



## Enskilda avlopp i kretslopp

### Utvärdering av vakuumtoaletter

### Funktion och långsiktiga kostnader

Björn Pinner

Handledare: Åke Delteus, Stockholms Universitet

Carl-Axel Reimer, Gruppchef Miljö och Hälsa, Södertälje Miljökontor

# 1. Abstract

---

This study highlights the user perspective of vacuumtoilets and has shown that few problems exist with the technology today. All material is in first hand based on the circumstances that dominate in the area around Hölö outside Södertälje. In total nine private individuals that own a vacuumtoilet have been interviewed and had the opportunity to express their comments about the system. Five of the interviewed individuals live in Hölö, four in Norrtälje. The main question for the interviews has been user friendliness and costs, both initially and running costs. The systems have in all cases worked well with some small problems that often can be traced back to user the user and installation faults. The installation cost for vacuumtoilets is often higher than for other alternative water treatment systems but there are many advantages that come with the prize. Cheap to run, high degree of purity, simple control from the authority and great possibilities for recycle nutrients are all important advantages vacuum systems connected to an enclosed tank have. The low running cost has been able to strengthen in comparison with the most popular small water treatment alternatives like water treatment plants, ground-based treatment, and a possible connection to communal water system. The ground-based treatment systems have similar running costs as vacuum but the function is hard to control and the recirculation of nutrients are limited. Even bigger advantages with blackwater-cathment from extremely low water consumption toilets can be made if larger tanks are installed. This work also describes the possibilities and problems for the authority to imply a “kretsloppspoly” in Södertälje. To work against a closed nutrient circle in the field of private sewage is a demand by law and Södertälje is one of the few that already is working with this and tries to make the system work in a near future.

## 2. Sammanfattning

---

Studien har belyst brukarperspektivet av vakuumtoaletter och visat att det idag finns få problem med tekniken. Underlaget har framförallt preciserats till de förhållanden som råder i Hölötrakten utanför Södertälje. Totalt har nio privatpersoner med installerade vakuumtoaletter intervjuats och givits möjlighet att utförligt berätta om systemen. Fem av de intervjuade bor i Hölö, fyra i Norrtälje kommun. Huvudfrågan har legat på användarvänligheten och kostnader, initialt samt driftkostnader. Systemen har fungerat väl i samtliga fall med en del mindre undantag som ofta kan härledas till brukarfel eller installationsfel. Kostnaden för en installation av vakuumtoaletter blir förhållandevis dyr i jämförelse med andra reningstekniker men fördelarna med systemet är många. Billig drift, hög reningsgrad, enkel kontroll från myndigheternas sida och stora möjligheter till kretslopp är viktiga fördelar som vakuumsystem mot slutna tank har. Den låga driftkostnaden har kunnat styrkas genom en jämförelse mellan de vanligaste reningsalternativen för små avlopp, minireningsverk, markbaserad rening och en eventuell möjlig anslutning till kommunalt VA med tillämplig särtaxa. Markbaserad rening med fosforfälla har likartade driftkostnader med vakuumteknik men funktionen är svår att säkerställa och återföringen av näringsämnen är begränsad. Större fördelar med uppsamling av svartvatten från extremt snålspolande kretsloppstoletter kan fås om tankar med större volym anläggs. Arbetet belyser möjligheterna och problemen med tillämpningen av kretsloppspolicyn som Södertälje kommun antog 2009. Att eftersträva ett slutet kretslopp för enskilda avlopp är ett lagkrav och Södertälje är en av få kommuner som tagit fasta på detta och arbetar intensivt för att snabbt få igång ett fungerande system.

### 3. Tack till

---

Denna studie hade inte kunnat genomföras utan hjälp av ett antal nyckelpersoner. Stort tack till alla de privatpersoner som ställt upp med tid och engagemang i intervjuerien. Karl-Axel Reimer (MK Södertälje), Åke Deltéus (Geo Markservice) och Peter Ridderstolpe (WRS) har hjälpt till med handledning och givit bra kommentarer under arbetes gång. Gösta Andersson (LRF) och Lennart Persson (f.d. MK Norrtälje) var ytterst behjälpliga vid intervjuerien i Norrtälje och har även kunnat ge bra litteraturtips samt muntlig information. Tack även till styrgruppen för kretsloppsprojektet i Södertälje på Telge Nät och projektledaren Anna Calo (TN) för att jag har fått närvara på möten och ta del av information. Samtliga ovan nämnda personer har aktivt bidragit till att bistå med information såväl muntligt som skriftligt samt givit rekommendationer på kontakter och andra källor som gjort att arbetet kunnat bedrivas effektivt.

