

Avløpsvann, kloakkslam og resipientvann som hygienisk problem

Av Gunnar Langeland

Gunnar Langeland er avdelingsdirektør i Statens næringsmiddeltilsyn

Artikkelen har nylig vært publisert i Norsk Veterinærtidsskrift

Sammendrag

Avløpsvann og ubehandlet kloakkslam inneholder regelmessig salmonella-bakterier og andre typer smittestoff. Kjemiske og biologisk-kjemiske rensemetoder gir størst reduksjon i avløpsvannets innhold av smittestoff. Ved utslipp av avløpsvann til resipienter som brukes som drikkevann, og ved uheldig bruk av ikke hygienisert kloakkslam til jordbruksformål, kan smitte overføres til mennesker og dyr og forårsake sykdom. Kloakkslam kan hygieniseres ved ulike behandlingsmetoder. Dersom myndighetenes retningslinjer overholdes, vil bruk av kloakkslam til jordbruksformål ikke utgjøre noen trussel.

Tungmetaller (særlig bly, kadmium og kvikksølv) og andre persistente miljøgifter i kloakkslam kan ikke fjernes fra slammet. I slam fra enkelte norske renseanlegg er tungmetallinnholdet for høyt.

Dersom kloakkrensning, mellom-lagringsplasser og bruksarealer for kloakkslam er uheldig plassert i forhold til bebyggelse, kan vond lukt utgjøre et reelt hygienisk problem.

Summary

Sewage and sewage sludge contain salmonella and other pathogens. Several forms

of treatment can be used to destroy pathogens in sewage sludge. If the official guidelines for treatment and use of sewage sludge are followed, the risk of the transmission of infectious diseases is low and poses no threat to human health.

The concentrations of lead, cadmium and mercury are too high in sewage sludge from some treatment plants in Norway.

Malodours may be a hygienic problem if residential areas are located too close to sewage treatment plants, temporary sludge storage areas and land on which sewage sludge has been spread.

Innledning

Mange infeksjonssykdommer hos mennesker, f.eks. salmonelloser, smitter ved en fekal-oral smittevei. Avløpsvann (kloakk), kloakkslam og resipientvann for avløpsvann inneholder patogener (smittestoff) som smitter fekal-oralt og som på ulike måter kan smitte dyr og mennesker.

Det er størst fare for spredning av smittsomme sykdommer ved *kloakkforurensning av drikkevann*. Slik forurensning skjer ved direkte utslipp i drikkevannskilder (overflatevann eller grunnvann), ved utlekking fra uttett ledningsnett eller utslipp via overløp. Det er dessverre ikke uvanlig at både kloakkledning og drikkevannsledning i samme grøft er uttette. Ved trykkstøt, høyt

vannforbruk, innsnevring og avstenging ved reparasjoner o.l., vil smitteholdig avløpsvann kunne komme inn i drikkevannsledningen.

Kloakkforurenset drikkevann har vært kilde til mange sykdomsutbrudd og epidemier i Norge, også i den senere tid - og flere vil sikkert komme (1). Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) har nylig publisert en utredning om norsk drikkevannsforsyning, -krav og -kvalitet (2).

Behandling og bruk av *kloakkslam* regnes ikke for å utgjøre noen smittefare av betydning for mennesker og husdyr i Norge, forutsatt at myndighetenes regelverk og retningslinjer følges.

Hygieniske forhold i tilknytning til avløpsvann, kloakkslam og resipientforurensning ble viet betydelig oppmerksomhet fra Norges veterinærhøgskole og andre undervisnings- og forskningsinstitusjoner i 1970-årene (4, 5 og 6). Helsemyndighetene var også relativt aktive i den samme perioden (7). I 1980- og 90-årene har det vært relativt stille (8).

Etterhvert har Statens forurensningstilsyn og Fylkesmennenes miljøvernvedtakeringer med hjemmel i forurensningsloven overtatt hovedforvaltningsansvaret for avløpsvann, kloakkslam og resipientvann (9). De lokale helsemyndigheter ivaretar helsehensynet. Statens forurensningstilsyn har i samarbeid med bl.a. Helsedirektoratet (fra 1994: Statens helsetilsyn) og Statens næringsmiddeltilsyn utarbeidet utkast til nytt detaljert regelverk og veiledningsmatriell for behandling og bruk av kloakkslam (10 og 11).

