

Växtnäringsflöden i ett urinsorterande avloppssystem

Av tekn.lic. Peter Ridderstolpe, Water Revival Systems svenska AB, Uppsala

Urinsortering bygger på den tilltalande tanken att man redan vid källan ska ta hand om närsalterna innan de blivit utspädda och förorenade av övriga avloppsfraktioner. Enligt de schablonsiffror som Naturvårdsverket tagit fram skulle mer än 80 % av kvävet och upp till 60 % av fosfor och övriga närsalter på detta sätt kunna utsorteras och återföras till åkern.

Alla dessa bedömningar om urinsortering bygger dock mer på schablonsiffror och antaganden än på verkliga mätningar och erfarenheter. Frågan är om de positiva effekterna i teorin också kan erhållas i praktiken. Resultat från en studie i Östhammars kommun visar att hittillsvarande förhoppningar om urinsorterande systems förmåga till närsaltreduktion och återvinning kan vara alltför högt ställda.

MÅNGA BEDÖMER ATT URINSORTERING är det effektivaste sättet att recirkulera närsalter och dessutom ur hygien-synpunkt den säkraste metoden. I den förstudie som nyligen presenterats inom projektet humanurin i kretslopp beskrivs urinsorterande avlopp som

mycket lovande med avseende på miljöpåverkan och resurshushållning (se Jönsson m.fl., 1996).

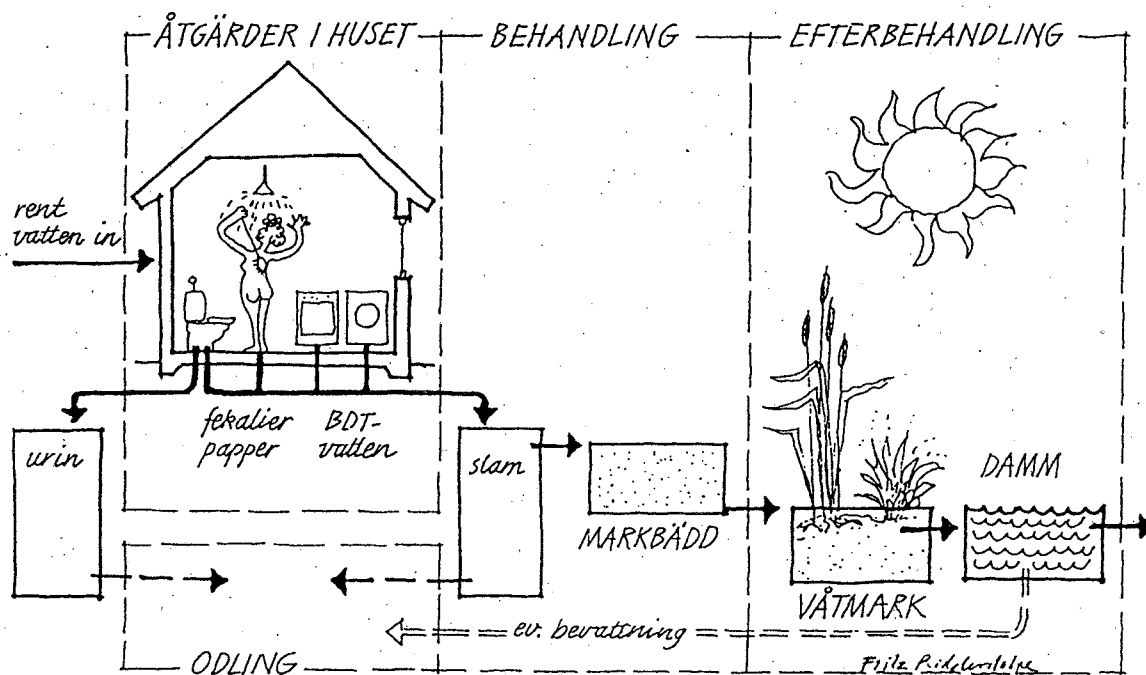
Jag menar dock att det finns flera grundläggande frågor om urinsortering som är obesvarade och måste utredas vidare.

