

Biologisk-hygieniske forhold ved rensing av avløpsvann

Av Gunnar Langeland

Gunnar Langeland er veterinær fra Norges Veterinærhøgskole 1976, og er ansatt i Norges Landbruksvitenskapelige forskningsråd med arbeidsplass ved Institutt for næringsmiddelhygiene, NVH.

1. INNLEDNING

Det første anlegg vi kjenner for ledning av avløpsvann i rør ble bygget i Roma i det sjettede århundre før Kristi fødsel. *Cloaca Maxima* hadde som funksjon å lede både kloakk og drensvann fra myrene omkring byen. Hovedledningen som munnet ut i elva *Tiber*, var så stor at en vogn med høyt lass kunne kjøre i den. Deler av anlegget er fremdeles i bruk.

På samme måte som romerne sikkert anså problemene for løst idet avløpsvannet blandet seg med vannmassene i *Tiber*, har vi i vårt land inntil for få år siden ledet urensset avløpsvann ut i vannresipienter uten særlig tanke på konsekvensene av dette.

Kommunalt avløpsvann består av avløpsvann fra husholdninger, kontorer, forretninger, verksteder og industri og dessuten overflatevann som ledes inn og vann som utilsiktet lekker inn i ledningsnettet. Det er flere grunner til at vi i vårt samfunn ønsker å rense dette vannet: Avløpsvann inneholder patogene mikroorganismer, parasittegg og kjemiske forbindelser som kan innvirke på menneskers og dyrs helsetilstand. Dessuten inneholder avløpsvann store mengder organisk stoff og næringssalter som ofte fører til eutrofierings- og saprobieringsproblemer og til uestetiske forhold i resipientene.

I følge Statistisk sentralbyrå var ca. 60% av husstandene i 1976 tilknyttet et offentlig avløpsnett, men bare ca. 12% var tilknyttet et avløpsnett der avløpsvannet ble rensset.

Miljøverndepartementet har i rundskriv (T-24/74) til fylkesmennene angitt at avløpsvannets mengde og sammensetning, resipientforholdene og brukerinteressene m.h.t. resipienten skal være avgjørende ved behandling av søknader om utslipp.

Ifølge NOU 1973: 51 *Resirkulering og avfallsbehandling* ble det årlig omkring 1970 ved norske kloakkrensaneanlegg produsert ca. 1 000 000 m³ kloakkslam med 2% tørrstoff før avvanning. Dette tilsvarer ca. 20 000 tonn tørrstoff.

I 1973 ble det produsert slam med i alt ca. 50 000 tonn tørrstoff og i 1983 regner vi med at det vil bli produsert ca. 90 000 tonn (Paulsrud 1974).

Tabell 1 nedenfor gir en oversikt over antall, typer, kapasitet og belastning for norske rensaneanlegg i 1976 (Statistisk sentralbyrå). I tabellen er det også regnet med avløpsvann fra meierier, slakterier, vaskerier og annen industrivirksomhet. Selv om antall personekvivalenter tilknyttet er mindre enn kapasiteten, er det likevel mange kloakkrensaneanlegg som er overbelastet.

Tabell 1. Kloakkrenseanlegg i Norge i 1976. p.e. = personekvivalenter.

Renseanlegg	Antall anlegg	Kapasitet	Tilknyttet
Mekaniske	36	332.000 p.e.	265.000 p.e.
Biologiske	226	144.000 p.e.	95.000 p.e.
Mekanisk-kjemiske	41	605.000 p.e.	493.000 p.e.
Kjemisk-biologiske	66	452.000 p.e.	424.000 p.e.
herav forfelling	1	4.650 p.e.	4.650 p.e.
» simultanfelling	60	425.000 p.e.	406.000 p.e.
» etterfelling	5	22.000 p.e.	13.000 p.e.
	369	1.533.000 p.e.	1.277.000 p.e.

Vi slipper nesten alt avløpsvann (både rensert og urensert) ut i fersk- eller saltvann. Avløpsvann kan prinsipielt også ledes ut i løsmasser eller brukes til irrigasjon i landbruket, forutsatt at dette i hvert enkelt tilfelle er hygienisk forsvarelig.

Avløpsvannets innhold av patogene organismer vil være avhengig av *den epidemiologiske situasjon* i området. Alle mikroorganismer som forårsaker sykdom i en befolkning, vil i større eller mindre grad finnes igjen i avløpsvannet (Engelbrecht & Lund 1975).

Tabell 2 viser de viktigste patogene organismene som kan finnes i avløpsvann i Norge (Helsedirektoratet 1976, Langeland 1979).

Tabell 2. Patogene organismer i avløpsvann.

Bakterier

Salmonella spp.

Yersinia enterocolitica

Mycobacterium tuberculosis

Clostridium tetani

Shigella spp.

Leptospira interrogans

Virus

Hepatitt-A-virus

Poliovirus

Coxsackievirus

Echovirus

Reovirus

Adenovirus

Parasitter

Ascaris lumbricoides

Taenia saginata

Diphyllobotrium latum

Amøbecyster

Giardia lamblia

2. RENSEMETODER FOR AVLØPSVANN

For fullstendighetens skyld skal det kort gjøres rede for de vanligste rensemetoder for avløpsvann som renses ved *mekaniske*, *biologiske* eller *kjemiske* rensesprosesser eller ved *kombinasjoner* av disse. Det blir dessuten mer og mer

vanlig i områder med spredt bebyggelse å rense avløpsvann i *infiltrasjonsanlegg*.

