

8 Ett försök till helhetssyn

Även om det nu finns flera typer av ny teknik för resursåtervinning som fungerar, så är det nödvändigt att ta hänsyn till att stora och genomgripande förändringar i infrastrukturen tar tid. Det finns en tröghet som bottnar i såväl ekonomiska som organisatoriska realiteter. I Sverige har vi en minst fyrtioårig tradition av centralt dirigerade och storskaliga lösningar när det gäller hanteringen av organiskt avfall. Under 1950- och 60-talet visade sig resultatet av efterkrigstidens kraftiga urbanisering i form av hälsovådliga och oestetiska vattenföroreningar runt tätorterna. Staten grep in och anvisade såväl pengar som teknik för att lösa problemen genom en utbyggnad av ledningsnät och avloppsrening. Stadsingenjörer och VA-tekniker blev de experter som med stöd av det nybildade Statens Naturvårdsverk och en ny Miljöskyddslag genomförde reformen (Löwgren m.fl. 1989). Internationellt sett fick Sverige under 1970-talet en exceptionellt hög grad av avloppsrening, med avseende på BOD och fosfor, genom utbyggnaden av relativt stora reningsverk med det så kallade tredje steget, d.v.s. kemisk fällning av fosfor. Det betyder också, att vi idag i hela landet har en hög teknisk standard och en mycket homogen struktur på avloppshanteringen. Inom kommunernas tekniska förvaltningar fanns, och finns ännu, en tämligen likartad syn på avloppsproblemen och deras lösningar.

Det finns inom det befintliga VA-systemet två typer av motstånd mot förändringar, båda mycket legitima och förståeliga. Det som vanligen åberopas är de enorma investeringarna i rör, ledningar, pumpar, reningsanläggningar, etc. som har byggts upp i alla Sveriges kommuner under mer än ett århundrade. Den befintliga infrastrukturen ger en fysisk form åt verksamheten som endast kan påverkas på längre sikt. Men det finns också en investering i kunskap och know-how inom den yrkeskår som bär upp VA-sektorn. En gemensam strävan att bibehålla och utveckla ett väl beprövat system kan ofta skymma visioner om en vidare tolkning av kretsloppsbegreppet, speciellt som de nya tekniska systemen ännu har sina brister, kommunerna har ekonomiska begränsningar och flera juridiska oklarheter finns vad gäller ansvar och befogenheter. Det bör slutligen påpekas att det är viktigt att ha ett realistiskt tidsperspektiv. En utvecklingsprocess har startat, men implementeringen av kretsloppspolitiken kommer att ta tid. Det handlar om ett systemskifte som berör alla individer i samhället med förändringar i en infrastruktur som har en teknisk och ekonomisk livslängd på 20-50 år och ibland ännu mer. Det vore orealistiskt att tro på omvälvande skeenden på kort sikt.

AKTÖRERNAS DRIVKRAFTER: EKONOMI OCH IDEOLOGI

Flera olika aktörer och grupper av aktörer deltar i hanteringen av det organiska avfallet. Samspelet dem emellan är intrikat, men ytterst kan man se två faktorer bakom efterfrågan på ny teknik, nämligen ekonomi och ideologi. I det första fallet bygger efterfrågan på att en ny produkt eller teknik ger fördelar i form av lägre kostnader, större bekvämlighet, eller ökad snabbhet. Den andra typen av skäl är etiska eller ideologiska. Brukaren är beredd att ta på sig ett visst omak eller merarbete för att uppnå något som känns rätt och riktigt, och beredskapen ökar ju större den etiska övertygelsen är.

Nya tekniska system är innovationer, antingen i den meningen att helt nya tekniska lösningar i form av produkter har skapats, eller att befintlig teknik och gamla idéer har kombinerats på nya sätt, eller någon kombination av gammalt och nytt. Eftersom avfallshantering är ett etablerat område med en omfattande fysisk infrastruktur och ett utvecklat norm- och regelsystem kan knappast helt nya lösningar komma till stånd helt plötsligt. I stället sker en utveckling i

små steg, inom vissa områden och till att börja med i liten skala. Urinsortering av toaletter är ett bra exempel. Konceptet innehåller en för brukarna ny produkt, en annorlunda utformad toalettstol som kräver delvis nya användarbeteenden. Det krävs också nya fysiska anordningar i fastigheterna för lagring och omhändertagande, liksom det behövs särskilda regler och nya aktörer för att åstadkomma en hygienisk och säker resursåtervinning. Allt kan inte heller genomföras överallt på en gång, utan idén prövas först i mindre skala, oftast av personer som av olika skäl är särskilt intresserade.

Miljömedvetandet och dess praktiska konsekvenser kan ses som innovationer, som sakta sprids genom samhället. Enligt Rogers' (1983) teori om acceptansen för nya idéer och varor i befolkningen följer förloppet en normalfördelad kurva som kan indelas i fyra stadier. De tidigaste brukarna kallas pionjärer, sedan följer en tidig majoritet, därefter en sen majoritet och slutligen eftersläntarna. I avfallssektorn, som inte är en homogen "produkt" utan en samling metoder med åtföljande infrastruktur, kan slamåtervinning betraktas som något tämligen accepterat, och tillhörig åtminstone den tidiga majoriteten där 36 % av kommunerna återanvänder allt slam på något sätt. Vad gäller urinsortering är själva idén ganska välkänd, men den egentliga tillämpningen befinner sig ännu på pionjärstadiet. Man vågar kanske påstå, att sett i ett längre tidsperspektiv håller idéerna om en bättre resurshushållning i form av ett kretsloppstänkande på att ersätta de rent linjära resursflödena?

Generellt har det visats, att pionjärkonsumenter är yngre, mera välutbildade och mera välbeställda än genomsnittet av befolkningen. Pionjärerna har också ett större kontaktnät och en större internationell orientering. Studier av innovationsspridning har främst gällt accepterandet av nya kapitalvaror, så jämförbarheten med nya avfallshanteringssystem är inte helt självklar. Men vad gäller urinsortering kan den tendensen urskiljas, att de som startat på eget initiativ i ekobyar och liknande stämmer med beskrivningen av pionjärkonsumenter. I andra fall, då metoden anbefallts av kommunen eller av fastighetsägaren kan man naturligtvis inte räkna med att det finns sådana särskilda miljöintressen att bygga på.

Svensken i allmänhet är positivt inställd till miljöskydd. Men forskningen visar trots det, att de flesta ändå inte är beredda att ta på sig ökade utgifter eller mer arbete. Detta kan dock ändras över tiden i takt med att insikterna om sambanden mellan livsstil och miljöpåverkan ökar. Här är samhällsinformationen av avgörande betydelse för förändring av attityder och beteenden. En snabbare väg går via lagstiftning. Genom regelverket sätter staten upp de ramar inom vilka verksamheter får bedrivas, och det finns tvångsmedel för att bestraffa den som inte följer givna regler. Ett tredje sätt är att vädja till plånboken. Med bidrag och avgifter kan stat och kommun påverka medborgarnas val. För att återföra det organiska avfallet till kretsloppet behövs alla tre: piskan, moroten och predikan.

MILJÖPOLITISKA SYSTEMFÖRÄNDRINGAR

Den infrastruktur som för närvarande finns inom VA-sektorn har byggts på andra förutsättningar och problembilder än dem vi har idag. Fram till 1970-talet betraktades organiskt avfall som ett så kallat kvittblivningsproblem, åtminstone vad gällde städerna, och vattenkvalitet sågs utifrån behoven för mänsklig hälsa, och i någon mån utifrån estetiska överväganden. Kretslopp och slutna materialflöden gällde i viss mån på landsbygden, men i den moderna staden ansågs sådant helt passé. Dagens ändrade problembild, tillsammans med en decentraliserad miljöförvaltning, gör frågan om nya grepp i hanteringen av det organiska avfallet viktig.

Under 1980- och 90-talen har en decentralisering ägt rum och ett större marknadstänkande har fått genomslag. Kommunsammanslagningar har gett den lokala beslutsnivån en större tyngd. På miljöområdet märks ett större kommunalt självbestämmande tydligt bland annat genom Plan- och bygglagen, PBL, som infördes 1987. Kommunernas lokala miljöarbete kan utgå från länens prioriteringar och anpassningar av de nationella miljömålen till regional nivå, ”Strategi för regional miljö”, STRAM, och kommunerna har från början tagit sig an Agenda 21. Den svenska regeringen ställde sig i propositionen 1993/94:111 bakom arbetet med Lokal Agenda 21, ett arbete som enligt Svenska Kommunförbundets enkät (Brundin och Eckerberg 1999) har påbörjats i samtliga kommuner. I det nu pågående arbetet med miljö kvalitetsmålen betonas målstyrningsmodellen, d.v.s. riksdag och regering klarlägger centralt vart man vill nå genom att ange mål, medan det till stor del överläts åt närmare berörda att besluta om åtgärder. Man bör dock hålla i minnet att regering och riksdag trots allt förfogar över ett åtminstone potentiellt kraftfullt styrmedel genom budgetbesluten om riktade medel till miljöarbetet.

Den kommunala sektorn begränsas av sina ekonomiska och strukturella förutsättningar. Men här finns trots allt ett tryck på förändringar, eftersom kommunerna har den lagfästa skyldigheten att ta hand om avfall på ett miljömässigt acceptabelt sätt. Återföring av växtnäringsämnen är en välkommen lösning att ta hand om ständigt växande slammängder. Tolkad i kretsloppstermer ger den politiska poäng, samtidigt som den är förenlig med existerande infrastruktur. Kommunernas kretsloppsanpassning av avloppen, d.v.s. återföring av slam, innebär samtidigt att det är fosfors kretslopp som ligger i fokus. Det finns flera goda skäl till denna satsning. Dels har sedan ett par decennier kunskapen om fosfor som en ändlig resurs fått fäste, dels löses kommunernas ökande kvittblivningsproblem. Nog så viktigt är, att en sådan strategi också medför att det existerande tekniska systemet inte behöver ändras nämnvärt, utan endast kompletteras, och detta är av flera skäl en tilltalande lösning.

MÅL OCH MEDEL FÖR EN HÅLLBAR RESURSANVÄNDNING

Under de senaste två decennier har de styrande formulerat många visioner och mål för att vetenskapligt och politiskt staka ut vägen, eller kanske snarare vägarna till en långsiktigt hållbar utveckling. Naturvårdsverket har kontinuerligt arbetat med att ta fram nationella sektorsövergripande miljömål, och länsstyrelser och kommuner har arbetat med regionala och lokala mål, med de nationella målen som grund. Genom de stora miljöpropositionerna 1987/88, 1990/91 och 1993/94 har regering och riksdag gett förslag och fattat beslut om mål och åtgärder för att minska linjära materialflöden och leda utvecklingen in i ett kretsloppssamhälle. I en rapport från Naturvårdsverket (1996b) nämndes, att det fanns 166 av riksdagen beslutade miljömål, därtill kom ett oräknat antal regionala och lokala mål. Detta var de övergripande förutsättningar som gällde när arbetet inom FoU-programmet ”Organiskt avfall som växtnäringsresurs” påbörjades.

Miljöpolitiken har flera huvudsyften som i praktiken kan visa sig vara svåra att förena. Huvudsyftena är, i nämnd ordning: att skydda människors hälsa, att bevara den biologiska mångfalden, att hushålla med naturresurser och att skydda natur- och kulturlandskap. De miljömål som utformades av Naturvårdsverket (1997b) redovisades under tre huvudrubriker. Den första rubriken löd ”Användning av mark och vatten”, den andra var ”Uttag av lagerresurser” och den tredje hette kort och gott ”Föroreningar”. Varje mål hade sedan försetts med en kort beskrivande text och mål för åtgärder, åtgärder som framför allt riktade sig till aktörer och organisationer på nationell och central nivå.

Arbetet med att utveckla miljömålen har fortsatt sedan dess. Naturvårdsverket har på uppdrag av regeringen tillsammans med andra myndigheter förfinat mål, åtgärdsstrategier och uppföljningssystem. I propositionen Svenska miljömål – miljöpolitik för ett hållbart Sverige (1997/98:145) föreslås 15 mer preciserade miljökvalitetsmål. Till 1 oktober 1999 skall förslag om ett uppföljningssystem läggas fram för Miljömålskommittén. Denna ska i samverkan med berörda myndigheter avgöra vilka av de föreslagna delmålen som är viktigast för att Sveriges nationella miljökvalitetsmål ska kunna nås inom en generation. Det handlar också om en politisk bedömning av hur tillgängliga resurser ska fördelas mellan olika samhällssektorer för att komma till bäst nytta. Baserat på detta arbete kommer en ny miljömålsproposition att läggas under hösten år 2000.