Urinsortering i Svedden

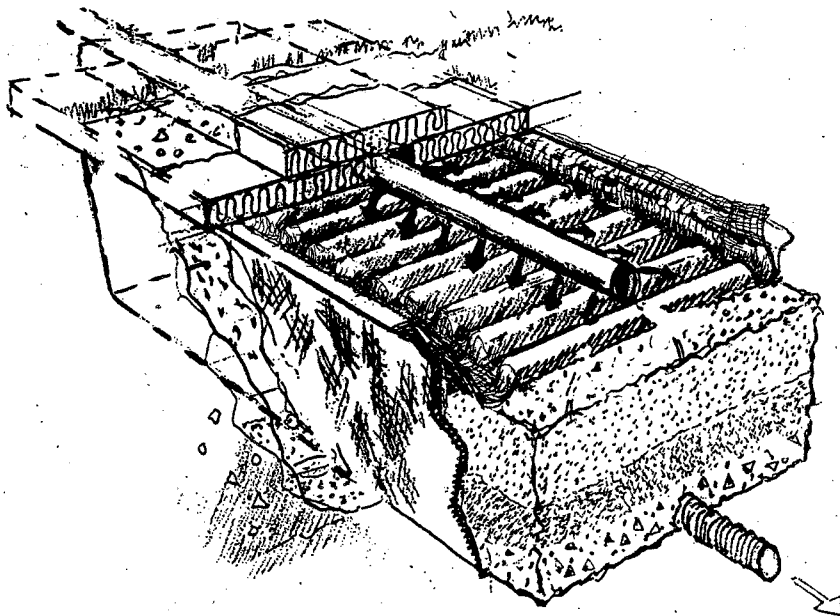
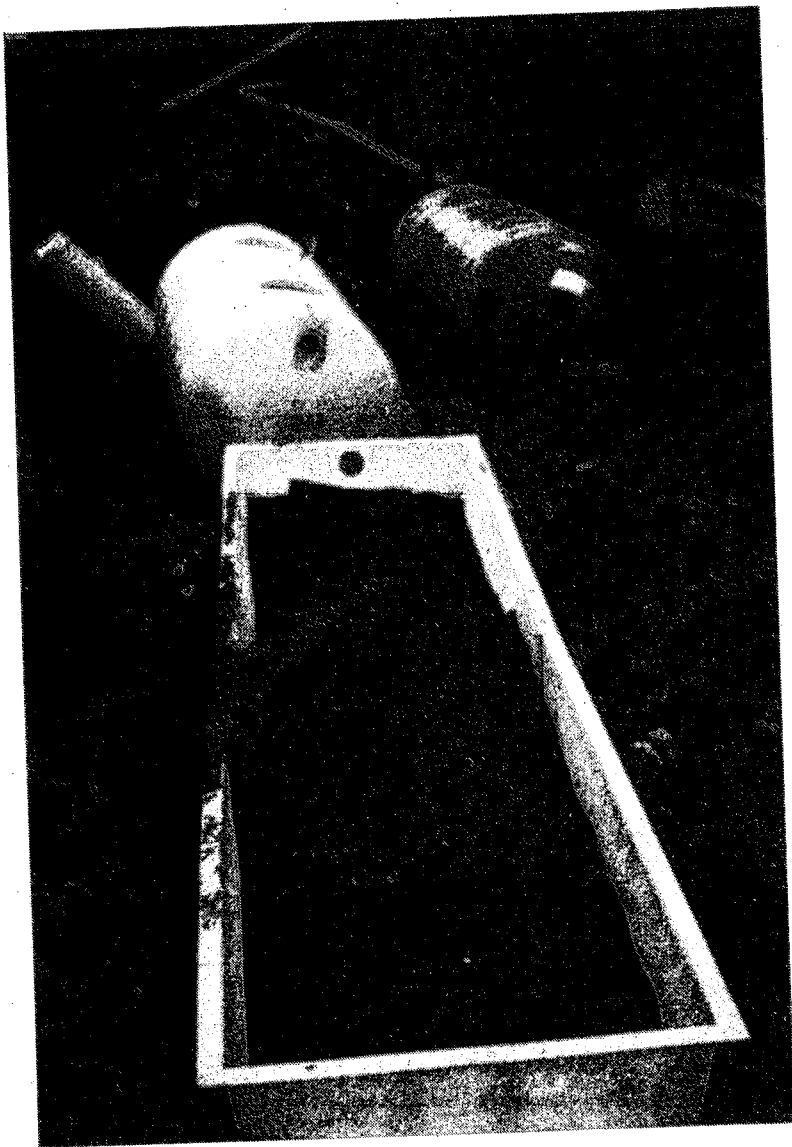
Projektet "Östhammars kretsloppsverk" har i flera delprojekt arbetat med att tydliggöra vad kretsloppslösningar för avloppshantering kan innebära. I ett av dessa delprojekt byggdes 1993 ett urinsorterande avloppssystem med lokal spillvattenbehandling i ett två-familjshus. Huset ligger utanför Gimo i Östhammars kommun.