Myndighetenes syn er at kloakkslam ikke skal betraktes som avfall, men som en ressurs. Dette innebærer at det må forhindres

at tungmetaller og andre miljøgifter slip- pes ut i avløpsvann i for store mengder, at valget av behandlingsmetoder og resipienter for avløpsvann er fornuftig og at kloakkslam behandles, lagres og brukes på en tilfredsstillende måte.

Artikkelen omhandler ikke smittefare for kloakkarbeidere og andre som kan smittes aerogent eller via sår, stikk o.l.

Patogener

Avløpsvann gjenspeiler den epidemiologiske status for den tilknyttede popula- sjon. Kloakken vil i større eller mindre grad inneholde alle de smittsomme agens som forekommer i populasjonen på det aktuelle tidspunkt. Dersom slakteri er tilknyttet av- løpsnett, vil det i stor grad kunne påvirke mengden og typer av patogener i vannet.

Patogener med liten overlevelsessevne i et akvatiske miljø vil ikke ha noen hygienisk betydning. Det samme gjelder for patoge- ner som ikke smitter fekalt-oral.

Entusiastiske mikrobiologer har publisert mer enn 500 kg litteratur om hvilke pato- gener som kan forekomme i feces, avløps- vann og kloakkslam. Tabell 1 på neste side viser noen aktuelle patogener i avløpsvann, ikke hygienisert kloakkslam, og resipient- vann for kloakk.

Som nevnt innledningsvis har vi også i vårt land hatt mange utbrudd og epidemier forårsaket av patogener overført med kloakkforurenset drikkevann. Imidlertid er det ikke (såvidt forfatteren har klart å bringe på det rene) rapportert om sykdom over- ført med kloakkslam som er brukt til jord- bruksformål verken i Norge eller i andre europeiske land og hvor slammet er brukt i overensstemmelse med vedkommende lands regelverk.

Tabell 1. Noen patogener som kan forekomme i avløpsvann, kloakkslam og resipientvann for kloakk (8, 12 og 13).

Patogen organisme	Sykdom	Viktigste symptomer
<i>Bakterier</i>		
Salmonella spp.	Salmonellose	Diare, oppkast, magesmerter, feber
Shigella spp.	Bacillær dysenteri	Diare, oppkast, magesmerter, feber
Campylobacter spp.	Campylobacteriose	Feber, diare
Enteropatogene E. coli	Coli-enteritt	Feber, diare, magesmerter
Yersinia enterocolitica	Yersiniose	Diare, hodepine, oppkast, senere evt. leddsmertor
<i>Virus</i>		
Hepatitt A-virus	Hepatitt A	Gulsott, feber, illebefinnende
Norwalk-virus	Norwalk-infeksjon	Diare, oppkast, magesmerter
Coxsackie-virus	-	Feber, kvalme, diare, evt. hjernehinnebetennelse
Echo-virus	-	Feber, kvalme, diare, evt. hjernehinnebetennelse
<i>Parasitter</i>		
Giardia lamblia	Giardiose	Intermitterende diare
Entamoeba histolytica	Amøbedysenteri	Magesmerter, diare
Ascaris lumbricoides	Spolorm	Ofte ingen symptomer
Trichuris trichuria	Piskorm	Diare, ofte ingen symptomer
Taenia saginata	Bendelorm	Avmagring, ofte ingen symptomer
Diphyllobotrium latum	Bendelorm	Avmagring, ofte ingen symptomer

Vi har antakelig i vårt land heller ikke noe stort problem med at resipientvann (ferskvann og saltvann) for avløpsvann benyttes til bading. Vond lukt og andre estetiske forhold vil ofte gjøre vannet uaktuelt som badevann før konsentrasjonene av patogener blir farlige.