Man kan konstatera att målbilden har förskjutits sedan detta forskningsprogram initierades. Visserligen är innehållet i denna rapport relevant vad gäller flera av de femton miljökvalitetsmålen, främst "Levande sjöar och vattendrag", "Ingen övergödning" och "Grundvatten av god kvalitet". Men i två avseenden finns viktiga skillnader. För det första har det uttalade målet för bevarande av lagerresurser försvunnit. Det kan möjligen sägas vara inbyggt i det kretsloppsarbete som nu har påbörjats på bred front. För avfalls- och avloppssektorn har det kommit till uttryck genom att slam i ökad utsträckning läggs på åkermark och att därmed fosforresurserna utnyttjas bättre.

Den andra och viktigaste skillnaden är den övergång som har ägt rum från centralt dirigerade problemlösningar till en utveckling mot bindande miljökvalitetsnormer som får utfärdas med stöd av Miljöbalken. Föreskrifter om kvaliteten på mark, vatten, luft eller miljön i övrigt får ställas upp för vissa geografiska områden, eller för hela landet om det behövs, för att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön. Normerna ska uppfyllas genom att myndigheter och kommuner säkerställer dem genom ärendeprovningar och tillstånd, tillsyn och föreskrifter. I vissa fall behövs också åtgärdsplaner. Miljökvalitetsnormer kan också följa av Sveriges medlemskap i EU.

Förutom lagar och förordningar som styr verksamheten inom avloppssektorn (t.ex. gränsvärden för maximalt metallinnehåll i slam enligt SFS 1998:944, m.fl. regler för hälso- och miljöskydd) har i kapitel 1 nämnts något om de generella ekonomiska satsningar som staten gjort för att stimulera omställningen till kretslopp, satsningar som inte specifikt gäller återföring av organiskt avfall. Det senare ligger dock inom ramen för deponiskatten. Skatt, som innebär att allt som deponeras belastas med 250 kr/ton, kommer avsevärt att belasta de kommuner som för närvarande av olika skäl inte kan återcirkulera sitt avloppsslam. Söderberg (1999) ger ett exempel: en kommun med knappt 30 000 invånare kommer att få en årlig kostnadsökning på 900 000 SEK. Men trots detta verkar i hennes undersökning inte hotet om en deponiskatt upplevas som starkt pådrivande. Det kan bero på att en kommande deponiskatt har diskuterats under flera år, men beslutet har dröjt och undersökningen genomfördes före det att beslutet fattades.

MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR NY AVLOPPSTEKNIK

Det är lätt att se att återföringen av organiskt avfall innehåller frågor som inte bara är vetenskapliga. I studierna som nämns i kapitel 7 har en motsättning påvisats mellan majoritetens intresse av en enkel, billig, luktfri och ansvarsfri avloppshantering och en långsiktig övergång till mer resursbevarande och vattensnåla metoder. Hygieniska risker kan inte bara värderas objektivt. Riskerna med urin- och slamspridning på åkermark uppfattas som svårbedömda och detta är ett faktum som ger anledning till oro för hälsa och miljö. Som tidigare har framgått är

återföringen av slam från avloppsreningsverken till jordbruket en nyckelfråga, eftersom det på kort sikt är den enda möjligheten att ta hand om växtnäring från de större orterna. Det är sedan länge en känslig fråga, och motståndet mot slamspridning har varit ihärdigt trots myndigheternas försäkringar om ofarliga halter av förorenande ämnen.

Ett exempel på detta är den slambojkott som LRF rekommenderade landets lantbrukare i slutet på 1980-talet, trots att stora förbättringar i slamkvaliteten åstadkommits vid reningsverken. År 1994 träffades en överenskommelse mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 1996c) om kvalitetssäkring, gränsvärden och tillåtna mängder. Inom främst mejeribranschen har dock tveksamheten gentemot slam på åkermark kvarstått. Man menar att tveksamhet kan uppstå bland konsumenterna mot produkter som odlats med hjälp av slam (KSLA 1998). Genom slamöverenskommelsen 1994 mellan LRF, Naturvårdsverket och VAV fanns förhoppningar från alla parter att slamfrågan fått sin lösning. Men då livsmedelsindustrin inte var en part i överenskommelsen uteblev den förväntade ökningen i slamanvändning i jordbruket. Industrin upplevde ett ökat negativt tryck från konsumenter som inte accepterade produkter som var odlade på mark där slam har använts. VAV tog därför ett initiativ till att försöka lösa förtroendefrågan genom att utarbeta ett förslag till produktcertifiering, P-märkning, av slam (Biomull). Nyligen (hösten 1999) har det första reningsverket P-märkt sitt slam och ytterligare reningsverk kommer troligen att genomföra certifieringen.

Det finns ett stort antal nationella lagar, internationella överenskommelser och EU-direktiv som sätter ramarna för vad som anses tillåtligt med hänsyn till människors hälsa och ekosystemens tålighetsgränser. Det gäller både direkta halter av skadliga substanser och sätten att hantera biologiskt avfall. Dessa regler har också gradvis skärpts. Såsom tidigare har varit fallet kommer ett regelverk runt ny avfallsteknik att bestämmas av den avvägning mellan hygieniska risker och miljöförbättrande åtgärder som kommer att växa fram då tekniska lösningar har övervunnit sina barnsjukdomar och effekterna blir märkbara i större skala.

Utöver den direkta lagstiftningen finns möjligheter för staten att stödja utveckling av ny teknik via olika former av bidrag och skattelättnader. Hittills har samtliga större biogasanläggningar som byggts i Sverige fått någon form av statligt stöd. Detsamma gäller de anläggningar som planeras eller är under uppförande. I Danmark, där ett trettio-tal större kommunala anläggningar hittills har byggts (Energistyrelsen 1995), har det statliga stödet varit ca 40 %. I en rapport från Riksrevisionsverket (RRV 1999) redovisas, att många svenska kommuner nu har sökt och fått statliga bidrag till biogasanläggningar från det så kallade LIP-programmet, d.v.s. lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet. Detta program omfattar ca 6,5 miljarder kronor som ska fördelas under perioden 1998-2002. Vidare finns många LIP-ansökningar om finansiering av lakvattenprojekt, där syftet är att minska avfallsmängderna. Här syns redan effekten av den deponiskatt på 250 kr/ton som börjar gälla vid årsskiftet 1999/2000. Genom att lakvatten från soptipporna inte längre leds till avloppsreningsverken förbättras slammets kvalitet så att det kan användas på åkermark. Därvid minskas avfallsmängden, och följaktligen deponiskatten.

9 FoU-behov - diskussion och rekommendationer

Avloppshantering enligt VA-lagen är sedan 1956 ett kommunalt ansvar, och i detta avseende har ingenting förändrats. Ändå är det stor skillnad idag jämfört med större delen av den tid då VA-lagen varit i kraft. Under framför allt 60- och 70-talen ledde nationell ekonomisk styrning till att Sveriges avloppsinfrastruktur blivit tekniskt enhetlig, medan dagens bidragssystem i högre grad uppmuntrar enskilda kommuners initiativ. Från att framför allt ha haft det praktiska ansvaret för driften av ett förutbestämt system, har kommunerna således idag också ett ökat ansvar för själva teknikvalet inför framtiden. Detta kan ses som en styrka: nya idéer och innovationer får prövas och kan anpassas till lokala förhållanden. Viss hantering av organiskt avfall har i många kommuner gjorts till försök med kretslopp, oftast i liten skala. Här tas människors kreativitet och engagemang för miljöfrågor tillvara, vilket är helt i Agenda 21s anda. Men flexibiliteten är på samma gång en svaghet. Kompetensen och uppbackningen när tekniska och ekonomiska problem uppstår har i flera fall visat sig vara otillräcklig. Ansvarsförhållandena är oklara. De finansiella ramarna är snäva i kommunerna, och system under uppbyggnad har sällan den tekniska mognad och storlek som gör dem kortsiktigt lönsamma. De slutsatser man kan dra av detta är att fortsatt forskning och utveckling behövs inom flera områden.

Sju huvudområden har identifierats där vi anser att det behövs ytterligare forskning och utveckling:

- restprodukternas kvalitet
- behandlingsteknik
- strategi för fosfor
- samordning, uppbackning och uppföljning
- samhällets prioriteringar
- lagstiftning och andra styrmedel
- nya perspektiv

Områdena diskuteras utifrån olika aspekter, t.ex. incitament, aktörer och teknik. Exempel har i vissa fall lagts in för att illustrera resonemangen. De rekommendationer vi ger är ställningstaganden där vi t.ex. vill se förändrade spelregler, tydligare styrning och ekonomiska satsningar. Dessutom finns ett antal frågor och områden där kunskapen är bristfällig och/eller där tekniken behöver utvecklas. De sju områdena är ordnade hierarkiskt, så att frågor som berör lokala förhållanden kommer före de övergripande och generella frågorna.

RESTPRODUKTENS KVALITET AVGÖRANDE

Wittgren (1996) beräknade i FoU-programmets inledningsskede potentialen för användning av organiskt avfall. Teoretiskt visades att det finns möjligheter att efter mer eller mindre omfattande behandling ta tillvara hela näringsinnehållet. Det skulle t.ex. i princip inte vara yt-mässigt eller ekonomiskt orimligt att avsätta allt kommunalt slam inom jordbruket. Här, som när det gäller flera andra användningsområden för det organiska avfallet, ligger dock problematiken på flera plan och har bl.a. med kvalitet och acceptans att göra.

Kvalitet är ett begrepp som innehåller både objektiva och subjektiva komponenter. De objektiva – mätbara – komponenterna är relativt lätta att definiera och värdera. Balanserad sammansättning av växtnäringen, så låga halter som möjligt av metaller och oönskade organiska ämnen, låg vattenhalt m.m. är exempel på objektivt bra kvalitet. Tar man sedan med lukt närmar man sig det subjektiva – upplevda, även om det för lukt finns metodik för bedömning av luktstörningar. Mer tydliga exempel på subjektiva komponenter är vår uppfattning, oberoende av fakta, om hur en restprodukt påverkar t.ex. jordbruksmarken eller grödan som ska gödslas.

Naturligtvis finns ett samspel mellan objektiva och subjektiva komponenter i kvaliteten, men hur viktig den ena eller andra delen är varierar för olika individer och/eller grupper av individer. En upplevd negativ kvalitet kan inte avvisas som felaktig med hänvisning till de objektiva delarna. Därför är den subjektiva kvaliteten lika viktig att beakta som den objektiva.

Behandlingsprocesser och slutprodukter behöver kvalitetssäkras för att få acceptans och teknisk tillförlitlighet. I vidare bemärkelse behöver hela kvalitetstänkandet utvecklas, så att det inbegriper både objektiva och subjektiva värden. Det är även avgörande att kommunicera kvalitetsarbetet till allmänheten, annars kommer förtroende och acceptans för växtnäring från organiskt avfall att vara lågt. Exempel på detta är slamdebatten som tydligt visar att det finns behov av system för kvalitetssäkring och kvalitetsförbättringar. I slamdebatten har som regel enbart objektiva kvalitetsvärden kommunicerats. Vidare har flexibiliteten när det gäller vad och hur man förmedlar dessa värden visat sig vara för låg.

Den mätbara kvaliteten hos organiskt avfall kan variera inom vida gränser. Den renaste växtnäringen (både med avseende på halt och mängd förorening per mängd växtnäring⁵) vi kan få från samhällets organiska avfall är *humanurin* (se Tabell 3). Från ett kvalitetsperspektiv är därför källsortering av humanurin en intressant metod. Samtidigt innebär storskalig insamling av humanurin stora förändringar i infrastrukturen. På den positiva sidan finns att strukturen för övriga avloppsvattenflöden inte behöver förändras.

Via utsortering och behandling av *källsorterat toalettavfall* (svartvatten) kan huvuddelen av växtnäringen från hushållen fångas och återföras till jordbruket på ett hygieniskt och kvalitetsmässigt säkert sätt. Dessutom kommer huvuddelen av det potentiellt smittbärande materialet (fekalierna) att behandlas, vilket leder till en totalt bättre smittskyddssituation för det övriga avloppsvattnet. I ett långsiktigt perspektiv är därför separat hantering av källsorterat toalettavfall en väg för att få ett hållbart kretslopp av växtnäring mellan stad och land.