Urin utsorteras från det övriga spillvattnet med en dubbelspolande toalett (WM-ekologen DS-system). Urinlösningen lagras i sluten nedgrävd tank. Fekalt material bortleds och behandlas tillsammans med bad-, disk- och tvättvatten med slamavskiljare i en speciell kompaktfilterbädd, som utvecklades i projektet (figur 1 och 2).

Systemet i Svedden utformades för att möta både framtidens krav på smitt-



Figur 1. Ett urinsorterande avloppssystem med gemensam behandling av fekalier och BDT-vatten byggdes 1993 i ett parhus i Svedden, Östhammars kommun.



Figur 2. Kompaktfilterbädden är innesluten från grund- och ytvatten och innehåller ett ytförstorande infiltrationslager av geotextil (In-Filtra) samt krossmaterial av svensk LECA.

skydd, recipientskydd och återvinning av närsalter och dagens krav på ekonomi, användarvänlighet och funktionssäkerhet.

Konceptet beskrevs första gången av Ridderstolpe & Sandström (1991) och har sedan dess på många håll framförts som ett sätt att kretsloppsanpassa befintlig bebyggelse.

Uppföljning med mätningar

De boende i huset är "vanliga" hyresgäster som flyttat dit utan speciella miljöambitioner. De var ej med om att välja eller planera för toalettlösningen. Däremot var de vid uppföljningens början väl informerade om dess funktion och syften.

Under uppföljningsperioden beboddes ena lägenheten av en man och den andra av en man och en kvinna. Samtliga personer var i trettioårsåldern. De tvätt- och diskmedel som användes var miljömärkta och praktiskt taget fosforfria.

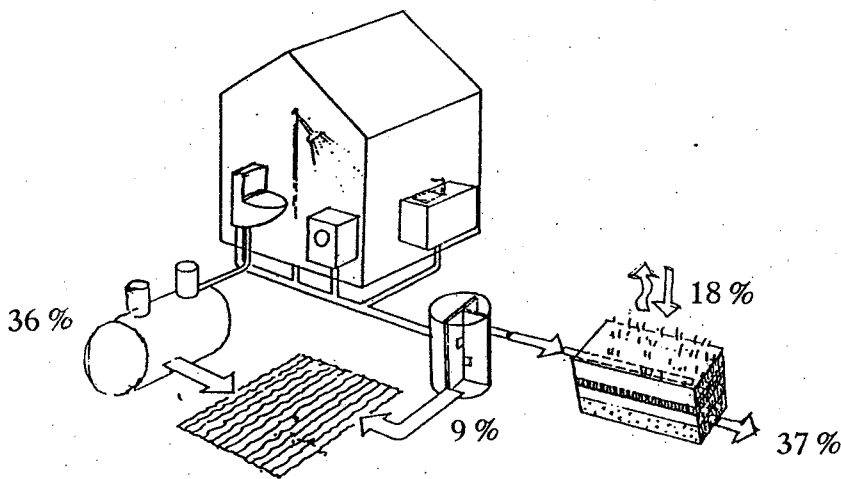
Under en 2,5 månader lång provtagningsperiod våren 1994 genomfördes sju kampanjvisa mätningar och provtagningar av hushållens urin- och spillvattenproduktion. Under kampanjerna, som varade i två dygn, ledades urinlösningen till en mättank för att kunna jämföra mängd och innehåll i färsk respektive lagrad urin.

Under kampanjerna uppmättes hushållens vattenförbrukning med vattenmätare på inkommande ledning. Vidare mättes produktionen av det urinavlastade spillvattnet, genom att från en pumpgrop pumpa spillvattnet till en stor mättank. Dessutom togs stickprover på inkommande och utgående vatten från kompaktfilterbädden. Proverna blandades till samlingsprov.

Samarbete med SLU

Före och efter uppföljningsperioden tömdes slamavskiljaren, vilket medgav möjlighet att volymbestämma och utta representativt prov för haltbestämning av det avskiljda slammet. Mängden urinlösning som producerades under provtagningsperioden uppmättes genom nivåmätning från en kalibrerad mätskala. Urinproverna uttogs efter flera minuters rundpumpning av hela vätskevolymen, inkluderande det ansamlade bottenlammet.