Tack till alla ni andra som hjälpt till under arbetets gång.

# Innehållsförteckning

---

<b>1. Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Sammanfattning</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Tack till</b> .....	<b>2</b>
<b>4. Syfte</b> .....	<b>5</b>
<b>5. Metod</b> .....	<b>5</b>
<b>6. Avgränsningar</b> .....	<b>5</b>
<b>7. Frågeställningar</b> .....	<b>6</b>
<b>8. Bakgrund</b> .....	<b>7</b>
8.1 Näringsämnen.....	7
8.2 Lagrum.....	9
8.3 Kretsloppspolicy.....	9
<b>9. Behandling av klosettvattnen</b> .....	<b>11</b>
9.1 Introduktion.....	11
9.2 Varmkompostering.....	12
9.3 Ureahygenisering.....	13
9.4 Södertäljemodellen.....	13
<b>10. Avloppslösningar för enskilda avlopp</b> .....	<b>15</b>
10.1 Extremt snålspolande toalett, vakuumtoaletter.....	15
10.2 Extremt snålspolande toalett, urinseparerande.....	16
10.3 Minireningsverk.....	17
10.3 Markbaserad rening.....	19
10.4 Anslutning till kommunalt avlopp .....	20

<b>11. Kostnader</b> .....	<b>22</b>
11.1 Extremt snålspolande toalett, vakuumtoaletter.....	22
11.2 Extremt snålspolande toalett, urinseparerande.....	22
11.3 Minireningsverk.....	23
11.3 Markbaserad rening.....	23
11.4 Kommunalt VA.....	24
<b>12. Livscykelkostnader</b> .....	<b>25</b>
<b>13. Resultat</b> .....	<b>28</b>
13.1 Intervjuresultat, Hölö.....	28
<b>14. Exempel från andra kommuner</b> .....	<b>31</b>
14.1 Norrtälje.....	31
14.3 Trosa.....	32
14.2 Nynäshamn.....	33
<b>15. Ekonomiska styrmedel</b> .....	<b>34</b>
15.1 Kretsloppspremie.....	34
15.2 Differentierad slamtömningstaxa.....	34
<b>16. Slutsats</b> .....	<b>36</b>
<b>17. Diskussion</b> .....	<b>37</b>
<b>18. Referenser</b> .....	<b>40</b>

## 4. Syfte

---

Syftet med uppsatsen är att presentera en långsiktig kostnadsanalys för olika enskilda avloppsalternativ. Möjligheterna till kretslopp av näringsämnen hos olika avloppsalternativ skall redovisas. Användarperspektivet/-vänligheten av olika system skall redovisas och känsligheten för eventuella störningar undersöks. Redogöra för konflikten mellan bästa möjliga teknik och skälighetsprincipen. Studera ekonomiska styrmedel som kan främja avlopp i kretslopp.

## 5. Metod

---

Besök och semistrukturerade intervjuer med fastighetsägare som installerat vakuumtoalettsystem i Södertälje kommun och Norrtälje kommun. Studien är kvalitativ och inga samtal har spelats in. En sammanfattning har gjorts efter avslutad intervju som de intervjuade har givits möjlighet att granska och kommentera i efterhand. Litteraturstudie över vakuumtoalettsystem och de huvudsakliga konkurrerande alternativen minireningsverk, markbaserad rening, urinseparerande toaletter och eventuell anslutning till kommunalt VA för att kunna beskriva funktion och kostnader. Leverantörer och entreprenörer av systemen har kontaktats för att få ytterligare information om anläggningarna. Ett flertal studiebesök har gjorts på vakuumanläggningar som varit i drift under en längre tidsperiod och med fler än en ansluten fastighet för att skaffa kunskap om hur tekniken nyttjats under en längre tid.