Växtnäringen i avloppsvattnet utgör en så pass stora del av samhällets samlade växtnäringsskälla att speciell uppmärksamhet måste ägnas åt denna. *Jordbruksanvändning av slam* eller *bevattning med avloppsvatten* passar i flera fall väl in i befintlig infrastruktur. Därför är dessa metoder intressanta ur ett kommunalt perspektiv. Samtidigt innebär återföring av slam och bevattning med avloppsvatten att en stor del av metallinnehållet i avloppsvattnet tillförs jordbruksmarken. Långsiktigt är denna tillförsel för stor för att klara målet med balans mellan tillförsel och bortförsl av metaller till/från åkermarken. Därför behöver metallhalten i avloppsvattnet minskas ytterligare. Dessa bägge alternativ kräver bra incitament, stor medvetenhet hos brukarna av avloppssystemet om vad som får tillföras, samt en effektiv kontroll, för att upprätthålla en låg metallhalt i avloppsvattnet.

⁵ Mängden förorening per mängd näringsämnen (ofta fosfor) är ofta ett bättre mått på renhet än enbart en halt (mängd förorening per volym eller massa).

Slam från avloppsreningsverk kommer troligen att vara en stor växtnäringsskälla under flera årtionden framöver, p.g.a. att det tar lång tid att förändra avloppsinfrastrukturen även om man skulle arbeta målmedvetet i en sådan riktning. Grundfrågan är därför om det går att få fram ett slam som man kan få acceptans för som växtnäringsskälla inom jordbruket eller ej? Om man tror att det går måste man göra klart hur man når det målet och när målet är nått. Medlen att nå dit är troligen källkontroll av oönskade föroreningar, hygienisering etc. – den väg som vi idag arbetar efter. Klaras inte kvalitets- och acceptansfrågorna kring återföring av växtnäring från avloppsvattnet i ett vidare perspektiv återstår förbränning (energiutvinning) och/eller utvinning av fosfor och eventuellt andra ämnen ur materialet före eller efter förbränningen. Om förbränning blir den behandlingsmetod som kommer att dominera innebär det att miljövårdens aktörer mister ett mycket kraftfullt motiv för att stoppa föroreningar vid källan. Återföring av slam till jordbruket har nämligen varit lätt att kommunicera för att motivera åtgärder. Istället riskerar det att bli ”end-of-pipe”-syndet som tar över, även om man vill ha så rena material som möjligt in till en förbränning. Statsmakterna har lagt ut spelplanen i form av deponiskatt och deponeringsförbud. Nu återstår för aktörerna att antingen följa reglerna och agera eller förändra spelplanen så att man når dit man önskar. Agerandet kan t.ex. vara kraftfulla och snabba satsningar för att höja kvaliteten, vilket även kan skapa ett bestående förtroende för slamanvändning i jordbruket. Förändringarna av spelplanen kan vara ny lagstiftning om producentansvar för fosfor eller nationella mål för hur fosfor i organiskt avfall skall användas i jordbruket. De gemensamma nämnarna är dock kvalitet och acceptans. När det gäller kvalitet innehåller inte dagens system för fast och flytande organiskt avfall någon del där metaller eller oönskade svärnedbrytbara ämnen avbördas från systemet. Har ett stabilt ämne väl kommit in i systemet kommer det att följa med hela vägen. En separat hantering av vissa fraktioner innebär visserligen att man kan finna växtnäring med lågt innehåll av föroreningar, men problemet med oönskade ämnen i systemet finns fortfarande kvar. Resultatet blir förorenade flöden som kräver en behandling där hela slutprodukten kan avbördas från miljön.

Hygien- och smittskyddsfrågor är centrala frågeställningar där Sverige varit förskonade från problem under lång tid. De system vi byggt upp klarar inte fullt ut den förändrade hotbild som dagens öppnare handel och resande innebär. Utvecklingen av kretsloppsbaseade system för organiskt avfall har hittills tagit för lite hänsyn till risken för smittspridning. Systemen kan skapa nya smittvägar och därmed svårbekämpade reservoarer av smittade vilda djur, som i sin tur kan föra smittan åter till husdjur eller människor. Situationen är liknande för hantering av stallgödsel. Vidare har djurhållningen inom lantbruket och hanteringen av slakteriavfall genomgått, och genomgår fortfarande, stora förändringar. Detta påverkar även systemen för hantering av organiskt avfall, inklusive stallgödsel, där vi hittills troligen bara sett början på förändringsarbetet. Sveriges goda smittskyddssituation, smittämnenas långa överlevnads- och inkubationstid, samt att många smittämnen kan överföras mellan olika arter, gör förebyggande arbete centralt.

Till viss del finns metoder och tekniska lösningar när det gäller att reducera smittämnen i såväl fast organiskt avfall som flytande från VA-sektorn. Metoderna behöver dock utvecklas ytterligare, speciellt inom VA-sektorn, för att passa in i befintlig struktur och för att få acceptans bland såväl beslutsfattare, teknisk personal som allmänhet. Förutom smittskyddsfrågor bör även risker med spridning av läkemedelsrester och hormonliknande ämnen utredas bättre. Även dessa frågor är starkt kopplade till acceptansen för systemen.

TEKNIKUTVECKLING BEHÖVS

De utvärderingar som genomförts av så kallade kompletterande avloppslösningar visar att det ofta har funnits problem när det gäller drift och skötsel (se t.ex. Haglund & Olofsson 1997, Haglund m.fl. 1999). Beträffande *urinsortering av toaletter* är de även dyrare än konventionella vattentoaletter som är anslutna till kommunala avloppsreningsverk. Tillverkarna och aktörerna på marknaden är svaga i förhållande till den väletablerade marknaden för konventionella lösningar, vilket bl.a. leder till en långsam teknisk utveckling. För att nya tekniska lösningar skall få en rimlig chans till utveckling och etablering krävs starkare aktörer med bredare kompetens, och som arbetar nära eller tillsammans med dem som har kunskap och erfarenhet av de existerande systemen. Det senare är viktigt, eftersom nya lösningar på problem av infrastrukturall karaktär alltid kommer att finnas tillsammans med äldre, vilket gör en samordning och samsyn nödvändig.

Flera av *biogasanläggningarna* för behandling av organiskt avfall från slakterier, livsmedelsindustri, handel, storkök etc. har tekniska problem. Problemen finns framför allt vid mottagningen av avfallet och förädlingen av biogasen till fordonsbränsle. Även renheten på det mottagna materialet har varit ett problem vilket orsakat driftstörningar. Dessvärre saknas systematiska utvärderingar av behandlingsanläggningarna som skulle kunna belysa och därmed lösa problemen.

System och teknik behöver utvecklas för *sambehandling av organiskt avfall*, både fast källsorterat tillsammans med flytande från VA-sektorn eller tillsammans med material från jordbruket – stallgödsel, vallgrödor och/eller halm. Sambehandlingssystem rymmer många fördelar och möjligheter, förutom de rent ekonomiska och tekniska: energiproduktion; återföring av växtnäring till jordbruket; bättre växtföljder (t.ex. ökat inslag av vall); öppet landskap (vallodling där alternativet kanske är nedläggning); produktion av lämplig växtnäring för ekologisk odling etc. I systemutvecklingen bör man även arbeta med själva insamlingssystemet, t.ex. att utveckla lösningar för konservering av organiskt avfall så det blir möjligt att transportera/lagra på ett miljöeffektivt sätt, och där konserveringstekniken är anpassad för den behandlingsteknik som avfallet senare skall genomgå. Det är även viktigt att ta hänsyn till skalfrågor. Mindre orter kan behöva andra lösningar än större.

I *mindre kommuner samt glesbebyggelse* är det speciellt viktigt att system och behandlingsmetoder för avlopp och källsorterat organiskt avfall utvecklas utifrån ett helhetsperspektiv (energi, resurser, miljöpåverkan, ekonomi m.m.). Lösningarna måste kompensera bristen på stordriftsfördelar genom att vara innovativa, i synnerhet som kraven på minimal miljöpåverkan kan vara större än i stora kommuner, t.ex. i kustnära områden med stort exploateringstryck, knappa vattenresurser och känsliga recipienter. Via de lokala investeringsprogrammen (LIP) sker aktiviteter i flera kommuner. Tyvärr saknas ofta uppföljning och samordning mellan likartade projekt, något som är speciellt viktigt när mindre kommuner genomför arbeten, då man ofta saknar bred kompetens och erfarenhet (se vidare nedan).

Metoder för koncentrerad växtnäring från organiskt avfall behöver utvecklas som ett led i att förbättra sista steget (jordbruksanvändningen) i återföringen av växtnäring. Denna utveckling bör syfta till att utveckla produkter som är lämpligt sammansatta och har en kvalitet som utgår från jordbrukets behov och krav. Exempel på detta är den rötrest som produceras vid dagens biogasanläggningar, som har en hög vattenhalt och en sammansättning av växtnäring som inte alltid är anpassad efter jordbrukets behov. Halter och förhållanden mellan växtnä-

ringsämnen i rötresten styrs av vilka material man väljer att ta emot för behandling. Vatteninnehållet styrs av hur processen är utformad och vilka material som behandlas. Koncentrering och förädling, där man utgår från lantbrukets behov, skulle väsentligt underlätta avsättningen av rötresten.

STRATEGI FÖR FOSFOR BEHÖVS

En nationell strategi för hushållning med växtnäringsämnet fosfor behöver utvecklas. Strategin bör syfta till att prioritera återanvändning av fosfor samt att minska förlusterna vid odling. Jordbruket och livsmedelsindustrin har en nyckelposition vid opinionsbildning och acceptans kring återföring av växtnäring från organiskt avfall. Därför bör fosforstrategin innehålla styrmedel som främjar dessa gruppers ansvarstagande för och inflytande på återanvändningen. Ett delmål för strategin bör vara att skapa en producent-kund relation för återvunnen fosfor, alltså en klar ekonomisk koppling mellan avfallsproducenten och jordbruket. En sådan relation skulle ge området den drivkraft som finns på flera andra områden, t.ex. returpapper. Den enda drivkraft som finns idag är vissa politiska ambitioner och vaga målformuleringar, vilket fungerar dåligt i en marknadsekonomi.

BÄTTRE LOKAL SAMORDNING, UPPBACKNING OCH UPPFÖLJNING BEHÖVS

Många anläggningar med ny teknik drivs av eldsjälar som har behov av stöd och råd från den kommunala/regionala förvaltningen när det gäller tillståndsfrågor, utformning av avtal för avsättning av avfallet, informationsspridning och liknande. För att få kontinuitet och stadga i verksamheten krävs resurser på kommunal och/eller regional nivå, där en överblick finns över vad som pågår inom miljöområdet såväl i den egna som i andra kommuner/regioner. Sådana personer skulle också kunna utgöra bollplank för enskilda människor och företag med nya idéer.

Ett annat förslag kan vara att vidga ansvaret för myndigheten Centrum för kunskap om ekologisk hållbarhet, vars uppgift idag är att öka kunskapen om ekologisk hållbarhet och arbeta för att integrera ett ekologiskt hållbart tänkande i samhället. Hittills arbetar man med att samordna och sprida information. Ett mer aktivt samordningsarbete från myndighetens sida mellan kommuner och projekt kan vara en väg att effektivisera det pågående arbetet i de lokala investeringsprogrammen.

Den tidigare nämnda målstyrningsmodellen förutsätter att uppföljningar görs för att man ska kunna se om åtgärderna leder till önskade resultat. Detta gäller i högsta grad också de tillämpningar och försök som görs med ny teknik på avfallsområdet. Det är uppenbart att tillräckliga krav inte ställts på uppföljning av t.ex. projekt som erhållit stöd från Kretsloppsmiljarden eller de lokala investeringsprogrammen (LIP). En samordnad och aktiv uppföljning bör även ha som mål att underlätta teknikutveckling och sprida information för att bl.a. öka acceptansen för återvunnen växtnäring.

KRAFTFULLARE PRIORITERINGAR FRÅN SAMHÄLLET BEHÖVS

Acceptans för någonting är beroende av många faktorer, vilka har diskuterats ovan. Medborgarnas kunskaper, attityder och inte minst deras ekonomi sätter gränser för den takt med vilken nyheter kan införas. För närvarande finns det få incitament för enskilda hushåll att efter-

fråga något annat än det konventionella avloppssystemet, som upplevs som både tryggt och bekvämt. Människor vet att det finns miljöproblem, men bara ett fåtal upplever situationen så akut att den leder till förändringar och uppoffringar i den privata livsstilen. Det verkar som om t.ex. motiven för recirkulering av kväve genom urinsortering allmänt upplevs som ganska vaga. Kombinationen av näringsåtervinning, vattensnål teknik och minskad miljöbelastning läggs på ett mer allmänt sätt in i kretsloppsbegreppet, och därmed också i kommunernas Agenda 21-arbete. Det skulle behövas kraftfullare prioriteringar i miljöpolitiken, såväl centralt som lokalt, för att skapa incitament till förändringar. Prioriteringarna bör t.ex. lägga fast hur viktigt det är att återföra fosfor och kväve till jordbruket i förhållande till förbrukning av energi, kostnader och miljöeffekter.