Miljøgifter

Miljøgiftene er mer persistente enn patogener, og de destrueres ikke ved kalking, kompostering eller annen form for behandling av kloakkslam.

Kunnskaper om forekomst (inkl. variasjonsbredde) av miljøgifter i kloakkslam er en absolutt forutsetning for å kunne lage regelverk og retningslinjer som sikrer at slam ikke brukes på en måte som innebærer helserisiko for mennesker og dyr. Statens forurensningstilsyn har nylig publisert rapporter om miljøgifter i avløpsvann og kloakkslam (14 og 15).

Samlet vurdert er innholdet av tungmetallene bly, kadmium, kvikksølv, nikkel, sink, kobber og krom for de fleste rensningsanlegg lavere enn de grenseverdier som er

Tabell 2. Nåværende retningslinjer og nye foreslåtte grenseverdier for tungmetaller i kloakkslam, målt i mg pr. kg slamtørrstoff (7, 9 og 11).

	Cd	Pb	Hg	Ni	Zn	Cu	Cr
Retningslinjer fra 1982	10	300	7	100	3.000	1.500	200
Forslag til nytt regelverk:							
- Jordbruks-/skogsareal	4	100	5	80	1.500	1.000	125
- Grøntareal	10	300	7	100	3.000	1.500	200

foreslått i nytt norsk regelverk for bruk av kloakkslam. Enkelte anlegg har problemer med tungmetallinnholdet i kloakkslammet. Løsningen her ligger i å oppspore kildene for utslippene og sanere disse.

Dioksiner og andre organiske mikroforurensninger i kloakkslam har vært viet betydelig oppmerksomhet i vårt naboland Sverige. Innholdet i slam fra 13 norske anlegg analysert i 1989 viste gjennomgående lavt til moderat innhold. Analysene er meget kostbare.

Siden patogenene kan elimineres ved behandling av kloakkslam, er det altså tungmetallene som står sentralt i den hygieniske vurdering av kloakkslam. Tabell 2 viser nåværende retningslinjer og forslag til nytt regelverk hva angår tungmetaller.

Det er foreløpig ikke foreslått spesifikke grenseverdier for organiske miljøgifter i kloakkslam. Oppkonsentrering av tungt nedbrytbare organiske miljøgifter som f.eks. PCB og PAH på jordbruksareal er betenkelig. Analysene er imidlertid meget omfattende og kostbare, tiltak må derfor gjennomføres ved å begrense tilførslene av slike miljøgifter.

Lukt

Erfaring har vist at lukt fra kloakkslam på

mellomlagingsplass og i forbindelse med produksjon, transport og spredning kan være til betydelig sjenanse for befolkningen i nabolaget. Særlig i kalde perioder med lite vind om vinteren kan luktplagen fra komposteringsanlegg og mellomlagringsplasser være stor. Lokalklimaet er slik at den vonde lukten som utvikles, følger den kalde luften som "renner" nedover i senkninger og dalfører.

Slike luktproblemer er til så stor sjenanse at det må oppfattes som et direkte hygienisk problem. Luktproduksjonen kan ikke stoppes, heller ikke om vinteren. Lokalisering av behandlingsanlegg og mellomlagringsplasser må derfor velges slik at lukten ikke når bebyggelse.

Behandlingsmetoder og -effekter

Biologisk-kjemisk rensing gir størst reduksjon i innholdet av patogener i avløpsvann, spesielt hvis det brukes kalk som fellingsmiddel.

For kloakkslam gir kompostering og andre behandlingsmetoder som innebærer oppvarming av slammet til over 60 - 70 °C, en god hygieniserende effekt.

Avløpsvann (kloakk)

Som hovedregel ønsker myndighetene at

alt avløpsvann skal renses før det slippes ut i resipienten. Rensekravene er høyere for kloakk som slippes ut i sårbare innsjøer (f.eks. Mjøsa) enn for kloakk som slippes ut i resipienter med stor fortykning og som av andre grunner er lite sårbare (f.eks. havet utenfor Nord-Norge). Omfanget og typen rensetiltak er tilpasset kloakkens mengde og sammensetning, og forholdene i resipienten.

