

Sanering av avløpsnett under Mjøsaksjonen.

I Bakgrunn, tilstand, omfang og effekt

Av Sveinung Sægrov

Sveinung Sægrov er siv.ing. fra NTH 1975, og ansatt som forskningsleder i NTNF's Prosjekt Transport av Vann.

Norges Hydrodynamiske Laboratorier har på oppdrag fra Staten Forurensnings-tilsyn og NTNF's Prosjekt Transport av Vann gjennomført en oppfølging av aktiviteter vedrørende sanering av avløpsnett under Mjøsaksjonen. Denne artikkelen er basert på deler av rapporten fra dette arbeidet (1).

1. Innledning

Mjøsaksjonen er enestående i sitt slag i Norge. Den representerer den klart største kraftanstrengelse for å løse forurensningsproblemene innen et avgrenset område hittil i vårt land. Totalt har aksjonen kostet 1 milliard kroner. Omrent 1/4 av dette er benyttet til sanering av avløpsnett i byer og tettsteder. Organisering og gjennomføring av denne del av aksjonen har i store trekk vært vellykket.

Allerede før Mjøsaksjonen startet var en klar over at store mengder dreneringsvann lekket inn i avløpsrørene og at en del av avløpsvannet forsvant før det rakk rensesanlegget. Det var imidlertid mangel på detaljert kunnskap om hvordan avløpsanleggene samlet fungerte, og om tilstanden for de enkelte rørene, overløpene, pumpestasjonene etc. Slik kunnskap

var nødvendig for å sette opp en prioriteringsliste for tiltak på eksisterende avløpsanlegg. For å skaffe til veie den nødvendige oversikten, var det derfor behov for å få laget saneringsplaner for avløpsanleggene.

I arbeidet for å få i gang saneringsplanlegging, spilte den selvbestaltede «Arbeidsgruppen for sanering av ledningsnett» en meget sentral rolle. Arbeidsgruppen var sammensatt av representanter fra Oppland og Hedmark fylker, de tre Mjøsbyene og Prosjekt Transport av Vann. Arbeidsgruppen tok initiativ til å utarbeide slike planer og gikk selv i spissen for å etablere kontakter mellom aktuelle utførende konsulenter og kommuner.

Den var en avgjørende faglig støtte for kommunene og var aktivt med i arbeidet med å forme innhold og målsetting for planene. Det er laget saneringsplaner for 3 byer og 7 tettsteder. Uten arbeidsgruppen ville det neppe blitt utarbeidet noen saneringsplaner under Mjøsaksjonen.

Arbeidsgruppen viet også selve anleggsutførelsen av avløpsledninger oppmerksomhet. Den arrangerte informasjonsmøter og kurs der man blant annet behandlet ulike rehabiliteringsmetoder og hjelpemidler, og metoder for praktisk rørlegging.

2. Saneringsplaner

2.1. Avløpsanleggenes tilstand

Saneringsplanleggingen omfatter en rekke undersøkelser av avløpsanleggene. De viktigste er vannføringsmålinger, prøvetakinger, kartlegging av anleggsdata og kartlegging av teoretisk vann- og forurenstingstilførsel.

Avløpsanleggenes samlede tilstand fremstilles som detaljerte vann og fosforbudsjetter (Tab. 1). Disse viser at 75% av total fosforproduksjon i byene ble tatt ut i renseanleggene, mens det tilsvarende tallet for tettstedene var omlag 60%. Mjøsaksjonens målsetting var å bringe dette tallet opp til 90% for hele Mjøsas nedslagsfelt.

Saneringsplanene indikerer at 10% av

avløpssystemet ikke er tilknyttet renseanleggene. Utlekking og feilkoblinger er årsaken til et ukontrollert tap i størrelsesorden 5—10% av fosforproduksjonen. Innlekking av overflatevann eller grunnvann fører til et fosfortap på ca. 5% via overløp eller på grunn av lavere renseseffekt. Driftsproblemer på renseanleggene forårsaker at ca. 5% av fosforproduksjonen går tapt.

Det er sannsynlig at en del av fosfortapet blir holdt igjen i grunnen, men det er ikke gjort undersøkelser som viser hvor stor denne andelen er. Det er likevel grunn til å anta at en vesentlig del av den tapte fosformengden før eller senere når fram til Mjøsa, f.eks. via små bekker, kanaler i grunnen o.l.

Tabell 1. Summen av fosforbudsjettene for 5 saneringsplaner (tonn/år).

	Byer	Tettsteder
Befolkning, institusjoner	42	15
Industri	13	—
Andre kilder	4	—
Total produksjon	59	15
Ikke tilknyttet renseanlegg	6	1,8
Lekkasjer, feilkoblinger	4	1,3
Overløp	1,3	2,6
Utløp fra renseanlegg	4,8	0,4
Tatt ut i renseanlegg	43	8,8
Total disposisjon	59	15

Disse tallene viser at det er helt nødvendig å forbedre avløpsnettet for å redusere fosfortapene. I saneringsplanene foreslås tiltak som omfatter 10—20% av den totale rørledningslengde i byene og tettstedene.

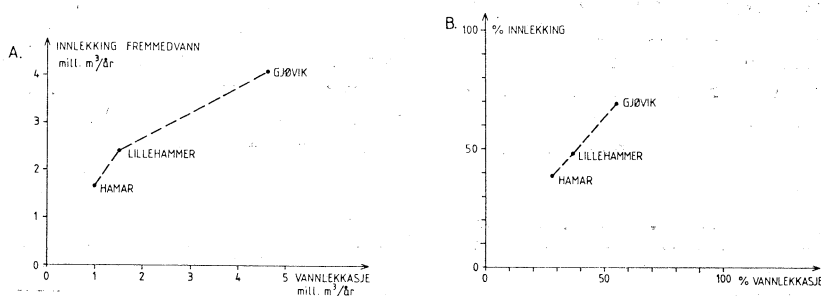
De planlagte tiltakene vil medføre en betydelig reduksjon av fremmedvannmengden inn på avløpsanleggene. Innlekkingen er beregnet å avta 20—60%, og bare 10—20% av fosforproduksjonen i byene og tettstedene vil nå fram til Mjøsa.

