



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för energi och teknik

Avloppsfraktioner från enskilda kretslopp

- Kunskapssammanställning om klosettvatten samt exempel på kretsloppsarbete i Stockholmsregionen

Anna Richert, Richert Miljökompetens
Håkan Jönsson, SLU
Pernilla Tidåker, SLU
Ebba af Petersens, WRS

Rapport 038
ISSN 1654-9406
Uppsala 2010

Sammanfattning

För att uppnå ett hållbart jordbruk är det nödvändigt att växtnäringen från livsmedelsproduktion, annan odling och konsumtion av varor återförs i ett kretslopp, främst till jordbruket. Detta framgår tydligt av andemeningen i riksdagens miljömål God bebyggd miljö och delmålet att ”senast år 2015 skall minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark”. En fjärdedel av Stockholms läns enskilda avlopp har sluten tank för klosettvattnet. För att lantbruket ska acceptera återföring av klosettvattnet krävs en tillfredsställande hygienisering, vilket kan ske bland annat genom våtkompostering, ammoniakhygienisering eller långtidslagring. Lantbruket har en central roll som mottagare och användare av avloppsprodukter och behöver involveras i ett tidigt skede av processen.

Kommunen har en central roll i planering och åstadkommande av kretsloppslösningar för avfall och avloppsfraktioner. I och med att detta är områden där ny kunskap och nya strukturer utvecklas är det viktigt att sammanställa och tillgängliggöra kunskap och erfarenheter. Föreliggande rapport beskriver kretslopp av klosettvattnet samt kretsloppssatsningar för urin och klosettvattnet som genomförts i Stockholmsregionen. Några slutsatser är:

- Litteraturgenomgången visar på det finns en god potential att föra källsorterade avloppsfraktioner i kretslopp. De är rena, innehåller mycket näring och Naturvårdsverket (2006) anser att kommunerna bör ha system för återföring av källsorterade avloppsfraktioner till kretsloppet. De redovisade fallstudierna visar att det faktiskt också händer mycket i Stockholmsregionen, i projekt där kommuner, LRF, Stockholms Läns Landsting via sitt Miljöbidrag, Länsstyrelsen samt boende varit engagerade.
- Flera av de system som redovisas i rapporten har institutionella frågetecken. System för kretslopp av avloppsfraktioner organiserar sig inte själva, tvärtom innebär de att flera aktörer skall samverka på ett sätt som de oftast inte har någon erfarenhet av och som existerande ramverk, i form av kommunens struktur, styrdokument och lagstiftning etc inte är utvecklat för. Arbetet med att utveckla och anpassa ramverken pågår, t ex är det nu klart att urin och klosettvattnet är att betrakta som avfallsfraktioner, vilket innebär att renhållningshuvudmännen har ett övergripande ansvar och de har också börjat ta sig an dessa fraktioner.
- Av de i rapporten redovisade projekten framgår att en av de viktigaste frågorna för att få källsorterade avloppsfraktioner i kretslopp är hur de kommunala VA- och avfallstaxorna skall utformas för att styra mot de för miljö och ekonomi bästa lösningarna.
- Slutligen – drivande och ansvarstagande aktörer behövs i hela processen. Det finns drivande aktörer i regionen vilket gör att kretsloppssystemen utvecklas, sakta men säkert. Kommuner som kliver fram och initierar aktiviteter och LRF som möter upp med kompetens och lösningar, samt sist men inte minst SLL miljöbidrag och Länsstyrelsen som med framsynt finansiering av utvecklingsprojekt, sammantaget ger dessa aktörer en klar potential för framgång.

Abstract

In order to move towards a more sustainable agriculture, plant nutrients from food crops and other crops need to be recycled back to agriculture. This is stressed by the Swedish Environmental Quality Goal for good built environment, which contains the target that "by 2015, at least 60 percent of the phosphorus compounds in wastewater should be recycled to productive land, of which at least half should be recycled to arable land." One quarter of the on-site wastewater systems in Stockholm County has a collection tank for blackwater. Blackwater needs to be adequately hygienized for farmers to accept it as a fertilizer. Hygienization can be achieved through liquid composting, ammonia hygienization or long term storage. Agriculture has a key role as recipient and user of wastewater derived fertilizing products and needs to be involved at an early stage of the process.

The municipality has a central role in the planning and establishment of recycling systems for waste and wastewater fractions. The fact that these systems are areas where new knowledge and new structures evolve make it important to compile and spread knowledge and experiences. This report describes recycling initiatives for urine and blackwater in the Stockholm region. Some conclusions are:

- The literature review indicates that there is a good potential to use source-separated waste fractions as fertilizers. They have low levels of contamination, contain large amounts of nutrients and the Environmental Protection Agency (2006) states that local authorities should have systems for the recycling of source-separated waste fractions as fertilizers. The reported case studies show large activity in the Stockholm region, in projects where municipalities, LRF - the Federation of Swedish Farmers, Stockholm County Council through its Environmental Grant, the County Administrative Board and the residents have been involved.
- Several of the systems presented in the report raise institutional questions. Systems for recycling of sewage fractions do not organize themselves, on the contrary, they mean that more actors need to interact in a way that they do not have any experience of and which the existing framework, in the form of municipal structure, policy documents and legislation etc. are not developed for. Efforts to develop and adapt frameworks are in progress, for example, it has now been made clear that urine and blackwater are waste fractions, which means that the municipal waste organization has the overall responsibility and they have also begun to address this responsibility.
- The projects presented in the report illustrates that one of the key questions to get source-separated waste fractions into the nutrient cycle is how to design the municipal water and waste fee systems so that they steer towards practices that are environmentally and economically best.
- Finally - motivated and responsible stakeholders are needed throughout the process. There are motivated organizations in the region which pushes the evolution of recycling systems, slowly but surely. Municipalities step in and initiate activities and LRF - the Federation of Swedish Farmers, meets up with expertise and solutions, and last but not least Stockholm County Council Environmental Grant and the County Board have the foresight to finance development projects. Together these stakeholders mean a clear potential for success.

Förord

Denna rapport presenterar resultat som framkommit i tre projekt som drivits under 2007-2010 med finansiering ur Stockholms läns landstings miljöbidrag. Första delen är en kunskapssammanställning om klosettvattnen, med inriktning på hur man kan föra klosettvattnen i kretslopp till lantbruket och praktiska aspekter som berörda aktörer bör ta hänsyn till vid implementering av kretsloppsprojekt i regionen. Denna del är ett resultat av projektet *Förutsättningar för återföring av hygieniserat klosettvattnen i Stockholmsregionen – en förstudie* som drivits av Richert Miljökompetens under ledning av SLU i samverkan med LRF och berörda kommuner samt konsultföretagen WRS Uppsala AB och Ecooop AB. Projektgruppen har bestått av Pernilla Tidåker (projektledare före september 2008), Anna Richert (Richert Miljökompetens, projektledare efter september 2008), Håkan Jönsson (projektansvarig på SLU efter september 2008), Ebba af Petersens (konsult, WRS Uppsala AB), Lennart Persson (Norrtälje kommun) och Åsa Rensvik (LRF Mälardalen fram till 1 juni 2008). Som resursperson deltog även Erik Kärrman, Ecooop AB.

Den avslutande delen handlar om pågående och planerade kretsloppsprojekt i Stockholmsregionen. De planerade projekten har analyserats som fallstudier och avsnittet innehåller en analys av framgångsfaktorer och hinder för kretslopp av avloppsfraktioner från enskilda hushåll i Stockholmsregionen. Denna del av rapporten är ett av resultaten av de två projekten *Regionalt nätverk i södra Storstockholm för etablerande av system för kretslopp av avloppsfraktioner från små avlopp* och *Regionalt nätverk samt pilotprojekt i norra Stor-Stockholm för etablerande av system för kretslopp av avloppsfraktioner från små avlopp* som drivits av Södertälje kommun samt Vaxholms Stad i samverkan med LRF, Roslagsvatten, Södra Roslagens Miljö- och Hälsoskyddskontor (SRMH) samt Richert Miljökompetens och WRS Uppsala AB. I Södertälje ägs projektet av Telge Nät AB (TN) och leds av en projektgrupp bestående av Anna Calo, TN; Anna Berggren TN, Lennart Sandström Telge Återvinning (TÅ), Gösta Andersson LRF Mälardalen; Stefan Jonsson Miljökontoret; Peter Friström kommunaldelsordförande Hölö-Mörkö. Till projektgruppen finns en styrgrupp knuten bestående av Stefan Hollmark, VD TN; Robert Nordström TÅ; Jonas Berglind LRF; Christina Svartsjö Sbk, Lars Johansson Mk och Peter Friström kommunaldelsordförande Hölö-Mörkö. Dessutom har följande personer varit engagerade: Lennart Qvarnström (Qvarab), Ebba af Petersens (WRS), samt Anna Richert (Richert Miljökompetens). I Norrort har följande personer varit engagerade: Kari Wigart (Vaxholms stad); Pia Lundh (Roslagsvatten), Lars Holmkvist (SRMH), samt tjänstemän från Norrtälje, Österåker och Vallentuna kommuner.

Författare till denna rapport är Anna Richert, Richert Miljökompetens; Håkan Jönsson, SLU; Pernilla Tidåker, SLU och Ebba af Petersens, WRS Uppsala AB.

Innehåll

SAMMANFATTNING	III
ABSTRACT	IV
INLEDNING	1
KLOSETTVATTEN – MÄNGDER OCH EGENSKAPER	2
Spolvattenmängder	4
HYGIENISERING AV KLOSETTVATTEN	6
Våtkompostering	6
Lagring	7
Ammoniakhygienisering	8
Sammanfattning	9
Rekommendationer om hygienisering	10
ANVÄNDNING AV KLOSETTVATTEN I JORDBRUKET	10
Praktiska aspekter	10
Lantbrukets organisationer – inställning och motivation	11
Kvalitetssäkring	12
Livsmedelsbranschens inställning	12
JURIDISKA ASPEKTER – KLOSETTVATTEN SOM HUSHÅLLSAVFALL	13
ENERGI	14
EKONOMI	16
ERFARENHETER AV KRETSLOPP AV AVLOPPSFRAKTIONER I STOCKHOLMSREGIONEN	17
Enskilda avlopp i regionen	17
Kretslopp av urin	20
Kretslopp av klosettvatten	20
PLANERADE OCH PÅGÅENDE KRETSLOPPSSATSNINGAR I STOCKHOLMSREGIONEN..	21
Kretslopp av klosettvatten i Södertälje	21
<i>Bakgrund</i>	21
<i>Framgångsfaktorer för Södertäljemodellen för kretsloppsanpassade små avlopp</i>	23
Urin – lagring och spridning i Södertälje kommun	24
<i>Bakgrund</i>	24
<i>Lantbrukarens intresse</i>	24
<i>Volym och hämtning</i>	25
<i>Teknik för lagring och hygienisering</i>	25
<i>Spridning och odling</i>	26
<i>Ansvar och ekonomi</i>	26
<i>Uppföljning och utvärdering, kvalitetssäkring</i>	26
<i>Lokaliseringar som fallit bort under projektet</i>	27
<i>Framtida utveckling</i>	27
<i>Lärdomar från utvecklingen av återföring av klosettvatten</i>	27
Kretslopp av urin från Kullön	27
<i>Bakgrund</i>	27
<i>Lantbrukarens intresse</i>	28
<i>Volym och hämtning</i>	28
<i>Teknik för lagring och hygienisering</i>	29
<i>Spridning och odling</i>	29
<i>Ansvar och ekonomi</i>	29
<i>Framtida utveckling</i>	29

<i>Lärdomar</i>	29
Utbyggnad av våtkompost i Norrtälje kommun	30
SAMMANFATTANDE DISKUSSION	31
Avloppsfraktionerna.....	31
Organisation och ekonomi.....	32
Lantbrukets roll	33
Hinder och möjligheter för kretslopp av avloppsfraktioner i Stockholmsregionen.....	33
REFERENSER	36
Tryckta referenser	36
Internetreferenser	39
Personliga meddelanden.....	39
BILAGA 1. LOKALA KRETSLOPP AV KÄLLSORTERADE AVLOPPSFRAKTIONER – ARGUMENTPAPPER FÖR DEN POLITISKA SFÄREN	40
Bakgrund.....	40
Argument.....	40

Inledning

En fjärdedel av Stockholms läns enskilda avlopp har sluten tank för klosettvattnet (Ejhed m.fl., 2004). Den vanligaste hanteringen för denna fraktion är att de slutna tankarna töms av kommunens entreprenör, och materialet förs till ett kommunalt reningsverk. Hanteringen av klosettvattnet från slutna tankar kan i mindre reningsverk orsaka driftstörningar och innebär dessutom att utsläppen till vatten blir större än om fraktionen sprids på åkermark (Tidåker & Jönsson, 2006). Kretslopp av fosfor från avlopp ingår i de nationella och regionala miljömålen, men användning på jordbruksmark av det blandade avloppsslammet som uppkommer efter reningen i konventionella reningsverk har svårt att få acceptans bland livsmedelsaktörerna och därmed bland de som köper lantbrukarnas produkter. Återföring av källsorterat klosettvattnet tycks däremot vara mer accepterat inom lantbruket (<http://www.lrf.se/Miljo/Avloppsslam>). I ett examensarbete om kvalitetssäkring av hushållsnära avloppsfraktioner betonar flera av livsmedelsbranschens företrädare att återföring av klosettvattnet kan godkännas under förutsättning att hanteringen kvalitetssäkras (Giers, 2007) och ett förslag till sådan kvalitetssäkring har också nyligen tagits fram (Richert Stintzing m.fl., 2009).

En tillfredsställande hygienisering är en av de viktigaste aspekterna i en kvalitetssäkrad hantering. En utmaning för de kommuner som vill återföra klosettvattnet till åkermark är därför att finna hygieniseringsmetoder som är kostnadseffektiva, robusta och som kan appliceras i olika skalor och på olika avloppsfraktioner. Norrtälje kommun har uppfört en våtkompostanläggning för hygienisering av klosettvattnet. Anläggningen är en pilotanläggning som är ett första steg i arbetet med att åstadkomma kretslopp av källsorterat klosettvattnet. Anläggningen kom till tack vare LIP-bidrag. Avsikten var att få erfarenhet av våtkompostering som hygieniseringsmetod och av övriga aspekter på hur en återföring av växtnäring kan organiseras i samverkan med lantbruket. Anläggningen kan bara hantera ca 10% av kommunens klosettvattnet. Norrtälje är därför en av flera kommuner som har intresse av att hitta lösningar för hantering av klosettvattnet som idag inte återförs till lantbruket. Lagring under minst ett år är en annan hygieniseringsmetod som ingår i ett förslag till ny förordning för användning av avloppsfraktioner (Naturvårdsverket, 2009). Ytterligare en metod som förts fram som ett alternativ till de idag förekommande metoderna är ammoniakhygienisering som innebär en tillsats av ammoniak eller urea som efter inblandningen bildar ammoniak, och att blandningen lagras tillräckligt länge för att smittämnen skall avdödas (Vinnerås, 2005). Kvävet förbrukas inte vid slutna lagring utan kan efter hygieniseringen nyttiggöras som växtnäring i odlingen. Både våtkompostering och ammoniakhygienisering ses som lämpliga vägar för att säkerställa att smittoriskerna minimeras före användning som gödselmedel (Elmqvist m. fl., 2006).

Återföring av avloppsfraktioner involverar aktörer utanför den ordinarie kommunala verksamheten vilket ställer krav på en organisatorisk beredskap. Erfarenheter från bland annat Vaxholm och Göteborg illustrerar svårigheten med att etablera en fungerande organisation av återföringen om ansvarsfördelningen är oklar (Deegart, 2004; RTK, 2006). Lantbrukaren har en central roll som mottagare och användare av avloppsprodukten, men trots det tas lantbrukets perspektiv ofta inte ordentligt med i planeringen av kretsloppssystem. Genom att kartlägga lantbrukets möjligheter att ta emot klosettvattnet får kommunerna ökad kunskap om dess villkor och ett bättre beslutsunderlag när kretsloppssystem ska införas. En beskrivning av kommunernas förutsättningar och intresse att hitta lösningar för klosettvattnenanvändning på åkermark, ger lantbruket och dess organisationer en möjlighet att komma in i processen i ett tidigt skede. Genom att lantbruket och kommunen tidigt lär

känna varandra finns stora möjligheter att hitta förenklingar och synergier som väsentligt kan förbättra hanteringssystemet.

Klosettwater – mängder och egenskaper

Klosettwater består primärt av urin, fekalier, toalettpapper och spolwater. Närsalterna kommer uteslutande från urin och fekalier. Toalettpapper bidrar med organiskt material. I tabell 1 jämförs generella data för urin och fekalier med uppmätta värden för klosettwater. Parametrar som beror av lakning från systemkomponenter är markerade med fet stil.