Även sedan sådana prioriteringar gjorts, så kommer man inte enkelt att kunna säga vilken/-vilka systemlösning(ar) som bör väljas i t.ex. en viss kommun. Analyser behövs där olika systemlösningar ställs mot varandra och jämförs med avseende på alla viktiga faktorer. För sådana analyser krävs verktyg som inte bara tar hänsyn till mätbara faktorer utan även försöker kvantifiera svår- eller omätbara faktorer (typiskt sådana som har med människors preferenser och beteende att göra). Därför behöver nya och bättre *verktyg för systemanalys* utvecklas, med vilka man kan ta fram bra underlag för beslut om systemval.

Riktade satsningar från staten behövs för att stimulera lösningar inom vissa prioriterade områden – en kombination av det tidigare mer centralt styrda och dagens lokala prioriteringar och initiativ. Även ekonomiska styrmedel bör övervägas t.ex. för att stimulera återföring av fosfor till jordbruket. Satsningarna bör vara en kombination av riktad forskning och teknisk utveckling. Exempel på konkreta frågeställningar som behöver lösas är t.ex.: hur en urinsortande toalett skall vara utformad för att accepteras av användarna ur praktisk och teknisk synvinkel; kan man åstadkomma svartvattensystem som är tillräckligt vattensnåla för att de ska uppfylla resursmässiga, hygieniska, tekniska och brukarmässiga krav; hur utformar man källsorterande system för fast organiskt avfall utifrån brukarnas perspektiv, så att de även uppfyller hygieniska, tekniska och ekonomiska kriterier?

MODERNISERAD LAGSTIFTNING BEHÖVS

De lagar och regler som styr hanteringen av organiskt avfall har sitt ursprung i hälsoskydd och miljöskydd (SFS 1985:840). Avloppsslamkungörelsen (SNFS 1994:2 med ändringar i SNFS 1998:4) syftar till att begränsa spridningen av tungmetaller i jordbruket, samtidigt som användningen av slam uppmuntras för att ta vara på näringsinnehållet. Avloppsslam får spridas i sådan mängd att växtligheten kan ta upp näringsämnen utan onödigt läckage. I och med de sänkta gränsvärdena år 2000 för maximal årlig metalltillförsel till jordbruksmark där slam används är det i praktiken ofta metallmängden istället för fosformängden som begränsar slamtillförseln. Christensen (1998) har gått igenom den svenska miljölagstiftningen i syfte att undersöka vilka lagliga möjligheter som finns att stimulera kretslopp och bevara en icke-förnybar resurs. Han visar, med fosfor som genomgående exempel, att resursperspektivet finns i den nya Miljöbalken, men att det ändå i denna lagstiftning saknas anspråk på att styra resursutnyttjandet till slutna kretslopp. De viktigaste reglerna gäller fortfarande för att styra och minimera utsläpp. Intresseavvägningar och inbyggda motsättningar har följt med de tidigare lagar som nu sammanförts till en balk.

Ytterligare utgångspunkter för lagstiftningen inom avfallsområdet är ett solidariskt ansvarstagande, främst ekonomiskt, samt det allmännas skyldighet att sköta omhändertagandet. Här finns ytterligare inbyggda konflikter mellan individens och kollektivets initiativ och intresse.

Resursfrågan, och innebörden av det egna ansvaret och initiativet, är de områden som behöver stärkas i lagstiftningen framöver för att underlätta återföring av växtnäring från stad till landsbygd. Även andra styrmedel än de rättsliga behöver utvecklas för att stimulera användningen av växtnäring och produkter från samhällets organiska avfall. I RRVs uppföljning av LIPSåtsningarna (RRV 1999) påpekas att skattesystemet är ett synnerligen viktigt medel för att initiera förändringar. Deponiskatten är ett exempel på detta, men det är ännu för tidigt att säga något om effekterna på hanteringen av organiskt avfall. Hela komplexet med energiskatter måste beaktas för det ekonomiska utfallet i det system där organiskt avfall tas om hand.

NYA PERSPEKTIV BEHÖVER BELYSAS

Hur anpassa systemen till människor och inte tvärt om? Systembyggande har hittills ofta utgått ifrån tekniska aspekter med liten hänsyn till användarna av systemen. Exempel på detta är att källsorteringssystem för avfall som regel utformas så att de blir tekniskt rationella att sköta snarare än rationella för användaren att bruka. En orsak kan vara att det finns för lite kunskap om användarnas perspektiv. Utformningen tar inte heller hänsyn till handikappade, äldre eller andra kategorier av användare som har andra fysiska möjligheter än genomsnittsanvändaren. Ett annat exempel är utformning och information kring källsorterande toalettsystem till grupper av användare med annan kulturell bakgrund och andra värderingar. I takt med att Sverige blir allt mer mångkulturellt måste man ta hänsyn till detta när system och information utformas.

Flera av frågeställningarna som diskuterats i detta kapitel kommer att bearbetas vidare inom det MISTRA-finansierade forskningsprogrammet "Sustainable Urban Water Management". Sammanfattningsvis kan vi konstatera att strävan att använda organiskt avfall som växtnärringsresurs ökar och ligger i tiden, men att den utveckling som krävs för att detta ska bli en väl fungerande del i stadens och landsbygdens infrastruktur fortfarande kommer att ta tid – lång tid.

Referenser

- AFR (1998). Förslag till certifieringssystem för kompost och rötrest från organiskt avfall. AFR-report 216, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Andersson, P-G. och Nilsson, P. (1996). Slamspridning på åkermak. Hushållsningssällskapens rapportserie nr. 1, Malmöhus läns Hushållningssällskap, Bjäred.
- Bjuggren, C., Björklund, A., Dalemo, M., Nybrant, T., Oostra, H. och Sonesson, U. (1998). Systemanalys av organiskt avfall i Stockholm. AFR-rapport 215, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Brundin, P. och Eckerberg, K. (1999). Svenska kommuners arbete med Agenda 21. Miljödepartementet, Svenska Kommunförbundet och Kommentus Förlag, Göteborg.
- Christensen, J. (1998). Rätt och kretslopp. Studier om förutsättningar för rättslig kontroll av naturresursflöden, tillämpad på fosfor. Doktorsavhandling, Uppsala universitet.
- Eklind, Y., Beck-Friis, B., Bengtsson, S., Ejlertsson, J., Mathisen, B., Nordkvist, E., Sonesson, U., Kirchmann, H., Torstensson, L. och Svensson, B. (1997). Chemical characterisation of source separated biological household wastes. Swedish Journal of Agricultural Research, 27: 167-178.
- Energistyrelsen (1995). Biogasfællesanlæg, fra idé till realitet. Energistyrelsen, Köpenhamn.
- Haglund, J-E. och Olofsson, B. (1997). Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar. VA-Forsk Rapport 1997-1, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV), Stockholm.
- Haglund, J-E., Olofsson, B., Rydén, M. och Tideström, H. (1999). Kompletterande avlopps-lösningar i flerfamiljshus och offentliga lokaler. VA-Forsk Rapport 1999-10, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV), Stockholm.
- Hellström, D. och Kärrman E. (1996). Nitrogen and phosphorus in fresh and stored urine. Environmental Research Forum 5-6: 221-226.
- Jordbruksverket (1998). SJVFS 1998:34. Statens Jordbruksverks föreskrifter om omhändertagande, hantering och bearbetning av djurkadaver och annat animaliskt avfall. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jönsson, H., Burström, A. och Svensson, J. (1998). Mätning på två urinsorterande avloppssystem – urinlösning, toalettanvändning och hemvaro i en ekoby och i ett hyreshusområde. Rapport 228, Institutionen för lantbruksteknik, SLU, Uppsala.
- Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G., Kirchmann, H. (2000). Källsorterat humanurin i kretslopp. VA-Forsk rapport 2000-1, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV), Stockholm.
- KSLA (1998). Kretslopp stad/land. Rapport från en kommitté inom KSLA. Kungl. Skogs- och Jordbruksakademiens Tidskrift Årg. 137, Nr 18.

Linderholm, K. (1997). Fosforms växttillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska. VA-Forsk rapport 1997-6, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV), Stockholm.

Lönngrén, M. (1998). Samverkan kring kretsloppslösningar. En utvärdering av Östhammars Kretsloppsverk. Rapport 4, Avd. för informationslära, SLU, Uppsala.

Löwgren, M., Hillmo, T och Lohm, U. (1989). Water pollution perspectives: problem conceptualisations and abatement strategies in Sweden during the 20th Century. *GeoJournal* 19.2: 161-171.

Miljöteknikdelegationen (1998). Enskilda avlopp – funktionskrav och teknik. Rapport 1998:4, Miljöteknikdelegationen, Stockholm.

Naturvårdsverket (1990). Slam från kommunala avloppsreningsverk. Allmänna råd 90:13, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1995a). Vad innehåller avloppsvatten från hushåll? – Näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- & duschvatten. Rapport 4425, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1995b). Stora avloppsreningsverk – slam & avloppsvatten, aktuella förhållanden 1993. Rapport 4423, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1996a). Flöden av organiskt avfall – Underlagsrapport till aktionsplan avfall. Rapport 4611, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1996b). Nationella miljömål. Förteckning över mål för miljöarbetet beslutade av riksdag och regering 1995/96. Rapport 4646, Naturvårdsverket, Stockholm

Naturvårdsverket (1996c). Överenskommelsen om slamanvändning i jordbruket mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket. Uppföljning av de första åren: 1994-1996. Rapport 4665, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1996d)- Generella riktvärden för förorenad mark. Beräkningsprinciper och vägledande tillämpningar. Rapport 4638, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1997a). Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. Rapport 4847, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1997b). Ren luft och gröna skogar. Rapport 4765, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1997c). Fosfor och energi ur avloppslam. Rapport 4822, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1998a). Avlopp för kretslopp. Ett beteendeperspektiv på tillblivelse, drift och användning av urinseparerande system. Rapport 4884, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (1998b). Avlopp för kretslopp – samverkan stad och land. Rapport 4926, Naturvårdsverket, Stockholm.

Nordberg, Å., Lindberg, A., Gruvberger, C., Lilja, T. och Edström, M. (1998). Biogaspotential och framtida anläggningar i Sverige. JTI rapport Kretslopp & Avfall nr 17, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Norin, E. (1996). Våtkompostering som stabiliserings- och hygieniseringsmetod för organiskt avfall. JTI rapport Kretslopp & Avfall nr 3, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Pettersson, O. (1992). Kretslopp i odling och samhälle. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 408, SLU, Uppsala.

Rogers, E.M. (1983). Diffusion of Innovations. Free Press, New York.

RRV (1999). De lokala investeringprogrammen i praktiken, en uppföljning av kommunernas arbete. RRV 1999:37, Riksrevisionsverket, Stockholm.

SCB (1997). Jordbruksstatistisk årsbok 1997. Statistiska centralbyrån, Stockholm.

Sonesson, U. och Jönsson, H. (1996). Urban biodegradable waste – amount and composition. Report 201, Dept. of Agricultural Engineering, SLU, Uppsala.

Steineck, S., Richert Stintzing A., Rodhe, L., Elmquist, H. och Jakobsson, C. (1999). Plant nutrients in human urine and food refuse. Proceedings of NJF seminar no 292, November 23-25, 1998. In: Petersen, J. & Petersen, S.O. (eds). Use of municipal organic waste. Report no. 13, Danish Institute of Agricultural Sciences, Köpenhamn.

Söderberg, H. (1999) Kommunerna och kretsloppet – avloppssektorns förändring från rening till resurshantering. Doktorsavhandling. Linköping Studies in Arts and Science 194, Linköpings Universitet.

Widahl, K., Renström Johansson, Å., Berg, P.E.O., Edén, M. och Dahlman, S. (1999). Avlopp för kretslopp. Ett beteendeperspektiv på tillblivelse, drift och användning av urinseparerande system. Rapport 1999:8, Institutionen för Människa – Teknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Wittgren, H. B. (1996). Organiskt avfall som växtnärsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser. VA-Forsk Rapport 1996-1, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV), Stockholm.

