

19 Transport av mikroorganismer efter spridning, med t.ex. vektordjur, yt- och grundvatten

Transport av mikroorganismer kan ske direkt genom jordlagren, hastigheten på denna filtrering genom jordlagren beror främst på jordens struktur (sand, lera, etc.). Över större avstånd kan transport av mikroorganismer ske genom t.ex. dräneringsledningar och sprickzoner i berggrunden. Mikroorganismens storlek och ytstruktur, samt hur de adsorberas till partiklar, nederbörds mängd m.m. är av betydelse för denna transport.

Smitta kan också överföras med djur (s.k. vektordjur), vanligen rör det sig om smådjur eller vad vi vanligen betecknar som skadedjur, men även större djur kan vara aktuella. Vektordjuret kan själv vara infekterat och härbärgera smittan i tarmen eller enbart fungera som en rent mekanisk transportör och medföra smittämnet utanpå kroppen. Ett fiktivt exempel är småfåglar och smågnagare i en salixodling (energiskog) där spridning av slam har skett, på senhösten drar sig dessa djur gärna in i stallar och fodermagasin och överför på så vis smittan till tamdjur och ev. även till människa. Många exempel på smittspridning med vektordjur finns i litteraturen, för referenser till dessa se sid 15 i Plym-Forshell (1996). Ändringar i miljön eller klimatet orsakade t.ex. av det moderna samhället kan förorsaka att nya arter av insekter eller djur etablerar sig. Likaså kan redan befintliga arter ändra sina levnadsmönster. Sådana förändringar i naturen kan medföra att nya smittvägar uppstår.

Slamstabilisering och slambehandling minskar vektorattraktionen.

19.1 Bakterier

Salmonella

Salmonella isoleras frekvent från vilda fåglar (Borg, 1985), betydelsen av detta som smittspridare till människa och djur varierar mellan typ av fågel och den yttre miljön. Vilda djur kan också ha betydelse som smittbärare, i en undersökning fann man t.ex. salmonella hos 8 av 364 undersökta husmöss (Murray, 1991). Även fisk har visat sig kunna härbärgera salmonella i tarmen under flera månader efter en experimentell infektion (Heuschmann-Brunner, 1974).

Flera exempel finns på hur betesdjur smittats av salmonella genom att dricka vatten från ett vattendrag som används som recipient av ett reningsverk (Danielsson, 1977). Andra exempel visar på hur djur smittats efter att ha betat på marker som översvämmats av "recipientvatten" eller ätit grovfoder från sådana marker (Danielsson, 1977).

Vektordjur såsom husfluga (*Musca domestica*) har i försök visats kunna bära *S. Paratyphi A*. Salmonella hittades i 7 dagar på ytan av flugorna och i feces samt i 10 dagar i deras tarm. Husfluga anges även kunna agera som mekanisk bärare av *S. Cholerasuis*. Även andra insekter anges kunna sprida *Salmonella spp*, dels mekaniskt, dels via feces (Mitscherlich & Marth, 1984a).

Listeria

L. monocytogenes har isolerats från en parasitlarv, *Oestrus ovis*, som fanns i nosen hos ett får med listerios. Bakt har också isolerats från tarm hos husfluga (*Musca domestica*) 9 dagar efter giva av infekterad föda (Mitscherlich & Marth, 1984a). *L. monocytogenes* har även isolerats ifrån feces hos fästingar (*Ixodes ricinus*) plockade på nötkreatur. (Mitscherlich & Marth, 1984a)

E. coli

Bakterien har isolerats i feces från husfluga (*Musca domestica*) och andra insekter (Eriksson, 1997; Mitscherlich & Marth, 1984a).

19.2 Parasiter

Ascaris

Larver av andra nematodarter än *Ascaris* har visats kunna spridas medflugor mellan närbelägna svinstallar (Boch & Supperer, 1983).

Taenia

Ägg av *Echinococcus* och *Taenia* har visats kunna spridas med vind och vatten över flera kvadratkilometer (Gemell, 1995). Dynt hos nötkreatur har ökat i Storbritannien efter 1945 och har nu en prevalens på 0,1 % bland boskapen. Vad denna ökning beror på är ej klarlagt. En misstänkt väg för smittspridning är via fiskmåsar som uppehåller sig vid reningsverk och dammar med slam för att sedan vistas på betesmark och då föra med sig smitta. Viabla *Taenia saginata* ägg har också påvisats i avföring från fiskmåsar (Feachem et al, 1983).

19.3 Virus

Virus (allmänt) kan röra sig långt i jord- och grundvatten på grund av dess ringa storlek (20-200 nm) och ofta långa överlevnad. Det har visats att virus kan transporteras så långt som 1600 m i stenig terräng (Gerba, 1984) och upp till 400 m i sandjord (Keswick & Gerba, 1980). Virus förmåga att transporteras inhiberas av dess adsorption till jordpartiklar, vid t.ex. häftiga regn kan virus lösgöras från partiklarna och transporteras vidare (Wellings et al., 1975).

Parvo

Eftersom parvovirus är så extremt tåligt är det troligt att det kan spridas över långa avstånd med vektordjur, insekter eller människan (Appel & Parrish, 1987).

Klassisk svinpest (CSF)

Vildsvin fungerar på många platser som en viktig smittreservoar. Ektoparasiter som lus och skabb kan sprida smitta (Van Oirschot & Terpstra, 1989)

Enterokocker (fekala streptokocker)

Både *Enterococcus faecalis* och *E. faecium* (vilka hör till de vanligaste enterokockerna) har isolerats från mellan 32-43,5 % av ett större antal insektsarter (Mitscherlich & Marth, 1984a).

Del 3 Beräkningsexempel avseende smittspridningsrisken i några av de studerade projekten

Kompletterande uppgifter inför beräkningarna

Spridningspraxis

Idag sprids av praxis högst 5 ton (torrsubstans) avloppsslam/ha (avvattnat slam, ts-halt ca. 20% blir 25 ton/ha; flytande slam, ts-halt 5% blir 100 ton). Detta räknat på en femårsperiod, men ofta sprids slammet vid ett tillfälle. För vissa jordar med mycket låga tungmetallhalter, plana jordar och avvattnat slam kan dubbla givan tillåtas (Pettersson & Eriksson, 1979).

Hur mycket jord kan en ko få i sig med bete?

En betande ko äter stora mängder gräs varje dag, gräs motsvarande 15 kg ts är en realistisk siffra. Tillförda patogena mikroorganismer överlever vanligen längre i och på jorden än på vegetationen, såsom t.ex. är visat för salmonella (Thunegard, 1975). Därav följer att ur smittspridningssynpunkt är det av intresse hur mycket jord en betande ko kan få i sig. Vid dåliga betesförhållanden såsom vid torka, gles grässväl och betesbrist har man beräknat att en ko kan få i sig 1 kg jord/dygn, detta beräknat som ett maxvärde (Spörndly & Burstedt, 1998).

Råneälvsdalen, slam fällt med kalk

Vid fällning av slam med kalk uppnås initialt ett mycket högt pH, vilket reducerar många mikroorganismer. I avloppsreningsverket i Råneå ligger pH efter kalkfällningen kring 11,3-12,4. Under främst juni till oktober körs dock externslam in till verket och blandas med det redan kalkbehandlade slammet. Som mest blandas externslam och internslam i lika stora delar. Detta leder till en kraftig sänkning i pH (till ca pH 7,5-8,5), vilket gör att hygieniseringseffekten går förlorad.

I avloppsreningsverket behandlas årligen 640 m³ slam, varav 220 m³ är externslam (100 m³ från enskilda hushåll och 120 m³ från två minireningsverk). Mängden internslam per dygn blir då ca 1,15 m³. I exemplen nedan antas internslam och externslam blandas i lika stora delar. Patogener antas i dessa exempel tillföras från ett enskilt hushåll, där antingen hela familjen eller en person är infekterad.

Bakterier

Salmonella

Kalkbehandling är mycket effektivt för att reducera Salmonella, vid pH 11,5 reduceras 99% på 15 minuter (Danielsson, 1977; Lewis-Jones & Winkler, 1991). När internslam blandas med lika stor mängd externslam fås dock ett pH som är mycket gynnsamt för de flesta mikroorganismers överlevnad.

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^8 st/g	
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^{11}$ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces produceras per person och dygn.
Akkumulerat i slam fram till hämtning	$1,2 \times 10^{11}$ st	Ca 10% av utsöndrad mängd hamnar i slammet, vilket hämtas ungefär en gång per år. Tillförsel av Salmonella-bakterier har beräknats ske under 60 dagar, vilket kan vara en rimlig utsöndringstid för många typer av salmonella. En kontinuerlig avdödning sker samtidigt, $T_{90}=22$ dygn för Salmonella i flytgödsel vid 5°C och 10°C (Feachem et al., 1983).
Koncentration efter inblandning	$5,2 \times 10^7$ st/l	Slam från flera enskilda hushåll töms i den mängd slam som producerats i avlopps-reningsverket under ett dygn. Inblandning sker med lika stora delar (2x1150 l). Ts-halt i både extern- och internslam ligger på 1-4% (räknar här med 2,5%).
Koncentration efter centrifugering	$4,8 \times 10^8$ st/l	Ts-halten efter centrifugering är 23% och den totala volymen slam blir då ca 250 l. Här antar vi att ca 20% av mikroorganismerna försvinner med vattnet under centrifugeringen.

Efter avvattning förs slammet ut på en cementplatta för efterlagring. Idag finns ingen minsta lagringstid bestämd. Slammet kan i princip hämtas av en lantbrukare samma dag, vilket vi antar är fallet i detta exempel.

Om slammet sprids på åker för stråsäd och efter skörd tio veckor senare hamnar i halm:

Koncentration i jord	$2,4 \times 10^8$ st/kg	Slammet antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration i jordklumpar i stråhalm	$1,6 \times 10^5$ st/kg	I rötat slam spritt på kålfält hade Salmonella ett t_{90} -värde på 22 dagar under vår och sommar i norra England (Feachem et al., 1983), vilket kan vara jämförbart med detta exempel. Svårt att uppskatta hur mycket jord som följer med halmen.
Intag Salmonella per dag för svin	$7,9 \times 10^3$ st	Om svin får i sig 0,05 kg jord med halmen. Även om betydligt mindre jord medföljer halmen än vad vi räknat med så äter grisar gärna jord. Av betydelse är också hur mycket stråhalm som ges till djuren.
Infektionsdos	10^4	Denna siffra är teoretisk och kan troligen vara både högre och lägre beroende på serotyp. Intag av detta antal Salmonella bör räcka för infektion, men troligen inte för att sjukdom skall utbryta.

Det föreligger en relativt stor risk att åtminstone några djur blir infekterade. Beroende på serotyp kan en mindre eller en större andel av svinbesättningen bli infekterad. Även om endast

ett fåtal djur blir infekterade är risken mycket stor att de i sin tur sekundärt smitta övriga djur i besättningen.

EHEC

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^8 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^{10} st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Akkumulerat i slam fram till hämtning	6×10^{10} st	Ca 10% av utsöndrad mängd hamnar i slammet, vilket hämtas ungefär en gång per år. Tillförsel har beräknats ske under 5 dygn som kan vara en sannolik tid för utsöndring av EHEC. Vissa individer kan dock utsöndra EHEC under betydligt längre tid. En kontinuerlig avdödning sker samtidigt, men denna är i princip försumbar under dessa fem dagar.
Koncentration efter inblandning	$2,6 \times 10^7$ st/l	Slam från flera enskilda hushåll töms i den mängd slam som producerats i avlopps-reningsverket under ett dygn. Inblandning sker med lika stora delar (2x1150 l). Ts-halt i både extern- och internslam ligger på 1-4% (räknar här med 2,5%).
Koncentration efter centrifugering	$2,4 \times 10^8$ st/l	Ts-halten efter centrifugering är 23% och den totala volymen slam blir då ca 250 l. Här antar vi att ca 20% av mikroorganismerna försvinner med vattnet under centrifugeringen.

Efter avvattning förs slammet ut på en cementplatta för efterlagring. Idag finns ingen minsta lagringstid bestämd. Slammet kan i princip hämtas av en lantbrukare samma dag, vilket vi antar är fallet i detta exempel.

Om det EHEC-haltiga slammet appliceras på ett fall ur verkligheten där en besättning kvigor rymde ut på vall endast tre dagar efter spridning fås:

		Kommentar
Koncentration i jord	$1,2 \times 10^8$ st/kg	Slammet antas utgöra 50% av det översta jordlagret. (Ts-halten i slammet är 23%, ca 2 kg slam kan därmed få spridas per m^2)
Efter tre dagar	$6,0 \times 10^7$ st/kg	Under tre dygn sker ca 50% reduktion av alla patogener p.g.a. solljus och torka
Intag EHEC per ko	$3,0 \times 10^7$ st	En ko kan vid torra och dåliga betesförhållanden få i sig max 1 kg jord/dygn (Spörndly & Burstedt, 1998). Om kvigorna betar ½ dygn (förslagsvis på natten) innan upptäckt kan de alltså få i sig ½ kg jord.
Infektionsdos	10^4	Denna siffra är teoretisk och kan troligen vara både högre och lägre. Under vissa förhållanden räcker ett tiotal bakterier för att orsaka infektion. Intag av detta antal EHEC bör räcka för infektion av flertalet djur.