Tabell 1. Karakterisering av urin och fekalier samt klosettwater (parametrar som kan bero på läckage från systemkomponenter eller inblandning av förorenat water är markerade med fet stil)

Ämne	Enhet	Urin + fekalier ¹	Klosettwater ²
Kväve	g/person, år	4500	3500
Fosfor	g/person, år	510	500
Kalium	g/person, år	1210	1200
Bly	mg/person och år	10	20
Kadmium	mg/person och år	4	4
Koppar	mg/person och år	400	1500
Krom	mg/person och år	50	50
Kvicksilver	mg/person och år	3,6	5
Nickel	mg/person och år	70	110
Zink	mg/person och år	4000	9200

1) Jönsson m. fl., (2005) – baseras på mätningar nära brukaren/toaletten.

2) Palm (2002) - baseras på mätningar av uppsamlat klosettwater.

I tabell 2 redovisas halter av olika ämnen i förhållande till kg torrsubstans.

Tabell 2. Halter av näringsämnen och metaller i klosettwater per kg torrsbstans enligt Palm (2002)

Ämne	Enhet	Klosettwater	Min - max	Gränsvärde för slam (SFS, 1998)
Kväve	g/kg TS	230	37-327	-
Fosfor	g/kg TS	23	12-43	-
Kalium	g/kg TS	65	17-193	-
Bly	mg/kg TS	7	0,53-18	100
Kadmium	mg/kg TS	0,3	0.09-0,89	2
Koppar	mg/kg TS	85	16-305	600
Krom	mg/kg TS	3	0,7-11	100
Kvicksilver	mg/kg TS	0,2	0,1-0,5	2,5
Nickel	mg/kg TS	5	2,1-13,8	50
Zink	mg/kg TS	350	122-1000	800

Tabell 3. Näringsinnehåll i klosettatten, olika mätdata samt beräknade värden (kg/ton)

Referens	Totalkväve (tot-N)	Fosfor (P)	Kalium (K)	Kommentar, Referens
Teoretiskt, siffror från Vinnerås, pers medd.	0,7	0,08	0,2	Klosettatten, 3 l spolning
Teoretiskt, siffror från Vinnerås, pers medd.	2	0,25	0,6	Klosettatten, 1 l spolning
Sund, Åland	0,98	0,10	0,29	Klosettatten. Värde beräknat av (Eveborn m.fl., 2007) från data i (Malmén & Palm, 2003)
Norrtälje	6,2	2,4	1,7	Latrin (Eveborn m. fl., 2007)
Lund	0,4	0,04	0,1	Vanliga toaletter (Svensson, 2008)
Enköping	0,17	0,07		Öppna lagringsdammar, både brunsslam, slutna tankar osv. (Pilö, pers medd.)
Teoretiskt, siffror från Vinnerås, pers medd.	3	0,08	0,2	Ammoniakbehandlat klosettatten, 3 l spolning Tillsats 5 kg urea/m ³ .
Teoretiskt, siffror från Vinnerås, pers medd.	1,2	0,08	0,2	Ammoniakbehandlat klosettatten, 3 l spolning, Tillsats 1 kg urea/m ³ .
Sund, Åland	1	0,1	0,3	Våtkomposterat material från bl.a. snålspolande toaletter (Malmén & Palm, 2003)
Karby, Norrtälje	3	1	1,5	Våtkomposterat material: klosettatten från snålspolande toaletter och latrin (Eveborn m. fl., 2007)

Spolvattenmängder

Det som styr volymen klosettatten som produceras per person och dygn är främst spolvattenmängden i liter per spolning, samt personliga vanor i form av hur många gånger per dag som man spolar. Spolvattenmängden påverkar direkt koncentration/utspädning av klosettattnet och det kan även påverka dess metallhalt, framförallt kopparhalt, eftersom mängden metaller till viss del kan relateras till läckage från komponenter i vattenledningssystemet.

Tabell 4. Spolvattenmängder från olika typer av toaletter (modifierat från Eveborn m. fl., 2007)

Toalettyp	Spolvattenmängder		
	Stor spolning (liter)	Liten spolning (liter)	Dygnsvolym ¹
Konventionell äldre	6-12		57-114
Konventionellt snålspolande toaletter	4	2	28
Vattensnåla toaletter med självfall	2	0,2	10
Vakuum	0,5-2		7,6-19

1) Beräkningen baseras på att normalanvändaren gör 1 stor och 5 små spolningar per dygn.

Tabell 5. Uppskattning av uppsamlad mängd klosettwater för olika typer av toaletter

Toalettyp	Spolvattenmängd (liter/spolning)	Total mängd (m ³ /person, år)
Vanlig toalett	6	13
Snålspolande toalett	3	6,5
Extremt snålspolande toalett med självfall	1,5	3,3
Vakuumtoalett ¹	0,7	1,5

Källa: Marika Palmer Rivera, WRS

1) För de extremt snålspolande toaletterna med vakuum gäller att förbrukad vattenmängd avgörs av volymen i vattenlåset i toaletten plus spolning av skålen. Transporten till tanken sker med luft.

Undersökningar i två bostadsområden, ett i en ekoby med bostadsrätter och ett i ett miljöorienterat hyresområde. I båda områdena fanns dubbelspolande urinsorterande toaletter (vägghängda Dubletten). De boende i bostadsrätterna i ekobyn spolade i genomsnitt 8,3 gånger per dygn, medan de i hyresområdet spolade 9,5 gånger per dygn och med dygn menas totala antalet spolningar under 24 timmar (Jönsson m. fl., 2005). Spolningen av toalettens urindel och fekaliedel var skilda åt och kallas stor spolning respektive liten spolning. Mätdata kan tolkas så att 4,0-4,5 spolningar kopplas till enbart urinering, 2,0-2,5 spolningar betraktas som kombinerade spolningar (fekalier + urin) medan övriga 2-3 spolningar antas komma av nedspolning av endast papper och kosmetiska produkter (Eveborn, m.fl., 2007, Jönsson m.fl., 2005). Av de totalt 8,3- 9,5 spolningarna i områdena var 4-7,5 stora spolningar. Då vattenbesparing inte ansågs vara någon viktig fråga i något av områdena så visar dessa mätningar troligen det maximala antalet spolningar man kan förvänta sig.

Det skiljde mer än en spolning per person och dygn mellan områdena, och ännu mera i användning av spolvatten eftersom frekvensen av stor spolning skiljde betydligt mer än frekvensen av total antalet spolningar. Antalet stora spolningar var 4,2 i bostadsrätterna och 7,3 i hyreslägenheterna. Det förtjänar att nämnas att inte i något av de undersökta områdena ansågs vattenbesparing vara en viktig fråga (Jönsson m.fl., 1998). Detta visar att personliga vanor och attityder är viktiga för hur mycket spolvatten som används. Om brukaren vet att vattentillgången är knapp, som på vissa öar och i områden i kustbandet, om det finns ekonomiska styrmedel för att hålla förbrukningen nere eller om brukaren vill minimera tömningsfrekvensen av en sluten tank, är det troligt att spolfrekvensen kan sjunka till det antal som behövs för urinerings- och tarmtömningar, 4,0-4,5 små och ca 2 stora spolningar per person och dygn (24 timmar), medan papper och kosmetiska produkter läggs i en papperskorg.

I normalhushållet beräknas toalettens spolvatten stå för 25 % av den totala vattenförbrukningen (Naturvårdsverket, 1995) och genom att ersätta konventionella vattenklosetter med mer snålspolande installationer kan onödigt vattenförbrukning minskas vilket är särskilt viktigt i områden med vattenbrist, t. ex. Stockholms skärgård liksom när man samlar klosettvattnet i sluten tank.

Det fanns hösten 2009 fyra toaletter med vakuumenteknik anpassade för enskilda hushåll på den svenska marknaden: Ecovac från Wostman Ecology, Roslagen från Fann, Jets från CombuTech samt Sealand från Dometic. (<http://bransch.avloppsguiden.se/produkter.html>). Dessa toaletter ger mellan 0,5 och 0,8 liter vatten per spolning. Dessutom finns det flera extremt snålspolande toaletter avsedda för självfall. En marknadsöversikt över extremt snålspolande toaletter gjordes av af Petersens m. fl., (2001). Denna behöver uppdateras med nyare modeller, men den ger en anvisning om modeller och leverantörer.

En synpunkt som ofta framkommer på vakuumtoaletter är att de är beroende av el. I en rapport från Avloppsguiden som togs fram i samarbete med Södertälje kommun (Avloppsguiden, 2010) sammanställdes energiåtgången för de vakuumtoaletter som är aktuella på marknaden. För två av toalettmodellerna angavs energiförbrukningen till 3-4 kWh/år, och för den tredje till under 50 kWh/år, räknat på en familj permanentboende. En annan aspekt av elberoendet är att de inte fungerar vid strömavbrott.

Hygienisering av klosettvattnet

Våtkompostering

Våtkompostering är en metod för att hygienisera och stabilisera klosettvattnet. Utvecklingsarbetet har framförallt bedrivits i Sverige och Norge och har lett till flera fullskalanläggningar (Skjelhaugen, 1999; Emilsson m. fl., 2006). Metoden bygger på lufttillförsel till en vätska med organiskt material i en sluten och isolerad reaktor. För att processen skall fungera väl behöver luften tillföras finfördelad i botten. Detta görs ofta med en elektriskt driven kombinerad pump och fördelare. I processen bryts det organiska materialet ned aerobt. Vid processen utvecklas värme, vilket höjer temperaturen, vilket i sin tur snabbar på nedbrytningen och, vid tillräckligt hög temperatur under tillräckligt lång tid även ger en hygienisering. För att processen skall fungera bör vätskans halt av organiskt material vara minst ca 2% (Norin, 1996), vilket innebär att man nästan alltid behöver tillsätta material med hög halt organiskt material, t.ex. organiskt hushållsavfall, latrin och/eller stallgödsel. Även melass har använts med gott resultat i Norrtäljes våtkompost. Svårigheter att hitta material som kan komplettera klosettvattnet och

helst samtidigt ge intäkter i form av behandlingsavgifter betraktas idag som ett avgörande hinder för utvecklingen av våtkomposteringen i Sverige (Eveborn m fl, 2007).

Mikrobiella studier av våtkompostering som hygieniseringsmetod gjordes i ett JTI-försök i pilotskala i mitten av 90-talet (Norin, 1996). Slutsatsen var att en drifttemperatur på 55 grader C och en exponering under 24 timmar gav en tillfredställande hygienisering med avseende på flera olika djur- och humanpatogena organismer. För den använda virusindikatorn visade sig dock en temperatur på 60 grader C vara nödvändig.

I en utvärdering av våtkomposteringen i Kvicksund, Eskilstuna, undersöktes antalet fekala streptokocker i råslammet, i våtkomposten taget ur reaktorn efter 10 timmar vid 55 °C samt i efterlagret (Norin m. fl., 2000). Analyserna efter 10 timmars exponering vid 55 °C visade att reduktionen var mer än $4\log_{10}$, vilket ansågs som en tillfredsställande hygienisering. Halterna i efterlagret var dock högre än i direkt anslutning till våtkompostering. Detta kan antingen bero på att materialet återsmittats vid omrörning eller att material som inte uppnått fullgod temperatur hamnat i efterlagret.

I en utvärdering av våtkompostanläggningen i Sunds kommun, Åland, undersöktes koliforma bakterier, E.coli, fekala enterokocker, klostridier, Salmonella, campylobacter och EHEC (Malmén & Palm, 2003). Resultatet visade att alla undersökta mikroorganismer reducerades utom de sporbildande klostridiebakterierna.

Avdödningen av *Ascaris* är temperaturberoende (Vinnerås, 2002). Vid 55 °C under 10 timmar fås en total inaktivering av *Ascaris*. För behandling av animaliskt avfall (kategori 3) i en biogasanläggning godkänner Jordbruksverket en behandling vid minst 52°C i minst 10 timmar med en hydraulisk uppehållstid på minst 7 dygn¹. Detta behandlingskrav godkänns även av certifieringssystemet för hygienisering av avloppsfraktioner, Revaq, och enligt förslaget till ny förordning för avloppsprodukter kommer den att godkännas som en hygieniskt A-klassad behandlingsmetod (Naturvårdsverket, 2009).

Lagring

Den mikrobiella inaktiveringen under lagring påverkas av flera faktorer. En hög koncentration av ammoniak ger en snabbare avdödning än om koncentrationen av ammoniak är låg (Vinnerås, 2002). Den dominerande mekanismen vid inaktivering under vanlig lagring utgörs dock av konkurrensen från andra organismer om föda. Generellt anses lagring vara en osäker metod och dess effekt är svår att förutsäga, då den beror på många icke kontrollerade parametrar, som pH, lättillgänglig näring mm.

Berggren m. fl., (2005) undersökte den hygieniska kvaliteten på slam som lagrats ett år. Studien visade att reduktionen inte var stabil under lagringen utan indikatororganismerna tillväxte under perioder. Efter 12 månader fanns det fortfarande enterokocker i det lagrade slammet och inälvparasiten *Ascaris suum* hade mycket god överlevnad. Även om Salmonella inte gick att isolera efter lagringen, kunde det inte uteslutas att Salmonella faktiskt skulle kunna växa till under lagring.

¹ ”minst 52°C i minst 10 timmar används vid materialets rötning i reaktorn, samt att den hydrauliska uppehållstiden i reaktorn är minst 7 dygn. Dessutom får uttag ur reaktorn göras endast om den är full och tidigast 10 timmar efter senaste påfyllning, en effektiv omrörning måste finnas och det ingående kategori 3-materialet får ha en maximal partikelstorlek på 12 mm.”

I en utvärdering av ett försök på Fårö där slam från enskilda brunnar och tankar samlas in och lagras för spridning på åkermark konstaterades att bakteriehalten minskade betydligt under den sex månader långa lagringstiden (Bäckstäde, 2003). Underlaget var dock inte tillräckligt för att kunna dra slutsatser om hur lång lagringen borde vara.

Tiden för decimalreduktion, dvs för att avdöda minst 90% av mikroorganismerna i ett givet prov, av salmonella vid lagring av klosettavatten undersöktes av Vinnerås (2007). Lagring vid omkring 14 °C gav en tid på 17 dagar för decimalreduktion.

Enligt förslaget till ny förordning för avloppsprodukter kommer lagring under minst ett år utan tillförsel av nytt material att godkännas som en hygieniskt B-klassad behandlingsmetod (Naturvårdsverket, 2009). Användningsrestriktionerna föreslås bli betydligt större för material som genomgått en B-klassad process, jämfört med en A-klassad. Material från B-klassad process föreslås inte få användas på skogsmark, på markytan eller i växtetableringsskiktet på grönytor där människor normalt vistas, såsom parker, idrottsplatser och golfbanor, vid trädgårdsodling och krukodling och inte heller av privatpersoner. Vid användning på åkermark föreslås krav på att det brukas in i jorden inom ett dygn och dessutom att det skall gå minst två år innan marken används för bete, foderproduktion, bär, frukt och grönsaker som normalt konsumeras råa (Naturvårdsverket, 2009).

Det finns ett exempel nära stockholmsregionen där klosettavatten används som gödselmedel i lantbruket efter lagring. Återföringen sker i samarbete mellan Enköpings kommun och lantbrukare anlitate av kommunen för att sprida klosettavatten från slutna tankar, trekammarbrunnsslam, samt slam från mindre reningsverk som mellanlagrats i dammar. Produkterna sprids som gödselmedel till energiskog och spannmål. Lagringstiden för avloppsprodukterna är ca 10-12 månader. Mängderna som sprids på de fyra aktuella gårdarna är sammanlagt upp mot 20 000 m³ och givan är ca 300-400 m³/ha. Tidpunkten för gödningen är under växtsäsongen, och i få fall sprids det lagrade klosettavattnet till spannmål, i huvudsak till växande, högst 20-30 cm hög, gröda. Kommunens entreprenör hämtar avloppsfraktionerna hos de boende med slambil, och tömmer dem i åtta dammar hos lantbrukarna. Från dammarna pumpas avloppsvattnet direkt, via en slang, ”navelsträng”, ut till en spridare som dras över fältet av en traktor vid fältkanten med vinda. Starten till projektet var att ett intressant samarbete mellan lantbrukare och kommun etablerades, baserat på att det på gården fanns arealer av salix för spridning av kommunens avloppsfraktioner. Kommunen uppförde dammarna för att lagra avloppsprodukterna. Lantbrukaren har haft samarbete med forskningsprojekt vid SLU och JTI.

Ammoniakygienisering

Kemisk behandling av avloppsprodukter bygger på tillförsel av syror, baser eller oxiderande ämnen (Vinnerås, 2002). Användning av aska är en traditionell kemisk metod som än idag är vida utbredd för hygienisering av fekalier i låginkomstländer. Genom att använda ett kemiskt ämne som inte bara hygieniserar utan också höjer avloppsfraktionens gödselvärde kan lantbrukarnas intresse för avloppsprodukten öka. Tillförsel av ammoniak är en metod som rönt intresse eftersom den innebär att avloppsproduktens kväveinnehåll ökar. Det finns ett flertal utförda studier av ammoniakygienisering av såväl stallgödsel som avloppsfraktioner (Vinnerås, 2005, 2007; Ottosson m. fl., 2008; Nordin m. fl., 2009a, 2009b; Nordin, 2010). Under 2009 och 2010 förbereddes en pilotanläggning för ammoniakygienisering i Södertälje kommun, se vidare i kommande avsnitt. Dessutom har medel beviljats för en anläggning med kombinerad ammoniakygienisering och våtkompostering i Södertälje kommun. JTI provar även ammoniakavgång vid ammoniakygienisering genom försök vid Karby våtkompost, varför det kommer att finnas ny kunskap om ammoniakygienisering inom snar framtid.