Detaljerte beskrivelser av renseanleggenes oppbygging og funksjon er gitt av Ødegaard m.fl. 1976.

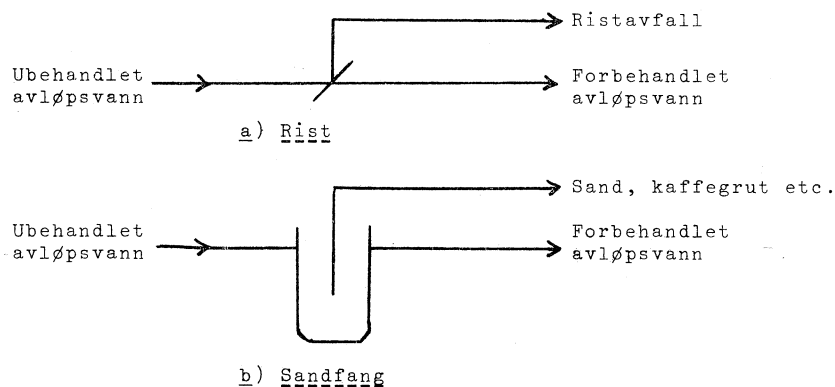
2.1. Forbehandling

Det er vanlig å forbehandle avløpsvann med *grovrister* (åpning 5—10 cm),

finrister (åpning 2—4 cm), *fettavskiller* og/eller *sandfang*. Ved disse prosesser skilles større gjenstander, fett og partikler med høy spesifikk vekt som sand, kaffegrut etc., fra det øvrige avløpsvannet.

Forbehandling av avløpsvann er skjematisk fremstilt i figur 1.

FIGUR 1. FORBEHANDLING



2.2. Mekanisk rensing

Mekanisk rensing kan foretas ved *filtrering (siling)*. Makrosiler har åpninger på 0,1—3 mm, mens mikrosiler har åpninger på 0,01—0,1 mm.

I *sedimenteringsbassenger* nedsettes vannhastigheten slik at avløpsvannet får en gjennomsnittlig oppholdstid på opptil et par timer. Sedimenterbare partikler synker til bunns og skrapes opp i en slamlomme.

I områder med dårlig utbygd kloakkrensing er det vanlig å avskille noe av

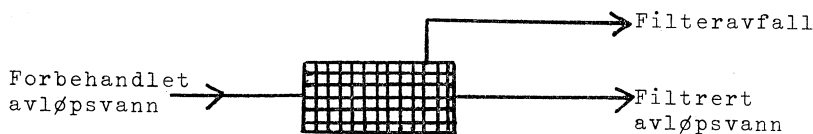
slammet i *slamavskillere* eller septiktanker. Prinsippet er det samme som for sedimenteringsbassenger, bortsett fra at sedimenteringsbassenger er åpne.

Mekanisk rensing av avløpsvann er fremstilt skjematisk i figur 2.

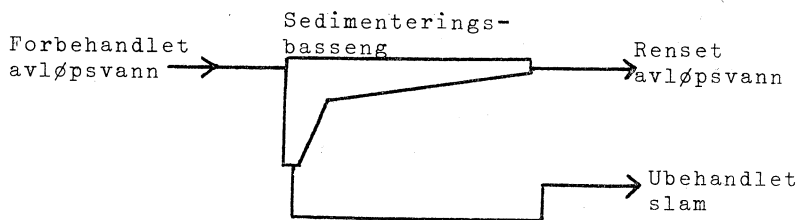
2.3. Biologisk rensing

Ved biologisk rensing opptar heterotrofe mikroorganismer (bakterier, sopp og protozoer) organiske forbindelser som de benytter i sitt stoffskifte.

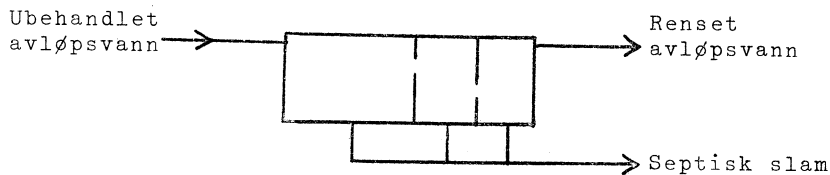
FIGUR 2. MEKANISK RENSING



a) Filtrering (siling)



b) Sedimentering



c) Slamavskiller (septiktank)

(Figur 1-5 er omarbeidet fra Eikum 1976)

Biologiske rensanlegg kan utformes på mange måter. De to vanligste former for biologisk rensing i Norge er *biologiske filtre* og rensing ved *aktivslammetoden*.

I *biologiske filtre* ledes avløpsvannet gjennom et lag av steiner el. syntetisk materiale hvor det er en *fastsittende mikroflora (filterhud)* som reduserer av-

løpsvannets innhold av organisk materiale.