Risken för infektion är mycket stor. Även om endast ett fåtal djur skulle bli infekterade kan dessa föra smittan vidare till den övriga besättningen och även till människor som kommer i kontakt med djuren eller dricker opastöriserad mjölk. I det verkliga exemplet blev 68% av kvigorna infekterade av EHEC när de betade (av misstag) på en vall som tre dagar tidigare gödslats med EHEC-smittad flytgödsel (Mechie et al., 1997).

Parasiter

Cryptosporidium

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^5 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^7 st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Akkumulerat i slam fram till hämtning	$7,2 \times 10^7$ st	Ca 10% av utsöndrad mängd hamnar i slammet, vilket hämtas ungefär en gång per år. Tillförsel har beräknats ske under två månader, vilket är en sannolik utsöndringstid för <i>Cryptosporidium</i> . <i>Cryptosporidium</i> överlever länge i vatten, under denna tid antas maximalt 90% reduceras.
Koncentration efter inblandning	$3,1 \times 10^4$ st/l	Slam från flera enskilda hushåll töms i den mängd slam som producerats i avlopps-reningsverket under ett dygn. Inblandning sker med lika stora delar (2×1150 l). Ts-halt i både extern- och internslam ligger på 1-4% (räknar här med 2,5%).
Koncentration efter centrifugering	$2,9 \times 10^5$ st/l	Ts-halten efter centrifugering är 23% och den totala volymen slam blir då ca 250 l. Här antar vi att ca 20% av <i>Cryptosporidierna</i> försvinner med vattnet under centrifugeringen.

Efter avvattning förs slammet ut på en cementplatta för efterlagring. Idag finns ingen minsta lagringstid bestämd. Slammet kan i princip hämtas av en lantbrukare samma dag, vilket vi antar är fallet i detta exempel.

Om slammet sprids på åker för stråsäd och efter skörd tio veckor senare hamnar i halm:

Koncentration i jord	$1,4 \times 10^5$ st/kg	Slammet antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration i jordklumpar i stråhalm	$7,2 \times 10^3$ st/kg	Svårt att uppskatta hur mycket jord som medföljer halmen. Oocystorna är känsliga för uttorkning; ca 95% antas ha inaktiverats under 10 veckor.
Intag <i>Cryptosporidium</i> per dag för svin	360 st	Om svin får i sig 0,05 kg jord med halmen. Även om betydligt mindre jord medföljer halmen än vad vi räknat med så äter grisar gärna jord. Av betydelse är också hur mycket stråhalm som ges till djuren.
Infektionsdos	1-50	Denna infektionsdos gäller för människa och är troligen tillräcklig även för svin.

Vid en dags konsumtion av stråhalm kan ett svin få i sig en dos *Cryptosporidium* oocystor som långt överskrider infektionsdosen. Risken för infektion blir därmed mycket stor i detta exempel.

Taenia

Kalkbehandling med pH 12 under några timmar kan reducerade viabiliteten hos Taenia-ägg med 96% (Lewis-Jones & Winkler, 1991). I detta exempel uppnås dock inte ett så högt pH.

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^3 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^5 st	Smittorisken via personkontakt är liten för Taenia och därför antas endast en person vara infekterad. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Åkkumuleraat i slam fram till hämtning	$1,1 \times 10^7$ st	Ca 10% av utsöndrad mängd hamnar i slammet, vilket hämtas ungefär en gång per år. Tillförsel av Taenia har beräknats ske under ½ år, men kan vara upp till flera år. Avdödning av Taenia-ägg sker främst genom värme och torka. Då förhållandena i slam är de omvända antas här endast 50% reduktion.
Koncentration efter inblandning	$4,6 \times 10^3$ st/l	Slam från flera enskilda hushåll töms i den mängd slam som producerats i avlopps-reningsverket under ett dygn. Inblandning sker med lika stora delar (2x1150 l). Ts-halt i både extern- och internslam ligger på 1-4% (räknar här med 2,5%).
Koncentration efter centrifugering	$4,3 \times 10^4$ st/l	Ts-halten efter centrifugering är 23% och den totala volymen slam blir då ca 250 l. Här antar vi att ca 20% avväggen försvinner med vattnet under centrifugeringen.

Efter avvattning förs slammet ut på en cementplatta för efterlagring. Idag finns ingen minsta lagringstid bestämd. Slammet kan i princip hämtas av en lantbrukare samma dag, vilket vi antar är fallet i detta exempel.

Om slammet sprids på vall och efter skörd sex veckor senare hamnar i ensilage

Koncentration i jord	$2,1 \times 10^4$ st/l	Slammet antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration i jord medföljande ensilage	$2,1 \times 10^3$ st/l	Taenia är mycket resistent och kan överleva ca 6 månader i gräs, ensilage och jord (Feachem et al. 1983). Totalt antas 90% reduktion på vall och i ensilage.
Intag Taeniaägg per dag för nötkreatur	$2,1 \times 10^3$ st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord per dag via ensilage
”Infektionsdos”	1	Upptäckt av dynt leder till kassering av slaktkroppen. Människa aom smittas med dynt i kött utvecklar bandmask.

Risken för infektion av nötkreatur via denna spridningsväg är mycket stor då endast ett dynt krävs för att djuret skall infekteras.

Virus

Hepatit A

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^6 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^8 st	Smittorisken via personkontakt är liten för Hepatit A och därför antas endast en person vara infekterad. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Akkumulerat i slam fram till hämtning	$8,4 \times 10^8$ st	Ca 10% av utsöndrad mängd hamnar i slammet, vilket hämtas ungefär en gång per år. Tillförsel har beräknats ske under fyra veckor, vilket är en sannolik utsöndringstid för Hepatit A. Hepatit A överlever mycket bra i vatten, särskilt vid lägre temperaturer. Ingen avdödning antas därför ske under denna period.
Koncentration efter inblandning	$3,7 \times 10^5$ st/l	Slam från flera enskilda hushåll töms i den mängd slam som producerats i avlopps-reningsverket under ett dygn. Inblandning sker med lika stora delar (2×1150 l). Ts-halt i både extern- och internslam ligger på 1-4% (räknar här med 2,5%).
Koncentration efter centrifugering	$3,4 \times 10^6$ st/l	Ts-halten efter centrifugering är 23% och den totala volymen slam blir då ca 250 l. Här antar vi att ca 20% av virus försvinner med vattnet under centrifugeringen.
<i>I detta exempel sprids slammet innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	$1,7 \times 10^6$ st/l	Slammet antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Återstår efter 8 veckor	$8,4 \times 10^5$ st/l	Viruset klarar sig mycket bra i miljön, även mot uttorkning. Endast 50% antas ha inaktiverats.
Möjligt antal virus per morot	840 st	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	1-10	

Ett stort antal viruspartiklar kan komma med vid konsumtion av en morot, vilket gör att risken för infektion är mycket stor.

Akesta ekoby, mulltoaletter

De parametrar som avgör om en kompost fungerar bra är kol/kväve-kvoten, materialets fuktighet och syretillgång. Om dessa är rätt anpassade fås snabbt en höjning av temperaturen i materialet, vilket påskyndar avdödningen av patogena mikroorganismer. Komposteringen i de torra toaletterna i Åkesta skulle därför teoretiskt sett kunna ge ett väl hygieniserat material för återanvändning som jordförbättringsmedel. Förekomst av flugor och riklig vätskeförekomst i vissa mulltoaletter tyder dock på att komposten ej fungerar optimalt. Det komposterande materialet uppnår därmed ej en hygieniserande temperatur. I dagsläget sker heller ingen efterkompostering av materialet.

I exemplen nedan har vi räknat med en mulltoalett som är alltför våt för att en komposterings-effekt skall uppnås och därför har samma temperatur som omgivningen, vilket i detta fall är ca 10-15 °C.

Bakterier

Salmonella

I en väl fungerande kompost uppgår temperaturen efter en tid till 50°C och mer. Vid denna temperatur överlever Salmonella mindre än 1 dygn och i 40°C ca 65 dygn. I lägre temperaturer är dock överlevnaden mycket längre, t.ex. har olika serotyper av Salmonella återfunnits efter ett år i flytgödsel i 8°C och upp till ett halvår i 17°C (Feachem et al., 1983).

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10 ⁸ st/g	
Utsöndras per dygn	1,2x10 ¹¹ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces produceras per person och dygn.
Ackumulerat fram till dess att ett fack är fullt	7,2x10 ¹² st	Mulltoaletterna har fyra fack vilka skall räcka för användning under ett år. Ett fack borde följaktligen fyllas på tre månader. Tillförsel av salmonellabakterier har beräknats ske under 60 dagar, vilket är en rimlig utsöndringstid för många typer av salmonella.
Koncentration i fekaliemassan	6,4x10 ¹⁰ st/l	Om 300 g feces produceras per dygn och person blir volymen efter tre månader (inklusive toalettpapper) ca 112 l.
Koncentration efter tre månaders lagring	6,4x10 ⁷ st/l	Tömning antas ske efter tre månaders lagring, då materialet inte längre ser ut som fekalier. Salmonella-bakterierna antas ha reducerats 3 log ₁₀ -enheter.
<i>I detta exempel sprids fekalieresten innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	3,2x10 ⁷ st/l	Fekalieresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Återstår efter 8 veckor	9,2x10 ⁴ st/l	I rötat slam spritt på kålfält hade Salmonella ett t ₉₀ -värde på 22 dagar under vår och sommar i norra England (Feachem et al., 1983), vilket kan vara jämförbart med detta exempel.
Möjligt antal Salmonella per morot	92 st	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	10 ⁶	För ej värdspecifik Salmonella är infektionsdosen för friska vuxna människor hög. En miljon bakterier kan då krävas för att symptom skall visa sig. Vissa serotyper har dock mycket lägre infektionsdos och unga individer och personer med nedsatt immunförsvar blir lättare infekterade.

För vuxna, friska människor utgör Salmonellan i detta fall ingen stor risk. Intag under en längre period kan dock sänka infektionsdosen (s.k. kumulativ effekt). Risken ligger här främst för barn som inte har lika välutvecklat immunförsvar och därför lättare infekteras.

EHEC

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^8 st/g	
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^{11}$ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces produceras per person och dygn.
Ackumulerat fram till dess att ett fack är fullt	$6,0 \times 10^{11}$ st	Ett fack fylls på tre månader. Tillförsel har beräknats ske under 5 dygn som kan vara en sannolik tid för utsöndring av EHEC. Vissa individer kan dock utsöndra EHEC under betydligt längre tid.
Koncentration i fekalie massan	$5,4 \times 10^9$ st/l	Om 300 g feces produceras per dygn och person blir volymen efter tre månader (inklusive toalettpapper) ca 112 l.
Koncentration efter tre månaders lagring	$5,4 \times 10^6$ st/l	Tömning antas ske efter tre månaders lagring, då materialet inte längre ser ut som fekalier. EHEC antas här ha reducerats lika mycket som Salmonella i exemplet ovan, d.v.s. 3 \log_{10} -enheter.
<i>I detta exempel sprids fekalieresterna innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	$2,7 \times 10^6$ st/l	Fekalieresterna antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Återstår efter 8 veckor	$2,1 \times 10^3$ st/l	Överlevnaden av EHEC i jord beror till största del på temperatur och fuktighet. Uppgifterna om överlevnadstider varierar (Feachem et al., 1983). Under dessa förhållanden ligger t_{90} på ca 18 dagar.
Möjligt antal EHEC per morot	2 st	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	>10	För känsliga personer kan denna infektionsdos vara tillräcklig, men för friska människor är den oftast mycket högre.

EHEC utgör i detta fall knappast någon risk för vuxna, friska människor. Risken är däremot påtagligt större för barn och immunsvaga personer.

Parasiter

Cryptosporidium

Eimeria oocystor, vilka tillhör samma undergrupp som *Cryptosporidium*, inaktiveras efter tre timmar i 55°C eller två veckor i 35°C. Lagring av flytgödsel vid 20°C inaktiverade 17% av *Eimeria oocystorna* efter 30 dagar, medan lagring i 4°C inte hade någon effekt under samma tidsperiod (Lewis-Jones & Winkler, 1991).

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^5 st/g	
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^8$ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces produceras per person och dygn.
Akkumulerat fram till dess att ett fack är fullt	$7,2 \times 10^9$ st	Ett fack fylls på tre månader. Tillförsel har beräknats ske under två månader, vilket är en sannolik utsöndringstid för <i>Cryptosporidium</i> .
Koncentration i fekaliemassan	$6,4 \times 10^7$ st/l	Om 300 g feces produceras per dygn och person blir volymen efter tre månader (inklusive toalettpapper) ca 112 l.
Koncentration efter tre månaders lagring	$3,2 \times 10^7$ st/l	Tömning antas ske efter tre månaders lagring, då materialet inte längre ser ut som fekalier. Endast 50% antas ha inaktiverats.
<i>I detta exempel sprids fekalieresten innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	$1,6 \times 10^7$ st/l	Fekalieresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Återstår efter 8 veckor	$1,6 \times 10^6$ st/l	Ca 90% antas ha inaktiverats. Oocystorna är känsliga för uttorkning.
Möjligt antal <i>Cryptosporidium</i> per morot	1600 st	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	1-50	

Ett stort antal *Cryptosporidium* oocystor kan komma med vid konsumtion av en morot, vilket gör att risken för infektion är mycket stor, både för vuxna och barn.