Vinnerås (2005) undersökte den mikrobiella inaktiveringen i klosettwater när kalk och ammoniak i form av urea tillfördes i olika koncentrationer. Tillsats av 0,1% urea (1 kg per m³) med efterföljande lagring under 10 sommarveckor gav ett gödselmedel som var fritt från humanpatogena bakterier. I samma studie konstaterades att en tillsats av 0,05% kalk gav en likvärdig reduktion som 0,1% urea. En successiv sänkning av pH när hydroxid och koldioxid reagerar, innebär dock att återväxt av bakterier kan ske i materialet. Eftersom urea inte förbrukas under behandling ges ett kontinuerligt skydd, under förutsättning att behållaren är täckt, så att ammoniakavgång undviks. För en säker avdödning av *Ascaris* (spolmask) krävs dock antingen att behandlingen förlängs eller att ammoniakkoncentrationen ökar. I förslaget till ny författning om hygienisering ställs inget krav på avdödning av *Ascaris* (Naturvårdsverket, 2009).

I en jämförande studie av kompostering, lagring och ammoniakbehandling undersöktes den hygieniserande effekten när fekaler behandlades med 6% urea (3% kväve). Efter fem dagar var varken salmonella eller fekala koliformer detekterbara och efter 20 dagar återfanns inga enterokocker (Vinnerås, 2007). Ammoniakbehandlingen hade dock, i likhet med de flesta andra hygieniseringsmetoder, ingen signifikant effekt på de sporbildande klostridierna.

Mängden fri ammoniak anses vara den faktor som har den största inverkan på den mikrobiella reduktionen (Vinnerås, 2007). Genom att öka temperaturen eller pH kommer mer ammonium att övergå till ammoniak, vilket i sin tur ger en effektivare avdödning.

Urea är världens mest använda gödselmedel (Kramer, 2004). Hanteringen av urea är enkel och ammoniakhygienisering genom tillsats av urea kan appliceras i olika skalor. Ett exempel på den minsta skalan är det koncept som utvecklats av Anders Wilhelmsson, professor i arkitektur vid KTH, i samarbete med Björn Vinnerås och Annika Nordin, SLU, som går ut på att ta fram en biologiskt nedbrytbar påse med liten mängd urea i. Denna kan användas som toalett, och föreslagna användningsområden är slumområden i städer där många saknar toalett och de sanitära förhållandena är undermåliga. Konceptet kallas PeePooBag, och man kan läsa mer på hemsidan, www.peepoople.com.

Genom att öka ammoniumkoncentrationen kan tiden som krävs för hygieniseringen kortas. Ett ökat kväveinnehåll i avloppsfraktionen ställer dock ökade krav på den efterföljande spridningen så att ammoniakförlusterna hålls nere och kvävet utnyttjas på bästa sätt.

Sammanfattning

Våtkompostering och ammoniakhygienisering har båda visat sig vara effektiva på bakteriell avdödning. Ammoniakhygienisering har vid för Sverige normala temperaturer dock visat sig vara något sämre på att inaktivera parasiter (Vinnerås, pers. medd, Nordin 2007; Nordin m. fl., 2009b), men parasiter är ett litet problem i Sverige och några krav på deras inaktivering finns inte i förslaget till ny förordning från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2009).

Lagring anses generellt inte vara en tillfredsställande säker hygieniseringsmetod, vilket visas av att ett års lagring är en B-klassad hygieniseringsmetod i förslag till ny förordning om spridning av avloppsprodukter (Naturvårdsverket, 2009). Om lagring används som enda hygieniseringsmetod måste både val av gröda och spridningen göras på ett sätt som minimerar eventuella smittorisker.

Rekommendationer om hygienisering

Användningen av avloppsslam i jordbruket regleras i SNFS 1994:2. För obehandlat slam gäller att det måste myllas ned inom ett dygn efter spridning och att användningen inte ska leda till olägenheter för närboende. Det finns däremot ingen lagstiftning för närvarande som reglerar användningen av klosettvattnet i det svenska jordbruket. Ett undantag är ekologisk produktion där användningen av klosettvattnet inte är tillåten enligt EEG förordningen 2091/92. Ett förslag till ny förordning som inkluderar även andra avloppsfraktioner än slam togs fram redan 2002, och har omarbetats under 2009 (Naturvårdsverket, 2009). I förslaget delas olika behandlingsmetoder in i två klasser, A och B, som i sin tur styr hur och till vad den behandlade fraktionen får användas. För att A-klassas måste vid våtkompostering och rötning allt material uppnå 52 grader under 10 timmar, 55 grader C under 6 timmar eller 60 grader under 2,5 timmar. För avloppsprodukter som genomgått A-klassad behandling finns fortfarande vissa restriktioner vad gäller användningen. Avloppsfraktionen får till exempel inte användas på betesmark, eller mark där foder ska skördas inom ett år och inom ett år får heller inte bär, potatis, rotsaker, grönsaker eller frukt odlas. För material som behandlats med en B-klassad metod, som ett års lagring, är användningsrestriktionerna betydligt större, vilket beskrivits ovan, och dessutom måste detta material inarbetas i jorden inom ett dygn.

Oavsett klass och behandling föreslås krav på att *Salmonella* inte skall kunna påvisas i prov på 25 g våtvikt och *E.Coli* skall understiga 1000 per gram TS. För A-klass behandlat material skall det dessutom finnas färre än 1000 *Enterokocker* per gram TS.

Användning av klosettvattnet i jordbruket

Följande avsnitt presenterar användningen av klosettvattnet i jordbruket. Idag förs den största delen av separat uppsamlat klosettvattnet till avloppsreningsverk.

Praktiska aspekter

En praktisk aspekt när man sprider klosettvattnet är att spridningen oftast sker med tunga flytgödselspridare. En vanlig vikt ligger mellan 15 och 25 ton för en tunna som kan fyllas med 12-20 m³. Detta innebär risk för packningsskador, speciellt på lerjordar och risken för packningsskador ökar med markens fuktighet. Detta, tillsammans med det faktum att de flesta grödor som är aktuella för gödsling med klosettvattnet har sitt största upptag av näring tidigt i växtsäsongen, innebär starka inskränkningar i tid då lantbrukaren kan sprida klosettvattnet. Vid intervjuer med lantbrukare i regionen anger de flesta att de vill sprida klosettvattnet enligt någon av följande strategier:

- 1) I april/maj till höstsådda grödor som första näringsgiva, ev sprida redan på tjälen.
- 2) I samband med vårbruket, innan sådd, dvs sent i april till mitten av maj. Denna lösning anges av många som ett sistahandsval, eftersom det finns risk för markpackning, och lantbrukaren är dessutom tidsmässigt är pressad för att hinna så sin areal vid så optimal tidpunkt som möjligt, då detta har stor påverkan på skörden. Risken för jordpackning är speciellt viktig på de packningskänsliga lerjordar som är vanliga i regionen.
- 3) Spridning i augusti på stubb som skall plöjas ned inför sådd. Denna lösning utnyttjar kvävet i klosettvattnet sämst, men är säkrast ur markpackningsperspektiv.
- 4) Spridning i augusti som höstgiva till höstsådda oljeväxter. Denna strategi är intressant ur markpackningsperspektiv och kväveutnyttjande.

- 5) Spridning till andra och tredje skörd av vallgröda, i de fall då vallgrödan inte utnyttjas av mjölkkor. Ett vanligt exempel i Stockholmsområdet är vallfoder till hästar. Denna lösning är ett av de bästa ur ett markpackningsperspektiv.

När det gäller val av gröda kommer förslaget till förordning om spridning av avloppsfraktioner att sätta ramarna, om och när det antas. Följande text kommer från förslaget till förordning (Naturvårdsverket, 2009):

9 § Avloppsfraktioner, oavsett behandlingsklass, får inte användas

1. på betesmark

2. på åkermark som inom ett år från spridningstillfället ska användas för bete eller där fodergrödor ska skördas.

3. på mark med odlingar av bär, rotfrukter, grönsaker eller frukt undantaget sockerbetor och potatis för stärkelseproduktion

4. på mark som inom ett år från spridningstillfället ska användas för odling av bär, rotfrukter och sådana grönsaker och frukt som är i kontakt med jorden och normalt konsumeras råa, undantaget sockerbetor och potatis för stärkelseproduktion.

Denna bestämmelse ska inte gälla för urin.

Notera att restriktionerna inte föreslås bli tillämpliga för urin. De föreslås dock gälla klosettvattnen och innebär att alternativ 5) ovan inte längre blir tillåtet.

Avgörande för att få ekonomi i att återföra näringen i klosettvattnen tillbaka till kretsloppet är att kostnaden för hantering och spridning hålls nere. Därför bör spridningsarealen ligga i nära anslutning till gödselbrunnen och tidsåtgången för fyllning och spridning får inte bli för stor. Spridning med matarslang, som beskrevs tidigare, istället för tankvagn ger liten risk för markpackning och minskar tidsåtgången vid spridning eftersom tomkörningar undviks. Å andra sidan begränsas spridningsområdet av slangens räckvidd och investeringskostnaden är stor.

Lantbrukets organisationer – inställning och motivation

Om avloppsfraktioner från hushåll ska återföras till kretslopp är lantbrukare och lantbrukets organisationer nyckelaktörer, liksom livsmedelsindustrin som köper lantbrukets produkter. Även inom skogsbruket kan avloppsfraktioner vara aktuella som gödselmedel. Detta gäller dock framför allt om de är pelleterade vilket utesluter klosettvattnen. Sedan 1994 har användningen av avloppsfraktioner inom lantbruket varit omdiskuterad inom lantbrukarkåren. Utvecklingen går dock mot att det finns ett intresse för framför allt källsorterade avloppsfraktioner, beroende på deras bättre kvalitet jämfört med slam, stigande priser på mineralgödsel samt ett affärsintresse. Initierat av en motion från LRF Mälardalen har LRF Riksförbund tagit yttrandet på sin årsstämma 2008 att ”aktivt verka för ett kretslopp av hushållsnära avfallsfraktioner med återföring till åkermark”

(<http://www.lrf.se/Miljo/Avloppsslam>). Följande text går att finna på samma länk:

- *LRF anser också att långsiktigt hållbara avloppslösningar måste börja diskuteras och planeras in i samhällstrukturen.*
- *LRF verkar för ett aktivt kretslopp där hushållsnära avfallsfraktioner återförs till åkermark.*

Det finns också ett intresse från lantbrukets sida i att erbjuda tjänsten som entreprenör för hämtning, lagring och spridning av fraktionerna (Jönsson m.fl., 2010) . Nyckelordet här är affärsmässiga grunder. Det behöver finnas avtal och en vilja till långsiktigt samarbete eftersom flera av systemen innebär

investeringar i lagringsbehållare och maskinpark. För kommunens del är det viktigt att ta en tidig kontakt med lantbruket, t ex i form av LRFs kommungrupper, som finns i många av landets kommuner. För lantbrukets aktörer är det viktigt att lära sig om, och delta i, kommunala upphandlingsprocesser.

Kvalitetssäkring

Livsmedelprodukter produceras och säljs i allt fler kvalitetsklasser. Ett exempel på detta är att Lantmännen numera handlar med spannmål av kvalitéerna Standard, Premium och Eko. För att säkerställa kvalitén på respektive kvalitetsklass används allt oftare kvalitetssäkrings- och certifieringssystem. T.ex. kräver Lantmännen för sitt standardsortiment att använda restprodukter skall vara certifierade, avloppsslam skall vara REVAQ-certifierat, biogasrötrest SPCR120 och övriga restprodukter skall ingå i ett kvalitetssäkringssystem och liknande krav finns hos flera andra viktiga livsmedelsföretag.

Kraven på certifieringssystem är i grunden bra. De ökar transparensen i livsmedelkedjan och det är också certifieringssystemet REVAQ som till stor del bidragit till att låsa upp det motstånd mot slamspridning som funnits sedan 1994. Ett problem i sammanhanget är dock att det kostar pengar att införa och driva certifieringssystem. Certifieringssystemet REVAQ ägs av Svenskt vatten och certifieringssystemen SPCR 120 för biogödsel och SPCR 152 för kompost ägs av Avfall Sverige.

Om krav på certifiering ställs innan system för detta finns utvecklat så kan det försvåra för de redan existerande system för kretslopp av källsorterade avloppsfraktioner som byggts upp av ett flertal kommuner, t.ex. Tanum, Norrköping, Västervik m.fl., trots att källsorterad urin är den i särklass renaste avloppsprodukten. T.ex. innehåller källsorterad humanurin endast ca 0,6 mg Cd per kg fosfor (Jönsson m.fl., 2005), medan avloppsslam år 2006 innehöll i snitt ca 33 mg Cd per kg fosfor (JV & SCB, 2008). Att kravet på certifiering trots detta är ett hot, beror på att det saknas certifieringssystem för de volymmässigt små avloppsprodukterna (urin, klosettatten, latrin, m.fl.). Ett förslag till sådant certifieringssystem har tagits fram av Richert Stintzing & Palm (2009). Detta arbete finansierades av Länsstyrelsen i Stockholms län, Svenskt Vatten Utveckling, LRF och Eskilstuna kommun. Detta certifieringssystem saknar (juni 2010) ägare. De källsorterade avloppsfraktionerna klassificeras som hushållsavfall, och Avfall Sverige äger idag certifieringssystem för biogödsel och kompost producerat från hushållsavfall. Det finns inget som hindrar att man följer systemet i avvaktan på vidare utveckling eftersom systemet är utvecklat med tanke på enkelhet och flexibilitet, dokumentation och etablerande av rutiner.

Projektet Avlopp i kretslopp i Södertälje har 2010 ansökt och fått medel från Stockholms läns landstings miljöbidrag till utveckling av ett lokalt kvalitetssäkringssystem för avloppsfraktioner från små avlopp.

Livsmedelsbranschens inställning

Livsmedelsbranschen kan i vissa fall ha krav på användningen av avloppsfraktioner som begränsar användningen inom jordbruket. Generellt gäller att användningen av avloppsslam begränsas hårt, medan få aktörer har tagit ställning till om användningen av andra avloppsfraktioner ska regleras. Lantmännen har en policy för kretslopp av avloppsfraktioner. I denna anges att avloppsfraktioner som saluförs inom standardsortimentet skall vara kvalitetssäkrade, se ovan. I ett examensarbete vid SLU undersöktes livsmedelsbranschens krav för att acceptera jordbruksanvändningen av hushållsnära avloppsfraktioner (Giers, 2007). Många aktörer inom livsmedelsbranschen ansåg att smittspridning måste förhindras, i synnerhet av Salmonella. Full spårbarhet ska uppnås och en riskbedömning göras.

De flesta ansåg att ett kvalitetssäkringssystem skulle kunna byggas på egenkontroll med hjälp av en checklista. Genom en tredjepartskontroll granskas sedan om rutiner och regelverk följts.

Juridiska aspekter – Klosettvattnen som hushållsavfall

Naturvårdsverkets vägledning om definitionen av hushållsavfall anger följande:

Latrin och toalettavfall från enskilda anläggningar är hushållsavfall. Detsamma gäller slam från hushållens slambrunnar. Om avfallet uppstår i en anläggning som behandlar latrin eller toalettavfall från flera olika fastigheter bör det inte anses komma från hushåll i de fall anläggningen är stor, tekniskt komplex eller på annat sätt skiljer sig från en anläggning avsedd för enstaka hushåll. I de fallen kan inte avfallet heller anses som därmed jämförligt.

Denna definition ger inte en heltäckande bild av vilka avloppsrelaterade avfallsfraktioner som kan bli aktuella för kommunens avfallshandläggare. Men källsorterade avloppsfraktioner och slam från slambrunnar från enskilda hushåll är att betrakta som hushållsavfall och faller därför under avfallshandläggarens ansvar.