Den praktiska provtagningen utfördes av agr. stud. Anna Lena Carlsson inom ramen för ett examensarbete på



Figur 3. Kväveflödet i avloppssystemet. Den totala kvävebelastningen uppmättes till 15,3 g per person och dygn. Av denna mängd utsorterades endast 36 % av kvävet till urinet, dvs. mindre än hälften av förväntad mängd.

inst. för markvetenskap, SLU. Samtliga prover analyserades av KM-lab i Uppsala.

Resultat

– Ej utan driftsproblem

Under de snart tre år anläggningen varit i drift har systemet fungerat tämligen felfritt. De boende anser att toaletterna sorterar som det är tänkt och att de går att hålla rena. I början anmärktes på problem med störande lukt från en av toaletterna. Detta visade sig vara en följd av att urinavledningens vattenlås hade installerats felaktigt vid denna toalett.

Slamavskiljare, urintank och kompaktfilterbädd med utsläppet av det rena vattnet har ej upplevts som störande, trots att de är belägna nära bostadshuset.

Ett driftsproblem som uppmärksammades efter drygt ett års drift var att "slam" byggdes upp och täppte till urinledningen. Detta kunde åtgärdas genom att spola ledningen. Under de tre år som systemet varit i drift har två sådana spolningar genomförts.

– Ekonomiskt konkurrenskraftig

Ett viktigt kriterium vid värderingen av ett avloppssystem är dess ekonomi. Utgångspunkten för det valda systemet var att det inte skulle kosta mer än ett konventionellt system, dvs. i detta fall behandling av blandat spillvatten i markbädd eller infiltration. Möjligheten att uppfylla denna ambition låg i att göra kompaktfilterbädden billig. Då denna endast upptar en fjärdedel

till en femtedel så stor yta som en normal markbädd/infiltration sparar den kostnader både för grävning och filtermaterial.

Kostnaden för anläggningen i Svedden blev mycket billig. Detta berodde delvis på att fastighetsägaren själv utförde det mesta av gräv- och installationsarbetena. Hela anläggningen, inklusive två toaletter, slamavskiljare, urintank, kompaktfilterbädd och ledningar, kostade fastighetsägaren mindre än 30 000 kr.

– Betydligt mindre närsalter än väntat utsorterades

Vi upprättade näringsbudgetar för avloppssystemet. Dessa baserades på de kampanjvisa mätningarna av flö-

den och halter i färsk urinlösning och spillvatten, före och efter kompaktfilterbädden, samt på uppmätt mängd avskiljd näring i slamavskiljaren under provtagningsperioden.

Beräkningarna visade att det utsorterades betydligt mindre mängder närsalter med urinet än vad som förväntades enligt naturvårdsverkets framtagna schablonciffror (figur 3 och 4).

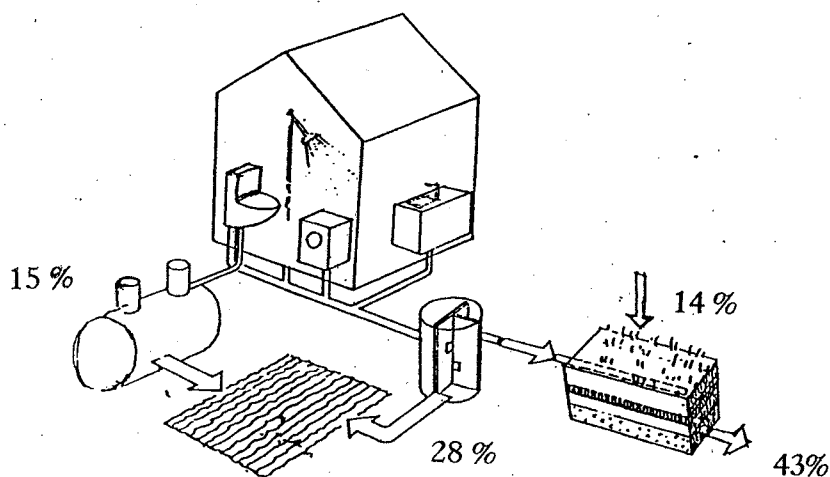
– Den totala näringsbelastningen var ungefär som väntat

De uppmätta mängderna kväve och fosfor i urin, slam och spillvatten, omräknat till person och dygn, var 15,3 g respektive 2,7 g. Det är något högre än de schablonciffror som arbetats fram av Naturvårdsverket.

