

Faktaark 6. Smittestoffer (for mennesker og dyr) i avløpsslam

Forfatter: Kjell Terje Nedland, Aquateam AS (nå Asplan Viak as), med Bjørn Gjerde, Veterinærhøgskolen og Helga Høgåsen, Veterinærinstituttet som kvalitetssikrere.

Alle kjente typer av smittestoffer kan i teorien finnes i ubehandlet avløpsslam. Derfor har Gjødselevarselsforskriften stilt krav til at slam som skal brukes på jordarealer, skal hygieniseres. Ved de ulike hygieniseringsmetodene utsettes slammet for høy temperatur (og ved enkelte metoder også høy pH) i en viss tid for at bakterier, virus og parasittegg skal uskadeliggjøres. Overføring av plantesykdommer via avløpsslam er omtalt i et eget faktaark (faktaark 7).

Hvilke smittestoffer fra mennesker og dyr kan overføres med slam?

Ubehandlet avløpssvann og slam kan inneholde alle kjente typer av smittestoffer: bakterier, virus, sopp, parasitter (encellede parasitter (protozoer), ikter (trematoder), bendelorm (cestoder) og rundorm (nematoder)) samt prioner (Amundsen et. al., 2001). Det er utbredelsen av smittestoffene hos mennesker og husdyr tilknyttet anlegget som bestemmer hvilke og hvor mye smittestoffer avløpssvannet inneholder. I avløpsrensaneanlegg vil mekaniske, biologiske og kjemiske renseprosesser redusere innholdet av smittestoffer, og smittestoffene vil bli fordelt mellom utløpssvannet og slammet. Desinfeksjon av utløpssvannet fra rensaneanlegg og hygienisering av slammet vil imidlertid kunne uskadeliggjøre smittestoffene.

Bakterier

Representanter for familien *Enterobacteriaceae* kan føre til diaré, ofte med et alvorlig og langvarig forløp. Dette gjelder *Salmonella* spp. (salmonellose), *Shigella* spp., *Yersinia* spp., og enteropatogene serotyper av *Escherichia coli* (*E. coli*). En del av disse bakteriene kan også kolonisere andre organer og forårsake urinveisinfeksjoner, lungebetennelser, blodforgiftning og meningitter (sentralnervesystemet). Andre svært patogene tarmbakterier er *Vibrio cholerae* og ulike *Campylobacter*-arter, spesielt *C. jejuni* og *C. coli*. Enkelte bakterier kan overleve inntil ett år i jord, og seks måneder på planter. De ødelegges effektivt i slam ved høy temperatur, høy pH og/eller tørking.

Virus

En del virus som kan forekomme i avløpsslam, kan forårsake diaré eller andre sykdommer. De mest aktuelle er adenovirus, enterovirus (poliovirus, Coxsackievirus og echovirus), hepatitt-A-virus (forårsaker gulsott), reovirus, astrovirus, calicivirus, Norwalk-liknende virus og rotavirus (EPA, 1992, Amundsen et.al., 2001). Enkelte virus kan overleve inntil ett år i jord og inntil to måneder på planter. Høy temperatur, høy pH og/eller tørking av slam vil effektivt ødelegge virus.

Sopp

Avløpsslam har svært liten betydning som medium for overføring av soppsykdommer til mennesker og dyr (EPA, 1992).

Parasitter

Det er først og fremst de parasittene som normalt overføres fra vert til vert med miljøresistente overføringsstadier (egg, cyster, oocyster), som kan smitte via utilstrekkelig hygienisert avløpsslam. Følgende arter kan være aktuelle i Norge:

- *Giardia intestinalis* (flagellat (protozo) hos mennesker og pattedyr)
- *Cryptosporidium parvum* (sporozo (protozo) hos mennesker og pattedyr)

- *Isospora belli* og *Cyclospora cayetanensis* (sporozoeer hos mennesker)
- *Toxoplasma gondii* (sporozoer hos katt)
- *Entamoeba histolytica* (amøbe som forårsaker amøbedysenteri i varmere land)
- *Taenia saginata*/*Taenia solium* (bendelorm hos mennesker og storfe)
- *Ascaris lumbricoides*/*Ascaris suum* (spolorm hos henholdsvis mennesker og gris)
- *Trichuris trichiura* (piskeorm hos mennesker)
- *Toxocara canis*/*Toxocara cati* (spolorm hos henholdsvis hund og katt)

De nevnte protozoene overlever fra uker til måneder i jord, men normalt kun få dager på planter. De fleste blir drept av kulde (nedfrysing). Egg av spolorm, piskeorm og bendelorm kan imidlertid overleve opptil 7 år i jord og 5 måneder på planter. Disse eggene tåler normalt også høy pH, men blir inaktivert (drept) ved høy temperatur og ved uttørring.