Saneringsplanene er forholdsvis omfattende. For hver av byene vil de samlede kostnadene utgjøre 30—60 mill. kr. Ca. halvparten av dette er utført under Mjøsaksjonen. Den foreløpige effekten er derfor mindre enn antydnet ovenfor.

2.2. Sammenligning mellom vannlekkasjer og innlekket fremmedvannmengde

I saneringsplanene for Gjøvik, Hamar og Lillehammer er det laget oppstillinger over vannforbruket og lekkasjemengden.

Det er også beregnet hvor stor innlekkingen av fremmedvann til avløpsnett er. I figur 1 er lekkasjemengden sammenlignet med innlekkingen. Figuren indikerer en klar korrelasjon mellom lekkasje- og innlekket fremmedvannmengde. Totalt utgjør lekkasjetapet 25—60% av vannmengden til renseanleggene. Det er derfor grunn til å anse opprustning av vannledningsnett som et meget relevant tiltak for å redusere vannføring til renseanleggene.



Figur 1. Sammenligning mellom vannlekkasjer og innlekket fremmedvannmengde for Gjøvik, Hamar og Lillehammer.

A. Sammenligning av mengde (mill. m³/år)

B. Sammenligning mellom vannlekkasje (%) og innlekket fremmedvannmengde i forhold til tilføringen til renseanleggene.

3. Utførte tiltak på ledningsnett under Mjøsaksjonen.

3.1. Omfang av saneringstiltak

I løpet av Mjøsaksjonen er 94 km avløpsledninger utbedret. Dette er omlag 1/8 av avløpsnettets samlede lengde. I alt 135 anlegg er utført. Tabell 2 viser en områdevis fordeling av virksomheten.

Den største del av tiltakene (78 km), har bestått i å erstatte gamle avløpsledninger med nye. Ved snaut halvparten av

disse anleggene (33 km) er avløpsanlegget lagt om fra felles til separat system. Dette er stort sett utført ved at ny spillvannsledning er bygget, mens den gamle fellesledningen blir benyttet til overvann.

De resterende 16 km ledningsnett er rehabilitert. Vurderingen om man skal foreta utskifting eller rehabilitering av en ledningsstrekning har vært gjort på grunnlag av ledningens tilstand og prisforhold. I tilfeller der flere ledninger (vann, spillvann, overvann) må rustes opp eller der

Tabell 2. Utbedring av avløpsnett. Områdevis fordeling av aktiviteten (km).

Område	Utskifting	Rehabili- tering	Utbedret totalt	Total lengde for avløps- nettene	Utbedring i % av tot. lengde
Hamar	8,9	0,6	9,5	79	12
Gjøvik	4,7	0,9	5,6	125	5
Lillehammer	5,1	6,1	11,2	107	10
Hedmark*	18,3	2,1	20,4		
Toten	14,1	—	14,1	~ 500	~ 14
Gudbrandsdal**	27,0	6,3	33,3		
	78,0	16,1	94,1	~ 800	~ 12

* Omfatter kommunene Stange, Løten, Vang og Ringsaker.

** Inkluderer Gausdal og Ottadalføret.

eksisterende ledningsnett er delvis sammenrast har rehabilitering ikke vært aktuelt. Det faktum at rehabilitering av ledninger utføres vesentlig raskere enn utskifting, har også vært et argument ved valg av metode på grunn av Mjøsaksjonens stramme tidsrammer.

Omfanget av utbedringstiltakene varierer relativt mye fra kommune til kommune. Dette skyldes at noen kommuner, f.eks. Gjøvik, har vært nødt til å bruke betydelige økonomiske midler på å bygge nye ledningsanlegg for å knytte eksisterende ledningsnett til renseanlegget.

De samlede økonomiske rammer for utbedringsarbeidene har delvis vært avhengig av den generelle økonomiske tilstand i den enkelte kommune, og den politiske vilje til å gi Mjøsaksjonen økonomisk støtte.

3.2. Begrunnelse for de utførte arbeidene

I tabell 3 er hovedgrunnene for fullførte prosjekter presentert. Tabellen gir ikke nødvendigvis et korrekt bilde av de

forskjellige problemers betydning, siden det som regel ligger flere motiver bak et saneringsprosjekt.

Tabell 3 viser at innlekking til avløpsnettet har vært hovedgrunnen for nesten halvparten av tiltakene. Avskjæring av bekker som har vært ført inn på ledningsanleggene har vært årsaken til 20% av de utførte arbeidene, og disse tiltakene er viktige for å redusere belastningen på renseanleggene.

Prosjekter som har tilknytning til andre utbyggingsarbeider, f.eks. veibygging, vannforsyning, endret arealbruk som krever omlegging av ledningstrasé, utgjør vel 10% av tiltakene.

I byene er stort sett alle saneringsaktuelle ledningsstrekninger TV-inspisert, mens slik inspeksjon bare sporadisk er gjennomført i de øvrige kommuner. Ca. 10% av tiltakene er utført på grunn av feil ved rørenes tekniske tilstand som er funnet ved TV-inspeksjon.

Driftsproblemer på grunn av gjentetting og oversvømmelser i kjellere og i kum-

Tabell 3. Hovedgrunner for fullførte prosjekter.
(Tallene i km ledningsnett).