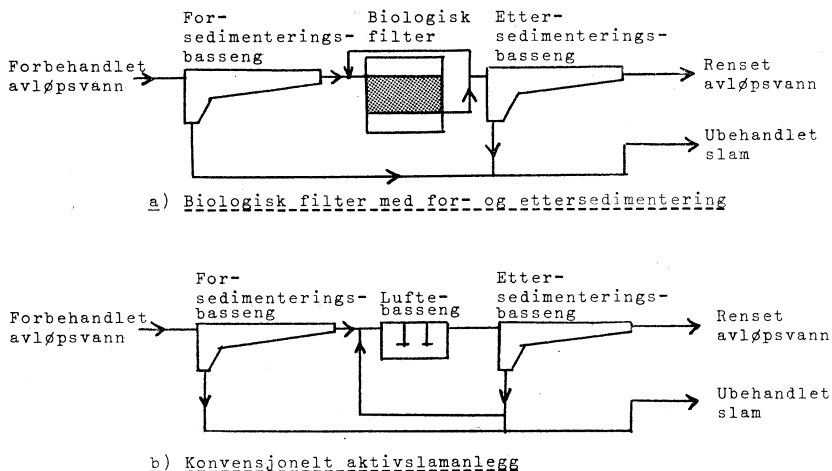
Et *konvensjonelt aktivslamanlegg* består av *forsedimenteringsbasseng*, *luftebasseng* (der luft blåses eller piskes inn i vannmassene) og *ettersedimenteringsbasseng*. Fra *ettersedimenteringsbasseng*et blir noe slam ført i retur til *luftebasseng*et. Avløpsvannet i *luftetanken* blir dermed

podet med en heterotrof flora som er tilpasset nedbrytning av det organiske stoffet. Luftinnblåsingen eller -innpiskingen gir nok oksygen til de biologiske prosesser og den skaper nok turbulens til både å hindre sedimentering og til å gi

god blanding av returslammet i vannmassene.

Biologisk rensing av avløpsvann ved biologiske filtre og ved aktivslam-metoden er fremstilt skjematisk i figur 3.

FIGUR 3. BIOLOGISK RENSING



2.4. Kjemisk rensing

Ved kjemisk rensing tilføres avløpsvannet kjemikalier som gir fnokkdannelser. Aluminiumsulfat, to- og treverdige jernsalter og kalk er de mest brukte. Fnokkene har et høyt innhold av fosfat, oppløst organisk stoff og partikulært materiale. Ved sedimentering eller flokkulering separeres fnokkene fra avløpsvannet.

2.5. Kombinasjoner av mekanisk, kjemisk og biologisk rensing

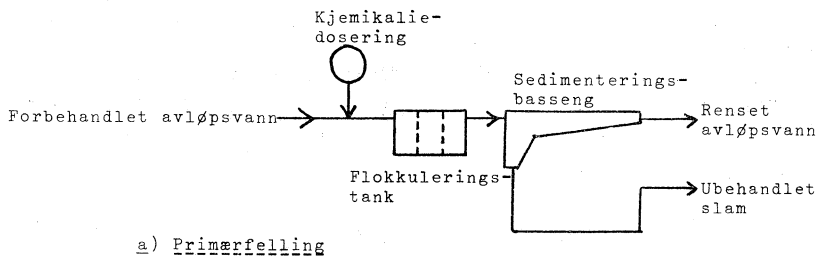
Kjemisk rensing kombinert med mekanisk rensing betegnes *primærfelling* eller

sekundærfelling avhengig av om avløpsvannet har passert et forsedimenteringsbasseng eller ikke. I figur 4 er primærfelling og sekundærfelling vist skjematisk.

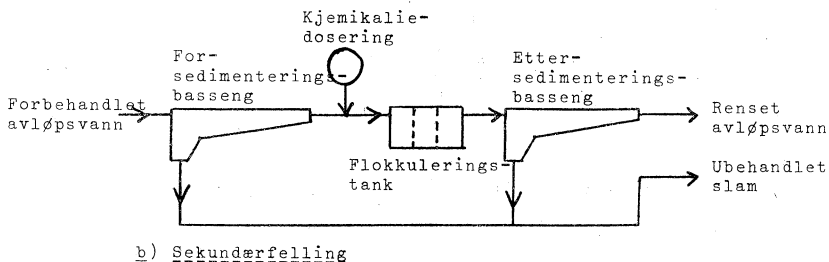
Ved biologisk-kjemiske renseanlegg kan kjemikaliadosering og flokkulering foregå før, samtidig eller etter avløpsvannets opphold i luftetanken (der de biologiske prosesser finner sted). Dette betegnes henholdsvis *forfelling*, *simultanfelling* eller *etterfelling*. Disse metodene er fremstilt i figur 5.

Med *fullrenseanlegg* forstår vi anlegg som renser avløpsvannet både mekanisk, kjemisk og biologisk.