Virus

Hepatit A

Enterovirus inaktiveras efter ett dygn i 50°C, efter en dryg vecka i 40°C och efter lite mindre än tre månader i 30°C. Hepatit A är dock tåligare mot värme än enterovirus.

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^6 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^8 st	Smittorisken via personkontakt är liten för Hepatit A och därför antas endast en person vara infekterad. 300 g feces produceras per person och dygn.
Akkumulerat fram till dess att ett fack är fullt	$8,4 \times 10^9$ st	Ett fack fylls på tre månader. Tillförsel har beräknats ske under fyra veckor, vilket är en sannolik utsöndringstid för Hepatit A.
Koncentration i fekaliemassan	$7,5 \times 10^7$ st/l	Om 300 g feces produceras per dygn och person blir volymen efter tre månader (inklusive toalettpapper) ca 112 l.
Koncentration efter tre månaders lagring	$3,8 \times 10^7$ st/l	Tömning antas ske efter tre månaders lagring, då materialet inte längre ser ut som fekalier. Endast 50% antas ha inaktiverats.
<i>I detta exempel sprids fekalieresten innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	$1,9 \times 10^7$ st/l	Fekalieresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Återstår efter 8 veckor	$9,4 \times 10^6$ st/l	Viruset klarar sig mycket bra i miljön, även mot

		uttorkning. Endast 50% antas ha inaktiverats.
Möjligt antal virus per morot	9400 st	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	1-10	

Ett stort antal viruspartiklar kan komma med vid konsumtion av en morot, vilket gör att risken för infektion är mycket stor, både för vuxna och barn.

Akesta ekoby, urinseparering

Urin innehåller i regel inga patogena mikroorganismer, förutom i samband med urinvägsinfektion. Hantering och spridning av urin, efter separat lagring, borde således vara riskfri. Patogener kan dock tillföras urinen genom fekalier som hamnar fel i de urinseparerande toaletterna. I Åkesta sker urinsepareringen med skilda toaletter, men fekal inblandning har trots detta påvisats.

Avdödning av mikroorganismer i urin är främst beroende av utspädningsgrad, pH och temperatur. I Åkesta har man problem med inläckage i ledningarna, vilket medför att urinen späds mer än normalt (ju större utspädning desto längre överlevnad av mikroorganismer). Ytterligare problem är att fordonet som används vid hämtning av urinen även används till gödselhantering och att urinen på jordbruket direkt blandas med flytgödsel. Ingen separat lagring av urinen sker således efter sista tillförsel av färsk urin.

Bakterier

Salmonella

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^8 st/g	
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^{11}$ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Antal som tillförs i urinen per dygn	$1,2 \times 10^8$ st	Ca 0,1% av fekalierna hamnar i urinen, detta är sannolikt mycket lågt räknat. Har en familj en salmonellainfektion så har sannolikt någon eller några i familjen diarré och avföringen blir mer "svårkontrollerad".
Akkumulerat fram till hämtning efter tre månader	$1,3 \times 10^8$ st	Urintankarna töms med 1-6 månaders intervall. Tillförsel av salmonellabakterier har beräknats ske under 60 dagar från den infekterade familjen, vilket kan vara en rimlig utsöndringstid för många typer av salmonella. En kontinuerlig avdödning sker samtidigt, $T_{90}=1$ dygn för Salmonella vid spädning 1:2 och 4°C (Jönsson et al., 1996).
Koncentration i flytgödsel	$1,2 \times 10^3$ st/kg	I detta exempel antas urinen från en av fyra tankar i Åkesta (400 l/person x 25 personer) blandas i en mängd flytgödsel som ackumulerats från en nötbosättning under två månader (60 dagar x 40 kor x (12 l urin + 30 kg avföring)).

Om denna halt appliceras på ett fall ur verkligheten där en besättning kvigor rymde ut på vall endast tre dagar efter spridning (Mechie et al., 1997) fås:

		Kommentar
Koncentration i flytgödsel	$1,2 \times 10^3$ st/kg	(ts-halten i flytgödseln är ca 10%, 5 kg flytgödsel kan därmed få spridas per m ²)
Koncentration i jord	$6,0 \times 10^2$ st/kg	Då flytgödseln sprids på växande vall sker ingen nedmyllning av materialet. Flytgödseln kan därför antas utgöra hela 50% av det översta jordlagret.
Efter tre dagar	$3,0 \times 10^2$ st/kg	Under tre dygn sker ca 50% reduktion av alla patogener p.g.a. solljus och torka
Intag Salmonella per ko	$1,5 \times 10^2$ st/kg	En ko kan vid torra och dåliga betesförhållanden få i sig max 1 kg jord/dygn (Spörndly & Burstedt, 1998). Om kvigorna betar ½ dygn (förslagsvis på natten) innan upptäckt kan de då som mest få i sig ½ kg jord.
Infektionsdos	10^4	Denna siffra är teoretisk och kan troligen vara både högre och lägre beroende på serotyp. Intag av detta antal Salmonella bör räcka för infektion, men troligen inte för att sjukdom skall utbryta.

En liten risk för infektion föreligger i detta exempel, främst immunsvaga djur kan bli infekterade. Om djuren utsätts för lägre doser Salmonella under en längre tid kan infektionsdosen bli lägre (s.k. kumulativ effekt). Vissa serotyper av Salmonella har även normalt en så låg infektionsdos som tio bakterier, risken för infektion blir då stor i exemplet ovan.

Boskap kan även få i sig Salmonella via ensilage och hö. Salmonella överlever mycket bra i miljön och kan dessutom tillväxa under gynnsamma förhållanden. Här antas en tillväxt till en halt av 10^5 st/kg i flytgödseln. En spridning av salmonella från jordklumparna till ensilaget och ev. även en tillväxt i ensilaget kan också tänkas ske. Vi har dock ej här räknat med en sådan tillväxt.

		Kommentar
Tillväxt i flytgödsel till	10^5 st/kg	
Koncentration i jord	5×10^4 st/kg	Flytgödseln antas utgöra 50% av det översta jordlagret. Spridning som ovan.
Koncentration vid skörd	5×10^2 st/kg	I en undersökning där gödsel spreds på mark dog 90% av Salmonellabakterierna efter två till fyra veckor (Lewis-Jones & Winkler, 1991). Då gödsling beräknas ske sex veckor före skörd antas här 2 log ₁₀ -enheters reduktion. Inga salmonellabakterier beräknas ha överlevt på grödan (Thunegard, 1975).
Koncentration i jord medföljande ensilaget	$2,5 \times 10^2$ st/kg	Avdödning eller eventuell tillväxt är beroende av hur länge ensilaget ligger innan djuren utfodras med det. Här antas en månads lagring och en avdödning på 50%.
Intag Salmonella per ko	$2,5 \times 10^2$ st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord via ensilage.
Infektionsdos	10^4 st	Se ovanstående resonemang

Intaget blev ungefär detsamma som i det föregående exemplet och samma riskresonemang kan föras här. Om flytgödseln hade lagrats i 6 månader efter tillsatsen av urin, skulle risken för infektion med Salmonella via urinen från Åkesta varit obefintlig (koncentrationen reduceras från 10^5 st/kg till 0,8 st/kg under 6 månader, då T_{90} för Salmonella i flytgödsel vid 7°C är 4,7 veckor).

Listeria

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^4 st/g	(Jensen, 1992)
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^7$ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Antal som tillförs i urinen per dygn	$1,2 \times 10^4$ st	Ca 0,1% av fekalierna hamnar i urinen. Inblandningen kan dock vara betydligt större om infekterade personer har diarré.
Akkumulerat fram till hämtning efter tre månader	$8,8 \times 10^4$ st/kg	Urintankarna töms med 1-6 månaders intervall. Tillförsel har beräknats ske under två veckor vilket är en sannolik utsöndringstid för Listeria. En kontinuerlig avdödning sker samtidigt. T_{90} för Listeria i urin är okänt, men eftersom denna bakterie i övrigt är tålig antas ett värde på 20 dygn, vilket är längre än för Salmonella och EHEC, men något kortare än för Cryptosporidium.
Koncentration i flytgödsel	0,8 st/kg	I detta exempel antas urinen från en av fyra tankar i Åkesta (400 l/person x 25 personer) blandas i en mängd flytgödsel som ackumulerats från en nötbosättning under två månader (60 dagar x 40 kor x (12 l urin + 30 kg avföring)).
Tillväxt i flytgödsel under vintern	80 st/kg	Flytgödseln antas här ligga över vintern, för att sedan spridas på våren. Listeria kan tillväxa i temperaturer ända ner till 2°C. Trots att tillväxten går långsamt i så låga temperaturer kan vi anta att halten Listeria ökar med 2 \log_{10} under denna period.
<i>Om flytgödseln sprids på vall</i>		
Koncentration i jord	40 st/kg	Flytgödseln antas utgöra 50% av det översta jordlagret. Spridning enligt ovan.
Koncentration vid skörd	0,4 st/kg	Gödsling beräknas ske sex veckor före skörd och reduktionen antas vara samma som för Salmonella i exemplet ovan, d.v.s. 2 \log_{10} -enheter.

Beräkningen stoppas här då koncentrationen av via flytgödseln tillförda Listeria-bakterier till jorden blev låg. I detta exempel föreligger ingen egentlig risk; det framräknade värdet understiger troligen koncentrationen av naturligt förekommande Listeria i jord.

EHEC

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^8 st/g	
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^{11}$ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Antal som tillförs i urinen per dygn	$1,2 \times 10^8$ st	Ca 0,1% av fekalerna hamnar i urinen. Vid diarré kan dock tillförseln bli betydligt större.
Akkumulerat fram till hämtning efter tre månader	$3,8 \times 10^8$ st/kg	Tanken töms med 1-6 månaders intervall. Tillförsel har beräknats ske under 5 dygn som kan vara en sannolik tid för utsöndring av EHEC, vissa individer kan dock utsöndra EHEC under betydligt längre tid. En kontinuerlig avdödning sker samtidigt, $T_{90}=9,25$ dygn för EHEC vid spädning 1:2 och 4°C (Jönsson et al., 1996).
Koncentration i flytgödsel	$3,5 \times 10^3$ st/kg	I detta exempel antas urinen från en av fyra tankar i Åkesta (400 l/person x 25 personer) blandas i en mängd flytgödsel som ackumulerats från en nötbetäddning under två månader (60 dagar x 40 kor x (12 l urin + 30 kg avföring)).
Tillväxt i flytgödsel till	10^7 st/kg	EHEC kan tillväxa i gödsel och antas här kunna uppnå en halt av 10^7 st/kg efter några dagar, vartefter avdödning sedan börjar ske.

Om denna halt appliceras på ett fall ur verkligheten där en besättning kvigor rymde ut på vall endast tre dagar efter spridning fås:

		Kommentar
Koncentration i flytgödsel	10^7 st/kg	(ts-halten i flytgödseln är ca 10%, 5 kg flytgödsel kan därmed få spridas per m^2)
Koncentration i jord	5×10^6 st/kg	Flytgödseln antas utgöra 50% av det översta jordlagret
Efter tre dagar	$2,5 \times 10^6$ st/kg	Under tre dygn sker ca 50% reduktion av alla patogener p.g.a. solljus och torka
Intag EHEC per ko	$1,2 \times 10^6$ st	En ko kan vid torra och dåliga betesförhållanden få i sig max 1 kg jord/dygn (Spörndly & Burstedt, 1998). Om kvigorna betar ½ dygn (förslagsvis på natten) innan upptäckt kan de då få i sig ½ kg jord.
Infektionsdos	10^4	Denna siffra är teoretisk och kan troligen vara både högre och lägre. Under vissa förhållanden räcker ett tiotal bakterier för att orsaka infektion hos människa. Intag av detta antal EHEC bör räcka för infektion av flertalet djur.

Risken för infektion är mycket stor. Även om endast ett fåtal djur skulle bli infekterade kan dessa föra smittan vidare till den övriga besättningen och även till människor som kommer i kontakt med djuren eller dricker opastöriserad mjölk. I det verkliga exemplet blev 68% av kvigorna infekterade av EHEC när de betade (av misstag) på en vall som tre dagar tidigare gödslats med EHEC smittad flytgödsel (Mechie et al., 1997).

Parasiter

Då parasiter inte kan tillväxa i miljön har vi, för att få något högre koncentration av parasiter, antagit en direktspridning av urinen (utan inblandning i flytgödsel).

Cryptosporidium

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10 ⁵ st/g	
Utsöndras per dygn	1,2x10 ⁸ st	En familj (4 personer) antas vara infekterade. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Antal som tillförs i urinen per dygn	1,2x10 ⁵ st	Ca 0,1% av fekalierna hamnar i urinen
Akkumulerat fram till hämtning efter tre månader	1,1x10 ⁶ st	Tanken töms med 1-6 månaders intervall. Tillförsel har beräknats ske under två månader, vilket är en sannolik utsöndringstid för <i>Cryptosporidium</i> . En kontinuerlig avdödning sker samtidigt, T ₉₀ =21 dygn för <i>Cryptosporidium</i> i ospädd urin (Höglund et al., under arbete 1998).
Koncentration i urintank	1,2x10 ² st/l	De utsöndrade organismerna blandas i den totala volymen i en av Åkestas urintankar (400 l/person x 25 personer).
<i>Om urinen sprids på vall och efter skörd sex veckor senare hamnar i ensilage</i>		
Koncentration i jord	46 st/kg	Om 20 l urin sprids per m ² och urinen fördelas på de översta fem centimetrarna.
Koncentration i jord medföljande ensilaget	0,46 st/kg	<i>Cryptosporidium</i> -oocystor är betydligt känsligare än både <i>Taenia</i> och <i>Ascaris</i> . Reduktionen på vall och i ensilage antas vara 99%.
Intag <i>Cryptosporidium</i> per dag för nötkreatur	0,46 st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord per dag via ensilage
Infektionsdos	1-50	Denna infektionsdos gäller människa. Späda djur och djur med nedsatt immunförsvar kan troligen infekteras av denna dos.