Problem	Byer	Tettsteder	Totalt km	%
Innlekking	4,5	35,3	39,8	43
Utlekking	2,4	3,8	6,2	6,5
Bekkeinntak	6,1	12,4	18,5	20
Oversvømmelser	2,1	1,1	3,2	3,5
Ny trasé	0,8	7,2	8,0	8,5
Veibygging, vannforsyning etc.	1,4	0,9	2,3	2,5
Rørenes tekniske tilstand	8,0	2,0	10,0	10
Driftsproblemer	1,0	4,6	5,6	6
Totalt	26,3	67,3	93,6	100

mer, har samlet vært årsaken til 10% av prosjektene, mens direkte utlekking bare er anført som hovedgrunn til 7%. Teknisk etat i kommunene vil naturlig nok foretrekke prosjekter som kan bedre driften av avløpsnett og renseanlegg, og som kan bidra til å senke driftskostnadene. Dessuten er utlekking vanskelig å måle i de fleste tilfeller.

3.3. Hvor gamle var ledningene som ble utbedret?

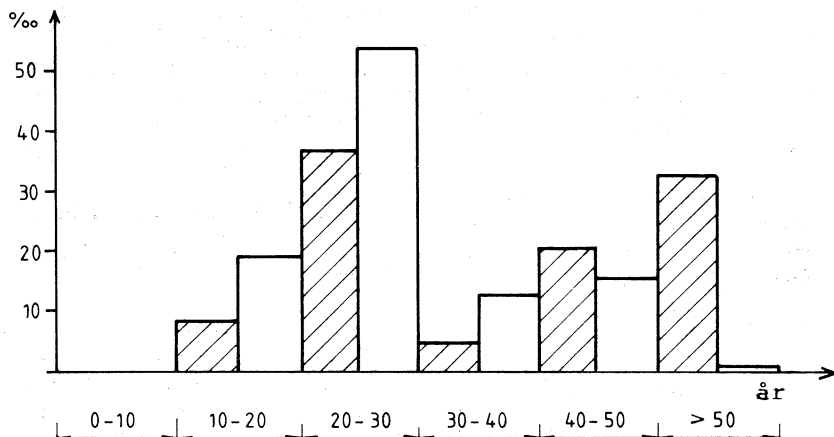
Dette spørsmålet er interessant, fordi det sier en hel del om levetiden på rørledninger som er lagt i tidligere tiår. Figur 2 viser aldersfordelingen for ledningsstrekninger som er utbedret under Mjøsaksjonen.

Ledningsnett som er eldre enn 40 år er opplagt saneringsmodent, både på grunn av byutviklingen siden 2. verdenskrig, og fordi rørmaterialer og leggemetoder som ble benyttet begrenser levetiden. En betydelig andel av prosjektene i Gjøvik og Lillehammer gjelder utskifting av ledninger som er bygget før 1940.

Halvparten av de utbedrede ledningsstrekningene i byene og mer enn 2/3 i tettstedene ble opprinnelig bygget senere enn 1950. Årsaken til denne forskjellen er at ledningsnettet i tettstedene generelt er yngre, fordi urbaniseringen har kommet senere til disse stedene.

I forbindelse med utbygging av renseanlegg, er kravene til avløpsledninger vesentlig skjerpet de siste 10—20 år. I løpet av det siste 10-året har både materialer, skjøtemetoder, leggemetoder og kontrollmetoder gjennomgått en sterk utvikling, og standarden på ledningsanlegg er stort sett betraktelig høyere enn før. Dette betyr at ledninger som er eldre enn 10—15 år, i mange tilfeller ikke oppfyller dagens krav.

Eksemplet fra Mjøsaksjonen illustrerer at det vil være nødvendig å utbedre store deler av ledningsnettet som er lagt i 1950-årene eller før, til dels også ledninger lagt i 1960-årene, for å oppnå god standard på avløpsnettet.



Figur 2. Aldersfordeling for utbedrede ledningsstrekninger.
Skraverte søyler er fordelingen i Gjøvik og Lillehammer. Uskraverte søyler er fordelingen i de øvrige kommuner (unntatt Hamar).

4. Effekt av utførte saneringstiltak

4.1. Vann- og fosformengder til de største renseanleggene ved Mjøsa

Det vil være variasjoner i forurensningsproduksjonen fra år til år. Blant annet utgjør avløpet fra industribedrifter en stor usikkerhet. Varierende nedbørsforhold fra et år til et annet påvirker selvfølgelig vannføringen i avløpsnett.

Det finnes ikke referanser til forholdene fra før Mjøsaksjonen startet. Foreløpig finnes også få data som viser situasjonen etter Mjøsaksjonen. Ut fra dette er det begrenset hva en kan tallfeste om effekten av de saneringstiltak som er utført under Mjøsaksjonen.

Fra 1978 til 1979 økte vannmengdene til renseanleggene med ca. 20%. Fosfortilførselen til de største anleggene (HIAS, Breiskallen, Lillehammer) økte 25—40%. Fra 1979 til 1980 var trenden en stabili-

sering av vannmengdene, mens fosformengdene var lavere (gjennomsnittlig 15%). Vannmengden og fosformengden til HIAS økte med 15%.

Hovedgrunnen til den sterke økningen fra 1978 til 1979 er at det ble utført mange tilkoblinger i perioden. Virkningen av saneringsarbeidene skulle først og fremst komme til syne på tallene for 1980. Når det likevel er en reduksjon i fosformengden i forhold til året før, kan dette ha flere årsaker.

4.2. Konklusjoner

Beregninger ut fra saneringsplanen i Hamar viser at en her ikke kan vente forandringer av betydning i avløpsmengden. Dataene for pumpet avløpsvann fra Hamar bekrefter dette.

I Lillehammer skal i følge saneringsplanen, tiltakene gi en økning i fosfor-

mengden på ca. 4 kg/døgn. Fra 1978 til 1980 har fosformengden økt 3 ganger så mye, og sammenligning mellom anleggsaktiviteten og belastningssituasjonen viser at det er vanskelig å vurdere virkningen av utbedringstiltakene.