Det finns ett antal styrdokument och mål som påverkar hanteringen av avloppsrelaterade avfallsfraktioner. Det är huvudsakligen miljöbalken som styr både arbetet med små avlopp och avfallshanteringen i kommunen. Juridiska texter som används är t ex:

- Miljöbalken med underliggande författningar. Enligt experter (Christensen, pers medd.) är det rimligt att med hänvisning till miljöbalken ställa krav på kretslopp men man måste vara beredd på diskussionen om skälighet. I miljöbalken ställs dessutom krav på hög reduktion av näringsämnen. Dessutom anges att fastighetsägaren är verksamhetsutövare, och därmed ansvarig för att ha kunskap om anläggningens funktion och drift
- Riktlinjer till hur miljöbalken skall tolkas vad gäller enskilda avlopp ges av Naturvårdsverkets Allmänna Råd 2006:7 som formulerar funktionskrav på avloppsanläggningar. Dessutom anges i de allmänna råden att *Kommunen bör skapa förutsättningar för att hushållsavfall som utgörs av avloppsfraktioner nyttiggörs, exempelvis genom att inrätta system för insamling, behandling och lagring samt överlåtelse till jordbrukare, eller genom att vägleda om nyttjande på den aktuella fastigheten med vidmakthållande av hygien och minimering av potentiell smittspridning.*
- Kommunernas avfallsföreskrifter eller renhållningsordningar reglerar insamling av slam, latrin med mera från enskilda avloppsanläggningar.
- Kommunernas lokala hälsoskydds-föreskrifter tar upp regler för inrättande av avloppsanordning på den egna fastigheten.
- Lagstiftning omkring transport, lagring och spridning av avloppsfraktioner.

Till de juridiska texterna kommer mindre bindande styr- och måldokument som t ex:

- ”60%-målet” dvs målet att till 2015 skall 60% av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark varav minst hälften till åkermark. Detta mål ligger under miljömålet God Bebyggd Miljö. Även om detta siffersatta mål enbart gäller fosfor så är den övergripande

målsättningen att ” den resurs som avfall utgör skall tas till vara i så hög grad som möjligt samtidigt som påverkan på och risker för hälsa och miljö minimeras”, vilket innebär att återförsl och utnyttjande av klosettvattnets kväve och kalium också är viktigt.

- Kommunernas avfallsplaner. Dessa är vägledande för hur avloppsfraktioner ska hanteras, och i och med att de är politiskt förankrade dokument så ger de starka incitament att genomföra återföring om detta är angivet.
- EU:s Avfallshierarki. EU:s avfallshierarki (Rådets direktiv 91/156/EEG) anger att man i första hand ska arbeta för att förhindra uppkomsten av avfall. Därefter bör man se till att avfallet återanvänds, återvinns i form sekundära råvaror eller energi, samt i sista hand, säkert bortskaffas.

Energi

Användningen av fossil energi i samhället är en viktig uthållighetsaspekt. En minskad användning är intressant ur såväl ekonomisk synvinkel som för att minska klimatpåverkan och uttag av fossila resurser. För att kunna analysera och jämföra energianvändning för olika återföringssystem är det viktigt att ha ett livscykelerspektiv som inkluderar såväl anläggningsfasen som driftfasen. Verktöget VeVa (<http://kunskapscentrum.avloppsguiden.se/news/2010/03/16/planeringsverket-veva.html>) är ett framtaget planerings- och utvärderingsverktyg som utgör ett beslutstöd för berörda tjänstemän och som kan användas för att jämföra bland annat energianvändning för olika systemlösningar för enskilda avlopp ur ett livscykelerspektiv. Med VeVa kan energianvändningen sättas i relation till andra relevanta miljöaspekter som till exempel utsläpp och även återförsl av fosfor och kväve. Dessutom ges kostnader för investering, drift och underhåll omräknade till årskostnad.

http://www.chalmers.se/cit/urban-sv/projekt/va-omvandlingsomraden9037/veva-verket_1

Det finns ett stort antal systemstudier som analyserar olika avloppslösningar i urbana miljöer, medan färre studier behandlat enskilda avlopp. I en studie jämfördes tre olika scenarier för att uppgradera befintliga enskilda avlopp; urinsortering, klosettvattnensortering samt kemisk fällning (Tidåker m.fl., 2007). Urinsortering gav upphov till lägre energianvändning men detta system hade samtidigt lägre potential att återföra fosfor än de andra systemen. Systemet med våtkompostering av källsorterat klosettvattnen möjliggjorde hög återföring av kväve och fosfor men energianvändningen var betydligt högre än för de övriga systemen. Om hygieniseringen istället gjordes genom tillsats av urea minskade elanvändningen med 90 % men samtidigt ökade användningen av fossila bränslen med 80 % bland annat på grund av att kväveförlusterna förväntades öka, vilket minskade möjligheterna att ersätta mineralgödsel. Tillförel av urea eller ammoniak för hygienisering innebär att avloppsproduktens kvävevärde ökar och ger därför en ökad möjlighet för lantbrukaren att ersätta mer mineralgödsel än om en annan hygieniseringsmetod använts. Samtidigt är det extra viktigt vid ammoniakhygienisering att lagringen och spridningen sker på ett sätt som tillvaratar det ökade kväveinnehållet.

För klosettvattnensystem var en låg inblandning av spolvatten en viktig aspekt för att minska energianvändning kopplad till såväl transporter som hygienisering. Under förutsättning att spolvattenmängden hålls låg behöver normalt inte transportavstånd utgöra något avgörande hinder ur energisynpunkt.

Energianvändningen vid våtkompostering är framförallt kopplat till pumpar, den elektriskt drivna kombinerade omröraren och luftaren och för malning av ingående tillsatssubstrat. Energianvändningen vid våtkomposten i Norrtälje är väl studerad. Anläggningen har planerats och dimensionerats med

förutsättningen att energiförbrukning inte skall överstiga 80 000 kWh/år vid en produktion av 3 000 ton, dvs. ca 27 kWh/ton ingående material. Anläggningens verkliga energiförbrukning har kontrollerats med stöd av elmätaravläsningar som kombinerats med uppgifter om behandlad mängd material. Mätningarna visade under perioden 28 juni till 22 dec på en energianvändning på ca 28 kWh/ton, inkluderande ett antal driftstörningar i form av ”tomgångskörningar” p.g.a. materialbrist, problem med nivåvippor och störningar p.g.a. haveri på malningsutrustning och kompressor. Samtidigt kan man konstatera att anläggningen under gynnsamma och kontinuerliga driftförhållanden haft en betydligt lägre energiförbrukning då mätningar under perioderna 8-12 augusti samt 28 augusti – 5 september visar på en energiförbrukning motsvarande 15 kWh/ton respektive 21 kWh/ton. Resultaten visar att kontinuerlig drift är viktig för att minimera användningen av energi (Eveborn m. fl., 2007).

En analys som genomförts på uppdrag av Norrtälje kommun (Pettersson m. fl., 2010) jämförde bland annat energianvändningen för våtkompostering med anslutning till ett centralt avloppsreningsverk, ett lokalt SBR-(Sequencing Batch Reactor-) avloppsreningsverk samt uppgradering på fastigheten av de nuvarande avloppen, antingen med nya slutna tankar för klosettvattnet och markbäddar för Bad- Disk- och Tvättvattnet eller med ny slamavskiljare, markbädd och fosforfälla för allt avloppsvatten. I scenariet med slutna tankar förutsattes att hushållen installerade vakuumpoletter. Tidsavgränsningen gällde en relativt nära framtid (ca 5-15 år) och man räknade med nuvarande antal fastigheter (inga styckningar och ingen betydande inflyttning) samt 2,8 personer per fastighet och idag gällande permanent och fritidsboendegrad för bebodda fastigheter.

Med verktyget VeVa analyserades energianvändningen i systemen med avseende på produktion av systemkomponenter, anläggande av system, drift och underhåll och energiproduktion i form av biogas och värme samt besparing av handelsgödsel vid återföring. Med alla dessa aspekter sammanvägda föll våtkomposten ut som det mest fördelaktiga systemet i tre av de fyra lokaliseringar som studerades. Det var framförallt driftenergin som var låg i våtkompostsystemet samt besparingen av handelsgödsel till följd av den höga återföringen. Transporterna ökade i våtkompostscenariot men vakuumsystemet innebar mindre spolvatten vilket gjorde att transporterna fick mindre genomslag i analysen. För de kommunala och lokala ARV-scenarierna krävde drift och underhåll av avloppsreningsverken den mesta energin medan det i det enskilda scenariot var det tillverkningen av Filtra-P till fosforfällan som fodrar mest energi samt transport av slam från slutna tankar. Skillnaderna i energianvändning mellan de enskilda alternativen i de olika områdena berodde av antalet boende som hade de olika VA-systemen (sluten tank och markbädd + fosforfälla). I ett av scenarierna blev energianvändningen hög jämfört de övriga omvandlingsområdena. Hushållen där hade i huvudsak markbädd och fosforfälla vilket kräver mycket fossilenergi medan elenergin visades som en minuspost. Detta berodde av att elenergin som krävs vid drift av systemet och tillverkning av produkter var låg och att elproduktionen vid förbränning av matavfall i detta scenario överskred användningen av elenergi.

Något förvånande var det framförallt driftenergin som var låg för behandling av klosettvattnet i våtkompost jämfört med behandling i reningsverk. Besparingen av handelsgödsel till följd av den goda återföringen av kväve, fosfor och kalium gav också utslag. (Pettersson m. fl., 2010).

Det finns behov av analyser av energiåtgången i ammoniakhygienisering. Pågående studier där VeVa-redskapet används har dock gett ett första svar. I en analys av olika avlopps- och avfallssystem för en planerad utbyggnad av Norra Djurgårdsstaden i Stockholm (Norström m. fl., 2010), ingår två scenarier med återföring av hygieniserat klosettvattnet. I Scenario 6 (tabell 6) hygieniseras och rötas, för

utvinning av biogas, det källsorterade klosettvattnet innan det återförs. I Scenario 7 ammoniakhygieniseras det källsorterade klosettvattnet före återföring. I övrigt är scenarierna lika. Av tabell 6 framgår att Scenario 7 använder minst energi netto per person, 187 MJ/person och år, medan Scenario 6, netto använder 337 MJ/person och år, trots att biogas utvinns ur klosettvattnet i Scenario 6. Samtidigt faller de källsorterande systemen (scenarierna 5-7) ut som dyrast per person, och man landar då återigen i avvägningen av vad det får kosta med ökad ambition inom miljöområdet.

Viktiga poster när man räknar på energiförbrukningen för system med ammoniakhygienisering är energianvändning vid produktion av urea eller ammoniak, samt transporter. I övrigt innebär ammoniakhygienisering låga insatser av energi i form av omrörning vid tillsättning av urean samt för täckning av lagringsbehållaren.

Tabell 6. Sammanställning av resultat för scenarier med olika hanteringssätt för avlopp och organiskt köksavfall i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm (Norström m. fl., 2010)

Parameter	Enhet	Scenario ¹						
		1	2	3	4	5	6	7
Miljö – resurshushållning								
Återföring av N till åkermark	kg/pe, år	0,45	0,46	0	0,24	2,40	2,51	2,67
Återföring av P till åkermark	kg/pe, år	0,09	0,09	0	0,05	0,24	0,35	0,35
Energianvändning (netto)	MJ/pe, år	467	215	525	366	244	337	187
Ekonomi								
Årskostnad per person	kr/pe	2 000	2 650	1 800	3 000	3 250	6 400	5 450

1) De olika scenarierna är: 1) Avlopp till ARV. Matavfall via sopsug till kompost, 2) Avlopp till ARV. Matavfall via sopsug till biogas, 3) Avlopp till ARV. Matavfall via KAK till ARV, 4) Avlopp till ARV. Matavfall via KAK och tank till rötning, 5) Källsorterad urin återförs, övrigt avlopp till ARV. Matavfall via KAK och tank till rötning, 6) Källsorterat klosettvattnet rötas, övrigt avlopp till ARV. Matavfall via KAK och tank till rötning, 7) Källsorterat klosettvattnet ammoniakhygieniseras, övrigt avlopp till ARV. Matavfall via KAK och tank till rötning. KAK står för köksavfallskvarn och ARV står för avloppsreningsverk.

Ekonomi

Analys av ekonomiska aspekter beror av de specifika förutsättningarna för olika lösningar och platser, och kan därför endast diskuteras generellt. En ekonomisk bedömning måste ta sin utgångspunkt i vad man vill åstadkomma. Är det kostnadseffektiva lösningar i kommunen? Är det att uppfylla kommunens miljömål? Handlar det om investeringar för enskilda fastighetsägare, eller för kommunen? Med hjälp av redskapet VeVa kan årskostnaden för olika avloppssystem system beräknas baserat på kapitalkostnader, drifts- och underhållskostnader. Följande uppgifter

kommer från en studie från Norrtälje kommun 2010 (Pettersson m. fl., 2010) och scenarierna är samma som i avsnittet ovan om energi.

Kapitalkostnaden beror av VA-systemets livslängd där brunnar och ledningar beräknas ha en livslängd på 50 år, reningsverk, våtkompost, slamavskiljare, slutna tankar en livslängd på 20-30 år och maskinell utrustning en livslängd på 10-15 år.

Systemkostnaden för kommunal anslutning i de studerade alternativen var i regel dyrare än lokalt reningsverk eller nyinvesterade enskilda system i alla områdena, men relativt kostnadseffektivt i ett område där en anslutningspunkt fanns nära och där det var tätbebyggt och det gick åt relativt kort ledningslängd per person. Alternativet med lokalt reningsverk var också mest gynnsamt ekonomiskt sett i tätbebyggda områden.

Våtkompostanläggningen förekom i studien endast i ett utförande. Ju fler personer det fanns i området desto fler delar på investeringskostnaden och desto lägre blev kapitalkostnad. Våtkompostsystemet var mest konkurrenskraftigt i Gottröra där det var dyrt att införa kommunalt VA och lokalt reningsverk. Alternativet nyinvesterade enskilda avlopp var i alla fyra områdena billigare än våtkompost.

Det fanns inte något område där våtkomposten var det mest kostnadseffektiva alternativet. Frågan man måste ställa sig är om merkostnaden jämfört med alternativet nyinvesterade enskilda avlopp (som var det mest kostnadseffektiva i alla områdena) eller det lokala avloppsreningsverket (näst mest kostnadseffektivt i tre av områdena) är rimligt för den ökade miljönytta som finns i våtkompostsystemet.

Om man dividerar kostnaderna med mängd avskilt fosfor kan man få ett effektivitetsmått vad gäller utsläpp till vatten. Här visade det sig att fosfor kan avskiljas mest effektivt, och vattendragen skyddas bäst, i lokalt reningsverk eller nyinvesterade enskilda avlopp. Om man istället beräknar ett effektivitetsmått för kretslopp av fosfor visar det sig att våtkomposten är överlägset mest effektivt. Detta beror på att våtkomposten har väldigt hög återföringsgrad av fosfor medan det i övriga system endast antogs att 15 % av slammet från reningsverken återfördes. Det finns miljömål både vad gäller utsläpp av fosfor till vatten och återföring av fosfor från avlopp. Frågan är hur mycket det får kosta att uppfylla vart och ett av dessa mål.

Erfarenheter av kretslopp av avloppsfraktioner i Stockholmsregionen

Följande avsnitt beskriver pågående satsningar för kretslopp av urin och klosettwater i stockholmsregionen. Utvecklingen pågår sedan mitten av nittio-talet, till stor del driven av engagerade aktörer, regionala utvecklingsmedel (Stockholms läns landstings miljöbidrag) och forskningsmedel.

Enskilda avlopp i regionen

Länets avloppssituation har rapporterats i ett antal skrifter under 2000-talet. KSL har bland annat genomfört projektet *Förutsättningar för kommunernas arbete med småskaliga VA-lösningar* (KSL, 2004). Där lyfte man fram organisatoriska och juridiska aspekter samt hinder och möjligheter för kommunernas arbete med enskilt VA. En länstäckande enkätstudie kring enskilda avlopp, riktad till kommunerna, har också gjorts. Resultatet från enkäten finns i rapporten *Vatten och avlopp i omvandlingsområden - rapport från en intervjuundersökning* (RTK, 2003)

Länets enskilda avlopp står för en betydande del av påverkan på recipienterna. Ett examensarbete (Karlsson, 2005) kom fram till att länets enskilda avlopp står för ca 50 ton fosfor till vatten och 400 ton kväve per år. Enskilda avlopp, som betjänar ca 5 % av länets befolkning, står för hela 54 % av fosforbelastningen och 16 % av kvävebelastningen från den samlade avloppshanteringen i länet. De enskilda avloppen beräknas alltså, trots att de är så få, släppa ut mera fosfor till vatten än alla övrig avloppshantering i länet.

De småskaliga avloppen beräknas vara ansvariga för ca 16 % av länets fosforbelastning till kustvatten och 2 % av kvävebelastningen i vattendragen (Pansar, 2000). Mellan 18 och 39 % av husen i omvandlingsområdena saknar avloppsrening (RTK, 2003) samtidigt som de befintliga avloppsreningsanläggningarnas funktion avtar med åren. De enskilda avloppen utgör alltså, trots att de är få, en stor regional belastningskälla. Lokalt kan ett antal enskilda avlopp dessutom ha helt avgörande betydelse för lokala vattendrags kvalitet.