PERSONLIGA MEDDELANDEN

Sundberg, Kajsa. Naturvårdsverket, Stockholm.

Edström, Mats. Jordbrukstekniska institutet (JTI), Uppsala.

Dahlman, Sven. Institutionen för Konsumentteknik, Chalmers.

PROGRAMMETS BUDGET

Bilaga 1

Projekt	Projektvård	Beviljade medel, 1 000-tal kronor						Totalt för projektet	
		SLF	VA-F	BFR	NUT	NV	Organiskt avfall		Övrig finansiering
Avloppsslam									
Fosfor i avloppsslam – växttillgänglighet och markreaktioner	SLU	585	585	0	0	0	1170	0	1170
Lagring, transport och spridning av slam - systemstudie	Sivbergs miljöteknik	129	0	0	0	0	129	0	129
Lokalt omhändertagande av icke avvattnat slam	JTI	49	50	49	0	0	148	0	148
Slamspridning på åkermark	Malmö VA-verk	0	900	0	0	0	900	900	1800
Utveckling av och försök med alternativa hanteringsformer för avloppsslam	Gotlands kommun	110	110	0	0	0	220	280	500
Avloppsslam i ekologisk odling	Laholms kommun	630	0	0	0	0	630	630	1260
Förstudie. Utökad kunskap om slamhantering i kretsloppssamhället, särskilt med hänsyn till metoden inarbetning	Malmö VA-verk	0	45	0	0	0	45	45	90
Bevattnin med avloppsvatten									
Alternativ avloppsrening genom vegetationsfilter av energiskog	SLU	0	0	0	261	0	261	0	261
Kommunalt avloppsvatten - en resurs i energiskogsodling	Svalövs kommun	0	0	0	350	0	350	350	700
Kombinerad avloppsvattenrening och biogasproduktion med gräs	SLU	0	0	0	273	0	273	273	546
Möte om bevattnin med avloppsvatten	H B Wittgren	0	30	0	0	0	30	0	30
Utnyttjande av kommunala restprodukter inom energiodling	Svalövs kommun	0	80	0	147	0	227	0	227
P-sorption från avloppsvatten									
Näringsåtervinning från hushållsavlopp - naturliga sorbent och restprodukter som fosforfälla och gödselmedel	KTH	194	194	194	0	0	582	224	806
Källsorterat toalettavfall									
Lokalt kretsloppsanpassat system för behandling och utnyttjande av toalett- och köksavfall - En förstudie av planerad bebyggelse i Horn, Västerås	JTI	0	0	0	0	150	150	150	300
Källsorterad humanurin									
Resurshushållande system för cirkulation av växtnäring och mullämnen mellan samhälle och jordbruk	Hushållningssällskapet i Göteborgs och Bohus län	342	0	0	0	0	342	342	684
Källseparerad humanurin i kretslopp - förstudie	SLU	0	125	120	0	0	245	0	245
Källsorterad humanurin i kretslopp	SLU	1075	950	1075	0	100	3200	150	3350
Organiskt hushållsavfall									
Restaurang-, handels-, och hushållsavfall som växtnärings- och jordförbättringsmedel - Demonstration av lagrings- och spridningssystem samt utvärdering av växtnäringsvärdet i fältförsök	JTI	300	0	0	0	0	300	300	600
Transport, lagring och spridning av rötrest från biogasanläggningar för rent organiskt avfall	JTI	348	0	0	0	0	348	0	348
Utvärdering och demonstration av lokalt växtnäringskretslopp - våtkompostering av avloppsslam och organiskt avfall på gårdsnivå	JTI	210	0	210	0	0	420	0	420

Systemstudier/Acceptansstudier

Östhammars Kretsloppsverk
Kretsloppsanpassad avloppshantering - förutsättningar och möjligheter

Tekniker för hygienisering av biologiskt avfall - funktion och ekonomi
Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse - förstudie och förprojektering

Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse - attitydundersökning
Kretsloppsanpassade avloppssystem - förutsättningar och möjligheter

Hygieniska studier av nya avloppssystem inom projektet Systemanalys VA
Organiskt avfall som växtnärsresurs - systemstudie
Kretsloppsanpassad ombyggnad av förortsbebyggelse - Utvärdering av försök med urinseparerande toaletter i befintligt flerbostadshus i Kyrkbyn, Göteborg

Övrigt
Koordinator inom FoU programmet Organiskt avfall som växtnärsresurs
Videoproduktion i projekt RENT VAL

Syntes och presentation av FoU programmet Organiskt avfall som växtnärsresurs

Summa

SLF = Stiftelsen Lantbruksforskning

VA-F = VA-FORSK

BFR = Byggnadsrådet

NUT = NUTEK

NV = Naturvårdsverket

Östhammars kommun	100	0	100	0	0	200	
Scandiaconsult	0	0	75	0	0	75	200
Bygg och Mark AB							75
JTI	100	100	100	100	0	400	400
Scandiaconsult	300	300	300	0	0	900	1876
Bygg och Mark AB						976	
SLU	0	0	174	0	0	174	174
Scandiaconsult	0	0	250	0	0	250	400
Bygg och Mark AB						150	
SVA	245	245	0	0	0	490	490
SLU	175	175	175	175	0	700	700
Chalmers	0	0	433	0	0	433	633
H B Wittgren	120	150	90	132	100	592	592
Hushållningssällskapet i	0	200	0	0	0	200	200
Göteborgs och Bohus län							
Linköpings Universitet	60	60	60	0	0	180	180
Summa	5072	4299	3405	1438	350	14564	19534

Del B

Projektsammanfattningar

Innehåll - Projektsammanfattningar

<i>Nr</i>	<i>Projekt</i>	<i>Sid</i>
1	Fosfor i avloppsslam - växttillgänglighet och markreaktioner	55
2	Hantering av avloppsvatten och slam - inverkan på näring, miljö och ekonomi	57
3	Lokalt omhändertagande av icke avvattat slam	59
4	Slamspridning på åkermark	60
5	Fåröprojektet, lokalt omhändertagande av slam	63
6	Avloppsslam i ekologisk odling	65
7	Inarbetning av avloppsslam – en metod att tillverka jord	68
8	Kommunalt avloppsvatten – en resurs i energiskogsodling	71
9	Näringsåtervinning från hushållsavlopp - naturliga sorbent och restprodukter som fosforfälla och gödselmedel	75
10	Lokalt kretsloppsanpassat system för behandling och utnyttjande av toalett- och köksavfall - En förstudie av planerad bebyggelse i Horn, Västerås	77
11	Resurshushållande system för cirkulation av växtnäring och mullämnen mellan samhälle och jordbruk	79
12	Källsorterad humanurin i kretslopp – förstudie och huvudstudie	81
13	Restaurang-, handels-, och hushållsavfall som växtnäring- och jordförbättringsmedel – Orienterande odlingsförsök med rötrest vid sådd och i växande gröda	87
14	Transport, lagring och spridning av rötrest från biogasanläggningar för rent organiskt avfall	89
15	Utvärdering och demonstration av lokalt växtnäringsskretslopp – våtkompostering av avloppsslam och organiskt avfall på gårdsnivå	91
16	Östhammars Kretsloppsverk	93
17	Tekniker för hygienisering av biologiskt avfall - funktion och ekonomi	94
18	Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse	96
19	Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse - attitydundersökning	99
20	Kretsloppsanpassade avloppssystem - förutsättningar och möjligheter	101
21	Projektet systemanalys va, delstudie om hygien	104
22	Organiskt avfall som växtnäringsskretslopp - systemstudie	107

FOSFOR I AVLOPPSVATTEN – VÄXTTILLGÄNGLIGHET OCH MARKREAKTIONER

Erasmus Otabbong, Institutionen för Markvetenskap, SLU, Box 7014, 750 07 Uppsala.

E-post: Erasmus.Otabbong@mv.slu.se

Projektbeskrivning

Projektet syftar till att belysa:

- Löslighet hos slam-P;
- Växttillgängligheten hos slam-P;
- Hur slammet påverkar P-lösligheten och P-omsättningen;
- Hur den organiska substansen i slammet påverkar P-rörelse i marken.

Projektet genomfördes i ett antal inkubationsförsök och kärlförsök. Försöken utfördes med slam från Uppsalasreningsverk (3,44% total-P) och Malmösreningsverk (2,86% total-P). Som försöksjordar används fyra mineraljordar (pH_{aq} 5,3-5,8) från Ekebo, Pustnäs, Högby och Säby användes. Försöksgrödor var rajgräs och korn. I försöken jämfördes slammets P med superfosfat-P. P extraherades också stegvis med: anjonbytare (resin-P) i klorid form (växttillgänglig P-pool) $\rightarrow$ 0,5 M, pH 8,5 $NaHCO_3$ (labil P-pool) $\rightarrow$ 0,1 M NaOH (potential labil P-pool) $\rightarrow$ 1 M HCl (potentiellt labil P-pool). Teorin bakom denna stegvisa fraktionering av P är följande. Anjonbytare fungerar som en växt d.v.s. den tar kontinuerligt upp P från suspension. Detta medför kontinuerlig upplösning av P från den fasta poolen, i först hand från $NaHCO_3$ -P poolen. Anjonbytare-P är svagt bunden till partiklars ytor och P i marklösningen, $NaHCO_3$ -P är i stort sett P bunden till Al-föreningar, NaOH-P är bunden av Fe-föreningar och HCl-P är P i kalciumföreningar. NaOH- och HCl-P poolerna fungerar som P-förråd och kan släppa sin P vid gynnsamma förhållanden. I $NaHCO_3$ - och NaOH-extrakten bestämdes total, oorganisk och organisk P.

I inkubationsförsöken studerades inverkan av slam på P omsättningen. I kärlförsöken studerades slammets P-gödslingseffekt på skörd och P-utnyttjande. I ett av kärlförsöken var alla led märkt med isotop ^{32}P .

Resultat

Löslighet hos slammets P är svår bedömd. De vanliga fällningsmedlen, Fe och Al gör P mindre löslig, åtminstone i vatten. Slam-P extraherades dels med citronsyra lösningen (2%), dels med vatten. P-löslighet i citronsyran var 80 och 60% av total P hos Uppsalaslam respektive Malmöslam. Värdena är ungefär två gånger högre än för P i apatit, en långsam P-gödselmedel. Superfosfat-P är 100% löslig i citronsyran. Andelen slam-P som extraherades med vatten var små, 0,05 % av total-P i Malmöslam respektive 0,89% av total-P i Uppsalaslam.

All slam-P återfanns i stegvisa extraheringen. Fördelningen av total-P var 65% NaOH-P, 25% HCl-P, 6% $NaHCO_3$ -P och 4% anjonbytare-P i Uppsalaslammet; 76% NaOH-P, 20% HCl-P, 3.5% $NaHCO_3$ -P och 0.5% anjonbytare-P i Malmöslammet. I båda slammen utgjorde oorganisk NaOH-P ca 99% av total-P.

I inkubaionsförsöken undersöktes P-omsättningen. Hypotes 1: fällningsmedlen kan lägga fast jord-P. Detta kunde dock inte styrkas i studierna. Alla tre poolerna, d.v.s. resin, labil-P och potentiellt labila pooler ökades i slamledet jämfört med kontroll. Hypotes 2: slammets organiska substans kan öka halten av organisk P i jord. Slammen verkade olika. NaHCO_3 organisk P-halten ökades, NaOH organisk P-halten tenderade minska i slamledet. Detta kan betyda att NaHCO_3 organisk P ökade på bekostnad av NaOH organisk P. NaHCO_3 -P poolen var negativt korrelerad med NaOH -P poolen. Detta styrker denna slutsats. Kalkning verkade negativt på organisk P status i jordarna. Ökningen kan bero dels på ökade biologisk P immobiliseringen av oorganisk P och dels på ökade halt av organiska föreningar som binder oorganisk P.

Båda grödorna d.v.s. korn och rajgräs gav positiv respons för slam- och superfosfattillförsel. Effekterna var likvärdiga i slam- och superfosfatled. P-utnyttjandet bestämt dels med ^{32}P och dels som differens var dock endast ca 8% av tillförd slam- P jämfört med 17% för superfosfat. Detta innebär att en slam-P giva måste var dubbelt så stor som en superfosfat-giva för att uppnå samma kortsiktliga effekter hos båda gödselmedlen.