Foreløpig gir derfor ikke datagrunnlaget grunnlag for å trekke sikre slutninger om effekten av saneringstiltakene i Hamar og Lillehammer. Tvertimot tyder materialet på at effekten av saneringsarbeidene er mindre enn, eller av samme størrelse, som naturlige variasjoner i vann- og fosfortilførselen til renseanleggene og nøyaktigheten ved måling av vannmengde og fosforkonsentrasjon.

I Gjøvik og Vestre Toten er det ventet at saneringstiltakene vil gi en merkbar forandring i belastningen på renseanleggene fordi større områder har blitt tilknyttet. Det trengs imidlertid flere data fra renseanleggene for å kontrollere dette.

Som nevnt innledningsvis, var Mjøssaksjonens målsetting at fosformengden fra kommunale utslipp skulle reduseres til 8 tonn/år. Beregninger ut fra data for tilførsel i saneringsplanene og målinger på renseanleggene, tyder på at utslippet fra byene og de større tettstedene ved Mjøsa var 15—20 tonn i 1980. Det gjenstår altså enda en del før målsettingen er nådd.

Lekkasjer i vannledningsnett er viet relativt liten oppmerksomhet under Mjøssaksjonen. Tall fra saneringsplanene viser imidlertid at lekkasjetapet varierer fra 1 til 4 mill. m³/år. Totalt utgjør lekkasjetapet fra 25—60% av vannmengden til renseanleggene. En stor del av dette kommer inn i avløpsnettet. Det er derfor god grunn til å anse opprusting av vannledningsnettet som et aktuelt tiltak for å redusere vannføring (bl.a. i overløp) og øke tilføringen.

II Anleggsløsninger, framdrift og kostnad.

1. Innledning

Under Mjøssaksjonen er bortimot 100 km avløpsnett lagt om eller rehabilitert. Dette har kostet ca. 1/4 mill. kr. I et tidligere innlegg i Vann er det gjort rede for bakgrunn, omfang og effekt av saneringsarbeidene.

Denne artikkelen går nærmere inn på anvendte anleggsløsninger, framdrift og kostnad.

2. Materialvalg for avløpsledningene.

2.1. Materialvalg ved omlegging av ledningsnettet.

Praksis med hensyn til valg av rørmaterialer for avløpsanlegg varierer fra kommune til kommune. Spesielt er forskjellen mellom by- og landkommuner interessant. Tabell 1 viser type rørmateriell benyttet ved sanering i henholdsvis byene og tettsteder i landkommunene.

Tabell 1. Materialbruk i saneringsprosjekter (%).

Område	System	Spillvann		Overvann	
		PVC	Betong	PVC	Betong
Byer		48	52	3	97
Tettsteder		84	16	3	97

PVC og betong benyttes omtrent like mye til spillvannsledninger i byene. Det er her betydelig forskjell i praksis i det to byer hovedsakelig benytter betongrør, mens den tredje så og si utelukkende benytter PVC til spillvannsledninger. Utenom byene er PVC benyttet for 5/6 av de utbedrede ledningsstrekningene.

Årsaken til forskjellen mellom by- og landkommuner, er at man i byene gjennomgående legger større vekt på materialstyrken. Derfor nyttes ofte betong eller spesielt trykksterke PVC-rør. (NT10). Et problem har her vært mangel på rørdeler for denne trykk-klassen.

Det argumenteres også med at betongrør stiller mindre krav til komprimering av omfyllingsmassene enn PVS-rør, og at billigere masser kan benyttes.

For overvannsledninger er det benyttet så og si bare betongrør i alle kommuner. Hovedgrunnen for dette er at større ledningsdimensjoner krever større mekanisk styrke. Ved å bruke forskjellige rørmaterialer for spillvann- og overvannsledninger vil en dessuten gardere seg mot feilkoplinger. Dessuten produseres ikke PVC-rør i store dimensjoner.

2.2. Rehabiliteringsmetoder

Under Mjøsaksjonen er rehabilitering av avløpsledninger utført ved følgende metoder:

- polyesterstrømpe (terylenduk
mettet med polyester) 7 km

- trekking av polyetylen-
ledning 7km
- injisering i rørskjøter
med AM9 2 km

I byene er stort sett all rehabilitering utført med polyesterstrømpe. Utenfor byene er hovedsakelig inntrekking av polyetylenledning benyttet. Injisering av rørskjøter er benyttet i en kommune.

Den viktigste grunnen til den markerte todeling mellom byer og tettsteder, er at byene i større grad har hatt behov for å beholde kapasiteten på avløpsnett, noe som oppnås med polyesterstrømpe. Ved trekking av polyetylenledning inn i den eksisterende ledningen blir tverrsnittsarealet redusert med ca. 50%, fordi mindre feil på den gamle ledningen, f.eks. forskjønne skjøter, gjør at den nye ledningen må være relativt mye mindre enn den gamle. Dette medfører en betydelig reduksjon i vannføringsevnen. Det viser seg at avløpsnett i mange tettsteder er overdimensjonert i forhold til spillvannsbelastningen. Dersom en oppnår et tett system og kan unngå innlekking av grunnvann eller overflatevann, kan en reduksjon i ledningsdimensjonen aksepteres.

Rehabilitering med polyesterstrømpe krever spesialutstyr og må utføres av selskap, mens trekking av polyetylenledning utføres uten spesialutdannelse, f.eks. av kommunens folk eller en lokal entreprenør.

Begge metoder krever oppgraving for påkobling av stikkledninger. Dette unngås ved injisering.

Polyetylenledningen krever forankring mot temperaturutvidelser. Dette er i noen tilfeller forsømt og har medført skader på tilknyttede stikkledninger. I figur 1 er vist et eksempel på en god løsning av forankringsproblemet. Det er dessuten observert uheldige metoder for påkobling av stikkledninger på polyetylenledningen (sadelstykke som klamres på ledningen uten tetting). Det er imidlertid ingen problemer å finne gode tekniske løsninger på disse forholdene (bl.a. skjøte-stykke av PEH med grenrør).