Det föreligger en liten risk för infektion av nötkreatur via denna spridningsväg. Ett teoretiskt exempel är en ko som får i sig 1 kg jord om dagen, statistiskt sett kan hon då få i sig en oocysta efter lite drygt två dagars konsumtion. En oocysta kan räcka för infektion av späda djur och djur med nedsatt immunförsvar.

Taenia

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10 ³ st/g	
Utsöndras per dygn	3x10 ⁵ st	Smittrisken via personkontakt är ytterst liten för <i>Taenia</i> och därför antas endast en person vara infekterad. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Antal som tillförs i urinen per dygn	3x10 ² st	Ca 0,1% av fekalierna hamnar i urinen
Akkumulerat fram till hämtning efter tre månader	2,0x10 ⁴ st	Tanken töms med 1-6 månaders intervall. Tillförsel av <i>Taenia</i> har beräknats ske under hela den period som urintanken fylls och kan även fortsätta längre tid än så. En kontinuerlig avdödning sker samtidigt. Här används ett T ₉₀ -

		värde för Ascaris, då motsvarande värde för Taenia saknas. $T_{90} \approx 300$ dygn för Ascaris i ospädd urin vid 4°C (Jönsson et al., 1996).
Koncentration i urintank	$1,2 \times 10^2$ st/l	De utsöndrade organismerna blandas i den totala volymen i en av Åkestas urintankar (400 l/person x 25 personer).
<i>Om urinen sprids på vall och efter skörd sex veckor senare hamnar i ensilage</i>		
Koncentration i jord	0,8 st/kg	Om 20 l urin sprids per m ² och urinen fördelas på de översta fem centimetrarna.
Koncentration i jord medföljande ensilaget	0,08 st/kg	Taenia är mycket resistent och kan överleva ca 6 månader i gräs, ensilage och jord (Feachem et al. 1983). Totalt antas 90% reduktion på vall och i ensilage.
Intag Cryptosporidium per dag för nötkreatur	0,08 st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord per dag via ensilage
”Infektionsdos”	1	Upptäckt av dynt leder till kassering av slaktkroppen

Risken för infektion av nötkreatur via denna spridningsväg är liten. Taenia är dock en tålig parasit och kommer att kunna överleva länge i ensilaget. Så länge Taenia finns kvar i ensilaget kommer risken för infektion att kvarstå eftersom det endast krävs ett dynt för att djuret ska infekteras. Ingen sekundär smittspridning av Taenia mellan djuren kan ske.

Virus

Hepatit A

Då virus inte kan tillväxa i miljön har vi, för att få något högre koncentration av Hepatit A, antagit en direktspridning av urinen (utan inblandning i flytgödsel).

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^6 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^8 st	Smittorisken via personkontakt är liten för Hepatit A och därför antas endast en person vara infekterad. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Antal som tillförs i urinen per dygn	3×10^5 st	Ca 0,1% av fekalierna hamnar i urinen
Akkumulerat fram till hämtning efter tre månader	$8,4 \times 10^6$ st/kg	Tanken töms med 1-6 månaders intervall. Tillförsel har beräknats ske under fyra veckor, vilket är en sannolik utsöndringstid för Hepatit A. I försök med bakteriofager (bakterievirus) i urin sågs ingen avdödning under tre månader (Jönsson et al., 1996). Detta antas här gälla även för Hepatit A, som generellt sett är ett mycket tåligt virus.
Koncentration i urintank	$8,4 \times 10^2$ st/l	De utsöndrade organismerna blandas i volymen i en av Åkestas urintankar (400 l/person x 25 personer).
<i>Urinen sprids innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	$3,4 \times 10^2$ st/kg	Om 20 l urin sprids per m ² och urinen fördelas på de översta fem centimetrarna.
Återstår efter 8 veckor	$1,7 \times 10^2$ st/kg	Viruset klarar sig mycket bra i miljön, endast

		50% antas ha inaktiverats.
Möjligt antal virus per morot	0,2	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	1-10	

För att riskera infektion måste man äta ca 5 morötter. Om viruspartiklarna är ojämnt fördelade i jorden finns det risk för infektion vid konsumtion av färre antal morötter. Riskens för infektion av en människa bedömes som liten till måttlig.

Laholms biogasreaktor

Den teoretiska hygieniseringen i Laholms biogasreaktor, 70°C i 1h, är tillräcklig för att avdöda de flesta patogena mikroorganismer eller reducera dessa till en acceptabel nivå (Bendixen, 1995a). Provtagning och analys av indikatororganismer i förtank och slutlagringstank visar dock på en sämre reduktion än beräknat. Detta kan bero på att delar av materialet går snabbare genom hygieniseringsenheten (kontinuerlig behandling, d.v.s. ej satsvis) och att uppehållstiden därmed blir mindre än 1h.

Ett ytterligare problem är att bilen som hämtar rötresten inte är rengjord efter att ha transporterat in färskt flytgödsel. En in-ympling av mikroorganismer sker därför i den hygieniserade rötresten, vilket kan leda till en tillväxt av bakterier. Även bakterier som överlevt behandlingsprocessen (hygienisering och rötning) kan tillväxa i slutlagringstanken, då konkurrerande bakterier har reducerats. Parasiter och virus kan dock inte tillväxa utanför sin värd. Flytgödsel hämtas på respektive gård ungefär var tredje vecka och trekammarbrunnsslam från äldreboendet "Tangon" var sjätte vecka.

Bakterier

Salmonella

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10 ⁸ st/g	
Utsöndras per dygn	6x10 ¹³ st	Om Salmonella förekommer i en nötbosättning antas 50% av djuren kunna vara infekterade. 30 000g x 50% x 40 kor (30 kg avföring/ko och dygn)
Akkumulerat fram till hämtning	1,3x10 ¹⁵ st	Tre veckors utsöndring innan hämtning av flytgödsel
Koncentration i biogasanläggningen	5,6x10 ⁸ st/kg	Om en total omblandning sker i biogasanläggningen (2250 m ³ ≈ 2250000 kg)
Koncentration efter behandling	5,6x10 ⁵ st/kg	Salmonella är vanligen värmetåligare än E.coli, men känsligare än Enterokocker. Reduktionen över anläggningen gällande Salmonella antas därför ligga mellan de uppmätta reduktionerna för dessa organismer, ca 3 log ₁₀ -enheters reduktion.

Om denna halt appliceras på ett fall ur verkligheten där en besättning kvigor rymde ut på vall endast tre dagar efter spridning (Mechie et al., 1997) fås:

		Kommentar
Koncentration i rötrest	5,6x10 ⁵ st/kg	(ts-halten i rötresten är 4%, 12,5 kg rötrest kan därmed få spridas per m ²)

Koncentration i jord	$2,8 \times 10^5$ st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret
Efter tre dagar	$1,4 \times 10^5$ st/kg	Under tre dygn sker ca 50% reduktion av alla patogener p.g.a. solljus och torka
Intag Salmonella per ko	7×10^4 st	En ko kan vid torra och dåliga betesförhållanden få i sig max 1 kg jord/dygn (Spörndly & Burstedt, 1998). Om kvigorna betar ½ dygn (förslagsvis på natten) innan upptäckt kan de då som mest få i sig ½ kg jord.
Infektionsdos	10^4	Denna siffra är teoretisk och kan troligen vara både högre och lägre beroende på serotyp. Intag av detta antal Salmonella bör räcka för infektion, men troligen inte för att sjukdom skall utbryta.

Det föreligger relativt stor risk att åtminstone några djur blir infekterade. Det kan räcka att någon ko blir infekterad och börja utsöndra Salmonella i höga koncentrationer, med sekundär smittspridning till övriga djur i besättningen och ev. även kliniska sjukdomssymtom som följd.

Boskap kan även få i sig Salmonella via ensilage och hö. Salmonella kan tillväxa kraftigt i steriliserat slam (Feachem et al., 1983) och antas här uppnå en halt av 10^4 st/g i rötresten. Denna siffra är baserad på undersökningar av EHEC, vilka har visats kunna tillväxa till denna storleksordning efter några dagar i gödsel (Wang et al., 1996), varefter avdödning sedan börjar ske. En spridning av salmonella från jordklumparna medföljande ensilaget till själva ensilaget och ev. även en tillväxt i ensilaget kan också tänkas ske. Vi har dock ej här räknat med en sådan tillväxt.

		Kommentar
Tillväxt i rötrest till	10^7 st/kg	(10^4 st/g = 10^7 st/kg)
Koncentration i jord	5×10^6 st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration vid skörd	5×10^4 st/kg	I en undersökning där gödsel spreds på mark reducerades 90% av Salmonella-bakterierna efter 2 - 4veckor (Lewis-Jones & Winkler, 1991). Då gödsling beräknas ske sex veckor före skörd antas här 2 \log_{10} -enheters reduktion.
Koncentration i jord medföljande ensilaget	$2,5 \times 10^4$ st/kg	Avdödning eller eventuell tillväxt är beroende av hur länge ensilaget ligger innan djuren utfodras med det. Här antas en månads lagring och en avdödning på 50%.
Intag Salmonella per ko	$2,5 \times 10^4$ st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord via ensilage
Infektionsdos	10^4 st	Se ovanstående resonemang

En stor risk för infektion av besättningen föreligger även i detta exempel. Alla kor kan teoretiskt sett bli infekterade av ensilage, det är dock sannolikt att endast ett fåtal djur får i sig så mycket jord med ensilaget. Stor risk för sekundär smittspridning till andra djur i besättningen föreligger.

Listeria

Data om utsöndringshalter hos djur saknas. I detta exempel har vi antagit att svin utsöndrar samma halter som människor, då svin liksom människa är allätare och har en "matsmältningsapparat" som är snarlikt människans. Endast 10% av svinen i besättningen antas utsöndra bakterien då det är osäkert hur vanligt det är att bakterien utsöndras via tarmen. De utsatta djuren i detta exempel är får, då Listeria är ett regelbundet förekommande problem hos detta djurslag.

Listeria är en mycket tålig bakterie, vilken ibland anges kunna överleva en kort pastörisering. Den klarar även av att tillväxa i extrema miljöer och antas i detta exempel kunna växa till 10^4 st/g i både rötrest och ensilage.

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^4 st/g	(Jensen, 1992)
Utsöndras per dygn	$1,2 \times 10^9$ st	1 500g x 10% x 800 svin (ca 1,5 kg avföring/svin och dygn)
Akkumulerat fram till hämtning	$2,5 \times 10^{10}$ st	Två veckors utsöndring innan hämtning.
Koncentration i biogasanläggningen	$1,1 \times 10^4$ st/kg	Om en total omblandning sker i biogasanläggningen ($2250 \text{ m}^3 \approx 2250000 \text{ kg}$)
Koncentration efter behandling	$1,1 \times 10^2$ st/kg	Listeria antas reduceras med 2 \log_{10} -enheter i anläggningen.
Tillväxt i rötrest till	10^7 st/kg	
Koncentration i jord	5×10^6 st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration vid skörd	5×10^4 st/kg	Gödsling beräknas ske sex veckor före skörd och reduktionen antas vara samma som för Salmonella i exemplet ovan, d.v.s. 2 \log_{10} -enheter.
Tillväxt lokalt i ensilage	10^7 st/kg	Denna halt antas endast uppnås i spridda partier av ensilaget (ca 1%), d.v.s. ej i hela materialet.
Medelkoncentration i ensilage	10^5 st/kg	
Intag Listeria per får	5×10^5 st	Får äter ca 1-1,5 kg ts ensilage per dag och ensilage håller ofta ett ts på ca 30%. Detta ger ett dagligt intag av 3,3-5 kg.
Infektionsdos	10^3 st	Infektionsdosen för får är okänd. Infektionsdosen för människa är också något oklar, men enligt U.S. Food & Drug Administration (1998-02-22) kan man med säkerhet anta att 1000 bakterier räcker för att infektera en immunsvag individ. Samma dos antas räcka även för får.

Alla får skulle teoretiskt sett kunna bli infekterade. Primär smittspridning, här via jord och foder, är i princip den enda som förekommer hos husdjur. Sekundär smittspridning är därmed osannolik.

EHEC

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10^2 st/g	
Utsöndras per dygn	6×10^7 st	Besättningen antas vara nyligen infekterad, därför antas så stor del som 50% av nötkreaturen vara infekterade med EHEC.

		30 000g x 50% x 40 kor
Akkumulerat fram till hämtning	1,3x10 ⁹ st	Tre veckors utsöndring innan hämtning.
Koncentration i biogasanläggningen	5,6x10 ² st/kg	Om en total omblandning sker i biogasanläggningen (2250 m ³)
Koncentration i rötrest efter behandling	0,56 st/kg	Reduktion av <i>E.coli</i> över anläggningen är enligt mätningar 4 log ₁₀ -enheter. EHEC tillhör dock de tåligaste <i>E.coli</i> och antas därför endast reduceras 3 log ₁₀ -enheter.