Sammanfattningsvis kan följande anföras:

- Lösligheten i citronsyra hos slam-P var högre än lösligheten hos apatit-P;
- Genom slammets omsättning ökade växttillgänglig och potentiellt tillgänglig P i jorden;
- Totalt ökade halten organisk P i båda extrakten;
- Fällningsmedlens negativa inverkan på lösligheten hos ursprunglig P i jord har inte bekräftats;
- Slammets organiska substans var nedbrytbar och tjänade som energikälla för mikroorganismer;
- Slammets organiska substans gynnade uppbyggnaden av den organiska P poolen i jorden;
- Plantornas torrsustansproduktion påverkades lika av slam och superfosfat;
- Superfosfat var överlägsen som P-källa för plantorna.

Publikationer

Otabbong, E. (1997) Agronomic Value and Behaviour of Sewage Sludge P in Incubation and Pot Experiments. Monograph 30. Reports from the Department of soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, P. O. Box 7014, 750 07 Uppsala, Sweden.

Barbolina, I. & Otabbong, E. (1998) Transformation of phosphorus in soil mixed with sewage sludge in incubation experiments. Proc. OECD Workshop: Practical and innovation measures for the control of agricultural phosphorus to losses to water. 16-19th June 1998 at Greenmount College of Agriculture and Horticulture, Northern Ireland, pp 106-107.

Otabbong, E. & Barbolina. (1998) Changes in solubility of various phosphorus fractions promoted by autoclaving soil and sewage sludge. Swedish J. agric. Res. 28, 129-135.

HANTERING AV AVLOPPSVATTEN OCH SLAM - INVERKAN PÅ NÄRING, MILJÖ OCH EKONOMI

Kersti Linderholm, Silvbergs Miljöteknik, Grängshammar, 781 93 Borlänge
E-post: kersti.linderholm@silvberg.se

Projektbeskrivning

Hantering och transport av slam och avloppsvatten är ibland omfattande och miljöbelastande. Anledningen till detta kan vara flera, exempelvis krav på behandling av slam, svårigheter att avsätta slam inom jordbruket och/eller lagregler. Slam som transporteras är ofta mycket utspätt. Från mindre avloppsreningsverk utan avvattning är det inte ovanligt med vattenhalter på 97 %, vilket även innebär stora ekonomiska insatser.

Målsättningen med detta projekt var att följa hela kedjan av hantering av avloppsvatten och slam för att få en helhetssyn på behandling, användning och hantering och därmed öka möjligheterna att minska negativ miljöpåverkan från avloppshanteringen. Projektet är upplagt på en praktisk verklighetsbaserad nivå.

Hela projektet har genomförts och rapporterats under 1995. Exempler och inventeringarna är gjorda i Dalarnas län, men speglar troligtvis situationen i stora delar av Sverige. En inventering har gjorts av lagringsmöjligheterna för slam vid alla Dalarnas reningsverk. Alla slamtransporter från länets reningsverk har kartlagts. En beräkning har gjorts på framtida transporter, om allt godkänt slam skulle användas på åkermark.

Balansräkningar på växtnäring in och ut från två reningsverk har gjorts. Provtagning har skett av näringsinnehåll (Tot-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, K, Tot-P) i avloppsvatten och slam, i olika stadier i två reningsverk. Beräkningar har gjorts på växtnäringsinnehåll i alla enskilda avloppsanläggningar i Borlänge kommun, samt vilka förluster som uppstår i den enskilda markbädden/-infiltrationen och vid avvattning av slammet från de enskilda anläggningarna vid reningsverk.

Provtagning har skett för att beräkna ammoniakförluster vid hantering, lagring och spridning av rötat slam på åkermark. Undersökningar är även gjorda på förluster av total-kväve, fosfor och kalium vid mellanlagring av slam i stuka på fält.

Studier har gjorts för att lösa slamhanteringen i två mindre samhällen där bildat slam i reningsverket transporteras 15 –60 km till annat reningsverk. Projektering har gjorts på anläggningarna så att slammet kan omhändertas lokalt. Två studier har även gällt hantering av slam från enskilda brunnar så att det kan spridas på åkermark. Gjorda ritningar, kostnadskalkyler, lönsamhetsberäkningar, växtnäringsförluster och emissioner från fordon, ingår i rapporten.

Resultat

Resultatet av balansräkningar på totalkväve in och ur reningsverk är beroende av vilken analysmetod som används. Det är angeläget att reda ut detta.

Rötning av slam innebär stora kväveförluster. Mer än hälften av ursprungligt kväveinnehåll i slam omvandlas till ammoniumkväve, merparten av bildat ammoniumkväve och följer med vattnet som centrifugeras bort (= rejektvatten som går in i processen igen). Den mindre del ammoniumkväve som är kvar i slammet efter avvattning löper stor risk att avdunsta vid fortsatt hantering som lastning, transport och lagring alternativt deponering. Kvar i slammet finns cirka 50-60 % av ursprungligt kväve, varav merparten är organiskt bundet.

En grov uppskattning av totala kväveförluster under lagring/deponering av slam var 10-15 %, Detta är i stort sett är resterande del av ammoniumkvävet. Det är alltså viktigt att vid gödsling med slam ha analyser som speglar slammet på åkern, inte vid reningsverket.

I ett icke rötat slam finns merparten av kvävet kvar i organiskt bunden form. Vid gödsling med icke rötat slam på åkermark bryts det organiska materialet ned i marken. Detta sker dock i betydligt långsammare takt än i rötkammaren.

Väljs en lämplig lagringsplats på åkern, så är mellanlagring av slam på åkermark ingen miljörisk i mellersta och norra Sverige. Lagringstiden bör inte vara längre än 4- 6 månader. Vintertid, då det råder låga temperaturer och tjälad mark, kan lagringen vara något längre. Utkörning av slam till åkermark under vinter och vår för mellanlagring, är troligtvis en förutsättning för att kunna sprida slam i stora delar av mellersta och norra Sverige på grund av avstängda vägar vid tjällossning.

I Dalarna finns en lagringskapacitet för slam motsvarande 2-3 månaders produktion. Även om det ur miljösynpunkt inte är problem att mellanlagra slam på åkermark, så är det av praktiska och tekniska skäl nödvändigt att ha en möjlighet att lagra slam, t ex vid reningsverket. Detta på grund av att vädret inte alltid är gynnsamt för utkörning till åkermark. Om mer slam skall användas på åkermark måste lagringskapaciteten ses över, främst av praktiska skäl. En lämplig lagringstid att eftersträva är minst 6 månader.

Om samma krav ställs på samhället som skötsellagen ställer på jordbrukaren, skulle 27 000 hektar åkermark, 40 % av arealen, i Dalarna åtgå för att recirkulera näringen från befolkningen. Dessutom måste en lagringskapacitet finnas för minst 8 månader.

Om mer godkänt slam används på åkermark ökar inte transportererna jämfört med att köra slam på deponi. Lokala variationer förekommer givetvis.

I enskilda avloppsanläggningar försvinner 92 % av kvävet och 89 % av fosfor till mark och vatten. Av ursprunglig näring finns alltså knappt en tiondel kvar i det slam som sugts ur avloppsbrunn. Trots detta är det vid spridningen restriktioner ofta finns.

I de studier vi gjort, har det varit lönsamt att ta hand om avloppsslam från reningsverk lokalt på åkermark. Luftutsläppen från transportfordon har minskat, liksom växtnäringsförlusterna, jämfört med transport till större reningsverk.

Lokalt omhändertagande av slam från enskilda avlopp kan innebära att transportererna och därmed luftutsläppen öka. Det är dyrt att lagra slam med torrsustanshalt (3%) men trots detta kan lokalt omhändertagande vara lönsamt, dock inte alltid. Växtnäringsförlusterna minskar troligtvis alltid vid lokalt omhändertagande.

Publikationer

Linderholm, K. (1995). Hantering av avloppsvatten och slam – inverkan på näring. Miljö och ekonomi. Silvbergs miljöteknik, Borlänge.

LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV ICKE AVVATTNAT AVLOPPSSLAM

Magnus Dalemo, Jordbrukstekniska institutet, Box 7033, 750 07 Uppsala.

E-post: magnus.dalemo@jti.slu.se

Projektbeskrivning

Slam från mindre reningsverk transporteras oftast in till ett större reningsverk för behandling, avvattning, lagring och spridning eller deponering. Vad innebär det om slammet istället skulle lagras och spridas utan avvattning på åkermark i det mindre reningsverkets närhet? Projektets syfte var att undersöka möjligheter och problem med ett lokalt omhändertagande av icke avvattnat slam.

Detta genomfördes med en översikt av regler för hantering av slam i Sverige och övriga nordiska länder, samt en genomgång av lämpliga hanteringssystem för lagring, transport och spridning av icke avvattnat slam. Dessutom gjordes en fallstudie av två mindre reningsverk i Uppsala kommun. Konsekvenserna av lokalt omhändertagande jämfördes med dagens hantering med transport och behandling av slam vid ett större reningsverk. Jämförelsen gjordes med hänsyn till ekonomi och miljö (energi, CO₂ och NO_x).

Resultat

Utifrån de regler som gäller måste slammet spridas på hösten. Icke avvattnat slam som uppfyller kraven i slamöverenskommelsen får spridas på åkermark. Dock bör smittspridningsrisken med användning av enbart luftat slam undersökas ytterligare. Fallstudien visade att det ur energisynpunkt var fördelaktigt att övergå till ett lokalt omhändertagande i både i Järlåsa med 30 km transportavstånd till slambehandling och 5 km till åkermark, och i Knutby med 46 km till slambehandling och 1 km till åkermark. Detsamma gäller för utsläppen av kväveoxider (NO_x). För koldioxid beror det på om biogasen från slambehandlingen i samband med avvattning ersätter fossil energi. De ekonomiska beräkningarna indikerar att en lokal hantering skulle ge besparingar i Knutby medan det i Järlåsa skulle öka kostnaderna beroende på att avståndet till det centrala reningsverket är mindre samtidigt som avståndet till åkermark är större än i Knutby.

Slutsatsen från projektet är att förutsättningarna för lokalt omhändertagande av icke avvattnat slam är goda. Speciellt om det är mer än 30 km transportavstånd till behandling och avvattning och det samtidigt finns åkermark i närheten av det mindre reningsverket. Det beror framför allt på minskade transporter och inte på möjligheten att återföra näring då innehållet är relativt lågt. Det bör också observeras att behovet av lagringskapacitet är ca 1,5 årsproduktioner och de hygieniska riskerna som bör utredas ytterligare.

Publikationer

Algerbo, P-A. och Dalemo, M. (1997). Lokalt omhändertagande av icke avvattnat avloppsslam. JTI-rapport, Kretslopp & Avfall nr. 7, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

SLAMSPRIDNING PÅ ÅKERMARK

Projektet leds av en arbetsgrupp bestående av representanter från VA-Teknik, LTH sedermera Va-Teknik & Vattenvård AB, Hushållningssällskapet Malmöhus, Malmö kommuns VA-verk, Lunds kommuns VA-verk och SYSAV.

Delstudierna har utförts av Ekologiska institutionen, Lunds Universitet och Mikrobiologiska institutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Projektet finansierar sin basverksamhet via anslag från kommunerna Malmö, Lund, Trelleborg, Kävlinge, Burlöv, Lomma, Staffanstorps, Svedala och Vellinge samt SYSAV. Anslag till specialstudier och videoframtagning har erhållits från VA-Forsk.

Kontaktperson är Peter Nilsson, Va-Teknik & Vattenvård AB, Box 8, 277 03 BRÖSARP, tel. 0414 - 736 40, fax 0414 - 737 84
E-post: peter.nilsson@vavatten.se

Projektbeskrivning

Projektet startades 1981 och är en konsekvens av den ökade avloppsvattenrening som kom till stånd under 70-talet. Denna ökade rening resulterade i ökade slammängder och därmed aktualiserades frågan om hur detta slam skulle kunna hanteras. Initiativtagare till projektet var LRF, Hushållningssällskapet Malmöhus, Sydvästra Skånes kommunalförbund (SSK) och det regionala avfallsbolaget SYSAV.

Den övergripande målsättningen är att belysa de långsiktiga effekterna av slamspridning på gröda och mark. Projektet är inriktat mot produktion av livsmedel och foder samt baseras på tillförsel av slammängder i paritet med gällande föreskrifter.

Fältförsöken startades för 16 år sedan på fem olika platser alla med samma indelning av försöksytorna. Efterhand har resurserna koncentrerats på två försöksplatser. Dessa är Igelösa gård nordost om Lund som får rötslam från Lunds reningsverk (Källbyverket) och Petersborgs gård söder om Malmö som får rötslam från Malmös stora reningsverk (Sjölundaverket). Båda gårdarna drivs kreaturslöst och representerar väl de jordarter som är typiska för respektive område.