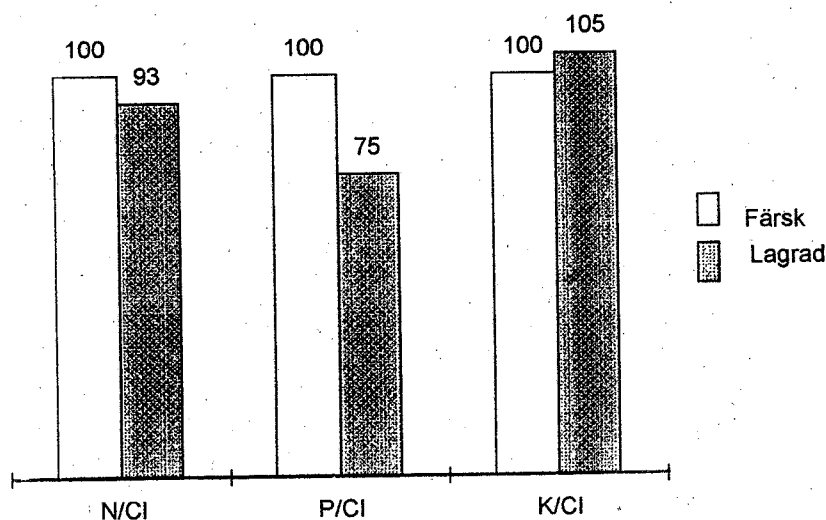
Detta är en aning märkligt med tanke på att två av personerna arbetade heltid under den tid då provtagningsperioden varade och sålunda befann sig utanför hemmet en stor del av tiden. Att belastningen trots detta var så hög kan förklaras av att huset endast beboddes av vuxna personer.

– Fosfor förlorades vid ledningstransporten och vid lagring

Resultat från tidigare studier av urinsorterande system har indikerat att kväve förloras vid lagringen. Genom att jämföra näring/klorid-balanser i färsk respektive lagrad urin framkom i Svedden tecken på att det mesta av kvävet behölls i systemet. Däremot kunde vi konstatera att rätt stora mängder fosfor fastnade under ledningstransport och lagring (figur 5).



Figur 4. Fosforflödet i avloppssystemet. Den totala fosforbelastningen uppmättes till 2,7 g per person och dygn. Av denna mängd utsorterades endast 15 % till urinet, dvs. mindre än en tredjedel av förväntad mängd.



Figur 5. Jämförelse av närings/klorid-balanser i färsk respektive lagrad urin visade att fosfor fastnade under ledningstransport och lagring.

Rening i kompaktfilterbädden var hyfsad men ej tillfredsställande

Vattenförbrukningen i hushållen uppmättes under provtagningsperioden till i genomsnitt 116 liter/person och dygn. Detta gav en belastning på 75 l/m² och dygn i kompaktfilterbädden. Halterna av syreförbrukande material uttryckt som BOD₇ var normala i utgående vatten från slamavskiljaren (113-335 mg/l), vilket innebär en ybelastning på i genomsnitt 14,6 g BOD₇/m² och dygn.

Trots den höga belastningen till bädden har de hydrauliska och biologiska funktionerna i bädden fungerat tillfredsställande. Inga tendenser till igen-sättning av filtermaterial eller kortslutningsflöden har observerats under de två år bädden varit i bruk.

Förutsättningarna för mineralisering har varit gynnsamma, vilket den effektiva reduktionen av BOD visar (fi-

gur 6). Mätningarna visar också att kvävereduktionen har varit hög och stabil. Att de biologiska processerna var effektiva visar också den höga graden av nitrifikation. Mer än 65 % av utgående kväve förelåg i nitratform.

Reduktionen av fosfor i bädden var mindre än väntat. Endast 20 % av fosfor bands in i filtermaterialet.

Reduktionen av fekala indikatororganismer var relativt hög men ojämn (figur 7). Halten mikroorganismer i utgående vatten översteg i de flesta provtagningarna den norm som brukar användas för att klassa badvatten som tjänligt.