Koncentrationen efter behandling i biogasanläggningen blev låg och smittspridningsrisken efter spridning av rötrest blir i detta exempel mycket liten. EHEC kan dock tillväxa i rötresten och kan antas uppnå en halt av 10⁴/g efter tre dagar, varefter avdödning sedan börjar ske.

Om denna halt appliceras på ett fall ur verkligheten där en besättning kvigor rymde ut på vall endast tre dagar efter spridning fås:

		Kommentar
Koncentration i rötrest	10 ⁷ st/kg	(ts-halten i rötresten är 4%, 12,5 kg rötrest kan därmed få spridas per m ²)
Koncentration i jord	5x10 ⁶ st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Efter tre dagar	2,5x10 ⁶ st/kg	Under tre dygn sker ca 50% reduktion av alla patogener p.g.a. solljus och torka.
Intag EHEC per ko	1,2x10 ⁶ st	En ko kan vid torra och dåliga betesförhållanden få i sig max 1 kg jord/dygn (Spörndly & Burstedt, 1998). Om kvigorna betar ½ dygn (förslagsvis på natten) innan upptäckt kan de då få i sig max ½ kg jord.
Infektionsdos	10 ⁴	Denna siffra är teoretisk och kan troligen vara både högre och lägre. Under vissa förhållanden räcker ett tiotal bakterier för att orsaka infektion. Intag av detta antal EHEC bör räcka för infektion av flertalet djur

Risken för infektion är mycket stor. Även om endast ett fåtal djur skulle bli infekterade kan dessa föra smittan vidare till den övriga besättningen och även till människor som kommer i kontakt med djuren eller dricker opastöriserad mjölk. I det verkliga exemplet blev 68% av kvigorna infekterade av EHEC när de betade (av misstag) på en vall som tre dagar tidigare gödslats med EHEC-smittad flytgödsel (Mechie et al., 1997).

För EHEC i ensilage kan samma resonemang föras som i Salmonella-exemplet och resultera i samma riskuppskattning.

Parasiter

Parasiter kan ej tillväxa utanför sin värd.

Cryptosporidium

Värme verkar vara den mest effektiva metoden för att inaktivera *Cryptosporidium* oocystor. Om temperaturen överstiger 65°C räcker 30 min. för inaktivering. Två veckors rötning i 35°C ska också räcka för inaktivering (Lewis-Jones & Winkler, 1991). Då biogasanläggningen inte verkar fungera optimalt antas här en total reduktion av 90% efter pastörisering och rötning.

		Kommentar
Utsöndras i avföring per dygn och kalv	10^{10} st	(Meinhardt et al., 1996)
Utsöndras per dygn totalt	2×10^{11} st	Här antas hälften av djuren i en kalvbesättning vara infekterade. 50% x 40 kalvar
Ackumulerat fram till hämtning	$4,2 \times 10^{12}$ st	Tre veckors utsöndring innan hämtning
Koncentration i biogasanläggningen	$1,9 \times 10^6$ st/kg	Om en total omblandning sker i biogasanläggningen (2250 m^3)
Koncentration efter behandling	$1,9 \times 10^5$ st/kg	Reduktion över anläggningen antas vara 90%
<i>Om rötresten sprids på vall och efter skörd sex veckor senare hamnar i ensilage</i>		
Koncentration i jord	$9,3 \times 10^4$ st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration i jordklumpar i ensilage	$9,3 \times 10^2$ st/kg	Cryptosporidium-oocystor är betydligt känsligare än Ascaris-ägg (se nedan). Reduktionen på vall och i ensilage antas vara 99%.
Intag Cryptosporidium per dag för nötkreatur	$9,3 \times 10^2$ st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord per dag via ensilage.
Infektionsdos	1-50	Denna infektionsdos gäller människa. Späda djur och djur med nedsatt immunförsvar kan troligen infekteras av denna dos.

Risken för infektion är stor och teoretiskt sett kan alla djur infekteras.

Ascaris

Fem minuter i 70°C räcker för total inaktivering av Ascaris, medan inaktivering i $60-65^\circ\text{C}$ tar 30 min. (Lewis-Jones & Winkler, 1991). Då biogasanläggningen inte verkar fungera optimalt antas här en total reduktion av 90% efter pastörisering och rötning.

		Kommentar
Utsöndras i avföring hos svin	5×10^4 st/g	
Utsöndras per dygn	3×10^{10} st	Hälften av djuren i en svinbesättning antas vara infekterade med Ascaris. 1 500g x 50% x 800 svin (ca 1,5 kg avföring/svin och dygn)
Ackumulerat fram till hämtning	$6,3 \times 10^{11}$ st	Tre veckors utsöndring innan hämtning.
Koncentration i biogasanläggningen	$2,8 \times 10^5$ st/kg	Om en total omblandning sker i biogasanläggningen ($2250 \text{ m}^3 \approx 2250000 \text{ kg}$)
Koncentration efter behandling	$2,8 \times 10^4$ st/kg	Ascaris antas reduceras 1 \log_{10} -enhet i anläggningen.
<i>Om rötresten sprids på åker för stråsäd och efter skörd tio veckor senare hamnar i halm.</i>		
Koncentration i jord	$1,4 \times 10^4$ st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration i jordklumpar i stråhalm	$1,4 \times 10^3$ st/kg	Svårt att uppskatta hur mycket jord som medföljer halmen. Ascaris är mycket resistent och kan överleva flera år i jord beroende på djup, temperatur och fuktighet (Feachem et al., 1983). Totalt antas 90% reduktion.
Intag Ascaris per dag för svin	70 st	Om svin får i sig 0,05 kg jord med halmen. Även om betydligt mindre jord medföljer hal-

		men än vad vi räknat med så äter grisar gärna jord. Av betydelse är också hur mycket ströhalmsom ges till djuren.
Infektionsdos	>2	Minst ett ägg av vardera kön behövs för infektion, men ofta krävs fler än så.

Stor risk för infektion föreligger, alla djur kan teoretiskt sett infekteras. Sekundär smittspridning kan förhindras om träck från infekterade individer förs bort under latensperioden, d.v.s. den tid det tar innan äggen hunnit bli infektiösa.

Taenia

I beräkningsstudien används människans bandmask. Den kan komma till biogasanläggningen via slammet från äldreboendet "Tangon". Då det ej är samma bil som kör slam och rötrest finns ingen risk för återinfektion i den färdigrötade massan. Djur agerar som mellanvärd för denna parasit och slaktkroppen kasseras om mellanstadiet (dynt) upptäcks i köttet. Inaktivering med hjälp av värme är likvärdigt som för Ascaris.

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10 ³ st/g	
Utsöndring per dygn	3x10 ⁵ st	En av de boende i "Tangon" antas vara infekterad. 300 g feces utsöndras per dygn.
Akkumulerat fram till tömning	1,3x10 ⁷ st	Hämtning av slam sker var 6:e vecka, och utsöndring kan ske under hela denna tid (upp till ca. ett halvår)
Antal i slam	1,3x10 ⁶ st	Ca 10% av utsöndrade mängden hamnar i slammet
Koncentration i biogasanläggningen	0,6 st/kg	En total omblandning antas i biogasanläggningen (2250m ³)
Koncentration efter behandling i anläggningen	0,06 st/kg	Reduktion över anläggningen antas vara 90%
<i>Om rötresten sprids på vall och efter skörd sex veckor senare hamnar i ensilage</i>		
Koncentration i jord	0,03 st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Koncentration i jordklumpar i ensilage	0,003 st/kg	Taenia är mycket resistent och kan överleva ca 6 månader i gräs, ensilage och jord (Feachem et al. 1983). Totalt antas 90% reduktion på vall och i ensilage.
Intag Taenia per dag för nötkreatur	0,003 st	En ko kan antas få i sig max 1 kg jord per dag via ensilage
"Infektionsdos"	1	Upptäckt av dynt leder till kassering av slaktkroppen

Halten Taenia i ensilaget blev låg, den statistiska risken för infektion vid ett tillfälle betraktas som mycket liten. Taenia är dock en tålig parasit och kommer att kunna överleva länge i ensilaget. Så länge Taenia finns kvar i ensilaget kommer risken för infektion att kvarstå eftersom det endast krävs ett dynt för att djuret ska infekteras.

Virus

Virus kan ej tillväxa utanför sin värd.

Parvo

Parvo är ett mycket värmetåligt virus. Viruset reduceras 0,72 log₁₀-enheter under 30 min i 70°C (Lewis-Jones & Winkler, 1991) och 4 log₁₀-enheter efter 1,5 h (Bendixen, 1995a). I rötning vid 35-36°C reducerades viruset i snitt 0,94 log₁₀-enheter/dygn (Lewis-Jones & Winkler, 1991). Då biogasanläggningen inte verkar fungera optimalt antas här en total reduktion av 1 log₁₀-enhet efter pastörisering och rötning.

En stor del av vuxna svin är redan immuna mot parvo. Därför har andelen "nysmittade" djur, vilka utsöndrar viruset, satts relativt lågt. I detta exempel räknas på ytavrinning från en göds-lad mark till vattensamling i rasthage för utgångssvin.

		Kommentar
Utsöndras i avföring	10 ⁸ st/g	
Utsöndras per dygn	1,2x10 ¹³ st	1 500g x 10% x 800 svin
Akkumulerat fram till tömning	1,7x10 ¹⁴ st	2 veckors utsöndring innan hämtning
Koncentration i anläggningen	7,5x10 ⁷ st/kg	En total omblandning antas i biogasanläggningen (2250m ³)
Koncentration efter behandling	7,5x10 ⁶ st/kg	Reduktion över anläggningen antas vara 1 log ₁₀ -enhet.
<i>Rötresten sprids på mark på andra sidan en vattensamling där svinen ibland dricker</i>		
Koncentration virus per m ²	9,3x10 ⁸ st	Ts-halten i rötresten är 4%, 12,5 kg rötrest kan därmed få spridas per m ² .
Koncentration i vattensamling efter kraftigt regn	4,7x10 ³ st/l	Ytavrinning räknas på ett område om 30 m ² . 10% av organismerna på denna yta antas följa med regnet till vattensamlingen, där det späds i 20 m ³ vatten (i denna siffra är ytterligare utspädning p.g.a. regn inräknad).
Intag Parvo för digivande sugga	1,2x10 ⁵ st	En digivande sugga kan dricka 25 l per dygn
Intag Parvo för ej digivande svin	6,1x10 ⁴ st	Ett vuxet svin kan dricka ca 13 l per dygn.
Infektionsdos	10 100-1000	För en känslig individ, vilket en digivande sugga är, kan det räcka med denna dos. Normalkänsligt svin

I detta exempel föreligger måttlig risk för att såväl digivande suggor som ej digivande svin bli infekterade. Detta gäller även om endast en mindre del av dygnsbehovet av vätska dricks ur vattenansamlingen. Morbiditeten hos Parvo är hög och risken för sekundär smittspridning är stor.

Svinpest

Teoretiskt sett kan svinpestvirus (CSF) tillföras biogasanläggningen via svartvatten och hushållsavfallsblandningen från äldreboendet "Tangon". Svinpest kan, om CSF-kontaminerad mat intagits, passera människokroppen och komma ut i avföringen som infektiösa virus. Virus kan också tänkas tillföras tanken direkt med sådan kontaminerad föda. I båda fallen blir dock koncentrationen i tanken mycket låg, troligen <1 virus/g. I en fungerande biogasanläggning sker en mycket god reduktion av detta virus (4 log₁₀-enheters reduktion efter 11 min. i 70° (Benedixen, 1995a). Även om hygieniseringen fungerar mindre bra reduceras detta virus till en del. Dessutom sker en mycket stor utspädning av det CSF-haltiga slammet. Risken för smitta genom denna väg är därför obefintlig. CSF från en akut sjuk svinbesättning, där stora

mängder virus utsöndras med gödseln, kan dock med stor sannolikhet spridas via en biogasanläggning. I ett akut skede av en sådan epizooti har dock andra smittvägar avsevärt större betydelse.

Hepatit A

Hepatit A kan tänkas komma till biogasanläggningen via svartvattenslammet. Då viruset endast infekterar människor har ett exempel med spridning av rötresten på rotfrukter antagits. Hepatit A inaktiveras efter 30 min. i 70° (Lewis-Jones & Winkler, 1991), men eftersom anläggningen inte fungerar optimalt antas här en lägre reduktion.

		Kommentar
Utsöndring i avföring	10 ⁶ st/g	
Utsöndring per dygn	3x10 ⁸ st	En av de boende i "Tangon" antas vara infekterad. 300 g feces utsöndras per person och dygn.
Akkumulerat fram till tömning	9x10 ⁹ st	Hämtning av slam sker var 6:e vecka, men viruset utsöndras vanligen ej längre än fyra veckor.
Antal i slam	9x10 ⁸ st	Ca 10% av utsöndrad mängd hamnar i slammet.
Koncentration i biogasanläggningen	4x10 ² st/kg	En total omblandning antas i biogasanläggningen (2250m ³)
Koncentration efter behandling i anläggningen	4 st/kg	Viruset är relativt tåligt, men klarar inte värme lika bra som Parvo, därför antas 2 log ₁₀ -enheters reduktion.
<i>Rötresten sprids innan sådd av morötter, vilka skördas efter 8 veckor</i>		
Koncentration i jord	2 st/kg	Rötresten antas utgöra 50% av det översta jordlagret.
Återstår efter 8 veckor	1 st/kg	Viruset klarar sig mycket bra i miljön, endast 50% antas ha inaktiverats.
Möjligt antal virus per morot	0,001	1 ml jord antas kunna komma med vid konsumtion av 1 morot.
Infektionsdos	1-10	

För att riskera infektion måste man äta ca 1000 morötter. Om viruspartiklarna är ojämnt fördelade i jorden finns det risk för infektion vid konsumtion av färre antal morötter.