Slamspridningen har skett med 4 ton TS/ha vart fjärde år (1 ton TS/ha och år) samt med tredubbel giva dvs. 12 ton TS/ha vart fjärde år (3 ton TS/h och år). Valet av 1 ton TS/ha och år beror på att detta var rekommenderad slamgiva då försöken startades. Orsaken till valet av fyra års cykel beror på växtodlingsföljden.

Försöken har utförts med 0, 1 och 3 ton TS/ha och år slam i kombination med full och halv handelsgödselgiva. Se försöksplan nedan.

Försöksplan där varje ruta motsvarar en yta av 20 m x 6 m.

A0	B0	C0	B0	C0	A0
A1	B1	C1	B1	C1	A1
A2	B2	C2	B2	C1	A2
A1	B1	C1	B1	C1	A1
A0	B0	C0	B0	C0	A0
A2	B2	C2	B2	C2	A2

A = Utan slam

B = Slam. 4 ton TS/ha vart 4:e år (1981, 1985, 1989, 1993, 1997)

C = Slam. 12 ton TS/ha vart 4:e år (1981, 1985, 1989, 1993, 1997)

0 = Utan handelsgödsel

1 = NPK i förhållande till gröda. ½ N-giva, 1/1 PK-giva

2 = NPK i förhållande till gröda. 1/1 N-giva, 1/1 PK-giva

Provtagning och bestämning av skördeutfall har skett rutvis, dvs. med statistisk kontroll.

Analys av jord och gröda har i huvudsak skett ledvis, dvs utan statistisk kontroll.

Under åren 1981-1988 inriktades undersökningen på skördeutfall, skörde kvalitet, närsalter och tungmetaller i jord och gröda. Från och med 1989 års slamspridning har försöken utökats med studier av s.k. organiska miljöstörande ämnen samt studier av marklevande organismer. Projektet har därvid breddats med kompetens från ekologiska institutionen, LU och mikrobiologen, SLU.

Resultat

Resultaten kan i punktform sammanfattas enligt följande:

- Slammets halt av metaller har minskat betydligt under den tid försöket pågått.
- Inga bekämpningsmedelsrester påvisades i slammet enligt SLU's multianalys.
- Slamspridningen ger en skördeökning som motsvarar 500-800 kr/ha. Sockerbetor visar störst ökning.
- Inget påvisbart upptag i mark eller gröda av metaller vid normal giva.
- Viss ökning av metaller i mark men ej i gröda vid trefaldig giva.
- Slamtillförsel har i huvudsak positiv inverkan på den mikrobiologiska aktiviteten så att de markbiologiska bördighetsfaktorerna ökar.
- Slamspridningen har haft positiv inverkan på daggmaskar. En ökad tillväxt och bättre reproduktion har inneburit bättre markförhållanden.
- Analys av organiska ämnen och dioxin har inte givit något påvisbart upptag. Halter av DEHP det enda ämne som är signifikant i flera av proverna.

Inom projektet har man just i år avslutat två delstudier. Den ena är en studie kring småringmaskar i jordar med normal slamgiva samt med extremt hög slamgiva. Den andra är en förnyad studie kring markbiologiska faktorer på Petersborg och Igelösa. Vidare kommer en studie kring nedbrytning av organiska ämnen i jord med extremt hög slamgiva att slutföras under året. Området med extremt hög giva återfinns i Oxie och är ytor som tidigare ingick i en studie kring inarbetning av slam men som nu inkorporeras i projektet *Slamspridning på åkermark*.

Publikationer

Projektet redovisas regelbundet i lägesrapporter som utges vartannat år i form av en fylligare bakgrundsrapport och en kortare populärversion. För närvarande pågår arbete med rapport över 16 års försök. Några av de senare publikationerna visas nedan:

Andersson, P-G. och Nilsson, P. (1992). Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam under åren 1981-1991. Bulletin Serie VA nr 67, Inst. f. VA-Teknik, LTH, Lund.

Andersson, P-G. och Nilsson, P. (1993). Slamspridning på åkermark. VA-Forsk, rapport nr 1993-06. VAV, Stockholm.

Andersson, P-G. och Nilsson, P. (1996). Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam för Malmö och Lund under åren 1981-1995. Hushållningssällskapens rapportserie nr 1. Hushållningssällskapet Malmöhus, Hushållningssällskapens Förbund i Stockholm.

Red. O. Bixo, (1997). Avloppsslam – resurs eller fara i kretsloppet? En beskrivning av projektet ”Slamspridning på åkermark”. Hushållningssällskapens rapportserie nr 8. Hushållningssällskapet Malmöhus, Hushållningssällskapens Förbund i Stockholm.

Sjögren-Öhrn, M. (1998). Effekten av normala och stora givor rötslam på småringmaskar och daggmaskar. Zooekologisk inst., LU. Under publicering.

Johansson, M., Torstensson, L. (1998). Markbiologiska effekter vid slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-1995. Inst. för mikrobiologi, SLU. Under publicering.

FÅRÖPROJEKTET, LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV SLAM

Genomfört av Anders Lindholm. Kontaktperson: Ulrika Jägerup, Gatukontoret, Gotlands kommun, 621 81 Visby.

E-post: ulrika.jagerup@gk.gotland.se

Projektbeskrivning

Målsättningen med projektet är att inom Fårö få till stånd ett system för lokalt omhändertagande av det slam som produceras inom området. Hanteringen skall inkludera tömning av enskilda brunnar/tankar, lagring och återföring av slam till jordbruksmark. Innan slammet sprids på jordbruksmark skall kvaliteten säkerställas genom hygienisering och provtagning. En samrådsgrupp med företrädare från Arla, Lantmännen, LRF mfl har bildats.

Inför projektet gjordes en omfattande informationsinsats med bland annat utskick till samtliga på Fårö boende och sommarstugeägare. På alla offentliga toaletter (restauranger mfl) har klisterdekalmer med information om projektet och vikten av att inte spola ned ovidkommande ämnen satts upp.

Avtal har tecknats med Fårö Slamsugning HB, som består av fyra på Fårö boende lantbrukare. Företaget har investerat i utrustning för att sköta tömningar. Två slambrunnar i betong har byggts på Fårö. Fårö Slamsugning HB fungerar som entreprenörer för gatukontoret och tömmer slam i brunnar och tankar efter avisering eller beställning. Slammet körs till lagringsbrunnen och mellanlagras under en period av minst sex månader. Den första lagringsbrunnen invigdes 20 juni 1997 och användes under hela sommaren som lagringsbrunn för slammet från Fårös hushåll. Omkring 900 kbm slam tillfördes lagringsbrunnen.

Den 30 september 1997 stoppades tillförseln av slam till lagringsbrunn nr 1 som därefter fick stå orörd i sex månader. Prover togs varannan månad och analyserades med avseende på innehåll av metaller, näringsämnen och andra kemiska substanser. Den 1 mars 1998 hade slammet lagrats sex månader. Prov för analys togs vid denna tidpunkt och resultatet visade att alla parametrar understeg de gränsvärden som finns i förordningen (1985:840) om spridning av slam till jordbruksmark.

Under våren 1998 ombesörjde Fårö Slamsugning HB spridning av det lagrade slammet till jordbruksmark på Fårö i enlighet med beställningar från markägare. Vid spridningen utnyttjades en släpplangspridare som särskilt införskaffats för ändamålet. Avsikten är att lättare få acceptans bland boende och sommarstugeägare genom att inga luktproblem uppstår. Vid spridningen utnyttjades 18,7 ha jordbruksmark för att sprida det hygieniserade slammet. Inför spridningen tecknades ett avtal med varje mottagande markägare. Dessa informerades samtidigt om slammets innehåll och vilka mängder av olika vissa näringsämnen och metaller som de mottagna slammängderna medförde.

Resultat

Erfarenheterna från sommaren 1998 visar att det är mycket värdefullt att anlita lokala entreprenörer att sköta slamhanteringen. Genom lokalkännedom och kontakter kan de många

gångar förhindra uppkomsten av problem och missförstånd. Att entreprenörerna finns på platsen och snabbt kan rycka ut och göra akuta insatser har också uppskattats under de gångna somrarna.

Vad gäller erfarenheter av insamling och lagring så har den öppna lagringen i slambrunnar fungerat bra. Gatukontoret har från tillståndsmyndigheten fått föreläggande om att svämtäcke skall finnas ovanpå slammet senast en månad efter brunnarnas idrifttagande. Erfarenheten från föregående period var att ett svämtäcke utbildades utan att åtgärder behövde vidtas. En mätning av ammoniakavgången från lagringsbrunn nr 1 som genomfördes under sommaren 1998 visade också att så gott som ingen ammoniak alls kunde detekteras även omedelbart ovan svämtäcket.

Länsstyrelsen har även förelagt gatukontoret om att tillse att påfyllning av brunnarna sker under svämtäckets yta. Detta har lösts genom att ett antal betongringar ställts på fötter i lagringsbrunnen, varefter påfyllning av slam får ske via dessa.

Fårö Slamsugnings erfarenheter av lantbrukarnas reaktioner på det mottagna slammet är till största delen positiva. Under vintern/våren fick de in så många beställningar på slam till jordbruksmark att slammet inte räckte till. Lantbrukarna är också nöjda över den förbättrade spridningsteknik som blivit möjlig tack vare införskaffandet av släpslangspridaren. Inte heller har de befarade problemen med oönskade föremål såsom bindor, tops etc visat sig vara särskilt stora. Mängden sådant material i lagringsbrunnen har varit förvånansvärt liten och inte alls kunnat spåras på mark som nyttjats för spridning.

Försöket skall enligt överenskommelse med Arla samt avtal med Fårö Slamsugning HB fortsätta under ytterligare en sommar för att utvärderas slutligt efter 2000-05-31. Under hösten 1998 kommer lagringsbrunn nr 1 att användas fram till 1998-08-31. Detta slam skall därefter lagras/hygieniseras fram till 1999-03-01. Lagringsbrunn nr 2 användes från och med 1998-09-01 fram till 1999-03-01. Därefter används lagringsbrunnarna växelvis.

AVLOPPSSLAM I EKOLOGISK ODLING

Jan-Eric Persson, Laholms kommun, tekniska kontoret, 312 80 LAHOLM
E-post: jan-eric.persson@laholm.se

Christel Cederberg, Cederberg AB, Norra Storegård, 310 40 HARPLINGE
E-post: christel.cederberg@n.lrf.se

Bengt Hansson, Envisys AB, 280 60 BROBY
E-post: hansson@envisys.se

Projektbeskrivning

Avloppsslammet från Veinge reningsverk innehåller låg halt av metall och det transporteras idag till det centrala reningsverket i Laholm för rötning och avvattnings. Om slammet lagras i förtjockad form vid Veinge reningsverk för lokal användning i jordbruket, till exempel i ekologisk odling, får det en rad konsekvenser.

Resultat

Under en lagringsperiod på sex månader mineraliseras slammet. TS-halt och glödningsförlust minskar medan glödningsrest, totalkvävehalt, ammoniumkvävehalt och fosforhalt ökar. Andelen ammoniumkväve ökat från 25% till 50%. Ökningen i totalkvävehalt motsvarar mineraliseringen (minskning av TS) och visar att inga förluster sker under lagringen.

Under lagringen sker också en förändring i sammansättningen av bakterier. Enterokocker och coliforma (44oC) bakterier, som kan påvisas i färskt slam, kan inte detekteras efter sex månaders lagring. En lagring av ett våtslam i sex månader förbättrar därmed både växtnäringsinnehållet i slammet samt dess hygieniska status.

Färskt och lagrat våtslam har använts i ekologisk växtföljd på L:a Böslids försöksgård. I den ekologiska växtföljden är tillförsel av både kväve, fosfor och kalium viktig. Höstvet, vårvete och sockerbetor har ingått i försöken. Slam har tillförts dels höst och vår samt i färsk respektive lagrad form.

Tillförsel av slam ökar skörden och förbättrar kvaliteten på grödan genom en högre proteinhalt. Lagrat slam som tillförs på våren påverkar skörden påtagligt. Tillförsel av färskt slam (låg andel ammoniumkväve) ger ett relativt lågt utbyte av tillfört kväve, cirka 18%. Lagrat slam på hösten före sådd av höstvet ger ett utbyte av tillfört kväve på cirka 20%. Lagrat slam som sprids i växande gröda på våren får ett utbyte på cirka 32% i höstvet och cirka 25% i vårvete.