I en rapport från VAS-rådet (VAS-rådet, 2006) har man studerat fördelningen mellan personer anslutna till kommunalt VA samt personer som har enskilda avlopp eller gemensamma lösningar. Den sista december 2004 fanns det 1 872 900 personer i regionen, varav 97 000 personer med samfällighetslösningar eller enskilt avlopp. En av de kommuner i regionen som har flest enskilda avlopp är Norrtälje, där 23 000 permanentboende personer har enskilda eller gemensamma avlopp utanför kommunens VA-område. År 2030 beräknas antalet innevånare i regionen ha stigit till 2 430 000, varav 81 300 är befolkning utanför kommunala verksamhetsområden med enskilda avlopp eller samfällighetslösningar. I Norrtälje beräknas antalet människor som har samfällighetslösningar eller enskilt avlopp öka till 36 500 st.

Tabell 7 visar en sammanställning av antalet boende, enskilda avlopp, slutna tankar samt tillgänglig åkermark i länet. Arealen åkermark i länet är mer än nog för att sprida avloppsfraktionerna från de enskilda avloppen, om man översiktligt räknar med att en person behöver ca 300-400 m² per år för avsättning av näringen i avloppsfraktionerna (Richert m. fl., 2010).

Tabell 7. Befolkning med olika typer av avloppslösningar, samt åkerarealen i länets kommuner

Kommun	Befolkning i kommunen ¹ 2004-12-31	Befolkning utanför kommunalt verksamhetsområde med samfällighetslösning eller enskilt avlopp ¹ 2004-12-31	Andel av befolkningen ansluten till enskilda avlopp	Antal slutna tankar i kommunen ²	Total Åkerareal 2003, ha ³
Botkyrka	75 830	1 236	2%	300	2881
Danderyd	30 100	0	0%	1	0
Ekerö	23 594	2 814	12%	530	6009
Haninge	71 355	6 955	10%	2250	3046
Huddinge	87 681	2 698	3%	112	382
Järfälla	61 564	298	0%	-	220
Lidingö	41 407	101	0%	42	0
Nacka	78 715	5 249	7%	700	0
Norrtälje	54 366	23 075	42%	3721	26515
Nykvarn	8 328	2 208	27%	256	1822
Nynäshamn	24 670	5 670	23%	-	5459
Salem	14 127	227	2%	-	713
Sigtuna	36 322	5 243	14%	-	9517
Sollentuna	58 897	0	0%	-	220
Solna	59 098	0	0%	0	0
Stockholm	765 044	0	0%	0	205
Sundbyberg	33 816	0	0%	0	0
Södertälje	80 405	8 914	11%	2000 ⁴⁾	9562
Tyresö	40 605	1 765	4%	1000	391
Täby	60 422	150	0%	40	721
Upplands-Bro	21 348	2 800	13%	410	5433
Upplands Väsby	37 517	747	2%	50	1281
Vallentuna	26 889	5 431	20%	300	7718
Vaxholm	9 904	2 684	27%	-	261
Värmdö	34 029	14 029	41%	2500	964
Österåker	36 867	4 977	13%	500	1900
<i>Länet</i>	<i>1 872 900</i>	<i>97 171</i>	<i>5%</i>	<i>13212</i>	<i>85220</i>

1) VAS-rådet. 2006.

2) RTK PM 2003: 23. Vatten och avlopp i omvandlingsområden – rapport från en intervjuundersökning.

3) SCB: Åkerarealens användning efter kommun och gröda. År 1981, 1985, 1989-1995, 1999-2003.

<http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Visavar.asp?yp=tanss&xu=C9233001&omradekod=JO&huvudtabell=AkerArealGrodaK&omradetext=Jord%2D+och+skogsbruk%2C+fiske&tabelltext=%C5kerarealens+anv%2Dning+efter+kommun+och+gr%2Fda%2E+%C5r+1981%2C+1985%2C+1989%2D1995%2C+1999%2D&preskat=O&prodid=JO0104&deltabell=&deltabellnamn=%C5kerarealens+anv%2Dning+efter+kommun+och+gr%2Fda%2E+%C5r+1981%2C+1985%2C+1989%2D1995%2C+1999%2D&innehall=AkerArealGroda&starttid=1981&stopptid=2003&Fromwhere=M&lang=1&langdb=1>

4) Observera fel i RTK Rapport 2003:23; i rapporten står det 500, rätt siffra skall vara 2 000 (Stefan Jonsson, Södertälje kommun)

Kretslopp av urin

I Stockholm finns sedan mitten av 1990-talet tre större bostadsområden, Understenshöjden, Palsternackan och Gebers, med urinsorterande toaletter. Urinen samlas upp och fördes fram till 2008 till lagring vid Stockholm Vattens anläggning vid Bornsjön. Stockholm Vatten var initiativtagare till återföringen, som drevs som ett utvecklingsprojekt mellan 1996 och 2000. Därefter fortgick återföringen av urin, då de boende anlidade en entreprenör för transport till lagringstankarna och Stockholm Vatten tog ansvar för spridningen av den lagrade urinen. Under 2007 påtalade Stockholm Vatten att detta inte är en del av bolagets kärnverksamhet, och att man avsåg att inte längre fortsätta med omhändertagandet av urinen. Regionala projekt har drivits under 2008 och 2009 för att undersöka möjligheterna att skapa nya institutionellt starka lösningar för hanteringen av urin från enskilda avlopp, i någon, eller flera av kommunerna omkring Stockholm. En lösning för återföringen av urin från Stockholm presenteras i avsnittet *Urin – lagring och spridning i Södertälje kommun* sid 24.

I Vaxholm finns bostadsområdet Kullön, där 250 hushåll har installerat urinsortering, med uppsamlingstankar på kvarternivå. Vaxholms Stad ställde höga krav på frånskiljning av näringsämnen från avloppssystemet i detaljplanen, vilket ledde till krav på urinsortering som avloppssystem för området i exploateringsavtalet. Inom ramen för regionala utvecklingsprojekt med finansiering från Stockholms Läns Landstings miljöbidrag hittades en lösning där urinen hämtas av entreprenör och transporteras till en lantbrukare på 24 km avstånd, där den lagras och används som ersättning för mineralgödsel. Strategin är vårspridning av urin till höstsådd spannmål eller oljeväxter, vilket innebär att utnyttjandet av kväve bör bli högt. Återföringssystemet kan ännu inte anses stabilt, då det ännu inte finns något avtal som reglerar återföringen. Vaxholms stad, som idag inte engagerar sig i återföringen, tilldelade 2005 Roslagsvatten ansvaret för att åstadkomma återföring av urinen. Avfallsplanen för Vaxholms kommun anger inte hur frågan om hanteringen av urin skall lösas och det samma gäller den lokala renhållningsordningen. Läs mer om Vaxholm i avsnittet *Kretslopp av urin från Kullön* sid 27.

Det finns idag närmare 2000 enskilda avlopp i Nacka. En stor del av dessa uppfyller inte Miljöbalkens krav om längre gående rening än slamavskiljare. I ett 10-15-årigt perspektiv avser man att utvidga det kommunala VA-verksamhetsområdet till att omfatta nästan hela kommunen. Utanför verksamhetsområdet kommer det dock att finnas cirka 300 fastigheter, bl.a. på öar, samt de fastighetsägare som väljer en s.k. kretsloppslösning. En kretsloppslösning ska möjliggöra återföring av den mängd närsalter som finns i urin och fekalier till odlad mark och i övrigt klara höga hygien- och utsläppskrav. Kriterier för detta togs av Nacka kommun redan 1996. Fastighetsägare som har en godkänd s.k. kretsloppslösning behöver inte ingå i det kommunala VA-verksamhetsområdet när sådant efterhand byggs ut. Man räknar i Nacka med att man inom den närmsta 10-årsperioden behöver ha ett kommunalt system i drift som kan hantera urin från cirka 20-40 hushåll. Under 2004 tog kommunen ett sådant system i drift där urin hämtas en gång per år från uppsamlingstankar på de enskilda fastigheterna av kommunens slamentreprenör i enlighet med gällande avtal/taxa. Urinen transporteras för närvarande till ett lager placerat vid kommunens förråd. Under 2007 transporterades urinen till Bornsjön för hantering inom ramen för Stockholm Vattens system. Diskussioner pågår inom kommunen om hur man skall fortsätta att hantera urinen som samlas upp, och alternativen är att köra urinen till Vallentuna eller Södertälje där avsättning finns inom lantbruket.

Kretslopp av klosettwater

I Eskilstuna finns en anläggning för våtkompostering av klosettwater på Sörby gård. Sörby har sedan våtkomposten 1998 togs i drift tagit emot klosettwater och matavfall från Kviksundsskolan. Materialet har kompletterats med stallgödsel för att höja torrsubstans och energihalten i materialet. I

augusti 2007 togs en anläggning i drift där latrinkärl töms, så att även latrin kan tillföras våtkomposten. Latrin är ett önskvärt kompletterande substrat, då det inte bara tillför organiskt material och energi, utan en behandlingsavgift kan också tas ut för det, vilket förbättrar anläggningens ekonomi. Flera närliggande kommuner levererar latrin till Sörby, och hittills har över 15 000 kärl hanterats sedan stationen togs i drift. Gödselmedlet som genereras i våtkomposten används på Sörby gård av lantbrukaren som sprider materialet med vanlig flytgödselspridare.

I Norrtälje finns Karby våtkompostanläggning som tar emot innehållet från ca 10% av alla slutna tankar i kommunen. Anläggningen drivs av Norrtälje kommun. Den byggdes 2004 med medel ur Lokala investeringsprogrammet, LIP. Anläggningen har två reaktorer på vardera 32 m³ och det finns också ett efterlager på 3000 m³. Omfattande utvecklingsarbete har drivits vid denna anläggning för att finna lämplig sammansättning på ingående material. Idag våtkomposteras latrin och klosettatten. I tidigare skeden har svinflytgödsel och matavfall samt även melass provats som komplement. Den färdiga våtkomposten sprids av lantbrukare i närheten på odlad mark.

Enköpings kommun har valt att satsa på ett system för bevattning av energigrödor för att hantera dels rejektivatten från avloppsreningsverket, dels trekammarbrunnslam och slam från mindre reningsverk och slutna tankar i kommunen. Slammet lagras i öppna dammar och sprids i framför allt energigrödor men även spannmål, med bevattningsanläggning. Kommunens entreprenör hämtar avloppsfraktionerna med slamsugbil. Materialet transporteras till åtta dammar hos lantbrukarna. Från dammarna pumpas avloppsfraktionerna, efter den ca ett år långa lagringen, direkt ut till en bevattningsanläggning. Kvävet i avloppsfraktionerna går troligen till stor del förlorad under lagringen (tabell 3), men fosfor och mikronäringsämnen kommer till nytta i odlingen. För energiskogens del kan systemet innebära en upplagring av fosfor i marken.

Planerade och pågående kretsloppsåtgärder i Stockholmsregionen

Under perioden 2008 till 2010 har två projekt, *Regionalt nätverk i södra Storstockholm för etablerande av system för kretslopp av avloppsfraktioner från små avlopp* och *Regionalt nätverk samt pilotprojekt i norra Stor-Stockholm för etablerande av system för kretslopp av avloppsfraktioner från små avlopp* drivits med finansiering ur SLL miljöbidrag. Syftet med dessa projekt har varit att undersöka möjligheter att etablera lokala pilotanläggningar för kretslopp av urin och klosettatten. Följande avsnitt beskriver erfarenheter och konkreta resultat i projekten.

Projekten har arbetat med en framgångsrik metodik för att processleda mötet mellan lantbruksaktörer och kommunen. Fokusgrupper har genomförts där frågan om kretslopp av avloppsfraktioner har diskuterats i detalj. Oftast har tre möten genomförts, ibland flera, beroende på engagemang och diskussionsvilja. Deltagare har varit representanter för olika förvaltningar inom kommunen, samt LRF:s kommungrupper och intresserade lantbrukare.

Kretslopp av klosettatten i Södertälje

Bakgrund

I Södertälje kommun produceras årligen ca 20 000 m³ brunns slam från slutna tankar och slamavskiljare i från enskilda avlopp. Ungefär 70% av denna volym är klosettatten från slutna tankar, vilket innebär ca 14 000 m³ klosettatten per år. Telge återvinning hanterar idag omkring 2500 slutna tankar. I södra delen av kommunen, i delavrinningsområdena Skillebyån, Åbyån, Mölnboån samt Moraån finns närmare 700 slutna tankar, med en sammanlagd årlig volym på drygt 2000 m³

klosettvattnen. I södra delen av kommunen finns flera outnyttjade gödselbrunnar hos lantbrukare som slutat med djurhållning.

Södertälje kommun har i februari 2010 erhållit 3,9 Mkr i LOVA-medel från Naturvårdsverket genom Länsstyrelsen i Stockholms län för att etablera ett lokalt kretsloppssystem för små avlopp i Hölö-Mörkö kommun. Pengarna ska användas till att bygga hygieniseringsanläggning för ammoniakhygienisering och våtkomposteringsteknik för insamlade avloppsfraktioner och till projektledning. Projektet är politiskt initierat och väl förankrat över partigränserna. Projektet ägs av Telge Nät AB (TN) som är kommunal VA-huvudman. Projektets organisation består i en projektgrupp och styrgrupp bestående av representanter från Telge Nät AB, Telge Återvinning AB (TÅ), LRF Mälardalen, Miljökontoret och Samhällsbyggnadskontoret i Södertälje samt kommunaldelsordförande för Hölö-Mörkö. Styrgruppens ordförande är Stefan Hollmark, TN och projektledare är Anna Calo, TN. Projektet kommer att utvärderas och rapporteras av projektgruppen till projektägaren TN och finansierare i mars 2012.

Externa medel har varit avgörande för Södertälje kommuns satsning på att etablera ett kretsloppssystem för små avlopp. Medel från landstingets Miljöbidrag (190 tkr 2008, och 240 tkr 2009) initierade satsningen. Därefter har kommunen tilldelats medel från Havsmiljöförvaltningen via länsstyrelsen (200 tkr 2008), samt från Lokala vattenvårdssatsningar - LOVA - via länsstyrelsen (750 tkr 2009).

Under våren och sommaren 2010 genomför ovan nämnda projekt pilotförsök med ammoniakhygienisering av klosettvattnen från slutna tankar i närområdet. Försöken genomförs med tillhörande kvalitetssäkring inklusive provtagningsprogram vid ett lokalt lantbruksföretag i Hölö. Faktorer som gjort att detta företag valts som samarbetspartner är bl a att det fanns ledig lagringskapacitet i och med att en flytgödselbrunn på gården inte används. Samtidigt fanns det ett intresse hos lantbrukaren i fråga att medverka i ett utvecklingsprojekt med inriktning på uthållig växtnäring.

På gården finns en befintlig betongtank på 25 m³ med betongtäckning som fungerar som mottagningstank, indoseringstank för urea och pumpbrunn. En numera outnyttjad gödselbehållare på 250 m³ används för lagring och ammoniakbehandling. Klosettvattnen som transporteras med tankbil till gården töms i mottagningstanken genom ett silgaller med 12 mm maskvidd. Tankbilarna fyller mottagningstanken med specificerad volym och 10 kg urea/m³ tillsattes. Innehållet i mottagningstanken blandas med skärande pump och när materialet är väl blandat pumpas det över till lagringsbehållaren för hygienisering, som har ett befintligt svämtäcke med vegetation för att minska ammoniakavgången. Lagringsbehållaren ligger endast 100 m från fältkant till den åker som är aktuell för spridning, vilket minimerar transportsträckorna och därmed tidsåtgång för spridningen. Om lagringsbehållaren på 250 m³ är full och kvävehalten ligger på 3 kg/ton klosettvattnen så räcker det till att gödsla ca 10 ha åkermark, och att ersätta motsvarande mängd konstgödsel.

Det hygieniserade substratet sprids på gårdens egna åkrar och avtal med lokal uppköpare av foderspannmål har upprättats. Tekniska applikationer samt urea är bekostat av Havsmiljömedel via Länsstyrelsen i Stockholms län. Pilotförsöken kommer att utvärderas och rapporteras av projektgruppen till projektägaren Telge Nät AB och finansieraren före årsskiftet 2010-2011.

Framgångsfaktorer för Södertäljemedellen för kretsloppsanpassade små avlopp

Södertälje kommun har arbetat målinriktat för att sluta kretsloppet för små avlopp. Nedan följer en sammanfattning av olika insatser som gjorts och görs föra att sluta kretsloppet (Södertäljemedellen, enskilda avlopp i kretslopp, Länsstyrelse i Stockholms län, 2010.)

- Politisk samverkan och samsyn med engagemang kring frågan om enskilda avlopp.
- Kretsloppspolicy tillämpas vid tillståndsgivningen för enskilda avlopp med målet att cirka 90 % av kväve och 90% av fosfor i det totala avloppsflödet ska kunna tillvaratas för återföring till jordbruksmark.
- Stöd genom medel från Stockholms läns landstings miljöbidrag.
- Stöd från länsstyrelsen Stockholms län genom tilldelning av Naturvårdsverkets medel för Lokala vattenvårdsprojekt samt medel från Havsmiljösatsningen.
- Avgörande samarbete med och insats av LRF:s projekt Mälardalens avlopp i kretslopp.
- Informationsmöten med tillhörande mäsas om kretsloppsanpassade avloppslösningar för berörda fastighetsägare.
- Personlig VA-rådgivning av oberoende konsulter till fastighetsägare som omfattas av kretsloppspolicyn
- Etablerad pilotanläggning för lokalt omhändertagande av avloppsfraktioner från slutna tankar, med hygienisering-och spridning på åkermark.
- Bildande av Stockholms läns första Vattenråd, i Stavbofjärden, för att driva frågor rörande god vattenmiljö och vattenkvalitet inklusive kretslopp för enskilda avlopp
- Stark uppslutning från lokala LRF och dess medlemmar, och ett avgörande bidrag från LRF Mälardalens projekt Avlopp i Kretslopp.
- Spridning av kunskap i regionen har också ansetts viktigt, och utbyten samt studiebesök mellan kommuner har genomförts för att dela erfarenheter.