## 6. Avgränsningar

---

Denna uppsats kommer endast att ta upp de avloppslösningar för enskilda avlopp som anses väl anpassade för permanentboende. Torra eller delvis torra toalettlösningar ingår inte i denna studie. Ytterligare avgränsningar har gjorts inom området för minireningsverk och markbaserad rening då väldigt många fabrikat förekommer, studien utgår från de vanligaste fabrikaten i Södertälje kommun. Studien utgår ifrån antagandet att anläggningarna inte används gemensamt utan varje hushåll har en egen reningsanläggning samt att anläggningarna används av 5 personer.

## 7. Frågeställningar

---

- Är vakuumteknik den rätta vägen för att kretsloppsanpassa kommunens enskilda avlopp? Vad tycker de fastighetsägare som installerat vakuumtoaletter? Hur fungerar system på längre sikt, finns det referenser på driftsäkerhet?
- Vilka alternativ finns till vakuumteknik?
- Vad kostar de olika alternativa lösningarna för enskilda avlopp under ett långt tidsperspektiv på minst 20 år, 30, 40 och 50 år? Kostnaderna jämförs med en eventuell anslutning till kommunalt VA?
- Hur väl kretsloppsanpassade är alternativen?
- Hur användarvänliga är alternativen?
- Hur har kretsloppspolicyn tagits emot av fastighetsägare?

## 8. Bakgrund

---

### 8.1 Näringsämnen

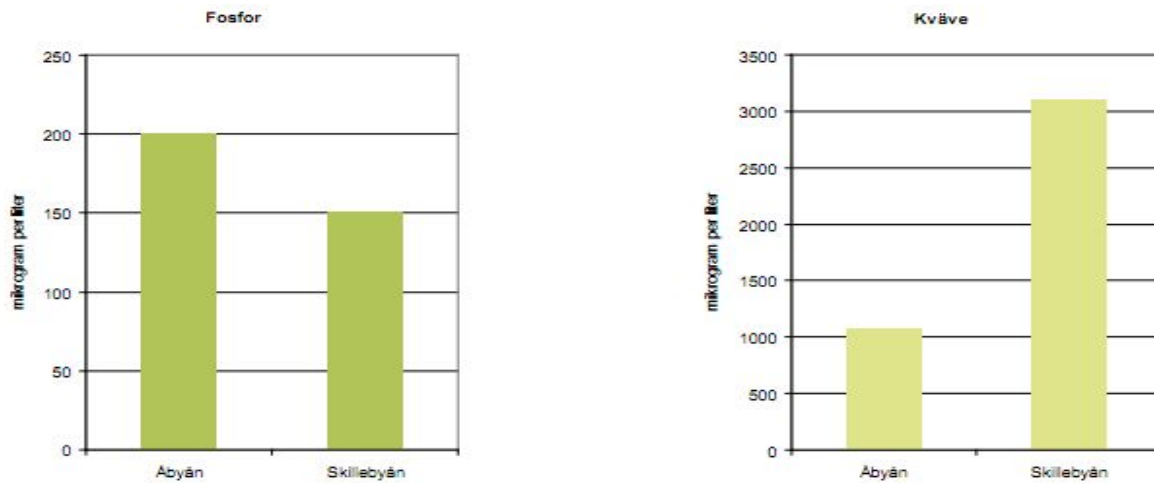
Globalt står lantbruket inför en näringskris inom en nära framtid. Marken behöver tillskott av näring för att ge goda skördar men fosfortillgångarna är begränsade. Kväve till handelsgödsel framställs i en energikrävande process driven i huvudsak av fossila bränslen. Vilket näringsämne som är mest problematiskt är osäkert men om inget görs för att hitta nya utvinningstekniker och återföringen av näringsämnen till åkermark inte ökar riskeras hela världens matproduktion (Rosemarin 2011, muntligen). Fosfor bryts i gruvor runt om i världen och ett fåtal länder står för större andelen export. Marocko kommer enligt amerikanska experter stå kvar som enda kvarvarande producent inom 50 år (ibid). Stora fosfordepåer finns i gruvslag från bland annat svenska gruvor men teknik saknas för effektiv utvinning i dagsläget (ibid). Forskare talar idag om att vi når "peak-fosfor" inom 15 – 20 år då priset kommer öka snabbare med de allt mer begränsade förråden. Till denna problematik kommer faktumet att de återstående reserverna är av allt sämre kvalitet. Den Marockanska stenen innehåller höga halter kadmium, ett ämne som inte är önskvärt att blanda in i matproduktion (ibid). Flykt av näringsämnen till vattenrecipienter leder till problem med övergödning som också det är ett globalt problem. I Sverige motsvarar utsläppen från 900 000 enskilda avlopp den mängd näringsämnen som de kommunala reningsverken släpper ifrån sig. Omkring 400 000 enskilda avlopp klarar inte dagens reningskrav vilket innebär att arbetet med att (Andersson G 2011, muntligen) täta små källor på lokal nivå är något som snabbt bör ge resultat. Problem med att sjukdomsframkallande bakterier och organismer i avloppsvattnet förorenar dricksvatten drabbar även Sverige. Magsjukesutbrotten i Östersund och Skellefteå härstammar båda från otäta avlopp. Om en liknande katastrof skulle inträffa i Mälaren blir konsekvenserna omfattande. Trots de i Sverige till synes oändliga vattenresurserna måste vi vara rädda om vattenkvaliteten och tillgången på vatten inför framtiden.