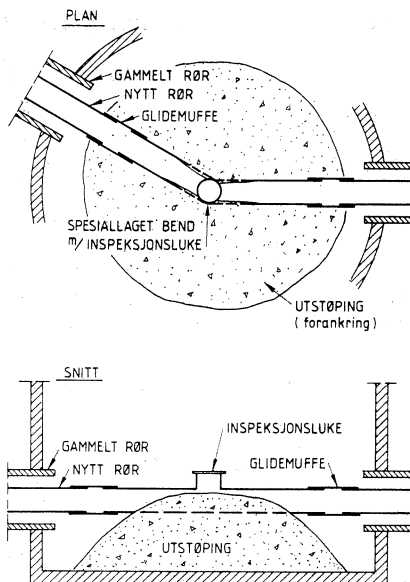
3. Anleggsutførelse

Det har vært til dels store variasjoner i tekniske løsninger, materialbruk og kvalitet på utført arbeid under Mjøsaksjonen. I det følgende vil noen hovedtrekk ved anleggene bli trukket fram.

3.1. Kumløsninger

De valgte kumløsninger har delvis sammenheng med materialvalg for ledninger, hvordan ledningssystemet er oppbygd og grunnvannstandens nivå i forhold til ledningen.

Den mest vanlige løsningen har vært betongkummer med prefabrikerte kumringer som utstøpes i bunn med renner som er tilpasset dimensjon og retning for ledningene (figur 2A). Kummene bygges enten på plasstøpt fundament der nederste ring settes ned på våt betong, eller ved å sette nederste ring på et komprimert lag med grus og pukk og deretter støpe bunn og renner i kummen. Denne kumtypen er fleksibel og har vist seg relativt rask og rimelig å bygge.



Figur 1. Forankring av polyetylenledning.

På noen anlegg er det benyttet kummer med prefabrikkert bunn, til dels også med forhåndsstøpte renner. Dette krever omhyggelig planering og komprimering av fundamentet. Det er også bygget en del plasstøpte kummer. Disse ble uforholdsmessig kostbare, spesielt fordi kumarbeidene gikk sent og hindret framdriften av anleggene. Kummene ble imidlertid tette.

I områder med høy grunnvannstand stilles ekstra store krav til kummens tetthet. Selv om en nytter materialer med høy kvalitet, er det vanskelig å få en betongkum med ringer helt tett. Som regel vil det lekke fra løftehull (selv om disse er gjenmurt) og fra skjøter i kummen. Det har derfor vært vanlig å bygge tette ledninger gjennom kummene i disse områdene, enten ved å bruke stakeluker

eller spylebrønner. En godtar i slike tilfeller at grunnvannet står over ledningen i kummen. Det er utviklet flere «pantenter» for å tømme kummen ved inspeksjon. Kumløsningen er vist på figur 2B.

Der ledningene går i veier med lav trafikkbelastning eller utenfor veier, nyttes ofte spylebrønner av PVC eller PEH, gjerne kombinert med en mindre avlastningskum av betong (figur 2C). På enkelte anlegg bygges annenhver kum som stake- eller spylekum og anenhver som større inspeksjonskummer.

Som regel bygges felleskummer for vann- og overvannsledningene og separat kum for spillvannsledningen. I ett tilfelle er alle ledningene ført gjennom felles kum. Dette gir betydelige kostnadsbesparelser, men er i strid med gjeldende retningslinjer for bygging av avløpsanlegg.

3.2. Stikkledninger

Den samlede lengde for stikkledningene i et avløpsnett er trolig like stor som hovedledningene. Under Mjøsaksjonen har imidlertid oppmerksomheten vært konsentrert om hovedledningsnettet, og det er ikke satt inn så sterke virkemidler fra sentralt hold for å stimulere sanering av stikkledninger i aksjonsperioden.

De virkemidler som ble benyttet var følgende:

- Huseierne kunne få husbanklån for utbedring av stikkledninger
- Kommunene kunne ta med utbedring av stikkledninger dersom det ble utført som kommunale prosjekter — og få lån og tilskott som for hovedledningene.

Lovverket mangler foreløpig hjemmel for å gi huseierne direkte pålegg om sanering.