Klosettavloppsorterande små avlopp har i Södertälje kommun bedömts ha viktiga fördelar jämfört med överföringsledningar till allmänt VA. De ger i många fall snabbare åtgärder till skydd för miljö och hälsa, god återvinning av närsalter, samt lägre kostnader för kommun och fastighetsägare. Detta har varit en viktig framgångsfaktor och drivkraft i Södertälje.

Urin – lagring och spridning i Södertälje kommun

Bakgrund

Under 1995 byggdes det ekologiskt inriktade bostadsområdet Understenshöjden i Björkhagen i södra Stockholm/strax söder om Stockholm. Strax därefter stod området Palsternackan i Enskede klart. Strax efteråt renoverades Gebers, ett f.d. konvalescenthem i Skarpnäck, till en ekologiskt inriktad bostadsrättsförening. I alla dessa områden installerades urinsorterande toaletter. Motivet var att pröva ett kretsloppsanpassat toalettsystem. I början av 1996 hade inget av bostadsområdena avtal om avsättning för urinen hos någon lantbrukare. Stockholm Vatten inledde i detta skede en dialog med två bostadsföretag, HSB Riksförbund och Stockholmshem och man bestämde sig för att tillsammans starta ett flerårigt forsknings- och utvecklingsprojekt. Kontakter togs med landets ledande forskare och experter på källsorterande avloppssystem och ett forskningsprogram, innefattande två projekt, arbetades fram. Projekten slutrapporterades år 2000 (Johansson m.fl., 2000; Jönsson m.fl., 2000). Inom ramen för forskningsprogrammet byggdes en lagrings- och hygieniseringsanläggning för källsorterade urin på Stockholm Vattens fastighet i Bornsjöområdet, där såväl lagring som spridning och gödslingsseffekt undersöktes i full skala. Den källsorterade urinen räckte för att gödsla ca 10 ha vartannat år.

Efter att forskningsprogrammet avslutats år 2000, fortsatte Stockholm Vatten att ta emot urin från de urinsorterande områdena i Stockholm under ett antal år, utan kostnad. Transporten av urinen till lagringsanläggningen bekostades dock av bostadsområdena själva. Urinen spreds på mark i anslutning till lagringen, mark som Stockholm Vatten äger men som arrenderas av en lantbrukare. Själva spridningen bekostades av Stockholm Vatten.



Figur 1. Lagringstankar för urin i Bornsjöområdet, numera inte i bruk. (Foto: Ebba af Petersens)

Stockholm Vatten beslutade dock att spridning av urin inte var en del av deras kärnverksamhet, varför de beslutade sig för att lägga ned lagrings- och behandlingsanläggningen i Bornsjöområdet. Hösten 2008 skedde sista spridningen av urin vid Bornsjön och sedan dess har urinen från de urinsorterade områdena körts till det kommunala reningsverket eller direkt släppts ut i det kommunala avloppsledningsnätet.

Målet med projektet i Södertälje var att utveckla ett kretsloppsanpassat system för att utnyttja källsorterad urin i lantbruket, såväl från urinsorterande områden i Stockholm som från enskilda avlopp i Södertälje.

Lantbrukarens intresse

I pilotprojekt, med finansiering ur SLL Miljöbidrag, identifierades tidigt en lantbrukare som var intresserad av att prova urin som gödselmedel och härigenom sluta kretsloppet. En

leverans av urin har genomförts, och erfarenheterna var goda. Det har inte varit några problem med lukt. Den första spridningen av urin skedde i samband med vårsådden 2010.

Det som däremot orsakat viss diskussion är ersättningen som leverantörerna av den källsorterande urinen skall betala lantbrukaren för att han ska ta emot urinen. Tidigare har Stockholm Vatten tagit emot urinen utan kostnad. Nu får bostadsområdena betala för både transport och behandling själva.

Samtliga urinsorterande områden i Stockholm är anslutna till det kommunala VA-nätet och deras VA-avgift påverkas inte av om de släpper ut urinen till VA-nätet eller om de återför den till åkermark. Detta leder fel på flera sätt: Om de ca 75% av totala mängden urin som troligen källsorteras korrekt återförs till åkermark istället för att ledas till reningsverket, så beräknas de kväve- och fosforutsläpp som orsakas av de boende minska med ca 70% respektive 50% och dessutom beräknas deras bidrag till elanvändningen i avloppssystemet minska med ca 15% och även behovet av fällningskemikalier beräknas minska (Jönsson m.fl., 2000). Trots detta får bostadsområdena ingen minskning av VA-avgiften om de inte släpper ut urinen till reningsverket utan återför den. Besparingarna i reningsverket har beräknats för urinsorteringen i Håga ekoby i Uppsala. Reningsverkets kostnad för behandling av kväve och fosfor antogs vara samma som taxan för kväve och fosfor i industriavloppsvatten (37 respektive 39 kr/kg). Beräkningarna visade på att den källsorterade urinen kostade 265 kr per hushåll och år att rena i reningsverket, medan det kostade mindre än 100 kr per hushåll och år att sprida urinen i detta fall där spridningsarealen låg i direkt anslutning till bostadsområdet (Andersson, 2007). VA-avgiften för Håga by påverkades emellertid inte av om de släppte urinen till reningsverket eller inte, varför det privatekonomiskt var billigast för dem att leda urinen till kommunens VA-nät, vilket också nästan alla hushåll gör idag.

Volym och hämtning

Ekobyarna i Stockholm producerar tillsammans drygt 100 m³ urin årligen, vilket gör att den intresserade lantbrukaren kan hantera ytterligare urin, t.ex. från enskilda avlopp i Södertälje. De transporter av urin som skett hittills från ekobyarna har utförts av Ragnsells, efter överenskommelse med, och på bekostnad av, de boende.

Teknik för lagring och hygienisering

Urin ska lagras i en befintlig gödselbehållare på ca 200 m³. Behållaren är täckt med en flytande plastduk. Duken täcker brunnens vätskeyta och är försedd med en flytkropp ute i kanten. Flytkroppen ser till att duken flyter samtidigt som 5-10 cm regnvatten kan samlas ovanpå locket utan att det rinner över kanten och ner i bassängen. Uppsamlat regnvatten på duken kan pumpas bort, för att undvika onödig påfyllning och utspädning av urinen. Duken är förändrad mot behållarens väggar med vajrar försedda med tyngder. Täckning med plastduk fungerar bra för brunnar med innehåll som inte kräver omrörning, som t ex urin.

Urin ska lagras under minst 6 månader i lagringstanken innan den sprids, i enlighet med det förslag som finns till förordning för återföring av avloppsfraktioner (Naturvårdsverket, 2009). Detta betyder att transporter av urin bör komma till anläggningen under hösten för att kunna spridas i samband med vårsådd i början på maj året därpå och det är viktigt att ingen urin tas emot vid anläggningen efter detta, eftersom detta skulle äventyra en säker spridning på våren.



Figur 2. Södertäljes mottagningsbrunn för humanurin.(Foto: Ebba af Petersens)

Spridning och odling

Den hygieniserade urinen sprids av en entreprenör med slangspredare i samband med vårsådd i maj månad. På gården finns även en tankvagn på 8 m³ med tallriksspredare för spridning av mindre volymer. Urinen sprids i första hand till spannmål. Den volym på ca 100 m³ som samlats in under hösten 2009 har spridits på höstveten i växande gröda under maj månad.

Ansvar och ekonomi

Urin har transporterats till lagringen av RagnSells under hösten 2009. Urinen kommer från bostadsrättsföreningarna Understenshöjden i Björkhagen samt Gebers i Orhem belägna strax utanför Stockholm. Transport och lagring bekostas av de boende. Renhållningsförvaltningen i Stockholm har inte varit involverade i arbetet med att skapa lösningen på detta avfall, trots att det är ett hushållsavfall. Diskussionen om kostnadsfördelningen mellan boende och Stockholms Stad för återföringen är ännu (juni 2010) inte avslutad.

Det finns utrymme i lagringsbehållaren för urin från enskilda avlopp i Södertälje och från dessa kommer Telge Återvinning att ansvara för transporten. Förslagsvis görs detta under en samlad period på hösten. Då kan en slambil tvättas invändigt för att sedan under några dagar användas för att transportera av urin från de olika enskilda anläggningarna i Södertälje.

Lantbrukaren som tar emot urinen ansvarar för att urinen lagras den tid som behövs och att den hygieniserade urinen sprids ut på åkermarken när så är lämpligt ur odlingssynpunkt. För att lagringstiden skall bli tillräcklig så är det viktigt att entreprenören, Telge Återvinning samt lantbrukaren är väl informerade om att man inte bör transportera urin till anläggningen efter mitten av november. För att växtnäringen skall utnyttjas på bästa sätt bör någon part också få ansvar för att innehållet av växtnäring analyseras.

Uppföljning och utvärdering, kvalitetssäkring

Södertälje kommun arbetar med att utforma ett förslag hur uppföljning och utvärdering ska ske i samverkan med andra aktörer.

Lokaliseringar som fallit bort under projektet

Under projektets gång har en alternativ lokalisering för urinlagring studerats. Detta var på en ekologisk gård i Hölö med mjölkproduktion, grönsaksodling mm. Gödselhanteringen på gården består av fastgödsel på platta och urin i urinbrunn. Där skulle hygienisering av humanurin ske i s.k. ballongtankar, och spridningen av den hygieniserade urinen skulle sedan ske tillsammans med kourin från gödselbrunnen med befintlig spridningsutrustning i samband med vårsådd. På gården finns en tankvagn på 10 m³ med slangspridare.

Lantbrukaren var mycket intresserad av att skapa kretslopp mellan land och stad, och har redan idag studiebesök och andra aktiviteter för att möjliggöra för stadsbor att få komma i kontakt med djur och lantbruk. Det som var det största hindret för återföring av urin på denna gård var reglerna kring ekologisk odling. För att detta pilotprojekt skulle vara möjligt måste det vara godkänt av KRAV, något som tyvärr inte är möjligt i dagsläget. Jordbruksverket har gjort en ny tolkning av EU-förordningen för ekologisk odling, där all användning av restprodukter från avlopp är helt förbjuden. ”EU-förordningen för ekologisk produktion tillåter inte användning av humanurin eller fekalier i ekologisk produktion under några omständigheter” (Jordbruksverket, 2009).

Framtida utveckling

Nu när Södertälje har ett eget system för hantering av urin kan urinsorterade toaletter installeras i kommunen. Det finns flera lediga gödselbehållare i kommunen, vilket gör att systemet enkelt kan skalas upp om volymerna av källsorterad urin blir stora. Om EU:s regler för ekologiskt lantbruk ändras eller tolkas om så att KRAV godkänner källsorterade urin i framtiden kan den först förslagna mjölkgården vara en möjlig mottagare av urin.

Lärdomar från utvecklingen av återföring av klosettatten

- Processen med att få de tillstånd som fordras enligt miljöbalken och lokala föreskrifter har tagit mycket tid.
- Själva mottagandet, lagringen och spridningen av urin behöver varken vara krånglig eller dyr. Investeringskostnader i detta system var mycket låga eftersom det redan fanns en täckt lagringsbehållare.
- För kommunens del är det bra att skapa system där man har flera olika lantbrukare engagerade. Om dessa finns väl utspridda i kommunen kan transportererna bli kortare. Detta utnyttjas i Tanum som har åtta lantbrukare i systemet. Dessutom blir systemet robustare om man har flera lantbrukare med i systemet, då det blir lättare att hantera om något problem tillstöter för någon lantbrukare.

Kretslopp av urin från Kullön

Bakgrund

I Vaxholm finns bostadsområdet Kullön, där 250 hushåll har urinsortering med uppsamling av urin på kvartersnivå. Vaxholms Stad ställde höga krav på frånskiljning av näringsämnen från avloppssystemet i detaljplanen, vilket ledde till krav på urinsortering som avloppssystem för området i exploateringsavtalet. Urinen har samlats upp sedan 2004, men eftersom ingen har hämtat urinen så bräddar tankarna till det konventionella reningsverket på ön. Hösten 2005 fattade kommunen beslut om att det kommunala VA-bolaget, Roslagsvatten, skulle ges ansvar att avtala om ett system för återföring av urinen till åkermark. Vaxholms avfallsplan anger inte hur frågan om hanteringen av urin

skall lösas och inte heller renhållningsordningen. I projekten *Regionalt nätverk i södra Storstockholm för etablerande av system för kretslopp av avloppsfraktioner från små avlopp* och *Regionalt nätverk samt pilotprojekt i norra Stor-Stockholm för etablerande av system för kretslopp av avloppsfraktioner från små avlopp* delfinansierade av SLL Miljöbidrag har frågan om kretsloppet bearbetats och förslag till strukturer har studerats. Under 2009 har en lantbrukare identifierats, och för första gången är man nära ett fungerande system för kretslopp av urinen.

Lantbrukarens intresse

En stark drivkraft för lantbrukaren som identifierats för att ta emot urinen från Kullön är att få igång kretslopp av närsalter från samhället. Han vill naturligtvis få ersättning för sin tid och sina kostnader i samband med lagring och spridning och han ser det som positivt att gödselbrunnen på 1000 m³ på gården, som stått oanvänd, kommer till användning.

– Man måste ju börja någonstans, för att det ska hända något! Med stigande konstgödselpriser och energipriser så är det viktigt att utnyttja den näring som finns tillgänglig, säger han.

Han har tidigare spridit rötresten från en biogasanläggning som behandlade matavfall. Orsaker som skulle göra att han inte skulle vara intresserad av att fortsätta, skulle vara om uppköparen inte tog emot grödan, oklarheter med tillstånd och avtal, om det blir för mycket pappersarbete. Detta pekar på hur viktigt det är att administrationen kring återföringen av avloppsprodukter till jordbruket görs smidig. Det har inte varit något problem med lukt, något som oroade honom inför första leveransen. Första spridningen av urin ägde rum i maj 2010, till höstsådd vete i växande gröda. En giva på ca 35 kg N/ha, vilket motsvarade 60 m³/ha, spreds ut under goda förhållanden. Grödan hade redan gödslats med mineralgödsel tidigt på våren, enligt praxis i området. En kommentar från lantbrukaren var att urinen var utspädd och att det skulle vara bra med mer koncentrerad urin.

Volymer och hämtning

Totalt rymmer tankarna bostadsområdet Kullön ca 280-300 m³, en volym som normalt skall produceras under 6 månader/år. Eftersom lagringsbrunnen är på ca 1 000 m³ så betyder det att det finns tillgänglig volym i lagringsbrunnen för ytterligare urin t ex från enskilda avlopp i Österåker, Vallentuna och Vaxholms kommuner. Urinen från Kullön transporteras genom Vaxholmsvattnens/Roslagsvattnens försorg med en tankbil med släp som kan ta 40 m³ per gång (12 + 28 m³). Transportsträckan mellan Kullön och lagringsbrunnen är 24 km. En leverans från området har gjorts i december 2008. Pga oklarheter kring fördelningen av kostnaderna för transport och lagring mellan de boende och Roslagsvattnen har ingen urin levererats till lagringsanläggningen under 2009. Trots att Roslagsvattnen redan 2005 fick ansvar för att teckna ett avtal om återföringen av urinen från Kullön och trots att lantbrukaren är intresserad av att ta emot mer urin finns det ännu inget avtal.

Teknik för lagring och hygienisering

På gården finns en gödselbrunn av betong som tidigare användes för flytgödsel från mjölkkor. Brunnen har en volym på 1000 m³ och en area på ca 340 m². En täckning i form av flytande hexagonala plastbrickor (Ø ca 20 cm) har köpts in till anläggningen med medel från Havsmiljöanslaget. Täckningen ska minska ammoniakavgång och avdunstning med 90 % jämfört med utan täckning, enligt leverantören. Urinen ska lagras i brunnen minst 6 månader utan att ny urin tillförs. Detta betyder att sista leverans bör ske under oktober månad för att kunna sprida ut den hygieniserade urinen i början av maj året därpå.



Figur 3. Lagring av urin, täckt med HexaCover.
Foto: Ebba af Petersens.