50 procent av alla näringsämnen från hushållen hamnar i avloppet och 90 procent av detta kommer från toalettstolen (Andersson G 2011, muntligen). Kommunala reningsverk behandlar avloppsvattnet med biologiska och kemiska metoder som leder till att en del näringsämnen fastläggs i ett slam. Slammet kan avvattnas och hygieniseras för att användas som gödningsmedel eller för biogasproduktion. Att deponera avloppsslam är förbjudet SFS 2001, 10§. Återföring av avloppsslam från reningsverk till åkermark är en utbredd aktivitet runt om i Europa. Sverige tillsammans med många andra länder har länge varit restriktiva med denna typ av näringstillförsel. De huvudsakliga argumenten för att inte sprida avloppsslam på åkermark är de potentiellt höga halterna av tungmetaller, medicinrester och andra oönskade ämnen som inte bör återfinnas i högre halter i vår mat. Slam från avloppsreningsverk innehåller en blandning av vatten från många källor, inte bara från hushåll utan också mindre industrier och dagvatten. Biotillgängligheten av näringsämnena i det kemfällda slammet är troligtvis lägre än för ett icke kemfällt slam (Andersson Y 2011). Enligt miljömål 15, "God bebyggd miljö", ska minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp utnyttjas som växtnäring. Minst hälften återförs till åkermark. Målet ska nås 2015 men få kommuner arbetar idag med kretslopp på lokal nivå av olika orsaker men allt fler börjar intressera sig. Idag finns tekniska lösningar för enskilda avlopp med god ekonomi och hög återförningsförmåga vilket har fattats tidigare.

Stavbofjärden i Södertälje kommun är ett av landets mest övergödningsdrabbade kustområden. Vattenutbytet med det öppna havet är begränsat vilket leder till ökad risk höga halter näringsämnen