Referenslista

- Albihn, A., Zimmerman, U., Rehbinder, V., Tysén, E. and Engvall, A. 1997. Enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC) - a nation-wide Swedish survey of bovine faeces. Proc. VIIIth symp. Int. Soc. Vet. Epid. Econ. Paris, France, Vol. 1 no. 4.13.1-3.
- Alenius, S. 1997. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala.
- Appel, M. and Parrish, C.R. 1987. Canine Parvovirus Type 2. In: Virus infections of Carnivores, vol 1. Ed: Max. J Appel. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp 69-92.
- Arnold, K.W. and Kaspar, C.W. 1995. Starvation- and stationary-phase-induced acid tolerance in *Escherichia coli* O157:H7. Appl. Environ. Microbiol., 61:2037-2039.
- Barker, J. and Brown, M.R.W. 1994. Trojan horses of the microbial world: protozoa and survival of bacterial pathogens in the environment. Microbiology 140:1253-1259.
- Bendixen, H.J. 1995a. Smitstofreduktion i biomasse. Bind I: Hoved-rapport. Veterinærdirektoriatet, Landbrugs- og Fiskeriministeriet, København, Danmark.
- Bendixen, H.J. 1995b. Smitstofreduktion i biomasse. Bind II: Del-rapporter og bilag. Veterinærdirektoriatet, Landbrugs- og Fiskeriministeriet, København, Danmark.
- Blaine Hollinger, F. and Ticehurst, J.R. 1996. Hepatitis A virus. In: Fields Virology, Third ed. Ed: Fields, B.N., Knipe, D.M and Howley, P.M., Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, USA.
- Blomqvist, G. 1997. Personligt meddelande. Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala, Sverige.
- Boch, I. and Supperer, R. 1983. Veterinärmedizinische parasitologie. Paul Parey. Berlin/Hamburg, Germany.
- Borg, K. 1985. Spridning av infektioner med vilda djur, en studie över 35 år. Sv. Vet. Tidning, 37:111-128.
- Bridson E.U. 1995. The Oxoid Manual, 7th. ed., AlhpaPrint, Alton, Hants, England.
- Brown, C.A., Harmon, B.G., Zhao, T. and Doyle, M.P. 1997. Experimental *Escherichia coli* O157:H7 Carriage in calves. Appl. Environ. Microbiol., 63:27-32.
- Bruce, A.M., Pike, E.B. and Fisher, W.J. 1990. A review of treatment process options to meet the EC sludge directive. J. Inst. Water and Environ. Management, 4:1-13.
- Bryan F.L., Fanelli M.J. and Riemann, H, 1979. Salmonella infections. In: Food-Borne Infections and Intoxications, Eds: Riemann, H. and Bryan, F.L., Academic Press, Inc. New York, USA.
- Buxton, A. and Fraser, G. 1977. Parvoviruses. In: Animal microbiology, vol 2: Rickettsias and viruses. Blackwell Sci. Publ., Edinburgh, Scotland.

- Bøtner, A., 1990. Modelstudier vedrørende overlevelse af virus i gylle under traditionel opbevaring og under udrådning i biogasanlaeg. Statens Veterinære Institut for Virusforskning, Lindholm, Danmark.
- Christensson, B.E., Christensson, D., Leemans, I. and Feinstein, R.E. 1996. Evaluation of three standard methods for demonstration of intestinal infection with *Cryptosporidium* sp. 22nd World Congr. Med. Tech., Oslo, Norway.
- Christensson, D. 1997. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala.
- Cray, W. C. and Moon, H.W. 1995. Experimental infection of calves and adult cattle with *Escherichia coli* O157:H7. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61:1586-1590.
- Crozier, C.D. and Woodward, T.E. 1961. Activities of the commission on epidemiological survey. *Milit. Med.* 127:701-705.
- Dahlborn, K. 1987. Fluid balance in food-deprived lactating goats drinking saline. *Quart. J. Exp. Phys.* 72:593-600.
- D'Aoust, J.Y. and Pivnick, H. 1976. Small infectious doses of Salmonella. *Lancet*, 1:866.
- Danielsson, M.-L. 1977. Salmonella in sewage and sludge; serological profiles of isolates, their removal and/or survival in relation to potential health hazards to man and animals. *Acta Vet. Scand.*, Suppl. 65. Thesis.
- Dasgupta, A.P. and Hull, R.R. 1990. Late blowing of swiss cheese: Incidence of *Clostridium tyrobutyricum* in manufacturing milk. *Australian J. Dairy Technol.* 44: 82-87.
- De Bertoldi, M., Frassinetti, S. and Spinosa, L. 1983. Health implications in sewage sludge composting. In: *Disinfection of sewage sludge-technical, economic and microbiological aspects*. Eds. Bruce, A.M., Havelaar, A.H. and L'Hermite, P.D., Reidel Publ. Co. Dordrecht, Holland.
- Drasar, B.S. 1974. Some factors associated with geographical variations in the intestinal microflora. In: *Normal Microbial flora of man*. Eds. Skinner FA. and Carr, J.G. *Soc. Appl. Bact. Symp. No. 3.*, London Academic Press, GB. pp 187-196.
- Edington, R. and Clay, S. 1993. Evaluation and development of a thermophilic aerobic digester at Castle Donington sewage-treatment works. *J. Of the Institution of Water and Environmental Management*, 7:149-155.
- Eld, K., Danielsson-Tham, M.-L., Gunnarsson, A. and Tham, W. 1993. Comparison of a cold enrichment method and the IDF method for isolation of *Listeria monocytogenes* from animal autopsy material. *Vet. Microbiol.*, 36:185-189.
- Eller, G. 1996. Liquid composting of raw wastewater, mixed with biodegradable waste: Persistence of selected pathogens and indicator organisms. Technical University of Brunswick, Germany. Diploma/dissertation.
- Englund, L. 1998. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala.

- Engström, B. 1997. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala.
- Engvall, A. 1998. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala.
- EPA. 1992. Environmental regulations and technology, Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. EPA/625/R-92/013. USA.
- Eriksen, L., Roepstorff, A. and Norsen, P. 1991. Parasitære infektioner hos svin. NKJ-rapporter 59. Centre for Experimental Parasitology, KVL, Fredriksberg, Danmark.
- Ericsson, H. 1997. Methods Based on Molecular Biology for Characterisation and Detection of *Listeria monocytogenes*. Swed. Univ. of Agr. Scien., Uppsala, Sweden. Thesis, pp 14-19.
- Eriksson, E. 1997. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala, Sverige.
- Espensen, B. 1996. Praktiske försøg med smitstofreducerende behandling af husholdningsaffald. Dansk Veterinærtidsskrift, 14:615-622.
- Feachem, R.G., Bradley, D.J., Garelick, H. and Duncan Mara, D. 1983. Sanitation and disease; Health aspects of excreta and wastewater management. World bank studies in Water Supply and Sanitation 3. Pitman Press, Bath, GB.
- Foster, J.W. and Spector M.P. 1995. How Salmonella survive against the odds. *Ann. Rev. Microbiol.* 49:145-174.
- Froeschle, J., Feorino, P. and Gelfand, H. 1966. A continuing surveillance of enterovirus infection in healthy children in six United States cities: Surveillance of enterovirus isolates 1960- 1963 and comparisons with enterovirus isolates from cases of acute central nervous system disease. *Am J. Epidem.* 83:455-469.
- Gemmell, M. 1995. Echinococcosis in N. Zealand: A historical review. XVII Int. Congr. Hydatidology, Limassol, Cyprus.
- Gerba, C.P. 1984. Microorganisms as groundwater tracers. In: *Groundwater Pollution Microbiology*. Eds: Bitton, G. and Gerba, C.P., John Wiley & Sons, New York. USA. pp. 225-234.
- Gerba, C.P. and Rose, J. 1993. Estimating viral disease risk from drinking water. In: *Comparative Environmental Risks*. Lewis Publ. p.p.117-135.
- Gerba, C.P., Rose, J.B. and Haas, C.N. 1996. Sensitive populations: who is at the greatest risk? *Int. J. Food Microbiology*, 30:113-123.
- Gilbert R.J. and Roberts D., 1990. Foodborne gastroenteritis. In: *Topley and Wilson's Principle of Bacteriology, Virology and Immunity*, 8th ed. General Eds: Parker M.T. and Collier L.H., Vol. VIII, Bacterial Diseases., Eds: Smith, G.R. and Easman, C.S.F., Edward Arnold Publ., London, England.

Hedström, in manuscript. Natural freezing, thawing, drying and composting as treatment of sludge from septic tanks.

Hellström, D. And Kvarnström, E. 1996. Natural freezing and drying as sludge dewatering methods - a full-scale pilot plant study in Northern Sweden. *Vatten*, 54:245-255.

Heuschmann-Brunner, G. 1974. Experimentelle Untersuchungen über Möglichkeiten und Verlauf einer Infektion mit *Salmonella enteritidis* und *S. typhi-murium* bei Süßwasserfischen. (Experiments on the possibilities and course of infections with *Salmonella enteritidis* and *S. typhi-murium* in fresh water fish). *Zbl. Bakt., I Abt. Orig. B.* 158:412-431.

Höglund, C., Stenström, T-A., Jönsson, H. And Sundin, A. 1998. Valuation of faecal contamination and microbial die-off in urine separating sewage systems. *Conf. Water Quality Internat., IAWQ 19th Biennial Internat. Conf., Vancouver, June 1998, accepted.*

IARC, 1977. International Agency for Research on Cancer, Intestinal Microecology Group, Dietary fibre, transit time, faecal bacteria, steroids and colon cancer in two Scandinavian populations. *Lancet*, 2:207-211.

IDF standard 143A :1995. Detection of *Listeria monocytogenes*. Brussels, Belgium.

Ilse, B., Kyvsgaard, N.C., Nansen, P. And Henriksen, S.A. 1990. Bovine cysticercosis in Denmark. A study of possible causes of infection in farms with heavily infected animals. *Acta Vet. Scand.*, 31:159-68.

Jandl, G. 1963. Experimentelle Untersuchungen über die Infektionsbedingungen von Typhus-Bakterien. (Experimental investigations on the infectious capacity of the Typhus-bacterium). *Arch. Hyg. (Berl.)* 147:577-597.

Jensen, A. 1992. *Listeria monocytogenes* in feces. The eleventh international symposium on problems of Listeriosis, Köpenhamn, Danmark.

Jönsson, H., Olsson, A., Stenström, T.A. och Dalhammar, G. Källsorterad humanurin i kretslopp – förstudie i tre delar. VAV-FORSK, rapport 1996-03.

Kearney, E.K., Larkin, M.J. and Levett, P.N. 1994. Metabolic activity of pathogenic bacteria during semicontinuous anaerobic digestion. *Appl. Environ. Microbiol.* 10:3647-3652.

Keen, W.E., McAnulty, J.M., Hoesly, F.C., Williams, Jr. L.P., Hedberg, K., Oxman, G.L., Barrett, T.J., Pfaller, M.A. and Fleming, D.W. 1994. A swimming-associated outbreak of hemorrhagic colitis caused by *Escherichia coli* O157:H7 and *Shigella sonnei*. *N. Engl. J. Med.* 331:579-584.

Keswick, B.H. and C.P Gerba, 1980. Viruses in ground water. *Environ. Sci. Technol.* 14:1290-1297.

Kirkegaard E. and Vestergård Hansen P. 1994. De enkelte bakterier. In: *Levnedsmiddel- hygiene*. Borgen, Gylling, Norge.