Spridning och odling

Spridning sker av en entreprenör från trakten med släpslangsspridare och tankvagn på ca 18 m³. Den volym som finns i gödselbehållaren sprids ut under en dag, även om behållaren är full. Tanken är att urinen ska spridas på vete första året. Genomsnittligt kväveinnehåll i humanurin har uppskattats till ca 2,6 kg/ton (medelvärde från 8 undersökningar) (Degaart, 2004). Eftersom täckningen släpper igenom nederbörd och urinen lagrats i nästan 1 ½ år så är siffran troligen något lägre i detta fall, vilket gör att man kan anta ett N-innehåll motsvarande max ca 1000 kg i den volym urin som finns i tanken. Detta tillgodoser kvävebehovet för odling av ungefär 10 ha vete, och ersätter därmed ca 1 ton konstgödselkväve.

Ansvar och ekonomi

VA-huvudmannen för Kullön, Vaxholmsvatten (en del av Roslagsvatten) är ansvarig för transport av urin till urinlagringen. Vaxholmsvatten är också ansvarigt för miljötillstånd för behandlingsanläggningen (lagringen) m.m. och äger täckningen. Täckningen, som består av många små flytkroppar, är inte specialanpassad för just denna lagringsbehållare utan man kan lätt köpa till eller ta bort några m² för att få den att passa i en annan behållare eller damm. Detta gör att man har möjlighet att flytta täckningen till en annan plats om någon part i framtiden skulle vilja avsluta samarbetet.

Framtida utveckling

Nu finns en behandlingsanläggning för urin i Vallentuna, vilket gör att kommunerna i området – Vaxholm, Österåker, Vallentuna m. fl. genom samarbete kan få tillgång till ett system för återföring av källsorterad urin, vilket Naturvårdsverket (2006) anser att kommuner bör ha. Detta gör att urinsortering kan bli mer intressant för såväl kommunerna som för fastigheter med enskilda avlopp inom dessa kommuner. Det kan också vara en teknik som blir mer intressant vid nybygge inom kommunalt verksamhetsområde.

Lärdomar

- Urinåterföringen från Kullön har länge varit en olöst fråga, och det finns ännu inte en stabil lösning. Om avtal och strukturer för regelbundna leveranser till lantbrukaren etableras så kan

man säga att en stabil lösning etableras. Nu krävs att ansvariga aktörer inom kommunen och kommunens bolag uttrycker sin vilja att se detta system genomfört i praktiken.

- Kostnaden för de boende är ett frågetecken. När de första boende flyttade in i området informerades de om att de skulle få en extra kostnad för återföringen av urin men i takt med inflyttning till området förloras denna förståelse, då ingen återkoppling skedde om varför ingen kostnad uppstod under de år då urinen inte återförts.
- Det har inte varit tydligt för alla parter vem som haft ansvar för att söka erfoderliga tillstånd.
- Önskemålet om spridning i vårsådd/växande gröda, d.v.s. perioden april – juni, samt önskad lagringstid på 6 månader, styr när man kan leverera urin till anläggningen. Leverans bör ske under perioden juni - oktober.

Utbyggnad av våtkompost i Norrtälje kommun

I strävan att minska belastningen på Östersjön och samtidigt skapa ett kretslopp av växtnäring är våtkompostering en lösning som Norrtälje kommun intresserat sig mycket för. Tillsammans med en förvaltningsövergripande grupp i Norrtälje kommun har CIT Urban Water Management AB, i samverkan med bland annat Ecoloop AB och JTI, med hjälp av analysverktyget VeVa genomfört en miljö- och kostnadsanalys för att ge underlag till lokalisering av en kretsloppsanläggning för enskilda avlopp. Studien har omfattat fyra möjliga områden för lokalisering av en våtkompost: Gottröra, Malstaby, Riala-Sättra och Vettershaga-Urö . En ny version av VeVa har tagits fram där det finns möjlighet att jämföra olika teknikval för varje geografiskt område och samtidigt analysera var det är mest lämpligt att införa en specifik teknisk lösning.

De system som studerats är kommunal anslutning, lokalt mindre reningsverk (SBR), enskilt system där klosettvattnet samlas upp i slutna tank och behandlas i en våtkompost samt uppgraderade enskilda system (slutna tank för transport till reningsverk+ markbädd eller markbädd + fosforfälla).

Miljöanalysen visar fördelar för ett våtkompostsystem jämfört med övriga VA-system. De främsta fördelarna är låga utsläpp av kväve till vatten, slutna kretslopp vad gäller kväve och fosfor samt energieffektivitet. Våtkompostsystemet är inte det mest fördelaktiga alternativet vad gäller utsläpp av fosfor till vatten men klarar hög skyddsnivå, d.v.s. 90% reduktion. Vad gäller kadmiumflöden till åker från våtkompostsystemet så finns god marginal jämfört med gränsvärden för användning av avloppsslam på åkermark. Det finns å andra sidan inte något omvandlingsområde där våtkompost är det billigaste alternativet. I Gottröra är våtkompost billigare än kommunal anslutning, men i samtliga områden är alternativen lokalt reningsverk och nyinvesterade enskilda avlopp billigare än våtkompost. Frågan man måste ställa sig är om merkostnaden är rimlig för den ökade miljönytta som fås av våtkompostsystemet.

Norrtälje kommun processar nu resultatet av utredningen, det finns ännu inget beslut på hur kommunen avser agera i frågan.

Sammanfattande diskussion

Litteraturgenomgången visar på det finns en god potential att föra källsorterade avloppsfraktioner i kretslopp. De är rena, innehåller mycket näring och Naturvårdsverket (2006) anser att kommunerna bör ha system för återföring av källsorterade avloppsfraktioner till kretsloppet. De redovisade fallstudierna visar att det faktiskt också händer mycket i Stockholmsregionen, i projekt där kommuner, LRF, Stockholms Läns Landsting via sitt Miljöbidrag, Länsstyrelsen samt boende varit engagerade. Detta är hoppfullt. Nedan analyseras projekten utifrån ett aktörsanalysperspektiv och hinder och möjligheter för den framtida utvecklingen diskuteras.

Avloppsfraktionerna

När det gäller kretslopp av avloppsfraktioner från enskilda avlopp har mycket av fokus tidigare varit på urin. Anledningar till detta är att det är enkelt att hygienisera urinen, det finns toalettlösningar som fungerar och man skiljer ut den största mängden näring i ett lite delflöde. De senaste två åren har klosettvattnet seglat upp som en kanske väl så intressant avloppsfraktion för återföring.

En viktig fördel med att jobba med klosettvattnet återföring är att det i flertalet kommuner finns ett stort antal befintliga slutna tankar. Dessutom har arbetet i bl.a. Norrtälje visat klosettvattnetsortering med slutna tank är en lösning som många fastighetsägare vill välja när de behöver uppgradera sin avloppsanläggning. Klosettvattnetsortering i kombination med rening av BDT-vattnet i markbädd är ett robust system som uppfyller också de krav som enligt Naturvårdsverkets Allmänna råd (Naturvårdsverket, 2006) bör ställas in områden med hög skyddsnivå. Dessutom kan all näring i såväl urin som fekalier återföras och risken för att sprida patogener till lokalt yt- eller grundvattnet med det lokalt rena BDT-vattnet är liten. Klosettvattnetsortering med i slutna tank bygger på att det källsorterade klosettvattnet med fordon skall transporteras till en behandlingsanläggning. För att minimera miljöpåverkan och kostnaden är det viktigt att mycket snålspolande toaletter används. En allmän övergång till sådana är viktig en utmaning inför framtiden.

Våtkompostering har funnits som hygieniseringsmetod för klosettvattnet under ett antal år. Metoden är relativt väl studerad då det finns fungerande anläggningar att hämta data från för systemanalyser och beslutsunderlag. Investeringskostnaden i en våtkompostanläggning är stor. För själva driften behövs betydande processkunskap, ca 20-30 kWh elenergi per m³ behandlat material, samt betydande mängder tillsatsmaterial för att få upp halten organiskt material till minst ca 2 % så att hygienserande temperaturer säkert nås. Våtkomposten ställer ungefär samma krav på substratet som en biogasanläggning. Detta innebär att konkurrens om lämpligt tillsatsmaterial för våtkompostering har märkts av nära biogasanläggningar och det finns risk att denna konkurrens blir hårdare. Å andra sidan skulle klosettvattnet i sig kunna vara ett tänkbart substrat för produktion av biogas. I dagens läge är detta dock inte fallet då inga avloppsfraktioner tillåts ingå i substratet enligt certifieringssystemet för rötrest (SP, 2010).

Under de senaste åren har också ammoniakhygienisering genom tillsats av urea eller ammoniak utvecklas inom forskningen som en alternativ hygieniseringsmetod. För denna metod saknas det emellertid hittills pilotanläggningar. Detta gör det utvecklings- och planeringsarbete som pågått i Södertälje och som utmynnat i planerna för en pilotanläggning extra intressant. Ammoniakhygienisering har nämligen många fördelar. Investeringskostnaden är låg. Nyinvesteringen kan ofta begränsas till rensgaller, några pumpar, eventuellt en tank och täckningen till en befintlig gödselbrunn. Driften inskränker sig till inbladningen av urean och journalföring samt fyllning och inblandning av urean och spridning, samt provtagning av den hygieniserade produkten. Utöver urean behövs inget tillsatsmaterial, men sådant kan tillföras om det är ekonomiskt intressant. Detta innebär att kommunen

kan ha flera behandlingsanläggningar i olika delar av kommunen för att på så sätt minimera transporter. Samtidigt innebär det faktum att det ännu inte finns driftserfarenhet av någon anläggning med ammoniakhygienisering en stor osäkerhet i planeringen. Det finns ingen anläggning att hämta data och erfarenheter från, vilket haft stor betydelse för de projekt som redovisas i denna rapport.

Det finns inget som hindrar en kommun att etablera parallella system för både urin och klosettatten i kretslopp. Man behöver inte välja, eftersom såväl system för återföring av urin och för ammoniakhygienisering och återföring av klosettatten kan etableras i liten skala kan en gård i regionen tar emot urin och en annan ta emot klosettatten. Båda lösningarna kan också finnas inom samma gård bara lagringstankarna för den hygieniserande behandlingen är åtskilda. Om såväl källsorterad urin som källsorterat klosettatten uppstår inom en kommun så bör återföringskedjor finnas för båda typerna av avfall (Naturvårdsverket, 2006).

Organisation och ekonomi

Alla de system som redovisas i rapporten har institutionella frågetecken. System för kretslopp av avloppsfraktioner organiserar sig inte själva, tvärtom innebär de att flera aktörer skall samverka på ett sätt som de oftast inte har någon erfarenhet av och som existerande ramverk, i form av kommunens struktur, styrdokument och lagstiftning etc inte är utvecklat för. Arbetet med att utveckla och anpassa ramverken pågår, t. ex. är det nu klart att urin och klosettatten är att betrakta som avfallsfraktioner, vilket innebär att renhållningshuvudmännen har ett övergripande ansvar och de har också börjat ta sig an dessa fraktioner.

Ett avgörande hinder för flera av de redovisade system är frågan om vem som skall betala för hämtning, transport, behandling och spridning av de källsorterade avloppsfraktionerna. Erfarenheter från flera kommuner visar att om det källsorterande avloppet var en förutsättning för att få bygglov för ny- eller ombyggnad av fastigheten, då accepterar fastighetsägaren i regel kostnaden för hämtning etc. av den källsorterade fraktionen. En lärdom att dra från Kullön är att det är viktigt att återföringssystemet etableras direkt, så att kostnaden uppstår innan förutsättningen för bygglovet fallit i glömska.

En erfarenhet som gjorts i många kommuner med källsortering av matavfall är att ytterst få hushåll är villiga att källsortera matavfallet om deras renhållningsavgift varit samma eller högre när de källsorterat matavfallet som när de inte källsorterat det. Därför är i de flesta kommuner renhållningsavgiften lägre för hushåll som källsorterar matavfall från övrigt hushållsavfall jämfört med om de inte gör det. I t.ex. Västerås kostar det år 2010 ett hushåll som källsorterar matavfallet 2811 kr/ år att få ett 120 liters kärl med källsorterat matavfall och ett 190 liters kärl med restavfall tömt var 14:e dag, medan det kostar 4716 kr per år för hushållet att få ett 190 liters kärl med osorterat hushållsavfall tömt var 14:e dag. Skillnaden i taxor motiveras av den minskning i miljöpåverkan och minskade behandlingskostnad som källsorteringen ger. I motsats till denna lärdom från fast avfall, så är den kommunala ståndpunkten vad gäller de källsorterande avloppsanläggningarna i Kullön, Understenshöjden, Palsternackan och Gebers att bostadsområdena själva skall bekosta transport, behandling och återföring av de källsorterande fraktionerna. De boende i bostadsområdena straffas alltså ekonomiskt om de väljer att, i enlighet med våra nationella miljömål återföra avloppsnäring till kretsloppet, trots att detta samtidigt minskar deras utsläpp till vatten. Av de i rapporten redovisade projekten framgår att en av de viktigaste frågorna för att få källsorterade avloppsfraktioner i kretslopp är frågan om hur de kommunala VA- och avfallstaxorna skall utformas för att styra mot de för miljö och ekonomi bästa lösningarna .

Lantbrukets roll

Inom lantbruket finns det ett intresse att på affärsmässiga grunder hjälpa kommunerna i arbetet med kretslopp av avloppsfraktioner. LRF har tagit positiv ställning i frågan på central nivå, och LRF Mälardalen har drivit ett projekt under flera år med inriktning på kretslopp av avloppsfraktioner vilket givit resultat i kommunerna. En avgörande fråga för lantbrukets del är frågan om kvalitetssäkring. Lantbrukarnas uppköpare ställer krav på kvalitetssäkring, LRF har varit med och tagit initiativ till systemet Revaq och är nu med och driver på för ett motsvarande system för avloppsfraktioner från enskilda avlopp. Ett förslag till ett sådant system finns framme (Richert Stintzing & Palm, 2009), men det är ännu inte i drift. När det kommer i drift blir det lättare för kommuner och lantbrukare att mötas i frågan.

En annan avgörande fråga är ekonomin. Lantbrukarna är företagare och för att säkra deras långsiktiga deltagande i återföringen så behöver de rimlig ekonomisk ersättning för den tid och de resurser som de bidrar med i systemet.

Hinder och möjligheter för kretslopp av avloppsfraktioner i Stockholmsregionen

År 2006 kom rapporten *Återföring av avloppsfraktioner till åkermark – Fallstudie från Kullön i Vaxholm* (RTK, 2006) som beskrev arbetet fram till 2006 med kretsloppet av urin i regionen. Redan då lyftes frågan om finansiering av kretsloppssystemen och farhågor om systemets instabilitet i och med att finansierings- och avtalsfrågan inte var löst. Tyvärr är detta fortfarande, fyra år senare, en knäckfråga för ett stabilt system för återföringen av källsorterad urin i regionen.

Ett avsnitt i rapporten tog upp ett arbetssätt från Storbjörk & Söderberg (2003), där ett antal frågor ställdes i syfte att identifiera hållbara VA-system:

- Finns det handlingsutrymme – juridiskt och politiskt?
- Finns det resurstillgång - pengar och kunskap?
- Finns det värdegemenskap mellan centrala aktörer?
- Finns det kommunikationsstrategier?
- Finns det en arena för konflikthantering?
- Finns det en tydlig ansvarsfördelning mellan inblandade aktörer?
- Finns det drivande och ansvarstagande aktörer genom hela processen?

Dessa frågor kan användas för att analysera kretsloppsarbetet i regionen. Sammanfattningsvis kan man säga att det finns handlingsutrymme juridiskt. Detta har Naturvårdsverket (2006) väl visat. Hur stort det politiska utrymmet är skiljer mellan kommunerna i regionen. Ett intressant exempel på politiskt utrymme och engagemang är Södertälje kommun, där politiker engagerat sig i frågan om kretslopp av avloppsfraktioner och bidragit till att föra frågan framåt. För att skapa liknande utrymme i andra kommuner kan argumenten i bilaga 1 användas. Resurstillgången är, som nämnts ovan, ett frågetecken. Värdegemenskapen – den brister tyvärr ofta mellan kommunens olika avdelningar. Även om en viss värdegemenskap kan finnas mellan Naturvårdsverket och kommunens miljö- och hälsa, så brister den tyvärr ofta mellan dessa och avdelningarna för avfall och VA. Detta kan ge stora trögheter, vilket Kullön är ett exempel på och till och med att väl fungerande återföringssystem avvecklas, vilket behandlingsanläggningen för källsorterad urin vid Bornsjön är ett exempel på.

Kommunikationsstrategier håller på att utvecklas, även om det oftast rör just åtgärdandet av avloppen. Kretslopp är sällan i fokus. Arenor för konflikthantering är sällsynta, ett intressant exempel finns i Tanum där man har årliga möten mellan aktörer involverade i kretsloppet av urin och klosettwater, vilket fungerat bra som arena för reflektion, utvärdering och förbättring samt för hantering av konflikter.

Ansvarsfördelningen och kostnadsfördelningen är fortfarande oklar, vilket för närvarande verkar vara ett av de största hindren för kretsloppssatsningar för avloppsfraktioner i regionen. Södertälje kommun har tagit steg för att tydliggöra detta vilket är positivt och kommer att bidra till att skapa modeller för arbete som kan spridas i regionen och landet.