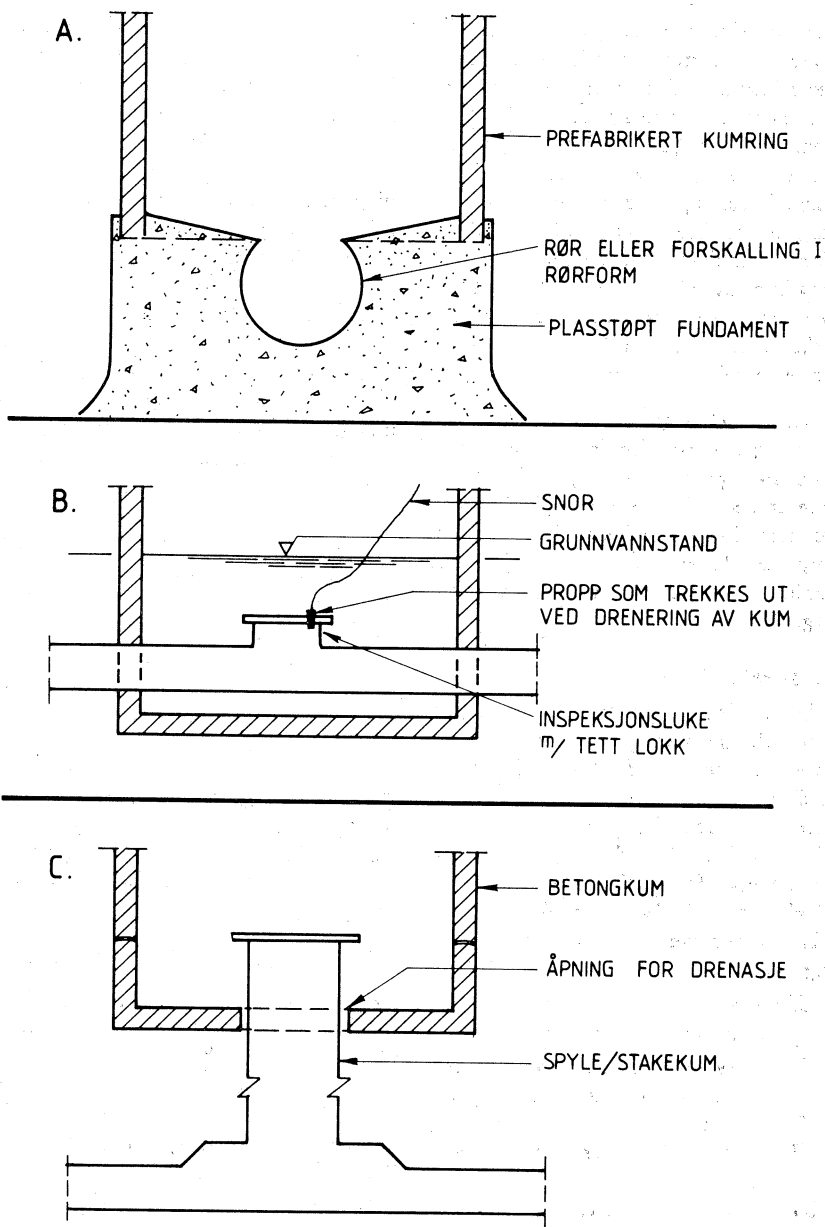
I de fleste tilfeller har heller ikke kommunene tatt alvorlige initiativ overfor huseierne for å få utbedret dårlige stikkledninger. Det har vært vanlig praksis å koble på stikkledninger i kanten av hovedledningsgroften eller å legge ny ledning ut av veinbanen. Det finnes imidlertid unntak fra dette, og kommuner har ved flere anledninger gitt gunstige tilbud for å stimulere huseierne til å sanere stikkledningene. I enkelte tilfeller har kommunene selv kostet sanering helt fram til husveggen. I andre tilfeller er huseierne tilbudt gunstige priser dersom utbedringsarbeidet ble utført samtidig med den kommunale hovedavløpsledningen.

I noen kommuner er det foretatt en vurdering av hver enkelt stikkledning på et saneringsanlegg, der ledningen er godkjent eller vraket etter nærmere angitte retningslinjer. Hvis ledningen er vraket er huseieren gitt pålegg om utskifting.

Disse tilbudene og påleggene har ført til at størsteparten av stikkledningene er utbedret på noen få anlegg (anslagsvis 1/10 av de utførte saneringsanleggene). En viktig grunn for at enkelte huseiere har investert i nye vann- og avløpsledninger, er trolig at den private vannledningen har vært i dårlig stand og måtte skiftes ut likevel.

På noen få anlegg er enkelte stikkledninger rehabilitert ved å trekke PEH rør gjennom den gamle rørledningen. Dette har sammenheng med at også hovedledningene er rehabilitert etter samme metode. Ved oppgraving av påkoblinger for stikkledninger, er tilstanden på disse vurdert, og rehabilitering eventuelt utført. PEH røret er ført inn til septiktank e.l.

Noen kommuner har konsekvent lagt nye stikkledninger til eiendomsgrensen, hvor det er bygget inspeksjonskummer.



Figur 2. Kumløsninger ved saneringsanlegg.

Generelt er det nok lagt for liten vekt på utbedring av stikkledninger under Mjøsaksjonen. Stikkledningene bidrar trolig med minst halvparten av innlekkingen av fremmedvann til avløpsnettet. Enkelte steder er også utlekkingen så stor at bare en mindre del av spillvannet når fram til hovedledningsnettet. Det blir derfor en viktig oppgave i årene som kommer å ruste opp også denne delen av avløps-systemet.

3.3. Gjenfyllingsmasser

Massene rundt røret skal delvis avlaste rørene og fordele belastninger jevnt langs dem. Det er derfor av stor betydning hvilke masser som fylles rundt rørene. Massevalget bestemmes av flere forhold, hvor økonomi, tilgjengelighet og ledningsmaterie-ll som regel er de viktigste.

Ved saneringsanleggene under Mjøsaksjonen er det nyttat flere forskjellige gjenfyllingsmasser. Stort sett er knust pukk eller naturlig grus mest vanlig, og dette gjelder både i byene og i utkantene.

I byene er det ved de fleste anleggene nyttat knuste masser, enten pukk eller subbus. Ved en del anlegg med alunholdig grunn, er kalksubbus brukt for å gi en ekstra sikkerhet mot korrosjon. Mot slutten av aksjonsperioden ble subbus mindre benyttet, fordi den ble vurdert som telefarlig.

Utenfor byene har en flere steder brukt stedlige masser rundt rørene. Dette har delvis sammenheng med grunnforholdene i ledningstraséen. Det har trolig også sammenheng med at anleggene tillates bygget enklere, fordi belastningen på rørene er mindre enn i sentrumsområdene.

I en kommune har en praktisert å fylle et lag med bark over ledningen. Hensikten med dette er først og fremst å gi

ledningen en ekstra isolasjon. Barken vil også fordele belastningen på røret. Selv om de foreskrevne gjenfyllingsmasser som regel har vært rimelig godt begrunnet, har massene rundt rørene i flere tilfeller vært et svakt punkt ved anleggene. Enkelte entreprenører har ikke vært tilstrekkelig nøye med gjenfylling og komprimering. Det har bl.a. vært observert tipping av steinholdig grus direkte på ledningen fra 2—4 meters høyde. Det er også i flere tilfeller påvist skader på rørene som følge av unøyaktig tilbakefylling.