FIGUR 4. MEKANISK-KJEMISK RENSING

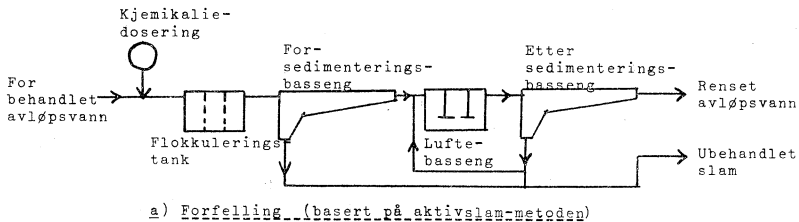


a) Primærfelling

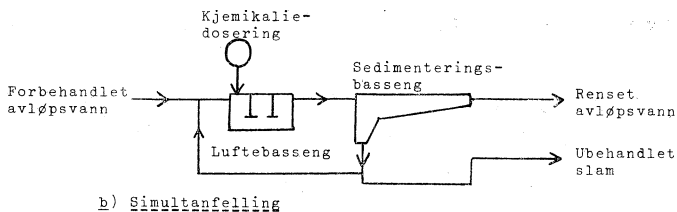


b) Sekundærfelling

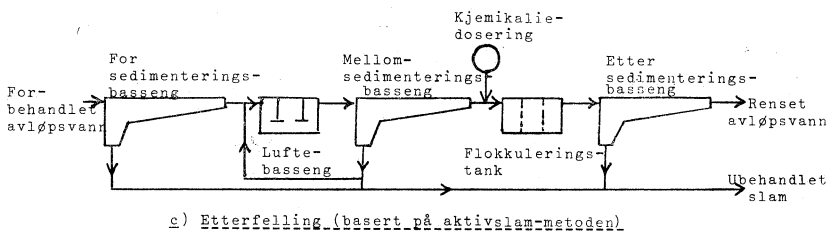
FIGUR 5. BIOLOGISK - KJEMISK RENSING



a) Forfelling (basert på aktivslam-metoden)

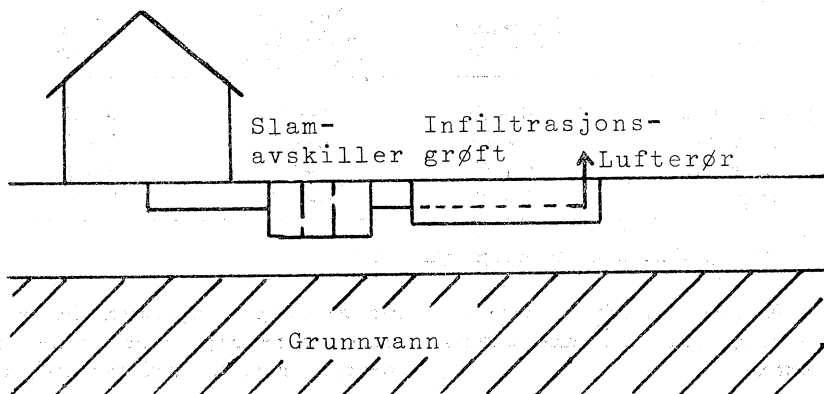


b) Simultanfelling



c) Etterfelling (basert på aktivslam-metoden)

FIGUR 6. INFILTRASJONSANLEGG



2.6. Infiltrasjonsanlegg

Infiltrasjonsanlegg (figur 6) benyttes særlig for rensing av avløpsvann fra spredt bolig- og fritidsbebyggelse. Avløpsvannet passerer først en slamavskiller for deretter å bli ledet inn i løsmasser med passende vanngjennomtrengelighet. Infiltrasjonsanlegg kan gis forskjellig utforming og kan også brukes til å motta rensert avløpsvann. Infiltrasjonsanleggenes belastning, alder og løsmassenes egenskaper (bl.a. kornfordeling) er avgjørende for renseseffekten.

3. VIRKER KLOAKKRENSE-ANLEGGENE EFFEKTIVT?

3.1. De tradisjonelle forurensningsparametre

Tradisjonelt har renseanleggenes effektivitet vært målt ved reduksjon i biologisk nedbrytbart organisk stoff (biokjemisk oksygenforbruk, partikulært materiale og totalfosfor.

Renseeffekten for disse parametre varierer sterkt for de ulike rensemetoder. Generelt øker effekten når flere metoder kombineres. Se tabell 3.

Det er også store variasjoner mellom de enkelte anlegg (Paulsrud 1975), men det faller utenfor dette kapittel å komme detaljert inn på disse forhold.

3.2. Renseprosessenes innvirkning på avløpsvannets innhold av patogene organismer

Hvorfor reduseres avløpsvannets innhold av patogene organismer ved rensesprosessene? Dette er ennå langt fra fullstendig klarlagt, men vi vet at hvertfall de følgende forhold er av betydning:

- Organismene er i stor grad adherert til partikulært materiale som fjernes ved rensesprosessene.
- Organismene er i et miljø de ikke er tilpasset og vil ikke kunne formere seg. (Virus og parasittegg vil ikke

Tabell 3. Renseeffekter i prosent ved forskjellige rensemetoder for avløpsvann

Rensemetode	Partikulært materiale	Biologisk nedbrytbart organisk stoff	Total fosfor
Mekanisk rensing	40—60	25—35	10—15
Kjemisk rensing	80—95	40—60	85—95
Biologisk rensing	80—95	80—95	15—20
Fullrensing ¹⁾	90—95	90—95	90—95

1) Etterfelling. (Statens forurensningstilsyn 1978.)

under noen omstendighet kunne formere seg utenfor en levende vertsorganisme.)

— I rensaneanlegg (særlig i de biologiske rensetrinn) møter de patogene organismene en bakterie- og protozooflora som er tilpasset miljøet. Denne floraen vil vinne i konkurransen om næringsstoffene, predatorer (fagocytterende protozoer) vil «spise opp» og bakteriofager vil inaktivere bakterier.

I litteraturen finnes enkelte data for desimering av indikatorbakterier, patogene bakterier, parasittegg og virus ved rensing av avløpsvann. Det er svært stor variasjon mellom de enkelte undersøkelser, men det er enighet om at det er sammenheng mellom renseseffekt for organisk stoff og næringssalter og reduksjon av både bakterier, parasittegg og virus.

Størst reduksjon av patogene organismer fåes ved *desinfeksjon* av avløpsvannet. Dette er bare i liten utstrekning benyttet i Norge i motsetning til f.eks. i Sverige. I U.S.A. er klorering mye brukt som desinfeksjonsmetode for avløpsvann.