Slutligen – drivande och ansvarstagande aktörer genom hela processen. Det finns drivande aktörer i regionen vilket gör att kretsloppssystemen utvecklas, sakta men säkert. Kommuner som kliver fram och initierar aktiviteter och LRF som möter upp med kompetens och lösningar, samt sist men inte minst SLL miljöbidrag och Länsstyrelsen som med framsynt finansiering av utvecklingsprojekt, sammantaget ger dessa aktörer en klar potential för framgång.

Bilden nedan på kretslopp av urin kommer från Kullö-rapporten (RTK, 2006). När den skrevs så existerade det södra systemet i och med återföringen av urin vid Bornsjön medan det norra systemet var ett utkast. Sedan dess har Bornsjö-systemet utvecklats, och ersatts av kretslopp av urin till Södertälje. Ett system för återföring av urin håller på att etableras i norrort och det finns dessutom återföring av klosettwater i Södertälje och planer på att utöka den redan etablerade återföringen av klosettwater i Norrtälje. Så visst går återföringen av källsorterade avloppsfraktioner framåt i regionen. Men det går långsamt och tyvärr varken stadigt eller säkert.



Figur 4. Bild av system för återföring av urin från områden i Stockholmsområdet. Det södra system har flyttat från Bornsjön till Södertälje. Källa: (RTK, 2006).

En resurs som utvecklats sedan 2006 är *Avloppsguiden*, som utvecklat konceptet med entreprenörsutbildningar varav ett flertal genomförts i regionen och i dessa ingår kretslopp som en naturlig del. Dessutom utvecklas nu *Kunskapscentrum för små avlopp* med medel från Naturvårdsverkets havsmiljösjönsatsning. Kretsloppsfrågan kommer att lyftas inom Kunskapscentrum, med nätverkande aktiviteter och samling av kunskap inom området.

Referenser

Tryckta referenser

- af Petersens, E. 2001. Marknadsöversikt - extremt småspolade toaletter samt urinsorterande toaletter & urinaler, för avskiljning av klosettatten. SwedEnviro rapport 2001:1, WRS. Uppsala.
- Andersson, Y. 2007. Urinsorteringen i Hågabys - utvärdering med förslag till förbättringar. Examensarbete, Institutionen för kemiteknik, Lunds Universitet. Lund.
- Avloppsguiden 2010. Toaletter för källsortering – vakuumtoaletter och urinsorterande torrtoaletter.
- Berggren, I., Albihn, A., Johansson, M. 2005. Långtidslagring av avloppsslam – effekt på hygienisk kvalitet. VA-Forsk rapport Nr 4. Svenskt Vatten AB.
- Bäckstede, A. 2003. Utvärdering av Fåröprojektet. VA-Forsk rapport Nr 19. Svenskt Vatten AB.
- Degaardt, S. 2004. Humanurin till åkermark och grönytor – avsättning och organisation i Göteborgsområdet. Examensarbete 2004:04. Institutionen för biometri och teknik. SLU. Uppsala.
- Ejhed, H., Malander, M., Staaf, H. 2004. Kunskapsläget om enskilda avlopp i Sveriges kommuner. En enkätstudie. Rapport 5415. Naturvårdsverket.
- Elmquist, H., Bergérus Rensvik, Å., Nestor, M. 2006. Enskilda avlopp, en allmän angelägenhet, som kan ge inkomstmöjligheter för lantbrukare. Ett uppdragsarbete på LRF, Utveckling och Politik.
- Emilsson, K., Jenssen, P., Flatlandsmo, A., Grotorex, J., Hellström, D., Magid, J., Malmén, L., Palm, O., Santala, E. 2006. Klosettattensystem. Nordisk inventering och förslag till FoU. Svenskt Vatten Utveckling Rapport nr C 2006:503
- Eveborn, D., Malmén, L., Persson, L., Palm, O., Edström, M. 2007. Våtkompostering för kretsloppsanpassning av enskilda avlopp i Norrtälje kommun, JTI rapport Kretslopp & Avfall 38.
- Giers, H. 2007. Kvalitetssäkring av hushållsnära avloppsfraktioner. Vad kräver livsmedelsbranschen? Examensarbete 2007:1. Institutionen för biometri och teknik, SLU. Uppsala.
- Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C., Richert Stintzing, A., Rodhe, L. 2000. Urinsortering – en del av kretsloppet. T17:2000, BFR. ISBN 91-540-5860-0.
- JV & SCB. 2008. Jordbruksstatistisk årsbok 2008 med data om livsmedel. Jordbruksverket och Statistiska centralbyrån. ISBN 978-91-618-1443-5
- Jordbruksverket. 2009. Jordbruksverkets vägledning till EU:s regler för ekologisk växtodling. 26-11925/09, Växtodlingsenheten-ekologiskt lantbruk, Jordbruksverket.
- Jönsson, H., Burström, A., Svensson, J. 1998. Mätning på två urinsorterande avloppssystem – urinlösning toalettanvändning och hemvaro i en ekoby och ett hyreshusområde. Rapport 228. Institutionen för lantbruksteknik. SLU. Uppsala.

- Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G., Kirchmann, H. 2000. Källsorterad humanurin i kretslopp. VA-FORSK Report 2000:1. VA-FORSK/VAV. Stockholm, Sweden. Nedladdning: www.svenskvatten.se.
- Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D., Kärrman, E. 2005. Composition of urine, faeces, greywater and biowaste for utilisation in the URWARE model, Urban Water report 2005:6.
- Jönsson, H., Tidåker, P., Richert Stintzing, A. 2010. Role of farmers in improving the sustainability of sanitation systems. I: van Vliet, B.J.M., Spaargaren, G., Oosterveer, P. Social Perspectives on the Sanitation Challenge. ISBN 978-90-481-3720-6. Springer Science + Business Media. Sid: 179-188.
- Karlsson, P. 2005. Kretsloppsanpassade filterbäddar – en miljösystemanalys av småskalig avlopp I Stockholms län. Examensarbete vid institutionen för teknik, Högskolan i Kalmar
- Kramer, D.A. 2004. Mineral commodity profiles. Nitrogen. Report 2004-1290. U.S. Geological Survey.
- KSL. 2004. Slutrapport - Förutsättningar för kommunernas arbete med småskaliga VA-lösningar. Kommunförbundet Stockholms Län. Ladda ner: <http://ksl.se>.
- Malmén, L., Palm, O. 2003. Uppsamling, våtkompostering och användning av klosettwater och oraniskt avfall i Sunds kommun. JTI-rapport Kretslopp & Avfall 27. JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Naturvårdsverket. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? Näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- & duschwater. Rapport 4425. Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2002. Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Huvudrapport till Bra slam och avlopp i kretslopp. Rapport 5214. Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2006. Naturvårdsverkets allmänna råd [till 2 och 26 kap. miljöbalken och 12-14 och 9 §§ förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd] om små avloppsanordningar för hushållsspillwater. NFS 2006:7, Naturvårdsverkets författningssamling ISSN 1403-8234 .
- Naturvårdsverket. 2009. Redovisning av regeringsuppdrag 21 Uppdatering av "Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp". Diarienummer: 525-205-09. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Nordin, A. 2007. Ammonia based sanitation technology. Lic. thesis. Dept. of Biometry and Engineering, SLU. Licentiate thesis (Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Biometry and Engineering) vol. 6.
- Nordin, A., Ottoson, J.R., Vinnerås, B. 2009a. Sanitation of faeces from source-separating dry toilets using urea. *Journal of Applied Microbiology* 107, 1579-1587.
- Nordin, A., Nyberg, K., Vinnerås, B. 2009b. Inactivation of *Ascaris* eggs in source-separated urine and faeces by ammonia at ambient temperatures. *Applied and Environmental Microbiology* 75(3), 662-667.

- Nordin, A. 2010. Ammonia sanitization of human excreta. Doctoral Thesis No. 2010:67, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. ISBN: 978-91-576-7512-5.
- Norin, E. 1996. Våtkompostering som stabiliserings- och hygieniseringsmetod för organiskt avfall. Försök i pilotskala med svartvatten, köksavfall och gödsel. Rapport Kretslopp & Avfall 3. Institutet för jordbruks och miljöteknik (JTI), Uppsala.
- Norström, A., Malmqvist, P.-A., Pettersson, F., Svensson, G., Wittgren, HB. 2010. Utkast: Systemanalys av kretsloppssystem för Norra Djurgårdsstaden, Stockholm. Urban Water rapportserie.
- Ottoson, J., Nordin, A., von Rosen, D., Vinnerås, B. 2008. Salmonella reduction in manure by the addition of urea and ammonia. *Bioresource Technology* 99(6) 1610-1615.
- Palm, O. 2002. Sammansättning på klosettatten - underlag till ReVAQ, JTI uppdragsrapport
- Pansar, J. 2000. Hur mår våra sjöar och vattendrag? Undersökningar av vattenkemi i sjöar och vattendrag i Stockholms län 2000. Länsstyrelsen i Stockholms län rapport 2004:12
- Pettersson, F., Kärrman, E., Tibbelin, E., Erlandsson, Å. 2010. Urban Water uppdragsrapport till Norrtälje kommun: Kommunalt VA eller våtkompostering – Metodik för jämförelse av alternativ och lokalisering. Uppdragsnr 290016. 2010.
- Richert Stintzing, A., Palm, O. 2009. System för kvalitetssäkring och jordbruksanvändning av källsorterade avloppsfraktioner från enskilda hushåll. Rapport Kretslopp & Avfall 44, Institutet för jordbruks och miljöteknik (JTI), Uppsala.
- Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T., Dagerskog, L. 2010. Practical Guidance on the Use of Urine in Crop Production. *EcoSanRes* report 2010:1, www.ecosanres.org/publications.
- RTK. 2003. Vatten och avlopp i omvandlingsområden – rapport från en intervjuundersökning. Regionplane- och trafikkontoret PM nr 23:2003
- RTK. 2006. Återföring av avloppsfraktioner till åkermark – fallstudie från Kullön i Vaxholm. Promemoria Nr 7. Regionplane- och trafikkontoret. http://www.rtk.sll.se/MOSS-dokument/Publikation/Publikationer_PM_7_06_avloppsfraktioner.pdf
- Rådets direktiv 91/156/EEG. Council Directive 91/156/EEC amending Directive 75/442/EEC on waste.
- Rådets förordning (EEG) nr 2092/91 av den 24 juni 1991 om ekologisk produktion av jordbruksprodukter och uppgifter därom på jordbruksprodukter och livsmedel.
- SFS. 1998. Förordning (1998:944) om förbud m. m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter. Svensk författningssamling SFS 1998:944.
- Skjelhaugen, O.J. 1999. A Farm-operated System for Recycling Organic Waste. *Journal of Agricultural Engineering Research*. Vol. 73, No. 4, August 1999.
- SP. 2010. Certifieringsregler för Biogödsel. SPCR 120. SP - Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- Storbjörk, S., Söderberg, H. 2003. Plötsligt händer det – Institutionella förutsättningar för uthålliga VA-system. Urban Water Rapport 2003:1. Chalmers, Göteborg.

Södertäljemodellen, enskilda avlopp i kretslopp, Länsstyrelse i Stockholms län, 2010

Tidåker, P., Jönsson, H. 2006. Avloppets växtnäring till jordbruket i ett livscykelperspektiv. Vatten 62:77-82.

Tidåker, P., Sjöberg, C., Jönsson, H. 2007. Local recycling of plant nutrients from small-scale wastewater systems to farmland – A Swedish scenario study. Resources, Conservation and Recycling 49:388-405.

VAS-rådet. 2006. Avloppsvattenrening i Stockholms län år 2030 - en översiktlig studie av hinder samt möjliga vägar framåt. Rapport 1. ISSN 1653-8870.

Vinnerås, B. 2002. Possibilities for sustainable nutrient recycling by faecal separation combined with urine diversion. Doctoral thesis. Agraria 353. Swedish University of Agricultural Sciences.

Vinnerås, B. 2005. Hygienisering av klosettavlopp för säker växtnäring återförsl till livsmedelsproduktionen. Rapport 2005:04. Institutionen för biometri och teknik. SLU. Uppsala.

Vinnerås, B. 2007. Comparison of composting, storage and urea treatment for sanitising of faecal matter and manure. Bioresource Technology 98:3317-3321.

Internetreferenser

Naturvårdsverket 2010. Förslag till förordning om kretslopp av avloppsfraktioner:

http://www.naturvardsverket.se/upload/30_global_meny/02_aktuellt/yttranden/Sa_har_vill_vi_aterfora_mer_fosfor_till_kretsloppet/Bilaga_1_Forslag_till_forordning.pdf

Personliga meddelanden

Christensen, Jonas, Ekologen AB.

Johansson, Stefan, Södertälje kommun.

Palmer Rivera, Marika, WRS.

Pilö, Ulf, Enköpings kommun.

Vinnerås, Björn, docent, Institutionen för energi och teknik, SLU - Sveriges Lantbruksuniversitet.

Bilaga 1. Lokala kretslopp av källsorterade avloppsfraktioner – argumentpapper för den politiska sfären

Följande dokument är framtaget inom ramen för två regionala projekt med inriktning på kretslopp av källsorterade avloppsfraktioner från enskilda avlopp i Stockholmsregionen. En aktivitet i projektet är att arbeta med politiska drivkrafter. Detta dokument presenterar viktiga punkter som svarar på frågan ”Varför skall politikerna engagera sig i frågan om lokala kretslopp av källsorterade avloppsfraktioner”.

Bakgrund

Ungefär en tredjedel av landets enskilda avlopp uppnår idag inte lagens krav på rening. Naturvårdsverket har givit ut nya allmänna råd med tillhörande handbok som redskap för miljökontorens arbete med tillsyn på avloppen. Funktionskrav leder till en snabb teknikutveckling för enskilda avlopp. Samtidigt pekas kommunernas avfallsavdelningar ut som ansvariga för att skapa system för kretslopp av avloppsfraktioner. Vanlig hantering av avloppsfraktioner som samlas upp från enskilda avlopp är att föra dem till reningsverket för rening där.

Argument

Lokala kretslopp av källsorterade avloppsfraktioner är en viktig politisk fråga av följande anledningar:

- 1) **Skydda Östersjön och lokala vattendrag.** Att återföra näringsämnen från enskilda avlopp till åkermark leder till lägre belastning på vattendragen än om dessa näringsämnen skulle infiltreras. Om man jämför med att föra avloppsfraktionerna till reningsverket så minskar i detta fall belastningen på vattendragen men i mindre grad.
- 2) **Resurshushållning.** Kväve och fosfor i avloppsfraktioner kan nyttjas som gödselmedel inom lantbruket. Marknadspriser på dessa näringsämnen stiger idag kraftigt, och tillgången minskar vilket gör att t. ex. fosfor med högre kadmiumhalt idag marknadsförs i Sverige (www.yara.se). De källsorterade avloppsfraktionerna innehåller ren växtnäring som passerat människokroppen.
- 3) **Minska belastningen på mindre reningsverk i regionen.** Avloppsfraktioner som förs till reningsverket i form av s.k. externslam leder till oönskad punktbelastning på reningsverken med sämre rening som följd. Kapacitetsbrist kan också vara ett problem i de fall där reningsverken utnyttjas till sin maximala kapacitet.
- 4) **Kretslopp av avloppsfraktioner kan erbjuda lokala företag chans att utveckla entreprenörskap.** Hanteringen av avloppsfraktionerna innebär t. ex. transporter, lagring, hygienisering, spridning. Lantbruksföretag kan erbjuda dessa tjänster, vilket det finns exempel på från andra delar av landet.
- 5) **Det finns ett intresse för källsorterade avloppsfraktioner inom lantbruket.** Lantbruket har tidigare utgjort ett hinder i arbetet med att återföra näringsämnen från avlopp men detta stämmer inte längre. Ren växtnäring i kombination med möjligheten att utföra entreprenörstjänster gör att lantbrukets organisationer idag arbetar för att utveckla kretsloppslösningar.
- 6) **Miljöpedagogik:** Om näringsämnen från avloppen förs i kretslopp, och detta kommuniceras ut till brukare av avloppssystemen finns det chans att visa rent pedagogiskt att människan är

del av ett större kretslopp. När våra restprodukter kan användas som en resurs inom lantbruket finns ett incitament att agera mer miljövänligt, att inte spola ned vad som helst i toaletten, och denna kunskap kan ge följdverkningar för gemene man.

- 7) **Hållbar livsmedelsförsörjning:** Kretslopp av källsorterade, hygieniserade avloppsfraktioner bidrar till att skapa en hållbar livsmedelsproduktion. På sikt kommer vi inte att ha fosfor att tillgå som mineralgödsel, utan vi kommer att bli tvungna att återföra fosfor från den mat vi konsumerar.

SLU
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 10 00
www.slu.se/energyandtechnology

SLU
Department of Energy and Technology
Box 7032
S-750 07 UPPSALA
SWEDEN
Phone +46 18 671000