3.4. Spesielle forhold ved saneringsanlegg.

I motsetning til de fleste nye ledningsanlegg, må en ved saneringsarbeider ta hensyn til eksisterende anlegg i grunnen. Dette gjelder såvel vann- og avløpsledninger som elektrisitets- og telekabler. Det vil være nødvendig å tilpasse arbeidet for å begrense avbruddene i disse viktige funksjonene mest mulig, og det vil i mange tilfeller være nødvendig å etablere provisoriske løsninger.

Det er ofte nødvendig å stenge vann-tilførselen til områder over lengre perioder. For å bøte på dette må det legges provisoriske ledninger oppå bakken. Om vinteren må disse isoleres. Slike ekstraarbeider representerer en betydelig for-dyrelse av anlegget.

Kabler som krysser eller løper langs ledningstraséen medfører også merarbeid. For å unngå å skade disse, er det ofte nødvendig å grave deler av ledningsgrøften for hånd. Kabelkryssinger blir ofte lagt på spesialbygde broer, og ekstrakostnadene for slike broer har vært opp til 100.000 kr. (5%) for enkelte anlegg.

På grunn av tidspresset under Mjøsaksjonen, og for å opprettholde en jevn sysselsetting, har det vært nødvendig å

drive saneringsanlegg også om vinteren. Frostproblemer medfører at vinteranlegg blir merkbart dyrere enn anlegg drevet om sommeren.

For å redusere noe av frostproblemene er det ved noen anlegg lagt ut isolasjonsmatter på gata før frosten setter inn. Det er fylt et tynt gruslag oppå mattene for å opprettholde kjørebanelen. Denne framgangsmåten har vist seg svært vellykket, og en har redusert bruken av tineapparater til et minimum.

I kalde perioder er det nødvendig å isolere ledningsgrøftene. Det har imidlertid vært slurvet en del med dette. Det har ført til at stikkledninger har frosset, og i et par tilfeller til brudd på vannledningen i tilkoblingspunktet mellom nytt og gammelt nett. Bruddene førte til store skader på det nylagte ledningsanlegget, ved at grøftemasser ble vasket bort.

3.5. Kontroll av ledningsarbeider.

En helhjertet innsats av anleggskontrollørene er en av de viktigste forutsetningene for et godt anleggsresultat. På de fleste anleggene har det vært daglig kontroll, noen steder enda hyppigere. Viktige kontrollpunkter har vært ledningshøyder, traséer, gjenfyllingsmasser og komprimering (visuell kontroll).

Det kreves i dag trykkprøving for å undersøke tettheten av ferdig lagt ledning. Dette har vist seg vanskelig å gjennomføre ved utbedring av ledningsnett. Stort sett er ledningen trykkprøvd fra kum til første stikkledning. Ved noen anlegg er påkobling av stikkledninger utsatt til hele kumstrekninger har vært trykkprøvd.

Kommuner og entreprenører har ikke utstyr til å foreta tetthetsprøving av en avgrenset strekning inne i røret. Slikt ut-

styr finnes imidlertid på markedet, og det vil kunne brukes for å trykkprøve hele den utbedrede ledningen.

Flere kommuner benytter TV-inspeksjon av ferdig lagt ledning. Disse utføres ca. 1 år etter at anlegget ble utført, og før garantitiden utløper. Resultatene fra inspeksjonene viser få feil. Det finnes noen eksempler på at PVC rør punktvis er deformert mer enn tillatt.

4. Framdrift ved saneringsanlegg

Utbedringer av eksisterende avløpsnett vil ofte medføre betydelige ulemper for ferdsel, vannforsyning, elektrisitet og telekommunikasjoner. For å gjøre problemene minst mulig, er det viktig å forhåndsberegne hvor lenge anlegget vil være i gang.

Det vil også være sammenheng mellom framdriften for et anlegg og kostnadene pr. lengdeenhet.

Tabell 2 viser tall for gjennomsnittlig framdrift for anlegg som omfatter utbedring av henholdsvis en ledning og flere ledninger. Det er skilt mellom anlegg utført i byer og anlegg utført i tettsteder. Framdriften ved rehabilitering av avløpsledninger er også undersøkt.

Det framgår av tabellen at framdriften ved anlegg i tettsteder er noe større enn i byer. Generelt er det imidlertid store variasjoner for alle typer anlegg.

Framdriften bestemmes av hvor komplisert ledningsnettet er, for eksempel antall kryssninger av vannledninger og antall stikkledninger. Eksisterende ledningsnett er ofte et lappverk fra flere perioder, og forholdene kan være ganske uryddige. Det er derfor nødvendig å kartlegge hvilke ledninger som er i funksjon. Dette må ofte gjøres etter at anleggsgrøfta er åpnet, noe som hemmer framdriften.

Tabell 2. *Framdrift ved saneringsanlegg.*

Tiltak	Framdrift		Antall anlegg
	m/dag/ arb.lag	min/max	
Rehabilitering med PEH	54	47—63	3
Rehabilitering med polyesterstrømpe	28	16—40	9
Omlegging i byer, en ledning	7,0	3,1—12,3	5
Omlegging i byer, flere ledninger	4,7	2,7— 7,7	26
Omlegging tettsteder, en ledning	7,8	7,1— 8,5	2
Omlegging tettsteder, flere ledninger	6,1	2,8— 8,7	17

Det er ofte nødvendig å ta i bruk hånd-graving for å unngå å skade kabler. Store mengder kabler vil derfor forsinke anlegget vesentlig. Likeledes vil trange arbeidsforhold, f.eks. i smale bolig-gater, hemme arbeidet.

Vinterarbeid tar av flere grunner lenger tid enn sommerarbeid. Både teletining, ekstra stell av maskinelt utstyr og isolering av grøfter, gjør at saneringsarbeid-

ene er mindre effektive om vinteren. Sammenligning av data fra en del ledningsanlegg i byene indikerer at framdriften er 20—40% høyere om sommeren enn om vinteren.

Framdriften for rehabilitering avhenger av forarbeider (spyling og kumarbeider) og av oppgraving for stikkledninger foruten selve rehabiliteringen av ledningen.

