadsøkning på ca.	<u>11 mill. kr/år</u>
-------------------------------------	-----------------------

Med 6% rente gir dette en kapitalisert verdi på ca. 183 mill. kr. Denne grove kostnadsbergingen påviser at betydelige utgifter kan spares inn ved å legge arbeid i å begrense vannforbruket.

1.4 Generelle bemerkninger til utredningsresultatene

Gjennom den registrering av eksisterende VA-forhold på Østlandet som dette utredningsarbeidet har muliggjort, er det på det rene at omlag 70% av landsdelens befolkning er tilknyttet et felles vannforsynings- og avløpssystem. Den resterende del er spredt bosatt, og har stort sett separate løsninger både for vannforsyning og avløp.

En rekke av de eksisterende vannverk er utilstrekkelige til å dekke den fremtidige vannforsyning til by- og tettstedsbefolkningen, både når det gjelder vannkvalitet og vannmengder. Det vil derfor være et sterkt behov for å bedre de kvalitative forhold gjennom rensetekniske tiltak. Spesielt i forbindelse med større by- og tettsteder må man finne mer rasjonelle løsninger til vannforsyningsspørsmålet gjennom samkjøring av vannverk på regional basis.

Når 70% av befolkningen er tilknyttet et felles avløpssystem, så innebærer dette bare at man utnytter de oppsamlingsledninger som er lagt for å bringe forurenset vann bort fra befolknings-sentra og fram til nærmeste resipient. Dette har ført til en rekke lokale fourensningssituasjoner, som hittil i meget liten

grad er forsøkt bedret gjennom rensetekniske tiltak. I likhet med situasjonen på vannforsyningssektoren vil det også her være nødvendig å finne fram til regionalt samarbeid i en rekke av by- og tettstedsområdene for å oppnå rasjonelle løsninger som gir mulighet for en optimal utnyttelse av foreliggende resipienter.

Størstedelen av de avløpsledninger som finnes i dag, er imidlertid av dårlig kvalitet. Dette vil gjøre en kontroll av forurensningssituasjonen, gjennom bygging av hovedtransportsystemer og renseanlegg, vanskelig før en vesentlig del av gamle ledningssystemer er bygd om etter mer moderne prinsipper.

Utredningen har vist at for alle større bysentra, vil det være mulig å skaffe fullt tilfredsstillende vannforsynings- og avløpsforhold uten uforholdsmessig høye spesifikke omkostninger.

Omkostningsberegninger viser at omlag 75% av investeringene vil bli nødvendige til transportsystemer for fordeling av renvann og oppsamling av avløpsvann innenfor de bebygde områdene. Disse omkostningene er i første rekke avhengig av boligtetthet, og kan derfor betraktes som uavhengig av den geografiske beliggenhet av de enkelte utviklingsområder. Det som derfor vil være bestemmende for et lokaliseringsmønster, ut fra et økonomisk synspunkt, er de transport- og rensetekniske systemer som skal til for å bringe renvann fra vannkilde og fram til forbruksområde, og forurenset vann fra dette området fram til en egnet resipient.

De teknisk-økonomiske utredninger som i dag foreligger, både fra tidligere utredningsarbeid og gjennom bearbeiding av det foreliggende prosjekt, påpeker mulige tekniske løsninger for alle større bysentra, som alle må anses økonomisk gjennomførbare.

De alternative områder på Østlandet som har spesiell interesse i forbindelse med en eventuell dirigert og sterkt øket vekst, er Sarpsborg/Fredrikstad regionen, Grenlandsregionen og et egnet område i eller med nær tilknytting til region Hedemarken. For de to første regionene ligger VA-forholdene vel til rette for en sterk vekst både når det gjelder bosetting og industrireiseing. Ovenfor utviklingsområdene ligger så og si ubegrensede vannkilder og det er relativt kort transportvei for å bringe avløpsvannet til ytre Oslofjord, som er en resipi-

ent med meget stor kapasitet til å ta hånd om forurensninger. De foreliggende teknisk-økonomiske utredninger viser også at de spesifikke kostnader blir relativt lave og at prosjektene ikke vil by på spesielle tekniske problemer. Det er for begge områdene påpekt avløpstekniske løsninger hvor kommunalt og industrielt avløpsvann føres i et felles system fram til ytre Oslofjord. Dette vil utvilsomt by på den beste løsningen sett fra både et økonomisk og forurensningsmessig synspunkt.