- Kobel, K. 1997. Salmonellautbrott i en djurbesättning, Examensarbete, Miljö- och hälsoskyddskontoret, Orust kommun, Sverige.
- Kroon, E. 1997. Use of compost. In: Compost Quality and potential for use. AFR report 154, Swedish Environmental protection agency, Stockholm.
- Larsen, H. E., Munch, B. and Schlundt, J. 1993. Overvågning af smitstofreduktion i biogasfælesanlæg. Dansk Vet. tidsskrift. 76:100-105.
- Lewis-Jones, R. and Winkler, M. 1991. Sludge parasites and other pathogens. Ellis Horwood Limited, Chichester, England.
- Meinhardt, P.L., Casemore, D.P. and Miller, K.B. 1996. Epidemiologic aspects of human Cryptosporidiosis and the role of waterborne transmission. Epidemiologic reviews.
- Lipson, A. 1976. Infecting dose of Salmonella. Lancet, 1:969.
- MacKenzie, W.R., Schnell, W.L., Blair, K.A., Addiss, D.G., Peterson, D.E., Hoxie, N.J., Kazmierczak, J.J., and Davis, J.P. 1995. Massive outbreak of waterborne *Cryptosporidium* infection in Milwaukee, Wisconsin: recurrence of illness and risk of secondary transmission. Clin. Infect. Dis. 21:57-62.
- Malmqvist, M., Jacobsson, K-G, Häggblom, P., Cerenius, F., Sjöland, L. and Gunnarsson, A. 1995. *Salmonella* Isolated from Animals and Feedstuffs in Sweden during 1988-1992", Acta. Vet. Scand., 36: 21-39.
- Mechie, S.C., Chapman, P.A. and Siddons, C.A. 1997. A fifteen month study of *Escherichia coli* O157:H7 in a dairy herd. Epidemiol. Infect. 118:17-25.
- Meinhardt, P.L., Casemore, D.P. and Miller, K.B. 1996. Epidemiologic aspects of human Cryptosporidiosis and the role of waterborne transmission. Epidemiologic reviews. U.S. Food & Drug Administration. Center for Food Safety & Applied Nutrition. 18:118-136. <http://www.vfmc.fda.gov/~mov/chap6.html>. 1998-02-22.
- Mejerland, T. 1997. Personligt meddelande, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala.
- Mengeling, W.L. 1972. Porcine Parvovirus. Properties and prevalence of a strain isolated in the U.S. Am. J. Vet. Res., 33:2239-2248.
- Mengeling, W.L. 1989. Porcine Parvovirus. In: Virus infections of Porcines, vol. 2. Ed: M.B Pensaert. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 81-94.
- Mengeling W.L. and Cheville, N.F. 1968. Host response to persistent infection with HCV. Proc. Ann. Meeting U.S. Livestock San. Assoc., 72:283-295.
- Mitscherlich, E. and Marth E.H., 1984a. Special part. In: Microbial Survival in the Environment. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Mitscherlich E. and Marth E.H., 1984b. Tables. In: Microbial Survival in the Environment. Springer Verlag, Berlin, Germany.

- Mitscherlich E. and Marth E.H., 1984c. Units and Commentaries on Behavior of Bacteria. In: Microbial Survival in the Environment. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Munch, B., Errebo Larsen, H. And Aalbæk, B. 1987. Experimental studies on the survival of pathogenic and indicator bacteria in aerated and nonaerated cattle and pig slurry. Biol. Wastes 22:49-65.
- Murray, C.J. 1991. *Salmonella* in the Environment, Rev. sci. tech. Off. int. Epiz, 10:765-785.
- Naturvårdsverket, 1993. Stora avloppsreningsverk; slam och avloppsvatten; aktuella förhållanden 1993. Rapport 4423, Stockholm, Sverige.
- Naturvårdsverket, 1997. Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. Rapport 4847, Stockholm, Sverige.
- Nescher, G. and Moore, T.L. 1997. Human parvovirus infection. Infect. Med. 14:637-638, 640-642.
- Nilsson, O. 1982. Ascaris in the pig. Acta Vet. Scand., Suppl. 79. Thesis.
- NMKL no 71, 4th ed., 1991. (Nordisk metodikommitté för Livsmedel) National Veterinary Institute, Oslo, Norge.
- NMKL no 56 resp. 27, 3th ed., 1994. (Nordisk metodikommitté för Livsmedel) National Veterinary Institute, Oslo, Norge.
- NMKL no 44, 4th ed, 1995. (Nordisk metodikommitté för Livsmedel) National Veterinary Institute, Oslo, Norge.
- NMKL no 117, 3th ed., 1996. (Nordisk metodikommitté för Livsmedel) National Veterinary Institute, Oslo, Norge.
- Norin, E. 1996a. Våtkompostering som stabiliserings och hygieniseringsmetod för organiskt avfall. Rapport nr. 3, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala, Sverige.
- Norin, E. 1996b. Lokalt kretsloppsbaseerat system för behandling och utnyttjande av toalett- och köksavfall. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala, Sverige.
- Norin, E., Stenström, T.A. och Albihn, Ann. 1996. Stabilisering och hygienisering av svartvatten och organiskt avfall genom våtkompostering. Vatten, 52:165-176.
- NORVAR, 1991. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseseanlaegg; Prosjekt-rapport 20, Norske VAR-selskapers forening, Ottestad, Norge.
- Oliver, J.D. 1993. Formation of viable but nonculturable cells. In: Starvation in bacteria. Ed. S. Kjelleberg. Plenum Press, New York, USA. pp 239-272.
- Panina, G.F, Civardi, A., Cordioli, P., Massirio, I., Scatozza, F., Baldini, P., and Palmia, F. 1992. Survival of hog cholera virus (HCV) in sausage meat products (Italian salami). Int. J. Food Microbiol., 17:19-25.

Pedersen, D.C. 1981. Density levels of pathogenic organisms in municipal wastewater sludge - a literature review. Natl. Techn. Inform. Service, 5285 Port Royal Rd., Springfield, VA 221 61, USA. Order no PB 82-102 286.

Pepper, I., Gerba, C. and Brasseau, M. 1996. Pollution Science. Academic Press, N.Y., USA.

Pettersson, O. och Ericsson, J. 1979. Tungmetaller och avloppsslam i jordbruket. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 274, Mark, Växter, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Piening, C. 1954. Beitrag zur Klärung der Aetiologie des sogenannten Kälberparatyphus. (Contribution to the explication of the etiology of the so-called paratyphus of calves). Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 67:277-281.

Plew P.I., Bromel M.C. and Schipper I.A. 1985. Characterization of the Coliform and Enteric Bacilli in the Environment of Calves with Colibacillosis. Appl. Environ. Microbiol. 49:949-954.

Plym-Forsell, L. 1995. Survival of salmonellas and Ascaris suum eggs in a thermophilic bio-gas plant. Acta Vet. Scand. 36:79-85.

Plym-Forsell, L. 1996. Concerning salmonella survival and animal Wastes. Swedish University of Agricultural Sciences, Skara, Lic.

Popoff M.Y. and Le Minor, L. 1992. Formules Antigeniques des Serovars de *Salmonella*. Institut Pasteur, Paris, France.

Quinn, P.J., Carter, M.E., Morkey, B. and Carter, G.R. 1994a. Enterobacteriaceae. In: Clinical Veterinary Microbiology, Wolfe Publishing, London, GB.

Quinn, P.J., Carter, M.E., Morkey, B. and Carter, G.R. 1994b. Listeria species. In: Clinical Veterinary Microbiology, Wolfe Publishing, London, GB.

Quinn, P.J., Carter, M.E., Morkey, B. and Carter, G.R. 1994c, In: Clincial Veterinary Microbiology. Wolfe Publishing, London, GB. p. 234.

Riemann, H. and Bryan F.L. 1979. Food-Borne Infections and Intoxications, 2nd ed. Academic Press INC., New York, USA.

Saha, S.K., Saha, S. and Sanyal, S.C. 1991. Recovery of injured *Campylobacter jejuni* after animal passage. Appl. Environ. Microbiol. 57:3388-9.

Scarpino, P.V. 1982. Selection of practical indicator systems for monitoing the virological quality of potable water, wastewater, solid waste, shellfish, fish and crops. 11th. Conf. Internat. Assoc. Water Pollution Research, Post-Conference Seminar 2: Water Virology, Pretoria/SA, 1982.

Scheuerman, P.R., Farrah, S.R. and Bitton, G. 1991. Laboratory studies of virus survival during aerobic and anaerobic digestion of sewage sludge. Water Res., 25:241-245.

Schwartzbrod, L. and Mattieu, C. 1986. Virus recovery from wastewater treatment plant sludges. *Water Res.*, 20:1011-1013.

Smith G.R., Audurier A. and Taylor A.G., 1990. Erysipelothrix and listerial infections. In: Topley and Wilson's Principle of Bacteriology, Virology and Immunity, 8th ed. Gen. Eds: Parker M.T., Collier L.H., Vol. VIII, Bacterial Diseases., Eds: Smith G.R. and Easman C.S.F., Edward Arnold pub., London, GB.

Smith H.W. and Crabb W.E. 1961. The faecal bacterial flora of animals and man: its development in the young. *J. Path. Bact.* 82:53-66.

Sobsey, M., Shields, P., Hauchman, F., Hazard R. and Canton, L. 1986. Survival and transport of hepatitis A virus in soils, groundwater and wastewater. *Wat. Sci. Tech.*, 18:97-106.

Sorensen, K.J., 1982. Porcine parvovirus: serological examinations in pig breeding herds and AI boar centers. *Nord. Veterinaarmed.*, 34: 329-333.

Soulsby, E.J.L. 1986. Helminths Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. Ed. Ballie' re Tindall, 6th.ed , London, England.

Spörndly, E. och Burstedt, E. 1998. Personligt meddelande. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Statens Jordbruksverk. 1995. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem för svin. Rapport 93:20, Jönköping, Sverige.

Statens Jordbruksverk. 1995. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Rapport 95:10, Jönköping, Sverige.

Stenström, T-A. 1996 Sjukdomsframkallande mikroorganismer i avloppssystem- riskvärdering av traditionella och alternativa avloppslösningar. Rapport 4683, Naturvårdsverket, Stockholm.

Stern, N.J., Jones, D.M., Wesley, I.V. and Rollins, D.M. 1994. Colonization of chicks by non-culturable *Campylobacter* spp. *Lett. Appl. Microbiol.* 18:333-6.

Strauch, D. and De Bertoldi, M. 1991. Microbiological Specifications of disinfected sewage sludge. In: Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural wastes. Ed. P.L'Hermite, Commission of European Communities, Brussels, Belgium, Elsevier, London. UK.

Strauch, D. and Carrington, E.G. 1992. Hygienic aspects related to treatment and use of organic sludge and sanitary aspects of spreading of slurries and manures. In: Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural wastes (Review of COST 68/681 programme, 1972-90). Ed. Hall, J.E. L'Hermite, P. and P.J. Newman. Commission of the European Communities, Luxembourg.

Strauch, D. and Hammel, H-E. And Philipp, W. 1985. Investigation on the hygienic effect of single stage and two-stage aerobic-thermophilic stabilization of liquid raw sludge. In: Inactivation of microorganisms in sewage sludge by stabilisation processes. Eds. Strauch, D., Havelaar, A.H. and L'Hermite, P. Commission of the European Communities, Luxembourg.

Tham, W. 1997. Personligt meddelande. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Thunegard, E. 1975. On the persistence of bacteria in manure. Royal Veterinary College, Stockholm. Thesis.

Tullander, V. 1982. Quicklime treatment of sludge. In: Disinfection of Sewage Sludge: Technical, economical and microbiological aspects. Eds. Bruce, A.M., Havelaar, A.H. & L'Hermite, P.

U.S. Food & Drug Administration. Center for Food Safety & Applied Nutrition. 18:118-136. <http://www.vf.cfsan.fda.gov/~mov/chap6.html>. 1998-02-22.

Van Oirschot, J.T. and Terpstra, C, 1977. A congenital persistent swine fever infection. I. Clinical and virological observations. *Vet. Microbiol.*, 2: 121-132.

Van Oirschot, J.T. and Terpstra, C. 1989. Swine fever. In: *Virus Infections of Porcines*. vol. 2, Ed: M.B. Pensaert, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 113-130.

Wang, G., Zhao, T. and Doyle, M.P. 1996. Fate of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in bovine feces. *Appl. Environ. Microbiol.* 62, 7:2567-2570.

Wellings, F.M., Lewis, A.L., Mountain, C.W. and Pierce, L.V. 1975. Demonstration of virus in groundwater after effluent discharge onto soil. *Appl. Microbiol.*, 29:751-757.

Whitmore, T.N. and Robertson, L.J. 1995. The effect of sludge treatment processes on oocysts of *Cryptosporidium parvu*. *J. Appl. Bact.*, 78:34-38.

WHO. 1973. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards; Reports of a WHO Meeting of experts, Geneva, Techn. Report Series 517.

Wierup M. 1977, Examination of faeces and intestinal contents from health control horses. In: *Equine Intestinal Clostridiosis*. *Acta. Vet. Scand. (Suppl)*, 62:1-182.

Wierup, M. 1989. Vad gör vi när nya sjukdommar dyker upp. *SVAvet* 2:11-13.

Wilcock, B.P. and Schwartz K.J. 1992. Salmonellosis. In: *Diseases of Swine*. 7th ed. Eds: Leman A.D., Straw B.E., Mengeling W.L., D'Allaire S. and Taylor D.J., Wolfe Publishing Ltd. Ames, Iowa, USA.

Wright D.J., Chapman, P.A. and Siddons, C.A. 1994. Comparison of immunomagnetic separation and direct culture for isolation of *Escherichia coli* O 157 from bovine feces. *J. Med. Microbiol.*, 40:424-427.

Yates, M.V and Gerba, C.P, 1984. Factors controlling the survival of viruses in groundwater. *Wat.Sci.Tech.* 17: 681-687.

Zoonosrapporten 1994, 1995 och 1996, (Swedish report to the commission concerning trends and sources of zoonotic infections recorded in Sweden) Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala, Sverige.