Tabell 3. *Kostnader ved sanering av avløpsnett.*

Tiltak	Gjennomsnittlig kostnad pr. m.	Variasjon i kostnader	Antall m	Antall anlegg
Rehabilitering med PEH	196	125— 225	3489	6
Polyesterstrømpe*	1100	800—1500	3074	10
Omlegging i byer, en ledning	2270	1300—2800	2326	7
Omlegging i byer, flere ledninger	3000	1000—5000	11967	33
Omlegging i tettsteder, en ledning	750	500—1500	3765	7
Omlegging i tettsteder, flere ledninger ..	1300	500—2500	31883	26
*1) D = 150—225 mm	1130	900—1400	974	4
2) D = 300—375 mm	980	800—1200	1317	4
3) D = 450—525 mm	1240	1000—1500	783	2
4) Spesielt kompliserte anlegg		1800—3800	417	3

5. Kostnader

5.1. *Kostnadsdata*

Det er samlet inn kostnadstall fra ca. 100 anlegg, det vil si 3/4 av de utførte saneringsprosjektene. Tabell 3 viser kostnadene ved rehabilitering og ved utskifting av spillvannsledning, eventuelt også vann- og overvannsledningene. Kostnadsvariasjonene er store. Det dyreste av de anlegg hvor bare spillvannsledningen er utbedret, har f.eks. en meterpris som er 20 ganger høyere enn det rimeligste.

Det har imidlertid vært store forskjeller både med hensyn til tekniske forhold (dimensjoner, grunnforhold) og andre omstendigheter (kabler, trafikkproblemer) for de ulike prosjektene.

Sammenligning av data fra en del ledningsanlegg i byene indikerer bl.a. at kostnadene er 10—30% lavere ved sommeranlegg enn ved vinteranlegg. Tabellen bør derfor ikke anvendes ukritisk ved planlegging av nye saneringsprosjekter.

Et eksempel som illustrerer dette forholdet, er den store kostnadsforskjellen mellom rehabilitering med polyesterstrømpe og inntrekking av PEH-rør.

Inntrekking av PEH-rør er hovedsakelig benyttet i mindre tettsteder. Arbeidsforholdene er her relativt enkle, med få tilkoblinger. Arbeidet er utført av kommunens eget personell eller av lokale entreprenører.

Polyesterstrømpen er bare anvendt i byene. Arbeidsforholdene er her langt mer komplisert, bl.a. på grunn av mer komplisert ledningsnett og trafikkproblemer. Det er videre langt flere tilkoblinger pr. lengdeenhet enn i de små tettstedene. I tillegg krever teknisk etat i byene ofte høyere standard på avløpsnettet enn hva som er vanlig i tettstedene. Dette med-

fører bl.a. krav om opprusting av kumene som en del av saneringsarbeidene.

Arbeidet med denne metoden må utføres av spesialister. Personellet må arbeide langt fra hjemstedene og innkvarteres på hotell.

Tallene i tabell 3 inkluderer alle disse forholdene. For en mer direkte sammenligning av kostnadene ved metodene, henvises til SFT's retningslinjer for rehabilitering av avløpsanlegg (2).

5.2. *Økonomisk riktig anvendelse av de ulike metoder.*

Rehabilitering med inntrekking av PEH-rør kan anvendes når redusert vannføringskapasitet kan aksepteres. I slike tilfeller kan kostnadene holdes nede på et lavt nivå.

Rehabilitering med polyesterstrømpe har ikke vært et økonomisk gunstig alternativ i tettstedene. Når nødvendig sanering av kummer og påkobling av stikkledninger inkluderes i kostnadene, vil de totale kostnader bli brakt til det samme nivå som ved utskifting av ledningen.

Saneringskostnadene i byene er 2—3 ganger større enn i tettstedene. Årsakene til dette er bl.a. større kabelkonsentrasjoner og større ledningsdimensjoner. Trafikkproblemene er også mer omfattende. Under disse forholdene har rehabilitering med polyesterstrømpe vært det økonomisk gunstigste alternativ ved flere saneringsprosjekter.

Den høye løpemeterprisen i byene sammenlignet med tettstedene, henger forøvrig stort sett nøye sammen med de forhold som reduserer framdriften. Det har også til dels vært brukt høyere materialkvalitet (f.eks. vannledningsrør til spillvann) og dyrere kumløsninger i byene.

Dersom vann-, spillvann- og overvannsledningene følger samme trasé, vil det i mange tilfeller være ønskelig å ruste opp alle ledningene samtidig, selv om bare en av dem har imiddelbare feil. I slike tilfeller vil utskifting av ledningene være det økonomisk gunstigste alternativ. Kostnadene kan imidlertid i slike tilfeller bli så store at det blir vanskelig å finansiere større prosjekter. Dette vil være en stor hindring for videre sanering av avløpsnett i Norge.

Det vil ofte være vanskelig å forutsi alle problemer som kan dukke opp ved sanering av ledningsanlegg. Ved å sende

prosjektene ut på anbud, risikerer en at entreprenørene tar relativt høye priser for å sikre seg. Under Mjøsaksjonen har det vist seg at utførelse på timebasis har vært et gunstig alternativ, noe følgende eksempel skulle illustrere:

Et saneringsanlegg ble sendt ut på anbud, og en mottok 5 tilbud, som alle ble forkastet fordi de etter teknisk etats mening lå for høyt. En ble deretter enige med de samme entreprenørene om å utføre de samme anleggene på timebasis. Etterkalkyler av anlegget viser at kostnadene pr. m ledningsnett var ca. halvparten av anbudstilbudene.

REFERANSER

- (1) Sanering av avløpsnett. Erfaringer fra Mjøsaksjonen Norges Hydrodynamiske Laboratorier august 1981.
- (2) Veiledning ved rehabilitering av avløpsledninger. Statens Forurensningstilsyn 1979.