Som følge av det betydelige industrivolum som allerede er lokalisert i disse distriktene, vil industriens avløpsvannmengder i så stor grad dominere anleggenes dimensjoner at en sterk økning i befolkningens mengde bare kan få en begrenset innflytelse på anleggenes totale kostnader.

For region Grenland er de spesifikke investeringskostnadene til hovedanlegg for avløp beregnet til omlag 470 kr/person. Dette tallet gjelder anlegg som tar hånd om både industrielt og kommunalt avløpsvann. Det tilsvarende tall for region Sarpsborg/Fredrikstad er 325 kr/person.

Spørsmålet om de VA-tekniske betingelser for en forsert og sterk byutvikling i Mjøsområdet er derimot mer begrenset. Dette skyldes i første rekke det forhold at Mjøsa kan endre sine kvalitative egenskaper vesentlig hvis den skal tjene som resipient for forurenset avløpsvann fra en såvidt sterk industri- og boligreising som det her eventuelt kan bli tale om. Det må forutsettes at Mjøsa vil bli påvirket også av den naturlige utvikling som under enhver omstendighet vil finne sted i de tre Mjøsbyene og som følge av en stadig intensivert jordbruksdrift. Det finnes i dag ikke tilstrekkelig kunnskap verken om Mjøsas respons på forurensningstilførsler eller betydningen av de enkelte aktiviteter i nedbørfeltet til å forutsi hvor hurtig vannkvaliteten vil endre karakter. Man må imidlertid forutse muligheten for at en sterk byutvikling utover det som en naturlig utvikling tilsier, kan være med å aksellerere utviklingen mot uønskede tilstander.

Et annet forhold som også må være med å bestemme mulighetene for en sterk byutvikling i Mjøs-området, er forurensningskonsekvensene videre nedover i Glåma-vassdraget. Som det er

forutsatt i alt det utredningsmaterialet som hittil foreligger om vannforsyning til region Sarpsborg/Fredrikstad og også i forbindelse med forsyning av deler av Osloområdet, vil dette vassdraget fremstå som en naturlig vannkilde. En sterk byutvikling ved Mjøsa vil derfor kunne få betydning ikke bare for den lokale utvikling i Mjøsa, men også for utviklingen av vannkvaliteten i en større regional sammenheng. Den moderne industri som nødvendigvis må følge en slik byutvikling, vil kunne føre til utslipp av meget resistente forurensningskomponenter som vi i dag ikke har oversikt over, og som kan medføre alvorlige konsekvenser for vannforsyning av distriktene nedenfor.

På den annen side kan man gå så langt i denne planleggingsprosessen at hvis det av andre hensyn skulle vært ønskelig med en dirigert utvikling i områdene ved Mjøsa, må muligheten for å skaffe områder nedenfor Mjøsa, vann fra andre og mer fjerntliggende kilder, undersøkes nærmere.

Som vist under pkt. 5.7, Del 2, er de spesifikke kostnader forbundet med transport av store vannmengder små. Et alternativ med å forsyne de deler av Østfold fylke som er forutsatt å benytte Glåma som vannkilde med vann fra Mjøsa, Randsfjorden eller Tyrifjorden, eventuelt i samarbeid med Osloregionen, er derfor ikke å betrakte som urealistisk sett på lang sikt.

De tekniske tiltak som alternativt kan tenkes for å hindre en uønsket utvikling av Mjøsas vannkvalitet, er enten rensetekniske inngrep før avløpsvannet tilføres Mjøsa, eller en transport av alt forurenset vann fram til Mjøsas utløp i Vorma ved Minnesund.

De forurensningsproblemer som vil kunne melde seg i Mjøsa, er i første rekke oppblomstring av ulike algearter som følge av tilførsel av næringssalter med avløpsvann fra industri, boligfelter samt jord- og skogbruksområder (eutrofiering). Det råder i dag usikkerhet med hensyn til hvilke næringskomponenter som vil være sterkest utslagsgivende, betydningen av en stadig mer intensivt gjødsling av jord- og skogbruksarealer, og det foreligger fremdeles lite kunnskap om de eventuelle rensetekniske prosesser som eventuelt kan komme til utnyttelse. Det er derfor foreløpig vanskelig både å forutsi mulighetene

for å kontrollere de fremtidige forholdene gjennom rensetekniske tiltak og å anslå nødvendige kostnader forbundet med slik rensing.