Selv om størsteparten av de organismer som ikke blir drept, vil finnes i slamfasen, så vil likevel avløpsvannet som renner ut fra rensaneanlegg, aldri være helt

fritt for patogene organismer. Det er i denne sammenheng *spesielt viktig* at overføring av et lite antall patogene bakterier til egnede medier for oppformering, f.eks. næringsmidler, ved uheldige forhold kan forårsake alvorlige infeksjoner hos mennesker etter inntak av forurensete matvarer.

Det er i litteraturen vanlig å angi renseseffekt i *prosent reduksjon* for bestemte bakterier, virus og parasitter. Dette gir ikke et fullstendig bilde, fordi *antallet* i avløpsvannet også er av betydning for en helsemessig vurdering av utløpsvannets kvalitet. Ofte vil konsentrasjonen av patogene bakterier være så høy i utgangsmaterialet at selv om den prosentvise reduksjon er stor, så vil likevel vannet etter rensesprosessene på ingen måte være fritt for disse organismene.

Det er i litteraturen uvanlig stor variasjon i angivelsene over renseseffekter for de enkelte rensaneanlegg. Tabell 4 er hentet fra Handbook of Environmental Control, Vol. 4 (Bond & Staub 1974).

Disse tall viser god overensstemmelse med data for renseseffekt for partikulært materiale og organisk stoff. (Tabell 3), men som vi skal se i avsnitt 4, kan kjemisk rensing gi en meget stor bakterie-

Tabell 4. *Bakteriereduksjon ved rensing av avløpsvann.*

Prosess	% reduksjon
Filtrering	10—25
Mekanisk rensing ¹⁾	25—75
Kjemisk rensing	40—80
Biologisk rensing ²⁾	90—98

¹⁾ Sedimentering ²⁾ Aktivslam-metoden

reduksjon, og 90—98% reduksjon ved biologisk rensing synes å være noe høy i forhold til egne resultater.

3.2.1. Mekanisk rensing

Mekanisk rensing er ingen god metode for å fjerne bakterier og virus fra avløpsvann.

Egg av menneskets spolorm (*Ascaris lumbricoides*) sedimenterer hurtig og vil derfor fjernes fra vannet i større utstrekning enn egg av menneskets bendelorm. (*Diphyllobotrium latum*) som har en svært lav sedimenteringshastighet.

I tabell 5 er det angitt de reduksjonsprosjenter Engelbrecht og Lund (1975) har satt opp etter et omfattende litteraturstudium.

Tabell 5. *Reduksjon av salmonella-bakterier, mykobakterier og parasittegg ved mekanisk rensing av avløpsvann.*

Organisme	Prosent reduksjon
Salmonellabakterier	15
Mycobakterier	48—57
Parasittegg	72—98

3.2.2. Kjemisk rensing

Ved kjemisk rensing av avløpsvann vil bakterier, virus og parasitter i stor grad festes til partiklene som dannes i vannet ved flokkuleringen. Dessuten vil de kjemiske prosesser til en viss grad drepe eller inaktivere bakterier, virus og parasittegg. Spolormegg lar seg vanskelig destruere av kjemiske stoffer, inkludert desinfeksjonsmidler.

Når kalk brukes som fellingsmiddel, vil pH i avløpsvannet stige. Ved pH 10 er det f.eks. liten reduksjon av poliovirus, men ved pH 11,1 vil poliovirus være redusert med 90—99%.

Ifølge Berg (1973) blir mer enn 90% av coxakievirus destruert eller fjernet fra avløpsvannet når det brukes 25 gram FeCl₃ pr. m³ avløpsvann.

Det er å anta at det er god overensstemmelse mellom renseeffekt for patogene organismer og renseeffekt for organisk stoff og næringssalter.

Ødegaard m.fl. (1978) har nylig gjennomført et laboratorieforsøk der de studerte reduksjonen av indikatorbakterien *Escherichia coli* ved kjemisk rensing av avløpsvann.

Ved bruk av aluminiumsulfat, jernklorid, jernsulfat og kalk ved ulik pH og ulike doseringer ble det oppnådd forbausende gode renseeffekter. Tabell 6 viser middelverdier for forekomst og reduksjon av *Escherichia coli*. Legg merke til at selv ved kalkfelling (pH >11) er konsentrasjonen i det rensede avløpsvannet på mer enn 1000 *E.coli* pr. 100 ml.

3.2.3. Biologisk rensing

Ved biologisk rensing er det de biologiske og kjemiske prosesser som fører til inaktivering og drap av de patogene organismene.

Tabell 6. *E. coli* reduksjon. Middelværdier.

Fellings- middel	<i>E. coli</i> , råvann, MPN/100				<i>E. coli</i> , rensset MPN/100 ml				% Reduk- sjon i middel
	Ant. prø- ver	Laveste	Høyeste	Middel	Ant. prø- ver	Laveste	Høyeste	Middel	
Al-sulfat	3	14·10 ⁶	918·10 ⁶	385·10 ⁶	18	2·10 ⁴	918·10 ⁴	115·10 ⁴	99,70
Fe-klorid	3	130·10 ⁶	348·10 ⁶	217·10 ⁶	24	2·10 ⁴	918·10 ⁴	65·10 ⁴	99,70
Fe-sulfat	2	172·10 ⁶	278·10 ⁶	225·10 ⁶	15	2·10 ⁴	348·10 ⁴	88·10 ⁴	99,60
Kalk (pH 11)	1	348·10 ⁶	348·10 ⁶	348·10 ⁶	3	22	109·10 ²	35·10 ²	99,999

Bakteriesporer (f.eks. av *Cl. tetani*, stivkrampebakterien) og enkelte parasittegg (f.eks. *Ascaris lumbricoides*, menneskets spolorm) er lite påvirket av biologiske renseprosesser.