Prioner

Prioner er normalt forekommende proteiner i enkelte celletyper som har fått en unormal tredimensjonal struktur pga. feilfolding, slik at deres egenskaper har blitt forandret. Dette gjelder prioner som forårsaker kugalskap (BSE hos storfe), skrapesyke (hos sau), felin spongiform encefalopati (FSE hos katt) og Creutzfeldt-Jacobs sykdom (CJS og vCJS hos mennesker; vCJS er en variant av CJS, hvor smitten stammer fra BSE). Overføring av prionsmitte vil hovedsakelig kunne skje dersom næringsmidler eller dyrefôr som inneholder infisert vev, blir spist. Infektive prioner kan imidlertid også overføres via gjødsel og annet materiale som inneholder infisert vev. Prioner er svært motstandsdyktige mot ulike kjemiske og fysiske påvirkninger. Vanligvis elimineres smittefaren ved at mulig prionholdig vev blir utsatt for høy temperatur under høyt trykk. Norske veterinærmyndigheter og EUs vitenskapelige komité vurderer Norge som et land med neglisjerbar risiko for forekomst av BSE. Likevel blir vev med mulig prionsmitte fra slaktedyr fjernet og destruert ved norske slakterier. Risikoen for at BSE skal tilføres avløpsvann og dermed avløps-slam i Norge regnes derfor å være neglisjerbar. Se også VA-Fakta A3/2002.

Krav til slam når det gjelder innhold av smittestoffer

Gjødselvereforskriften (Landbruks- og matdepartementet 2003) setter følgende krav når det gjelder innhold av smittestoffer (se også faktaark 3): Det skal ikke være *Salmonella*-bakterier eller infektive parasittegg i slammet, og innholdet av termotolerante koliforme bakterier skal være mindre enn 2.500 per gram tørrstoff. I tillegg er det stilt krav om at slam ikke må spres der det dyrkes grønnsaker, poteter, bær eller frukt, og at slike vekster ikke kan dyrkes på arealet før tre år etter slamspredningen. Slam må heller ikke spres i eng eller brukes i gartnerier. I private hager, parker, lekeareal og lignende må slam bare brukes som del av et dyrkingsmedium.

Dette betyr at man i praksis har en dobbeltsikring (to hygieniske barrierer) mot at smittestoffer blir spredt med avløps-slam, idet man har krav til hygienisering av slammet gjennom behandling og i tillegg bruksrestriksjoner for det hygieniserte slammet. Ved korndyrking regnes risikoen for smittespredning å være minimal selv om slammet ikke skulle være hygienisert, ettersom kornakset vokser høyt over jorda, og slam ikke spres i vekstsesongen.

Krav til driftsbetingelser ved ulike hygieniseringsmetoder for slam for å hindre smittespredning

Ved de ulike slambehandlingsmetodene utsettes slammet for høy temperatur (og ved enkelte metoder også høy pH) i en viss tid for at bakterier, virus og parasittegg skal uskadeliggjøres. Internkontrollen på anleggene vil kunne dokumentere om temperaturtid-betingelsene er oppfylt for det leverte slammet. De fastsatte temperaturtid-kombinasjonene er basert på metodekontroller (valideringer) med de forskjellige behandlingsme-

todene, for at bakterier og parasittegg skal uskadeliggjøres. Metodekontrollene er gjennomført ved bruk av levende (infektive) parasittegg (*Ascaris suum*). Ved langtidslagring i 2-3 år og enkel rankekompostering er man ikke garantert et slam uten infektive parasittegg. Metodekontroll av disse metodene pågår og vil være avsluttet i 2009. Ved de andre metodene vil man når temperatur-tid kombinasjonene er oppfylt, ha et garantert hygienisert slam i henhold til gjødselvereforskriften. Det tas normalt også regelmessige prøver for kontroll av bakterieinnholdet i ferdig hygienisert slam. Analyser for forekomst av parasittegg i hygienisert slam skal imidlertid ikke gjennomføres rutinemessig, da internkontroll-opplegget ved anlegget skal dokumentere at behandlingen har vært i samsvar med de fastsatte tid-temperatur kombinasjonene.

Anaerob stabilisering og termisk tørking brukes ved noen av de største renseanleggene i Norge. I tørkeprosessen holder slammet en temperatur på minst 80°C mens vannet fordampes. I tillegg får slammet et tørrstoffinnhold på 85-90%, noe som også fører til at mikroorganismer ikke kan overleve i det. På ett anlegg tilsettes det kalk til slammet før det avvannes og tørkes i vakuumsfilterpresser. Tørrstoffinnholdet i dette slammet blir lavere (ca. 55% TS), men pH i slammet blir høy (over pH 12). Termisk tørket slam vil derfor ha en sikker hygienisk kvalitet.