Diskussion och slutsatser

Uppföljningen av det urinsorterande avloppssystemet i Svedden visar att flera av grunderna för urinsortering kan ifrågasättas eller åtminstone inte

tas för givna. Resultaten visar att hit-tillsvarande antaganden om urinsorterande avloppssystemets förmåga till närsaltreduktion och återvinningspotential kan vara kraftigt övervärderade.

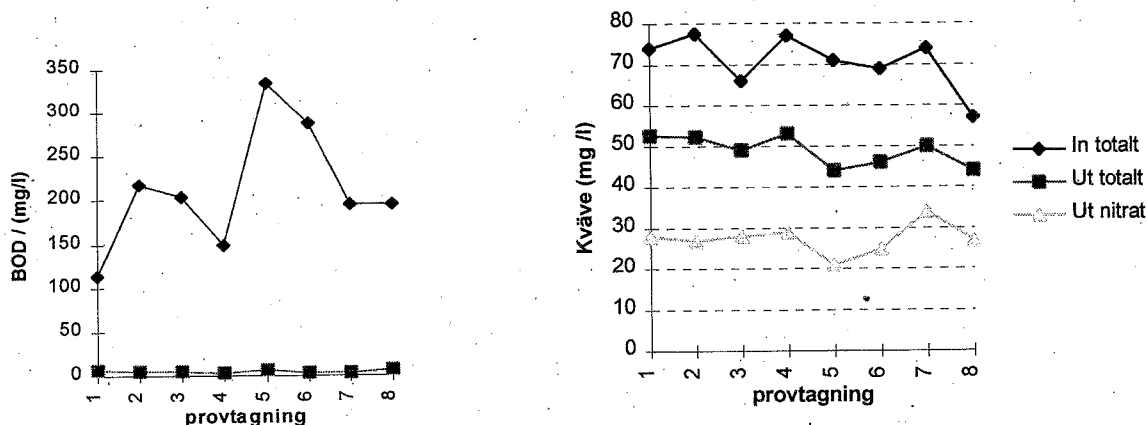
Den begränsade mängd närsalter som utsorterades med urinen ger flera tolkningsmöjligheter:

1. Urin spilldes till fekalie- och BDT-fraktionen.
2. De boende i huset urinerade till stor del utanför hemmet.
3. Urin innehåller inte så mycket av hushållspillvattnets näring som antagits.

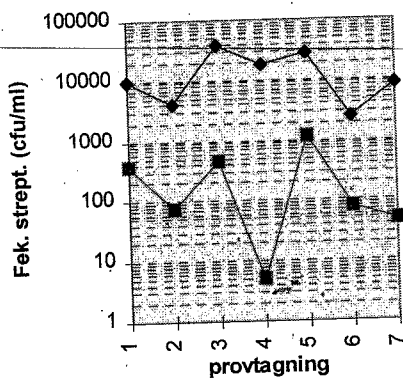
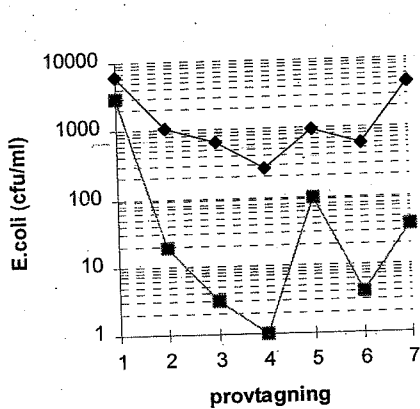
De boende ansåg själva att de använde stolarna som tänkt och att spillet av urin till fekaliedelen var mycket liten. Under provtagningsstillfällena erhöles mer urinlösning än genomsnittligt för hela provtagningsperioden (2,5 respektive 1,5 liter/person och dygn). Även näringshalterna var högre under dessa perioder än genomsnittet (2,6 respektive 1,85 g totalkväve/liter). Detta tyder på att "disciplinen" var varierande och att den skärptes under provtagningsperioderna, då de boende visste att de var "observerade".

Den andra tolkningsmöjligheten, dvs. att personerna i större utsträckning utträttade de små behoven utanför hemmet än de stora, är rimlig och kan antagligen förklara att en så liten del av närsalterna återfanns i den utsorterade urinlösningen.

Den tredje tolkningsmöjligheten innebär att andelen närsalter i fekaliefractionen undervärderats i de schablonsiffror som framtagits. Schablonsiffrorna bygger på uppgifter om



Figur 6. Trots hög belastning har reduktionen av BOD och kväve varit hög i bädden.