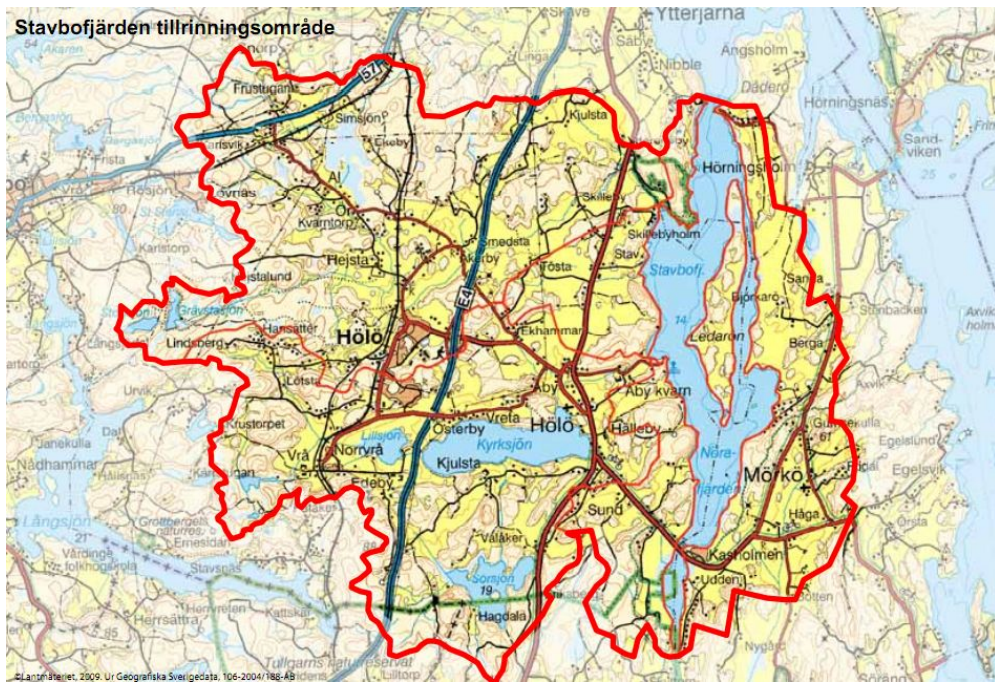


och medföljande övergödningsproblem. I Åbyåns och Skillebyåns avrinningsområde, som mynnar ut i Stavbofjärden, ger näringsämnen från enskilda avlopp ett betydande näringstillskott, se Figur 1. En minskning av utsläppen från enskilda avlopp beräknas ge betydande positiva resultat, upp till 50 procent av näringstillskottet kan härstamma från enskilda avloppsanläggningar (Länsstyrelsen Stockholm 2008). Länsstyrelsen i Stockholm har gjort en modellering av området med avseende på närsaltsnivåer och har kunnat konstatera att nivåerna ligger högre än för Naturvårdsverkets krav på hög skyddsnivå (Länsstyrelserna 2008).



Figur 1 visar halter av fosfor och kväve i Åbyån och Skillebyån som båda mynnar ut i Stavbofjärden. Källa: Länsstyrelsen Stockholm 2009

Flera åtgärdsalternativ har föreslagits för att aktivt arbeta med problemen. Miljökontoret i Södertälje arbetar med utgångspunkt i Miljöbalken (SFS 1998:808), Naturvårdsverkets allmänna råd för små avlopp (NFS 2006:7) och miljönämndens kretsloppspolicy för enskilda avlopp, aktivt för att minska miljöpåverkan i Stavbofjärden och sjöarna, Kyrksjön och Lillsjön.



Figur 2 Stavbofjärdens avrinningsområde. Källa: Länsstyrelsen Stockholm 2009

## 8.2 Lagrum

För att kunna driva projekt med höga krav på kretsloppsanpassning måste kopplingar till relevanta lagrum presenteras. Miljöbalken (MB) ger ett underlag för beslut i avloppsfrågor, redan i inledningen till MB står att:

*Miljöbalken skall tillämpas så att återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås (MB 1:1).*

Kravet på att kretsloppsanpassa samhället följer visionen av att skapa ett hållbart samhälle med en hållbar utveckling. De allmänna hänsynsreglerna hjälper till att konkretisera kretsloppskraven:

*Alla som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd skall hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning (MB 2:5).*

Paragrafen är användbar vid tillämpningen av MB mot privatpersoner då dessa inte alltid kan anses vara verksamhetsutövare. Fastighetsägare med enskilt avlopp utför en åtgärd när de släpper ut avloppsvatten och kan därmed innefattas av lagen. Fastighetsägaren är skyldig att skaffa tillräcklig kunskap om anläggningen:

*Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet (MB 2:2).*

Det är upp till fastighetsägaren att visa att anläggningen fungerar även om driften sköts via exempelvis ett serviceavtal. Om en anläggning anses ha betydande miljöpåverkan eller utgöra en fara för hälsa får tillsynsmyndigheten förelägga, vitesförelägga eller förbjuda verksamheten:

*En tillsynsmyndighet får meddela de förelägganden och förbud som behövs i ett enskilt fall för att denna balk samt*

*föreskrifter, domar och andra beslut som har meddelats med stöd av balken skall efterlevas (MB 26:9).*

Enligt 12 § i förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (FMH 1998:899) är det förbjudet att släppa ut orenat avloppsvatten (endast slamavskiljning är ej tillräckligt). Tillstånd krävs för att inrätta avloppsanordningar, ansluta till befintlig avloppsanordning (FMH 13 §) eller väsentligt förändra avloppsvattnets mängd eller sammansättning (FMH 14 §). En anläggning får inte tas i bruk innan den besiktigats och godkänts av nämnden (FMH 18 §). Tillståndet för uppförandet av anläggningen gäller i fem år men är ej giltigt om arbetet med anläggningen inte påbörjats inom två år (FMH 19 §).