I tabell 7 er det angitt antatte reduksjonsverdier ved biologisk rensing (Engelbrecht & Lund 1975).

Tabell 7. Reduksjon ved biologisk rensing.

Organisme	Aktivslam-metoden	Biologisk filter
Salmonellabakterier	96—99%	84—99,9%
Mycobakterier	ubetydelig —87%	66—99,9%
Amøbecyster	ubetydelig	11—99,9%
Parasittegg	ubetydelig	62—76%
Virus	76—99%	0—84%

3.2.4. Infiltrasjonsanlegg

Det er stor usikkerhet med hensyn til de biologisk-hygieniske forhold ved infiltrasjonsanlegg.

Kristiansen (1978) har studert økologiske forhold og renseeffekter i et forsøksanlegg. Hans resultater viser klart at vi ihvertfall ikke skal ta det for gitt at det foregår en total destruksjon av patogener i infiltrasjonsanlegg — selv om de er bygget forskriftsmessig. I sine forsøk fant han at avløpsvann som hadde passert gjennom infiltrasjonsanlegg, kunne inneholde betydelig mengder indikatorbakterier.

4. REDUKSJON AV INDIKATOR- OG SALMONELLABAKTERIER VED TRE RENSEANLEGG I OSLO

Ved Institutt for næringsmiddelhygiene har vi foretatt innledende undersøkelser for forekomst og reduksjon av følgende bakterier (eller grupper av bakterier) ved kloakkrensing i Oslo: Termostabile koliforme bakterier, fekale streptococcer, sulfittreduserende clostridier (Hovseter), *Clostridium perfringens* (Lysaker og Skarpsno) og salmonellabakterier.

Salmonellabakterier er patogener, de øvrige kan under spesielle forhold for-

årsake sykdom, men regnes i avløpssammenheng som indikatorbakterier.

4.1. Lysaker kloakkrenseanlegg

Ved Lysaker kloakkrenseanlegg passerer avløpsvannet bare grovrist, finrist og luftet sandfang. Ut fra beskrivelsene i avsnitt 2 må dette karakteriseres bare som forbehandlingsmetoder. Noen egentlig mekanisk, kjemisk eller biologisk rensing foregår ikke ved dette anlegget. Anlegget er dimensjonert for 130.000 personekvivalenter og mottar avløpsvann fra både bolig- og industriområder. Belastningen er 105.000 personekvivalenter.

Det ble tatt ut prøver av inn- og utløpsvann med 6 timers mellomrom 5 ganger 24.—25. oktober 1978.

4.2. Hovseter kloakkrenseanlegg

Hovseter kloakkrenseanlegg er et mekanisk-kjemisk anlegg med finrist, sandfang, sil (åpning 0,2 mm), flokkuleringsbasseng (aluminiumsulfat) og sedimenteringsbasseng. Både dimensjonering og belastning er 600 personekvivalenter. Anlegget mottar avløpsvann fra et boligområde.

Det ble tatt ut prøver av innløpsvann, filtrert vann og utløpsvann med 4 timers mellomrom 7 ganger 10.—11. januar 1978.

4.3. Skarpsno kloakkrenseanlegg

Dette er et fullrenseanlegg med simultanfelling. Avløpsvannet passerer rister, sandfang, forluftingsbasseng, forsedementeringsbasseng, luftebasseng (jernklorid) og ettersedimenteringsbasseng. Anlegget er overbelastet, idet det mottar 65.000 personekvivalenter mens det er dimensjonert for bare 50.000 personekvivalenter.

Det ble tatt prøver av innløpsvann, mekanisk rensert vann og utløpsvann med 6 timers mellomrom 5 ganger 30. november—1. desember 1978.

4.4. Resultater

Vannprøvenes innhold av indikatorbakterier er fremstilt i figur 7 og reduksjonene ved rensesprosessene i tabell 8.

Avløpsvannet ble også undersøkt for innhold av salmonellabakterier, tabell 9. På grunn av relativt lave verdier og resultatenes unøyaktighet er det ikke riktig å regne ut reduksjonsprosent for disse, men forekomsten i vannet var høyt både ved Lysaker og Skarpsno.

Vi har også foretatt en rekke undersøkelser over innhold av salmonellabakterier i kloakkslammet fra Skarpsno rensesanlegg. Bakteriene er konstant tilstede i slammene. Det høyeste innhold som hittil er analysert er 24.000 salmonellabakterier pr. 100 gram slam (16. november 1978).

Av figur 7 går det fram at det ved *Lysaker rensesanlegg* ikke skjer noen hygienisering av avløpsvannet.

Ved *Hovseter rensesanlegg* må reduksjonen av indikatorbakterier sies å være meget god. Faktisk så god at oppfatningen om at høy grad av bakteriereduksjon bare kan foregå i biologiske anlegg, bør forlates (jfr. tabell 4). Dette er i overensstemmelse med resultatene til Ødegaard m.fl. (1978.)

At det for enkelte prøveuttak ved Hovseter er funnet flere fekale streptococcer etter enn før siling, kan skyldes både tilfeldige variasjoner, metodikkens unøyaktighet og at aggregater med flere bakterier spaltes ved silingen på grunn av mekanisk påvirkning.