Ved **aerob termofil forbehandling og anaerob stabilisering** bruker man samme prosess som ved våtkompostering til å varme opp fortykket slam til 60-65°C i ca. 1,5 timer før nytt slam pumpes inn. Det pumpes inn nytt slam 12 – 16 ganger i døgnet, og dette slammet blir varmevekslet mot slam som går videre til råtnetankene. Deretter stabiliseres slammet anaerobt i råtnetanker med minst 12 døgn oppholdstid og avvannes deretter. Også ved aerob termofil forbehandling kan temperaturen og oppholdstiden i slammet dokumenteres ved hjelp av kontinuerlige registreringer i tankene.

Ved **pasteurisering og anaerob stabilisering** blir fortykket slam først varmet opp til ca. 70°C i minimum 30 minutter før det stabiliseres anaerobt i råtnetanker med minimum 15 døgn oppholdstid. Pasteuriseringen foregår kontinuerlig på større renseanlegg og porsjonsvis på mindre anlegg. Temperaturen styres automatisk av varmtvannstilførselen til siste varmevekslertrinn, slik at alt slam blir utsatt for tilstrekkelig høy temperatur i lang nok tid. Temperatur og eksponeringstid i pasteuriseringstrinnet blir automatisk logget på renseanlegget. Slammet avvannes etter anaerob stabilisering.

På ett norsk renseanlegg har man **termisk hydrolyse og anaerob stabilisering** som behandlingsmetode. Før den termiske hydrolysen avvannes slammet til 15-17% TS. Den termiske hydrolysen skjer ved tilførsel av damp. Dermed reduseres tørrstoffinnholdet i denne prosessen til ca. 10% ut fra hydrolysen og inn på råtnetanken. I det termiske hydrolysetrinnet utsettes slammet for både høy temperatur (ca. 165°C) og høyt trykk (7,1 bar) i ca. 30 minutter, og dette fører til at slammet blir sterilisert. Etterpå stabiliseres slammet i råtnetanker med minimum 10 døgn oppholdstid, og avvannes. Mattilsynet har gitt tillatelse til at det ferdige produktet kan benyttes fritt uten hygieniske bruksrestriksjoner, men tungmetallkravene må fortsatt overholdes.

Ved **termofil anaerob stabilisering** foregår den anaerobe stabiliseringen av fortykket slam ved temperaturer på ca. 55 °C i stedet for ved ca. 37 °C som er vanlig når anaerob stabilisering kombineres med separate hygieniseringsprosesser. Ved satsvis drift av råtnetanken sørger man for at alle slampartikler får en minimums oppholdstid i tankene ved den høye temperaturen. Det er anbefalt at alt slammet skal ha en eksponeringstid på 2 timer ved 55 °C for å sikre et hygienisert slam. Deretter blir slammet avvannet.

Rankekompostering av slam foregår ved at avvannet slam blandes med strukturmateriale og legges ut i ranker som vendes med jevne mellomrom. Den aerobe nedbrytningen av organisk stoff vil gi en temperaturheving i komposten, og temperaturen bør holde seg over 55°C i minst 15 døgn ved at det foretas minst 5 vendinger av massen i denne perioden, for å være sikker på at alt slammet blir hygienisert (EPA, 1992). Ved denne metoden kan man risikere at deler av slammet ikke har blitt utsatt for tilstrekkelig høy temperatur i lang nok tid til at alle patogene organismer er blitt ødelagt. På mindre anlegg kan rankekompostering utføres uten strukturmateriale og med få vendinger, slik at temperaturen ikke kommer over 55°C i rankene. Driftsbetingelsene vil da være omtrent som for langtidslagring, og metoden kalles enkel rankekompostering. Slammet bør da ligge i flere år før det brukes.

Ved **reaktorkompostering** foregår første del av komposteringen av avvannet slam og strukturmateriale i en lukket reaktor hvor man har bedre kontroll med at alt slammet blir utsatt for tilstrekkelig høy temperatur i lang nok tid. Reaktorene er enten langsomtrotterende tromler som skrur komposten frem, eller binger der vendemaskiner flytter komposten fra den ene til den andre enden. Ved reaktorkompostering skal temperaturen normalt være over 55°C i minst 3 døgn (EPA, 1992). Komposten bør ettermodnes i ranker i minst 2 uker med minst en vending i denne perioden. Logging av temperaturen i reaktoren sammen med dokumentasjon på eksponeringstiden, gir grunnlag for å kontrollere at alt slammet er hygienisert.