Figur 7. Reduktionen av fekala indikatororganismer i kompaktfiltret. Övre kurvan antalet organismer i inkommande vatten, nedre kurvan efter rening.

totalt näringsintag (livsmedelskorgar) och sammanställda uppgifter om näringshalter i urin, BDT-vatten och spillvatten. Det är möjligt att variationer i näringsintag och näringsutsöndring hos olika individer och populationer kan göra att en sådan framräkning blir behäftad med osäkerheter.

Ett resultat som är något märkligt är att så mycket fosfor uppmättes i slammet. Förklaringen kan vara att fosfor ackumuleras i det unga slammet genom biologisk fixering eller möjligen genom kemisk utfällning.

Resultaten från flera års behandling av spillvatten i den specialkonstruerade kompaktfiltrebadnen är lovande. För att uppnå de krav som bör ställas på eliminering av smittämnen samt möjligheter att återvinna fosfor behöver tekniken dock förbättras.

Uppföljning viktigt

Mot bakgrund av de resultat som framkommit i denna studie och de stora förväntningarna som idag ställs på urinsorterande avloppssystem, är det angeläget att de sorteringsystem som byggs idag noggrant följs upp. Resultaten aktualiserar också behovet av att bättre underbygga de gängse schablon-siffrorna om näringsfördelning mellan urin och fekalier.

Exemplet från Svedden är den enda (!) installation av urinsorterande avlopp som beskrivit närsalt- och vattenflöden i både urin- och spillvattenfraktionerna. Studien är visserligen begränsad vad gäller tids- och populationsunderlag, men visar att antagna reningseffekter och återvinningspotentialer hos urinsorterande system i regel övervärderas.

Exemplet visar även att oförutsedda problem, t.ex. igensättning av utfälld eller biologiskt fixerad näring, kan uppkomma i samband med hantering av urinlösning i VA-systemet.

I vilken utsträckning sådana problem kan förebyggas eller kontrolleras är oklart.

Skall offentliga lokaler prioriteras?

De framkomna resultaten från studien bekräftar antagandet att människor kan avge en stor del av sitt näringsbidrag till avloppet utanför hemmet via urinering på arbetsplatser eller andra offentliga lokaler.

Eftersom sådana avlopp inte i någon större grad belastas av BDT-vatten, och inte heller fekalt material, är det rimligt att tro att urinsortering lättare kan motiveras för arbetsplatser och offentliga lokaler än för vanliga hushåll. ■

Referenser

- Carlsson, A. L. 1995. *Näring, kadmium och bakterier i hushållsavlopp – en fältstudie av ett urinsorterande avloppssystem med leca-bädd*. Avd. f. jordbearb., medd. nr 19. SLU.
- Jönsson, H., Olsson, A., Stenström, T. A. & Dalhammar, G. 1996. *Källsorterad humanurin i kretslopp – förstudie i tre delar*. VA-Forsk Rapport 1996-03.
- Ridderstolpe, P., Bokalders, V. & Sandström P. 1991. *En naturresursanpassad utbyggnad av Marby, Norrköpings kommun*. Specialrapport 29/11 1991.
- Ridderstolpe, R. & Salomon, E. 1995. *Östhammars kretsloppsverk – växtnäringsflöden och kretsloppssystem för avlopp i Östhammars kommun*. Avd. f. jordbearbetning, medd. nr 2. SLU.
- Sundberg, K. 1995. *Vad innehåller avlopp från hushåll?* Naturvårdsverket. Rapport 4425.
- Wolgast, M. 1992. *Rena vatten – om tankar i kretslopp*. Creanom HB, ISBN 91-630-1501-3.

Peter Ridderstolpe

Jag är tekn.lic. i tillämpad ekologi och har som forskare, kommunekolog och konsult arbetat med frågor som rör vatten- och näringshushållning.

Min bana som konsult i "alternativ avloppsvattenrening" startade med den första internationella konferensen i Waste Water Engineering 1991, som jag var med om att arrangera. Som Firma Ekologisk Teknik har jag bl.a. fungerat som projektledare för Östhammars Kretsloppsverk och varit delansvarig för planering och byggande av våtmarken i Oxelösund.

Sedan ett år tillbaka är jag anställd i Water Revival Systems svenska AB. Som delägare i detta företag arbetar jag med driftsfrågor och processutveckling för Oxelösunds reningsanläggning, men också med olika utredningsuppdrag och utvecklingsprojekt.