Tabell 8. Reduksjon av indikatorbakterier ved renseanlegg i Oslo.

LYSAKER	<i>Termo- stabile koliforme bakt.</i>	<i>Fekale strepto- coccer</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
Innløpsvann	3.600	2.000	200
Utløpsvann	2.400	2.000	200
Reduksjon i alt	33%	0%	0%

HOVSETER	<i>Termo- stabile koliforme bakt.</i>	<i>Fekale strepto- coccer</i>	<i>Sulfitt- reducerende clostridier</i>
Innløpsvann	12.000	3.800	1.400
Mekanisk renset	9.400	7.600	760
Mekanisk og kjemisk renset	2,1	19	2,7
Reduksjon	99,98%	99,50%	99,81%

SKARPSNO	<i>Termo- stabile koliforme bakt.</i>	<i>Fekale strepto- coccer</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
Innløpsvann	27.000	5.700	320
Mekanisk renset	20.000	5.100	84
Mekanisk, kjemisk og biologisk renset	9.500	1.000	43
Reduksjon i alt	65%	82%	87%

Tallene er aritmetiske middelverdier (Lysaker og Skarpsno 5 observasjoner, Hovseter 7 observasjoner) og angir bakterieinnhold pr. ml.

Ved Hovseter er det dessuten god overensstemmelse mellom de oppgitte reduksjonsprosenten i tabell 7.

Skarpsno renseanlegg er ca. 30% overbelastet. Dette kan være noe av forklaringen på den dårlige renseeffekten for indikatorbakteriene. Sammenlignet med Hovseter skulle en tro at renseeffekten burde vært større, Skarpsno har tross alt

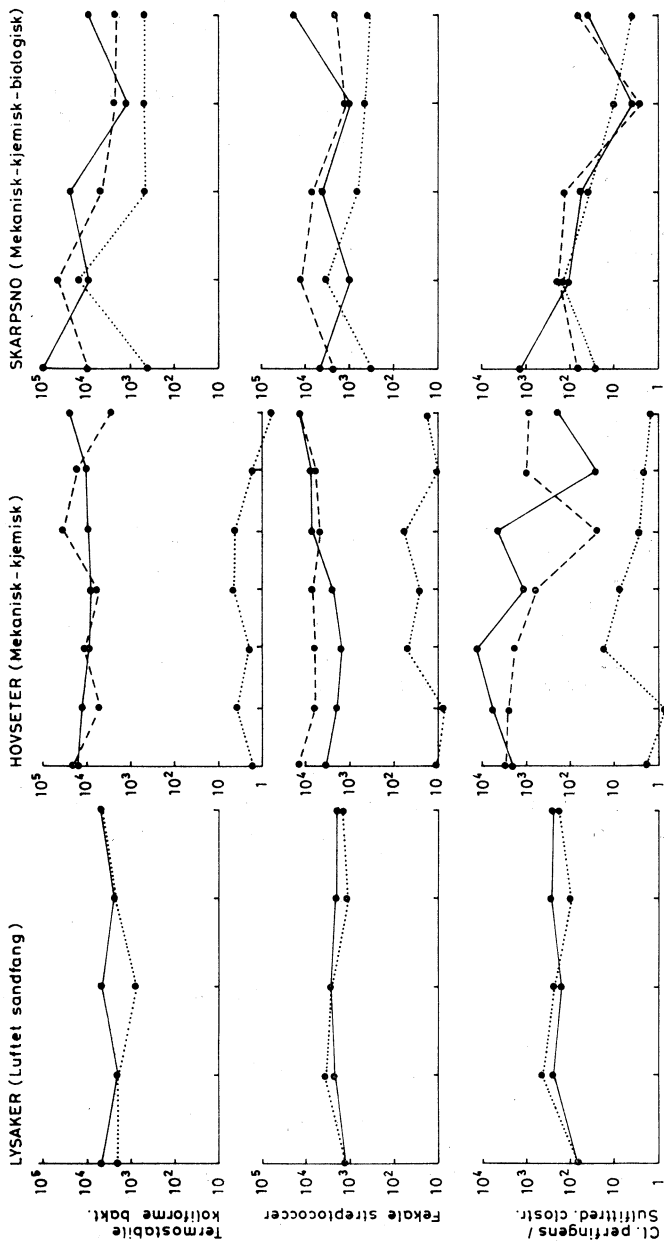
både mekanisk, kjemisk og biologisk rensing.

Kurvener for termostabile koliforme bakterier, fekale streptococcer og *Clostridium perfringens* i figur 7 følger hverandre svært godt for Skarpsno renseanlegg. Dette tyder på at bakteriene hovedsakelig fjernes mekanisk. Hvis reduksjonen i avløpsvannet hovedsakelig hadde

Indikatorbakterier pr. ml. avløpsvann fra renseanlegg i Oslo

Abcisse = 24 timer, Origo = kl 0800

● Innløpsvann — Mekanisk renset vann ●····· Utløpsvann



Tabell 9. *Salmonellabakterier i avløpsvann fra renseanlegg i Oslo.*

	<i>Antall prøver</i>	<i>Høyeste innhold pr. 100 ml</i>	<i>Laveste innhold pr 100 ml</i>	<i>Middelverdi pr. 100 ml</i>
LYSAKER				
Innløpsvann	5	120	0	27
Utløpsvann	5	20	0	8
HOVSETER¹⁾				
Innløpsvann	7	0	0	0
Mekanisk rensed	7	0	0	0
Mekanisk og kjemisk rensed	7	0	0	0
SKARPSNO				
Innløpsvann	5	9	0	3
Mekanisk rensed	5	43	0	13
Mekanisk, kjemisk og biologisk rensed	5	21	0	7

1) I klokkslammet ble det isolert salmonellabakterier fra 7 av 7 prøver som ble tatt ut til samme tid som vannprøvene.

foregått ved biologisk og kjemisk inaktivering og drap av disse bakteriene, skulle reduksjonen av termostabile koliforme bakterier være vesentlig større enn for fecale streptococcer, fordi disse har langt større resistens.