Ordlista och förkortningar

aerob	process som sker under tillförsel av syre
aerosoler	små vattendroppar och partiklar, t.ex. mikroorganismer, som är finfördelade i en gas, i det här fallet luft
agens	mikroorganism som orsakar sjukdom
anaerob	process som sker utan syretillförsel
anslagsfrekvens	andelen sjuka av det totala antalet som exponeras, morbiditet
antagonism	den hämmande aktivitet som en organism eller ett ämne utövar
avfallsdeponi	upplag som är kontrollerat med avseende på emissioner till mark, vatten och atmosfär
avvattning	avlägsnande av vatten genom t.ex. centrifugering, torkning eller pressning
bakteriofager	samlingsnamn på virus som har bakterier som värdorganism. De angriper inte människor, djur eller växter.
BDT-vatten bräddning	gråvatten; bad-, disk- och tvättvatten när obehandlat avloppsvatten släpps ut från ett avloppsreningsverk direkt till recipient
cellmembran	cellens barriär mellan in- och utsida
cellulär	något som har med levande celler att göra
CFU	"colony forming unit", motsvarar i stort antalet påvisade bakterier i ett prov
cysta	en specialiserad cell med stor motståndskraft som produceras antingen som svar på försämrade omgivningsförhållanden eller som en del i en normal livscykel
<i>Cysticercus</i>	Det blåsformiga dyntstadiet (inkapslat i främst muskulaturen) hos vissa bandmaskar (t.ex. <i>Taenia</i>) i kreatur. Kan även förekomma hos människa.
Denaturering	förändring av ett ämnes struktur så att det inte längre är funktionellt
DNA	arvs massa, förkortning för deoxyribonucleic acid
EHEC	Enterohemorragisk <i>E. coli</i> . Ger upphov till blodiga diarréer. Kan också ge svåra njurskador.
ensilage	vallgröda som konserverats genom mjölksyrajäsnings
enterovirus, enterovirus	en grupp virus som främst förökar sig i tarmceller
epizooti	"epidemi" bland djur; utifrån kommande smittsam sjukdom som drabbar (en stor del av) djurstammen i ett land eller område
essentiell	livsnödvändig
exponeringstid	den tid som ett material utsätts för kemiskt ämne, värme, etc.
fekala (termo-toleranta, termo-stabila) koliformer	grupp av bakterier (inom <i>Enterobacteriaceae</i>) som huvudsakligen förekommer i tarmen hos människor och varmblodiga djur. Används också som indikatorbakterie.
fekalier	avföring, feces
flock	anhopning i lösning av lätta partiklar med svag inbördes vidhäftning, t.ex. i ett reningsverk
FS	fekala streptokocker vanlig indikatorbakterie
försedimentering	sedimentering före biologisk och/eller kemisk behandling i avloppsreningsverk
förtjockning	ökning av torrsustanshalten i slam genom t.ex. sedimentation
glödförlust	skillnaden mellan torrsustans i ett prov före/efter upphettning till 600°C
gråvatten	avloppsvatten från bad, disk och tvätt (även kallat BDT-vatten)

HAV	hepatit A virus - gulsotsvirus
hepatit	leverinflammation, kan bero på mikroorganismer men även ha andra orsaker
hygienisering	reduktion av antalet mikroorganismer, jämför med pastörisering
icke viabel	icke livsduglig
ID ₅₀	den infektionsdos som ger upphov till sjukdom hos 50% av individerna utsatta för ett agens vid ett enstaka tillfälle
inaktivering	upphävande av egenskap/verkan. I detta sammanhang avses upphävande av livsdugligheten.
infektionsdos	det antal organismer som krävs för att ge upphov till sjukdom
infektivitet	smittsamhet
infektiös	sjukdomsframkallande
inhalation	inandning
kompostering	biologisk nedbrytning och stabilisering av organisk substans
kontaminera	förorena, t.ex. med patogena mikroorganismer
latenstid	fördröjning i tiden. Kan gälla den tid som behövs för vissa maskägg mellan deras utsöndring i avföringen och tills de blir infektiösa
letal	dödlig
log ₁₀ -enhet	en reduktion på 1 log ₁₀ -enhet motsvarar 90 procents reduktion
mesofil	process vid 35-38°C
mikrovilli	tarmludd
morbiditet	andel insjuknade av en exponerad population, anslagsfrekvens
mortalitet	andel döda av antalet insjuknade
MPN	Most Probable Number, beräkningssätt för haltbestämning (koncentration) på statistiska grunder
oocystor	parasit"ägg" av t.ex. cryptosporidium, dessa är direkt infektionsdugliga i träcken och mycket motståndskraftiga mot miljöpåverkan
pastörisering	reduktion av halten mikroorganismer genom värmebehandling under 100°C under kort tid
patogen	sjukdomsalstrande
pH värde	surhetsgrad, lågt = surt, högt = basiskt
pluggflöde	ett flöde genom ett rör där hela massan rör sig lika fort
protozoer	en grupp av encelliga smådjur med riktig cellkärna, vanligen utan fast cellvägg
reaktor	behandlingsbehållare i form av tank, torn, trumma etc. där en process kan äga rum
reservoar	kan vara hemvist för en mikroorganism
resistent	motståndskraftig
resorbtion	upptag från tarmen av näringsämnen m.m.
RNA	förkortning för ribonucleic acid, ribonukleinsyra
sedimentera	sjunka till botten
serotyper	olika typer inom en art av en viss mikroorganism, t.ex. <i>Salmonella</i> . Serotypen bestäms av ytegenskaperna hos cellen. Man särskiljer medlemmar av en art genom en reaktion med speciella molekyllgrupper på ytan.
stabilisering	minskning av halten nedbrytbart organiskt material eller minskning av den mikrobiella aktiviteten i avfall
substrat	näringssubstans för bakterier och liknande
svartvatten	fekalier och urin-spolvatten från toaletter
termofil	process vid 50-55°C
termotoleranta koli-	en indikatorbakterie, = fekala koliformer, växer vid 37°C och 44°C

former	
totala koliformer	indikatorbakterie, växer vid 37°C
torrsubstans	ts, i ett material, icke flyktiga beståndsdelar som kvarstår efter indunstning och torkning, vanligen vid 105°C
toxin	gift
TS	torrsubstans
T ₉₀	desimeringstid (D), den tid som åtgår för att 90% av det initiala antalet mikroorganismer skall dö av.
vall	gräsmark för slätter eller bete
VBNC	”viable but not culturable”, sovande bakterier som åter kan bli infektionsdugliga när den yttre miljön blir gynnsammare
vektordjur	insekter, smågnagare, småfåglar m.m. som överför smittämnen
viabilitet	livsduglighet
viceral larva migrans	”vandring” i kroppens inre organ av parasitlarver. Skador på inre organ kan följa av detta.
virus	en icke-cellulär enhet, minst bestående av protein och nukleinsyra. Den kan föröka sig endast i specifika typer av levande celler.
VS	”Volatile Solids”, beteckning för organisk substans (glödförlust)
värdorganism	Virus och parasiter kräver en värdorganism (t.ex. en människa eller ett djur) för att kunna leva och föröka sig.
WHO	World Health Organization; FNs världshälsoorganisation
zoonos	sjukdom som kan smitta mellan djur och människa

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
- 1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
- 1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
- 1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
- 1992-05 Analysmetod för kloridoxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
- 1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
- 1992-08 Bräddning – Problemet omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
- 1992-09 Lokalt dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
- 1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effekttredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
- 1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
- 1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
- 1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
- 1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
- 1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-17 Vattenboken – Lärarboken, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
- 1992-19 Härdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
- 1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
- 1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
- 1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
- 1993-05 Användning av kloridoxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
- 1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
- 1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
- 1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
- 1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
- 1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Björn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
- 1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
- 1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
- 1993-16 Röt-kammarens förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
- 1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
- 1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
- 1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
- 1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
- 1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
- 1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
- 1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
- 1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
- 1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
- 1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
- 1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
- 1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*
- 1994-13 Utjämningsmagasin. Erfarenheter i svenska avloppsnät, *Rolf Mansfeldt, Mats Andréasson, Bertil Svensson*
- 1994-14 MIKE SHE i Urban Miljö, Tillämpningsexempel Vittskövle, *Stefan Winberg, Lars-Göran Gustafsson, Lars Bengtsson*
- 1994-15 Avskiljare för lätta vätskor och fett, *Fred Nyberg*
- 1994-16 Datorstödd simulering av aktivslamprocessen – Försök vid 5 svenska reningsverk, *Jes la Cour Jansen, Dines Thornberg, Anders Finnson*
- 1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Claes Hernebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärman*
- 1995-04 Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg – Processtekniska och mikrobiologiska aspekter, *Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Welander, Kjetill Østgaard*
- 1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
- 1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1995-07 Härdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
- 1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
- 1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
- 1995-11 Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Ståhl, Jörgen Rosenlöf*
- 1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
- 1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
- 1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
- 1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
- 1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legetth*

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäingsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*
- 1996-03 Källsorterad humanurin i kretslopp – Förstudie i tre delar, *Håkan Jönsson, Anna Olsson, Thor Axel Stenström, Gunnel Dalhammar*
- 1996-04 VA sett på nytt sätt – Driftentreprenader i några kommuner, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1996-05 Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer, *Jan-Erik Gustafsson*
- 1996-06 Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät. Metodikmanual, *Ann-Marie Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1996-07 Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden, *Claes Hemebring*
- 1996-08 Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen, *Erik Levlin, Lars Westlund, Bengt Hultman*
- 1996-09 Kemikaliers effekter i VA-sammanhang. En datasammanställning, *Ingemar Dellien*
- 1996-10 Syrgas i kombination med luftinblåsning vid pilotförsök med kväverening vid Västerås reningsverk, *Hermann Wiklund, Kjell-Ivar Dahlqvist, Bernt Ericsson*
- 1996-11 Export av svenskt kommunalt VA-kunnande, *Gösta W Fredriksson, Åke Mattsson*
- 1996-12 Litteraturlöslösning för grundvatten i urban miljö på Internet, *Chester Svensson*
- 1996-13 Konkurrensutsättning av VA-verksamheten, *Stig Tunestål*
- 1997-01 Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar, *J-E Haglund, B Olofsson*
- 1997-02 Aktivt stöd till fastighetsägare vid nybyggnad av VA-nät, *Roland Strandberg, Mårten Wärmö*
- 1997-03 Dosering av biokultur i en igensatt infiltrationsanläggning – En utvärdering, *Jenny Holmgren*
- 1997-04 Biogasanläggningar i Sverige, *Anna Lindberg*
- 1997-05 VA-försörjning i ny skepnad – Om konkurrens och strukturomvandling i Vaxholm, *Ola Mattsson*
- 1997-06 Fosfors växttillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska, *Kersti Linderholm*
- 1997-07 Dricksvatten och korrosion – En handbok för vattenverken, *Bo Berghult, Ann Elfström Broo, Torsten Hedberg*
- 1997-08 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Sammanfattande slutrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Majlis Stenberg*
- 1997-09 Analys av avloppssystem med datormodeller. Tillämpningsexempel med MOUSE-systemet, *Bo Granlund, Mats Andréasson*
- 1997-10 Läcksökning med hjälp av tryckslagsmätningar – Transientmetoden, *Lennart Jönsson, Anders Svensson*
- 1997-11 Modellering av ekologisk dagvattenhantering, *Cecilia Wennberg*
- 1997-12 Avvattning av avloppsslam med naturnära metoder – Erfarenheter från ett fullskaleförsök i Lövsånger, *Daniel Hellström, Elisabeth Kvarnström*
- 1997-13 Sambandet mellan kostnader och avgifter inom kommunal VA-verksamhet, *Torbjörn Tagesson*
- 1997-14 Kundorienterad kvalitetsutveckling i VA-verksamhet – Rapport från en förstudie, *Patrik Larsson, Saara Isaksson*
- 1997-15 Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Bengt Göran Hellström, Anders Jaryd, Åke Jonsson*
- 1997-16 Avvattningsslaguner för slam från enskilda brunnar, *Erik Brydolf, Eric Rönnols*
- 1998-01 Tryckslag i vattenledningsnät – några exempel, *Johan Spännare*
- 1998-02 Tryckslags inverkan på vattenledningsnät, *Jakob Büchert, Anders Svensson*
- 1998-03 Analys av redovisade kostnader enligt DRIVA Kostnadsjämförelser för åren 1993-1995, *Gilbert Svensson, Annika Malm*
- 1998-04 Långsamfilters reningspotential, *Essie Andersson*
- 1998-05 Kontaktfiltrering av ytvatten – en teknik på frammarsch, *Maria Byström*
- 1998-06 Utvärdering av WEFs CD kurs "Operations Training – Wastewater Treatment Course" *José-Ignacio Ramírez*
- 1998-07 Nordisk konferens om kväverening och biologisk fosforering – 1997, *Bengt Göran Hellström, Anders Finnson*
- 1998-08 Toluen i avloppsslam – En studie av Lingsheds reningsverk, *Thomas Hellström, Hans Hedvall*
- 1998-09 Långtidseffekter av storskalig avloppsinfiltration – Erfarenheter från Berlin-Brandenburg, *Per-Arne Malmqvist, Viveka Ramstedt, Hans Björkman*
- 1998-10 Struktur för ledningssystem VA, *Gunnar Mellström, Jan Adamsson*
- 1998-11 Ozonbehandling följt av långsamfiltrering vid dricksvattenframställning, *Anette Seger*
- 1998-12 Nitrifikationshämmning i svenska kommunala avloppsvatten – Undersökningar med screeningmetoden och renkulturer av nitrifikationsbakterier, *Karin Jönsson, Camilla Grunditz*
- 1998-13 Katjoniska polyakrylamider – Inverkan på markens mikrobiologi, *Mats Johansson, Nicklas Paxéus, Cajsa Wahlberg, Lennart Torstensson*
- 1998-14 Miljöledningssystem för avloppssystem – En handledning, *Ann-Carin Andersson, Ann-Charlotte Bauer*
- 1998-15 Dricksvattensituationen i Sverige, *Anders Hult*
- 1998-16 Systemanalys VA – Hygienstudie, *Ann Albihn, Thor Axel Stenström*