Det andre alternativet som innebærer et regionalt hovedtransport-system for å bringe forurensningene ut av Mjøsas nedbørfelt, vil være fullt mulig å gjennomføre teknisk sett. Lengden av et slikt transportsystem vil imidlertid bli meget omfattende (100 - 120 km). På bakgrunn av grove overslag, vil de spesifikke kostnader bli 3-5 ganger så høye som for alternativt med avskjærende transportsystemer i Sarpsborg/Fredrikstad- og Grenlandsregionen.

Spørsmålet om VA-forholdene vil ligge bedre til rette for et alternativt utviklingsområde beliggende ved Glåma og med tilknytning til Elverum vil kunne bli aktuelt. Ved en slik lokalisering vil vannforsyningsspørsmålet kunne løses tilfredsstillende med Glåma som vannkilde, mens de spesielle problemer som knytter seg til bruken av Glåma som vannkilde i Akershus og Østfold fylker, fremdeles vil være uløste.

For Tyrifjorden kan også mulighetene for en aksellerert eutrofieringspåvirkning melde seg, som følge av stadig økende aktivitet i nedbørfeltet. Når Holsfjorden inngår som en alternativ vannkilde for Osloområdet i fremtiden, vil en usikkerhet med hensyn til utviklingen av vannkvalitet i Tyrifjorden kunne ha betydning for spørsmålet om hvorvidt innsjøen vil være egnet som en langsiktig vannkilde. Ved å vurdere de to alternative vannkildene Randsfjorden og Tyrifjorden mot hverandre vet man, på bakgrunn av det foreliggende utredningsarbeid, at Randsfjordalternativet vil kreve betydelig høyere investeringer enn det andre, men innebærer kanskje en større sikkerhet mot senkning av vannkvalitet som følge av forurensningspåvirkning.

Man kan på den annen side vurdere hvilke tekniske muligheter man har for å kontrollere vannkvalitetens utvikling i Tyrifjorden. En avskjærende tunnel på Tyrifjordens vestsida, fra Ringerikes prosjekterte hovedrenseanlegg ved Storelva til utløpet av Tyrifjorden ved Vikersund, vil medføre en vesentlig mindre investering enn den merinvestering som Randsfjordalternativet medfører i første utbyggingstrinn. Behovet for en slik avskjærende tunnel må dessuten forutsettes å ligge langt fram i tiden, slik at

prosjektet ikke behøver å reduseres Holsfjordalternativets fordel med lave førstegangsinvesteringer. En avskjæring av Tyrifjordens fremtidige forurensningstilførsler vil også åpne mulighetene for en sterkere fremtidig industrireise på Ringerike.

Vi er her i landet i den heldige situasjon at de naturlige vannressursene er store sett i forhold til befolkningmengden. På landsbasis er vår spesifikke vannreserve i dag 112.500 m³/pers./år, mens det tilsvarende tall for Østlandet er 34.400 m³/pers./år. I år 2000 vil tallet for Østlandet være redusert til 22.600 m³/pers./år, basert på de prognoser som her er benyttet. Den prosentvise del av vannmengden på Østlandet, som benyttes til vannforsyning for husholdnings- og mindre industriformål, er i dag 0,48%, og vil i år 2000 stige til 1,08%. Selv om de største industribedrifters vannforbruk, som ikke er medregnet i disse tallene, er flere ganger større enn husholdningsforbruket, vil allikevel utnyttelsen av vassdragene til vannforsyningsformål være små. Med den sterke utvikling som allerede i dag finner sted på det industrielle området, må det antas at dette er en utvikling som stadig vil tilta i fremtiden. Dette medfører at industriens vannbehov vil øke vesentlig, og i henhold til svenske prognoser vil det omkring år 2000 kunne bli 6-8 ganger så stort som husholdningsforbruket. Dette betyr at den prosentvise utnyttelsen av vannressursene i år 2000, både for kommunale og industrielle vannforsyningsformål, kan komme til å ligge i området 7-9%. Setter vi alle disse tallene i relasjon til avløpsspørsmålet, finner vi at vi i dag er i en gunstig situasjon, spesielt tatt i betraktning at ca. 38% av landsdelens befolkning disponerer sitt avløpsvann direkte i marine områder. Dessuten er de største befolkningsskonsentrasjonene, bortsett fra Osloområdet, situert ved store vassdrag. Beregnet for kommunalt avløpsvann alene er i dag den teoretiske fortynningsmuligheten i innlandsvassdragene ca. 1:300, hvilket er et høyt tall. Den spesielle situasjon vi har med sterkt forurensende og vannslukende industri, lokalisert spesielt langs Glåma, Dramselva og Skiensvassdraget, er derfor en sterkt medvirkende årsak til de spesielle forurensningssituasjoner som i dag foreligger langs deler av vassdragene. Med avløpssituasjon i Oslofjordområdet i år 2000 som vist i fig. 1.2.2.2 vil 56% av den totale landsdelsbefolkning kunne benytte indre og ytre