Det finnes svært mange rensemetoder for avløpsvann. De deles inn i tre hovedgrupper: mekanisk rensing, kjemisk rensing og biologisk rensing. Ofte kombineres to eller flere metoder. En oversikt over de ulike metodenes renseseffekt mht. bakterier og virus er vist i tabell 3.

Tabell 3. Renseeffekt mht. bakterier og virus. Tallene er omtrentlige og det er meget stor variasjon mellom ulike anlegg (12).

Rensemetode	Renseeffekt for bakterier og virus
Mekanisk	25%
Kjemisk	99%
Biologisk	90%
Biologisk-kjemisk	99,9%
Biologisk-kjemisk med nitrogen-fjerning	99,9%

Patogener i kloakk er hovedsakelig bundet til partikulært materiale og ved kloakkrensing vil derfor den største mengden følge slamfasen. En mindre del vil følge renset kloakk ut i resipienten.

Mekanisk rensing fjerner først og fremst partikulært materiale og i mindre grad oppløste forurensninger. Rensingen skjer ved at vannet ledes gjennom rister, siler, sandfang og/eller sedimenteringstanker. Renseeffekten mhp. parasitter/parasittegg angis

å være 80 - 98 %, bakterier med 0 - 75 % og virus 20 - 80 % (12). Den store variasjonen skyldes ulik effekt for ulike typer avløpsvann/ulike typer mekanisk rensing/hydraulisk belastning. For ett og samme anlegg er renseseffektene relativt konstante under like driftsforhold (5).

Kjemisk rensing benyttes særlig for å fjerne oppløste fosfater. I tillegg oppnås det en god renseseffekt mhp. organisk stoff og suspendert stoff. Ved kjemisk rensing tilsettes et/flere kjemikalier som danner tungt oppløselige salter med fosfat. Saltene feller ut og fjernes fra avløpsvannet ved sedimentasjon. Kjemisk felling er i Norge den vanligste behandlingsmetoden for avløpsvann.

En ny form for kjemisk rensing i Norge er nitrogenfjerning. Slik rensing brukes for avløpsvann som slippes ut i resipienter som er særlig sårbare for nitrogentilførsel, f.eks. Oslofjorden. Det foreligger få undersøkelser over renseseffekt mhp. patogener, men forsøk ved to danske anlegg har gitt relativt gode resultater (12).

Ved biologisk rensing utnytter mikroorganismer avløpsvannets innhold av næringsstoffer. Næringsstoffet nedbrytes eller omdannes. I Norge benyttes biologisk rensing for ca. 2 % av den samlede renseskapasitet. Det er to mekanismer som medfører reduksjon i konsentrasjonene av patogener i avløpsvannet: Adsorpsjon til suspendert materiale og mikrobielt betinget inaktivering. Effekten ved biologisk rensing er generelt størst for lite motstandsdyktige organismer (virus 94 - 98 %) og minst for motstandsdyktige organismer (sporedannende bakterier 75 %). Vegetative bakterier og protozoer kommer i en mellomstilling (12).

Biologisk-kjemisk rensing har god effekt mhp. fjerning av patogener i avløpsvann, 99,5 - 99,9 % er angitt i litteraturen. Denne kombinerte rensemetoden er også effektiv for å fjerne organisk stoff, fosfor, nitrogen og tungmetaller fra vannfasen og over i slamfasen. Ca. 16 % av renskapasiteten i Norge er dekket ved biologisk-kjemisk rensing (12).

Kloakkslam

Også for kloakkslam finnes det flere behandlingsmåter. Hensikten med behandlingen er å redusere slammets innhold av lett nedbrytbart organisk stoff (reducere luktlage) og å inaktivere/destruere patogener (reducere risiko for spredning av patogener som kan gi sykdom på mennesker, dyr eller planter). Videre behandles slamm for å redusere volumet og lette den tekniske håndteringen av slamm.