LITTERATUR

- Balluz, S. A., H. H. Jones & M. Butler:* The persistence of poliovirus in activated sludge treatment. *Journal of hygiene* 1977, 78, 165—173.
- Berg, G.:* Removal of viruses from sewage, effluents, and waters. 1. A review. *Bulletin. World Health Organization*, 1973, 49, 451—460.
- Bergström, K. A.:* Forekomst og overleving av parasittar i gjødsel/slam. XIII Nordiska veterinærkongressen. Turku-Åbo, 19.—22.7 1978. *Proceedings* 95—98.
- Bond, R. G. & C. P. Straub:* Handbook of environmental control. Vol. IV, Wastewater; treatment and disposal. CRD Press. Cleveland, Ohio, 1974, s. 163.
- Dias, F. F. & J. V. Bhat:* Microbial ecology of activated sludge. *Applied microbiology*, 1965, 13, 257—261.

- Doyle, C. B.: Effectiveness of high pH for destruction of pathogens in raw sludge filter cake. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 1967, 39, 1403—1409.
- Drift, C. van der, E. van Seggelen, C. Strumm & J. Tuinte: Removal of *Escherichia coli* in wastewater by activated sludge. *Applied and environmental microbiology*, 1977, 34, 315—319.
- Eikum, A. S.: Metoder for rensing og slambehandling. Foredrag, Fagernes, feb. 1976.
- Engelbrecht, R. S. & E. Lund: Biologiske egenskaper hos avløpsslam og dess potensielle helsefarer. I: Sammenstilling av konferenser i samband med vatten- vardsutstillingen. Jönköping 1975, 6:53—6:92.
- Farstad, L.: Avløpssvann. Typer, mengder og rensesmåter. I: Miljøhygiene, VHF's etterutdanningskurs 23.—26. mars 1976, 8.1—8.17.
- Framstad, K.: Hygieniske forhold i avløpssvann. I: Miljøhygiene. VHF's etterutdanningskurs 23.—26. mars 1976, 9.1—9.8.
- Helsedirektoratet: Hygienisk vurdering av kloakkslam. 1976.
- Kabler, P.: Removal of pathogenic microorganisms by sewage treatment processes. *Sewage and industrial wastes*, 1959, 31, 1373—1382.
- Kolstad, S. Statistisk sentralbyrå: Personlig meddelelse.
- Kristiansen, R. S.: *Sandfiltergrøfter*. Studier av økologiske forhold og renses effekter i et forsøksanlegg. Lisensiatgradsavhandling, NLH, Ås, 1978.
- Langeland, G.: Sykdomsfremkallende bakterier, parasitter og virus i kloakkslam. *Fast avfall*, 1979, 1.
- Lov om vern mot vannforurensning. 25. juni 1970, nr. 75.
- Malina, J. F. jr., K. R. Ranganathan, B. P. Sagik & B. E. Moore: Poliovirus inactivation by activated sludge. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 1975, 47, 2178—2183.
- Miljøverndepartementet: Kloakkutslipp fra spredt bolig- og fritidsbebyggelse. Juni 1975.
- Miljøverndepartementet: Resirkulering og avfallsbehandling. Norges offentlige utredninger 1973: 51.
- Miljøverndepartementet: Overføring til fylkesmannen av myndighet etter Lov om vern mot vannforurensning og vassdragsloven. Rundskriv T-24/74. 25. oktober 1974.
- Paulsrud, B.: Mengde og sammensetning av kommunalt slam. Kartlegging av forholdene i Norge i 1973 og 1983. Norsk Institutt for vannforskning. Rapport 0-51/73. Oslo 1974, 58 s.
- Paulsrud, B.: Driftsundersøkelser av kloakkrensaneanlegg. I *Årbok for Norsk institutt for vannforskning*, 1975, 95—102.
- Pike, E. B.: IV. The fate of pathogenic micro-organisms in sewage treatment. I C. R. Curds & H. A. Haukes: *Ecological aspects of used water treatment*. Vol. I: The organisms and their ecology. Academic press, London 1975, s. 46—63.
- Sollie, P.: Arbeidsmiljøet på vann- og avløpsanlegg. *Vann*, 1977, 3, 182—188.
- Statens forurensningstilsyn: Retningslinjer for dimensjonering av avløpsrensaneanlegg. 1978.
- Unz, R. F.: Microbiology of waste treatment. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 1976, 48, 1367—1378.
- Ødegaard, H., T. Thorsen og L. Skoglund: Rensing av avløpssvann, Tapir, Trondheim, 1976, 425 s.
- Ødegaard, H., G. Thorvaldsen, B. Storebråten og J. Skjefstad: Reduksjon av *E.coli* ved kjemisk felling av avløpssvann. *Vann*, 1978, 3, 236—241.