Oslofjord som resipient. Spesielt hvis man kan komme fram til felles løsninger for industrielt og kommunalt avløpsvann, vil vassdragsutnyttelsen på Østlandet for resipientformål være redusert betydelig.

For de som arbeider med teknisk planlegging, er det behov for å legge befolknings- og industriprognoser til grunn for dimensjonering av tekniske innretninger. For det teknisk-økonomiske utredningsarbeid som ligger til grunn for denne rapporten, er det benyttet befolkningsprognoser for perioden fram til år 2000, og delvis også helt fram til år 2015. Gjennom de økonomiske optimaliseringsberegninger som er gjennomført for Oslo-området vannforsyning er det imidlertid brakt på det rene at det vil være økonomisk riktig å benytte vesentlig kortere utbyggingsperioder både for transportsystemer og renseanlegg enn det som tidligere er antatt. Dette innebærer at man ikke behøver å legge langsiktige og til dels usikre prognoser til grunn for tekniske planer. På den annen side vil det være nødvendig å ha en langsiktig målsetting når det gjelder vassdragenes fremtidige utnyttelse. For sikring av vannkilders kapasitet og fremtidige kvalitative egenskaper er det nødvendig å se langt ut over prognoseperioden. En rasjonell og hensiktsmessig utbygging av et i alle henseender tilfredsstillende vannforsynings-system, krever derfor fremsynt og grundig planlegging, og også et utstrakt samarbeid på tvers av kommune- og fylkesgrenser. De samme synspunkter gjelder for fremtidige avløpssystemer, hvor tekniske tiltak som blir gjennomført på et tidlig tidspunkt, må være i samsvar med en langsiktig utbyggingsplan, hvor målsettingen for vassdragsutnyttelsen må avgjøre alle prinsipielle spørsmål.

Slike synsmåter vil imidlertid kreve at fremtidig utbygging av VA-anlegg må baseres på regional planlegging.

En regional vannforsynings- eller avløpsplan behøver ikke nødvendigvis å forutsette at et geografisk stort område bør betjenes av ett felles anlegg. Det er den regionvise planleggingen som skal gi svar på om det er teknisk eller økonomisk riktig med en slik løsning eller ikke. Planene kan selvsagt vise at det er riktig å velge separate løsninger for deler av området.

Vannverksplanleggingen inngår som et vesentlig ledd i den

generelle vassdragsutnyttelsen ved at uttak av vann i et vassdrag nødvendigvis må bli sterkt bestemmende for den aktivitet som kan tillates lenger opp i vassdraget. Vannverksproblemer må derfor, uansett om det er spørsmål om regionale anlegg eller ikke, ses i en størst mulig sammenheng. Befolkningskonsentrasjonen som stadig tiltar i tettsteder, medfører en økende forurensningsfare for nærliggende vannkilder. Samtidig vil urbaniseringen medføre et tiltagende behov for en maksimal rekreasjonsmessig utnyttelse av tiliggende friarealer. Dette gir med en gang årsak til at en klausulering av friarealene til vannforsyningsformål blir mer og mer uønsket. Hvis man av denne grunn søker mer fjerntliggende kilder, vil ofte en lang transport av vann bli en for stor økonomisk belastning for en enkelt kommune. Gjennom et interkommunalt samarbeid vil for det første den økonomiske evne øke betydelig, samtidig som vannets spesifikke kostnad kan senkes vesentlig som følge av at større og mer rasjonelle og økonomiske enheter kan benyttes.