Vanlige slambehandlingsmåter er:

- anaerob stabilisering
- aerob termofil stabilisering (våtkompostering)
- tilsetning av ulesket kalk
- frilandskompostering
- reaktorkompostering

Med *hygienisering* av kloakkslam menes en behandling eller langtidslagring som gir en så vesentlig reduksjon i konsentrasjonen av patogener at smittefaren blir redusert. Materialet behøver imidlertid ikke være fritt for patogener.

Det er først og fremst høy temperatur, høy pH-verdi, konkurrerende mikroflora og evt. lav fuktighet som medfører at patogener i kloakkslam blir drept/inaktivert. Høy temperatur er den absolutt mest effektive faktor. De temperaturer som oppnås ved kompostering av kloakkslam (60 -

70 °C), destruerer hurtig og effektivt alle aktuelle patogener unntatt bakteriesporer. (8).

Konsentrasjonene av salmonella-bakterier og andre ikke sporedannende patogene bakterier reduseres sterkt ved de fleste slambehandlingsmetoder. Patogene virus har en noe større overlevelsessevne.

Parasittegg, og spesielt egg av spolorm (*Ascaris lumbricoides*), er meget motstandsdyktige overfor ytre påvirkninger - unntatt varme over ca. 60 °C.

Så vidt man vet er *Clostridium tetani* (stivkrampebakterien) den eneste aktuelle patogene sporedannende bakterie i avløpsvann og kloakkslam ved normale epidemiologiske forhold. Bakteriesporer fra *Cl. tetani* er meget motstandsdyktige overfor ytre påvirkninger, herunder varme.

Referanser

1. Statens forurensningstilsyn: Smitte-spredning fra kommunalt avløpsvann til drikkevann. SFT-rapport 1993; 94:01: 53 s.
2. Langeland, G.: Norsk drikkevann - forsyning, krav og kvalitet. SNT-rapport 1994; 9: 32 s.
3. Statens forurensningstilsyn: Hygieniske forhold ved utslipp av kommunalt avløpsvann. FAKTA 1994; 1: 4 s.
4. Hellesnes, I. (red): Miljøhygiene. VHF's årlige etterutdanningskurs, 23.-26. mars 1976: 171 s.
5. Norsk forening for vassdragspleie og vannhygiene: Temanummer om vannhygiene. Vann 1979; 1B: 168 s.
6. Langeland, G.: Noen hygieniske forhold ved kloakkslam. Tidssk nor lægefor 1981; 101: 1276-1278.
7. Helsedirektoratet: Hygienisk vurdering av kloakkslam, 1976: 24 s.

8. Langeland, G.: Hygieniske forhold ved kloakk og kloakkslam. Nordiska hälsovårdshögskolan, Göteborg, MPH 1987; 1: 95 s. Master of Public Health-avhandling.
9. Statens forurensningstilsyn: Retningslinjer for lagring og disponering av kloakkslam, 1982: 103 s.
10. Statens forurensningstilsyn og Helse-direktoratet: Utkast til forskrift om kloakkslam. 1992.
11. Statens forurensningstilsyn: Forslag til tekniske og hygieniske retningslinjer for lagring og disponering av kloakkslam. 1992.
12. Statens forurensningstilsyn: Patogener i kommunalt avløpsvann. SFT-rapport 1993; 25: 59 s.
13. Statens næringsmiddeltilsyn: Smitte-stoff i næringsmiddel - Oversyn, drøfting og tiltak. SNT-rapport 1994; 5: 66 s.
14. Statens forurensningstilsyn: Miljøgifter i kommunalt avløpsvann. SFT-rapport 1993; 10: 52 s.
15. Statens forurensningstilsyn: Nærings-stoffer og miljøgifter i slam fra norske avløpsrenseanlegg. SFT-rapport 1993; 26: 10 s.

Forskning, utredning og rådgivning på miljøsektoren innenfor områdene:

- Vannforsyning
- Kommunalt og industrielt avløpsvann
- Avfall og slam
- Forurenset jord og grunnvann
- Offshore - industri
- Industriell miljøteknologi
- Havbruk/akvakultur

aquateam norsk vannteknologisk senter as

Postboks 6326 - Etterstad
0604 OSLO - Tlf.: 22 67 93 10