Försöken visar att om lagrat våtslam sprids i en växande vetegröda på våren ökar avkastningen påtagligt och ger en bättre kvalitet vad gäller proteinhalt och bakningsegenskaper hos vetekärna. Slammet skulle därmed kunna utgöra en viktig växtnäringskälla för att garantera kvaliteten inom den ekologiska odlingen. Inom den konventionella odlingen skulle handelsgödsel kunna ersättas.

Om försöksresultaten används som grund för energiberäkningar och att utnyttjat kväve och fosfor från slam ersatte handelsgödsel leder detta till följande beräkningar:

- Slam som rötas och ej sprids i jordbruk ger ett energibidrag på 205 MJ/ton TS
- Rötat och avvattnat slam i jordbruket inom 60 km ger ett bidrag på 870 MJ/ton TS
- Lagrat slam, spritt på våren i växande gröda ger ett bidrag på 1 050 MJ/ton TS
- Färskt slam och lagrat slam spritt på hösten bidrar med 352 - 636 MJ/ton TS

Ovanstående siffror bygger på att slammet förtjockas mekaniskt till 8%. Om endast ett våt-slam på 4% används blir energiutbytet något lägre på grund av ökade transporter. Ett slam på 8% TS kräver också hälften så stor lagringsbassäng.

Användning av ett avvattnat slam cirka 60 km bort från centralorten ger ett bättre energiöverskott än om ett förtjockat slam används 5 km från reningsverket om det förtjockade slammet sprids på hösten eller inte är lagrat. Om en lokal lösning med ett förtjockat slam skall vara motiverat krävs att växtnäringen kan utnyttjas genom lagring och vårspridning. All tillförsel av slam bidrar dock till att höja jordbruksmarkens långsiktiga avkastningsförmåga. Detta visas i en rad andra långsiktiga fältförsök och beror dels på en mineralisering av organiskt kväve samt att mullhalten ökar.

De verkliga effekterna av denna långsiktiga påverkan är svåra att uppskatta. Försök från Lantbruksuniversitetet i Uppsala visar att rötat slam är bättre på att bygga upp mullhalten i jorden än lättomsättlig stallgödsel. Om de långsiktiga effekterna tas med i beräkningarna uppskattas följande energiutbyten genom att skördeutbytet ökar:

- Rötat och avvattnat slam 60 km transport, cirka 900 - 1 000 MJ/ton TS
- Vårspridning av lagrat slam 5 km transport, cirka 1 200 - 1 300 MJ/ton TS
- Övrigt våt slam (färskt/höstspridning) cirka 800 - 1 100 MJ/ton TS

Användning av våt slam i växande gröda gör det därmed möjligt att använda slammet som både ett fosfor och ett kvävegödselmedel samt ett jordförbättringsmedel. Försöken visar att tillförsel av lagrat slam på våren ger en bra skörd med förbättrad kvalitet på grödan utan tillförsel av annan gödsel. Traktortransporter skall dock hållas korta för bästa möjliga ekonomi.

Ett avvattnat slam kan transporteras med lastbil relativt långt (upp till cirka 15 mil) om slammet använts så att växtnäringen kommer till godo. Användning av avvattnat slam måste kompletteras med handelsgödselkväve om fullgod skörd skall erhållas.

För fortsatta arbete med lokala lösningar med våt slam rekommenderas följande:

- Lagra slammet i minst sex månader före spridning.
- För bästa energiutbyte, förtjocka slammet till 8%.
- Sprid helst slam på våren i växande gröda för bästa kväveutnyttjande.
- Kontrollera kontinuerligt gällande regelverk så att dessa beaktas.
- Kontraktera en lantbrukare om avsättning så tidigt i ett projekt som möjligt.
- Ta fram informationsmaterial till lantbrukare om våtslammets växtnäringseffekt.
- Traktortransporter skall hållas så korta som möjligt.
- Om slam rötas och avvattnas, kan lastbilstransporter vara relativt långa och ändå erhålls ett positivt energiutbyte, om handelsgödsel användningen ersätts.

Publikationer

Delrapport 1; Avloppsslam i ekologisk odling.

Delrapport 2, Avloppsslam i ekologisk odling.

Slutrapport: Avloppsslam i ekologisk odling.

Samtliga rapporterna finns tillgängliga hos Laholms kommun, tekniska kontoret eller hos Bengt Hansson, Envisys.

INARBETNING AV AVLOPPSLAM – EN METOD ATT TILLVERKA JORD

Henrik Aspegren, VA-verket Malmö, Henrik Smithsgatan 13, 205 80 Malmö
E-post: henrik.aspegren@malmowater.com

Peter Nilsson, VA-Teknik och Vattenvård AB, Box 8, 277 03 Brösarp
E-post: peter.nilsson@vavatten.se

Thord Ohlsson, Edafos AB, Ulriksdal, 270 57 Kivik
E-post: thord.ohlsson@edafos.se

Projektbeskrivning

Inarbetning av slam innebär att stora årliga givor av avloppsslam sprids och arbetas in i matjorden på en särskilt iordningställd yta under ett begränsat antal år. Inarbetning syftar främst till att bryta ner och omsätta olika ämnen i slammet för att skapa en stabil och användbar jordprodukt. Användningsområden för denna jord är parker, grönområden och vägslänter, samt restaureringsarbeten på skadade markområden såsom slagghögar, dagbrott, deponier och industrimarker. Inarbetning skall ses som en reservmetod då den helt kretsloppsanpassade åkermarksspridningen av olika skäl inte är lämplig.

Försöket består av en inarbetningsyta där stora mängder slam årligen har spridits, tre olika försöksytor med vegetationsetablering på inarbetningsjord, samt ett lysimeterförsök där urlakning från olika slamjordar har specialstuderats. Projektet innehåller ett mycket omfattande analysprogram av näringsämnen, metaller och miljöstörande organiska ämnen i slam, mark, grundvatten och gröda. Nära 13 000 enskilda analysdata finns samlade i en databas.

Inarbetningsytan omfattar totalt 17 000 m². Den är uppdelad på tre olika försöksled. Försöksled med årlig inarbetning av cirka 100 ton TS/ha slam jämförs med försöksled med den dubbla givan, cirka 200 ton TS/ha och år, samt med en referensyta utan slam, men gödslad med handelsgödsel. I varje försöksled finns behandlingar med och utan grödor. Totalt har under de sex försöksåren tillförts 670 resp 1 330 ton TS/ha slam. Denna giva motsvarar upp till 1 700 årsgivor vid normal slamspridning på åkermark. Det använda slammet kommer från Malmö kommuns reningsverk i Klagshamn och kan sägas vara relativt representativt, förutom höga kopparhalter, för svenskt slam.

För att undersöka den producerade jordens odlingsegenskaper har tre försök med etablering av gräsyta genomförts. Olika slambaserade jordar har jämförts med naturlig anläggningsjord utan slam och olika gräsfröblandningar har studerats. Slutligen har också urlakning av metaller och närsalter från olika slambaserade jordar special-studerats i ett lysimeterförsök.

Resultat

Försöket visar att inarbetningsmetoden utifrån tekniska, odlingsmässiga och ekonomiska aspekter kan användas som kompletterande metod för omhändertagande av avloppsslam. För att reducera metodens miljöpåverkan krävs dels att inarbetningsytan anläggs på sådant sätt att

lakvatten från ytan omhändertas och dels att den producerade jordprodukten används i enlighet med Naturvårdsverkets generella riktvärden som finns för förorenad mark.

Vid tillverkning av anläggningsjord med hjälp av avloppsslam och jord med normala föroreningshalter som inarbetas i mark med normala tungmetallhalter kan i storleksordningen 300 ton TS slam per ha tillföras inarbetyningsytan under cirka fem år. Därefter kan den producerade jorden användas i parker och grönområden. Det är markens och slammets innehåll av kadmium som begränsar slamgivan i detta fall. Om inarbetyningsjorden produceras med syfte att användas på industrimark och vid vägar där inget grundvattenuttag sker kan under samma förutsättningar i storleksordningen 1 000 ton TS slam tillföras inarbetyningsytan under en period av 6 - 10 år. Den begränsande faktorn är då främst minskad bärighet vid jordbearbetning på själva inarbetyningsytan när stora mängder slam har tillförts.

Med ett normalt slam är generellt inte slammets innehåll av miljöstörande organiska ämnen en begränsande faktor för att använda inarbetyningsjorden till vegetationsetablering på grönområden, vägsränor och täkter, utan det är i stället innehållet av tungmetaller och då främst kadmium och koppar. Vid användning av inarbetyningsjord på grönområden bör dock halten av speciellt PCB noga kontrolleras. Inarbetyningsjordens höga kväveinnehåll kan också resultera i en negativ miljöpåverkan genom förhöjda halter av kväve i lakvattnet från områden där inarbetyningsjord används. Försöksresultaten visar emellertid att kväveurlakningen inte ökar proportionellt med ökande slamgivor på inarbetyningsytan. Mera långsiktiga studier krävs för att bedöma urlakningsbenägenheten av kväve från inarbetyningsjord.

Odlingsförsök med olika gräsfrösorter på jord tillverkad med inarbetyningsmetoden visar goda odlingsresultat. I jämförelse med jord tillverkad genom blandning av färskt slam och sand ger inarbetyningsjorden en jämnare tillväxt på gräsytan. På extensiva grönytor kan inarbetyningsjorden resultera i en allt för kraftig tillväxt, vilket kräver större skötselinsatser. Inblandning av aska/slagg i inarbetyningsjorden kan skapa en mera lågväxande, men ändå tät gräsyta. Det är då viktigt att hänsyn tas till askans/slaggets innehåll av tungmetaller så att rekommenderade riktvärden inte överskrids. Försöken har också visat vikten av att anpassa gräsfröblandningen till inarbetyningsjordens egenskaper.

Kostnaden för att omhänderta avloppsslam genom inarbetyning har beräknats till 180 - 250 kr per ton vått slam, motsvarande 750 - 1 100 kr per ton torrsubstans slam. I denna kostnad ingår samtliga kostnader på inarbetyningsytan inklusive bortförsel av jorden.

I försöket har också utvecklats den teknik som behövs för att sköta driften på en inarbetyningsyta. Enbart den maskinpark som normalt används inom lantbruket för spridning av slam på åkermark används. Resultaten visar att en gröda bör odlas på inarbetyningsytan för att påskynda mineralisering/omvandling av organiska ämnen och kväve. Grödan återförs efter skörd till inarbetyningsytan.

På inarbetyningsytan är urlakningen av kväve och klorid betydande. Det sker även en mindre urlakning av några metaller. Slutsatsen härav är att ett krav vid anläggning av en inarbetyningsyta är att lakvattnet omhändertas.

Marknadspotentialen för inarbetyningsjord är betydande. I Sverige finns cirka 200 000 ha parkmark under offentlig förvaltning. Därutöver finns vägsränor i det statliga vägnätet på också 200 000 ha. Andra potentiella användningsområden för inarbetyningsjorden är vegetationsetablering på täkter, avfallsdeponier, dagbrott och industrimarker. Dessa marknader kan jämföras med de befintliga 120 000 ha åkermark som används för spridning av avloppsslam.

Under förutsättning att ett aktivt utvecklingsarbete bedrivs med en noggrann kontroll och uppföljning av eventuell miljöpåverkan bedöms det således finnas betydande möjligheter att introducera inarbetningsmetoden som ett kompletterande sätt att omhänderta avloppsslam.

De omfattande analyser som genomförts på inarbetningsytan visar att de föroreningar som tillförts marken med slammet i huvudsak har stannat i matjordsskiktet. I den underliggande alven finns klart förhöjda halter av koppar. I grundvattnet finns tydligt förhöjda halter av kväve och klorid, samt också av zink. Av de miljöstörande organiska ämnena är det framför allt PCB som visar en tydlig ökning i matjorden på grund av slamgivan. Inga av dessa ämnen har påvisats i grundvattnet och inte heller i grödan. Genom markbiologiska processer beräknas huvudparten av tillförd nonylfenol och DEHP ha mineraliserats/omvandlats, samt också hälften av tillfört PAH. 20 - 60 % av slammets kväve beräknas ha överförts till atmosfären. Det finns inga entydiga samband mellan grödans halt av tungmetaller och ökad slamgiva. I försöksleden med gröda är det enbart nickel och zink som visar tydligt förhöjda halter då slam tillförts. Inget upptag av miljöstörande organiska ämnen i grödan har konstaterats.

Publikationer

Naturvårdsverket (1998). Inarbetning av avloppsslam – en metod att tillverka jord. Naturvårdsverket, Rapport 4823. Naturvårdsverket, Stockholm.