Ved **våtkompostering** foregår også en aerob nedbrytning av det organiske stoffet i slammet, men behandlingen skjer før avvanning av slammet, i to seriekoblede lukkede, isolerte tanker med luftinnblåsing gjennom spesialkonstruerte luftere. Slammet skal utsettes for over 50°C i 23 timer eller over 55°C i 10 timer, eller over 60°C i 4 timer, og det pumpes inn nytt slam en gang i døgnet til tankene. Den høye temperaturen besørgeres av de aerobe bakteriene, som avgir nok varme til prosessen så lenge innholdet av organisk stoff i tankene er høyere enn ca. 2,5%. Temperaturen i tankene logges, slik at man har kontroll med at alt slammet er hygienisert. Slammet avvannes etter våtkomposteringen.

Ved **kalktilsetting til avvannet slam (Orsa-metoden)** tilsettes ulesket (brent) kalk til avvannet slam i slike mengder at temperaturen kommer over 55°C og holdes på dette nivået i minst 2 timer, samtidig som kalktilsettingen fører til en pH-økning til over pH 12. Denne kombinasjonen av høy temperatur og høy pH tar effektivt knekken på patogene bakterier, virus og parasittegg i slammet. Slammet blandes med kalk i en toakslet skrue eller tørrslampumpe, og oppbevares i isolert silo eller container i minst to timer.

Den enkleste slambehandlingsmetoden er **langtidslagring**, hvor avvannet råslam blir lagt ut i hauger i minst tre år, i henhold til anbefalinger fra Norsk Vann. Selv om det ikke utvikles høy temperatur i disse haugene, vil bakterier forsvinne fra slammet i løpet av noen få måneder, men parasittegg kan overleve i opptil 7 år (EPA, 1992). Carrington (2001) angir at overlevelsestiden for *Ascaris*-egg i jord er over ett år. I norsk langtidslagret slam er det påvist levende *Toxocara*-egg etter 3 års lagring (Nedland, 1999). Det pågår en metodekontroll (validering) av denne metoden samt enkel rankekompostering for å bestemme nødvendig behandlingstid for inaktivering av parasittegg. Metodekontrollen skjer i regi av Norsk Vann og skal rapporteres i 2009.

----- © -----

1)

Faktaarket er utarbeidet av Kjell Terje Nedland, Aquateam (nå Asplan Viak as), med Bjørn Gjerde, Veterinærhøgskolen og Helga Høgåsen, Veterinærinstituttet som kvalitetssikrere, gjennom prosjektet

"Bruk av slam på kornarealer – informasjonsprosjekt", med økonomisk støtte fra ORIO-programmet (www.orio.no).

Samarbeidspartnere i prosjektet: Norges Bondelag v/Kornutvalget, Handelsmøllenes Forening, Felleskjøpet Øst/Vest, Statens Landbrukstilsyn (nå Mattilsynet), Aquateam AS og Norsk Vann (tidligere NORVAR).

Referanser

Amundsen, C.E., B. Paulsrud, K.T.Nedland, H. Høgåsen, B. Gjerde & H. Mohn, 2001: Miljøgifter og smittestoffer i organisk avfall. Status og veien videre. Jordforsk-rapport 97/01. Jordforsk, Ås. www.orio.no

Carrington, E.G., 2001: Evaluation of Sludge Treatments for Pathogen Reduction – Final Report. WRc Ref: CO 5026/1 / 12787-0. September 2001.

EPA, 1992: Environmental Regulations and Technology. Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. EPA/625/R-92/013. US Environmental Protection Agency, Washington DC.

Miljøverndepartementet og Sosial- og helsedepartementet: Forskrift om avløpslam av 2. januar 1995 med endringer av 27. september 1996. T-1152 Saksnr. 92/4841 VA. ISBN 82-457-0117-3. <http://www.lovddata.no>

Nedland, K.T., 1999: Driftserfaringer fra anlegg med rankekompostering og langtidslagring av avløpslam. Aquateam-rapport 99-038. O-99028. Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Oslo.

Paulsrud, B., 2002: Hvordan dokumentere hygienekravet om parasittegg i slam uten å måtte ta ut prøver for analysering? Resultater fra et gjennomført NORVAR-prosjekt. Foredrag på NORVARs møte i slamgruppen 6.-7.11. <http://www.norvar.no>.

VA-Fakta A3/2002: Prioner I avløpsvann og slam. NORVAR, Hamar. <http://www.norvar.no>.

Aktuelle kompetansemiljøer

Norges Veterinærhøgskole, tlf. 22 96 45 00 Postboks 8146 Dep., 0033 Oslo <http://www.veths.no/>

Veterinærinstituttet, tlf. 22 96 45 00 Postboks 8146 Dep., 0033 Oslo <http://www.vetinst.no/>

Utgiver av faktaarket:

Norsk Vann (tidligere NORVAR), Vangsvegen. 143, 2317 Hamar
Tlf: 62 55 30 30. Faks: 62 55 30 31

E-post: post@norvar.no. Hjemmesider: www.norskvann.no