Miljökontoret ställer krav på verksamhetsutövaren men det finns alltid en skälighetsaspekt med i avvägandet, kallad rimlighetsavvägning:

*Kraven i 2-5 §§ och 6 § första stycket gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning ska särskild hänsyn tas till nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsåtgärder jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder (MB 2:7).*

### **8.3 Kretsloppspolicy**

Miljönämnden i Södertälje kommun antog i april 2010 en kretsloppspolicy för enskilda avlopp med stöd av Naturvårdsverkets ”Allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållsspillvatten” (Naturvårdsverket 2006). I de allmänna råden gör naturvårdsverket en tolkning av MB 2:5 om kretslopp och hushållning, hantering av restprodukter:

*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.*

Policyn gäller både för befintliga installationer och vid nybyggnation och är ett styrdokument för kommunen som förordar installering av extremt snålspolande toaletter, max 1 liter, i de fall avloppsreningen är bristfällig och toalettvattnet ska samlas upp i en tank, kallad svartvattentank. För Stavbofjärdens avrinningsområde finns en mer strikt version av policyn (Länsstyrelsen i Stockholms län 2010) som ställer mer långtgående krav på slutan hantering av klosettfraktionen. BDT-vatten (bad, disk och tvätt) är inte intressant att tillvarata då det endast innehåller 10 % av näringsämnen från hushållet samt en del tungmetaller och kemikalier (Andersson Y 2010). Den huvudsakliga lösningen för BDT-vatten är markbaserad rening. I dagsläget finns ingen anläggning för att ta hand om klosettvattnet men Södertälje kommun har ansökt och erhållit bidrag från länsstyrelsen för att bygga en hygieniseringsanläggning för klosettvattnet. Att i förväg ställa krav på kretsloppsanpassning stöds av Naturvårdsverket (Naturvårdsverket 2006). Det anses skäligt att 5 – 7 år innan färdigställandet av anläggningen ställa dessa krav. Telge Nät AB är huvudman för anläggningen som kommer att nyttja våtkompostering och ureahygenisering för att göra klosettvattnet smittsäkert och användbart för jordbruket. Cirka 500 - 700 hushåll kommer att kunna anslutas när anläggningen är byggd och bör förse 10 – 15 ha jordbruksmark med näringsrikt hygieniserat svartvatten (Andersson Y 2010). Projektet väntar nu på ett godkännande av miljötillståndet av länsstyrelsen innan anläggningsarbetet kan starta. Byggstart är planerad till sommaren 2011 med reservation för eventuella överklaganden eller kompletteringskrav från länsstyrelsen.

## 9. Behandling av klosettvattnen

### 9.1 Introduktion

Återförandet av näringsämnen till åkermark är en del av kretsloppsanpassningen av samhället. Det är förbjudet att deponera organiskt material (SFS 2001) vilket innebär att slammet från reningsverken måste tas om hand. Avloppsslam från stora reningsverk innehåller en variation av fraktioner, inte bara från toaletter utan också från dagvatten och vatten från mindre industrier. Många kommuner använder slammet vid vägbyggen, markförbättringar och som täckmaterial för nedlagda gruvor. Gränsen mellan deponering och användning som täckmaterial är hårfin och inte helt oproblematisk. Rötning av slammet har på senare tid vunnit mark då processen ger en hygieniserade verkan och samtidigt biogas som vi kan använda som bränsle. Processen ger en del restprodukter och näringsämnena återcirkuleras inte. För de hushåll som idag inte är anslutna till avloppsnätet finns en möjlighet till kretsloppsanpassning genom att källsortera avloppsvattnet. En uppdelning av klosett och BDT-vatten gör fraktionen renare och mer attraktiv som resurs.

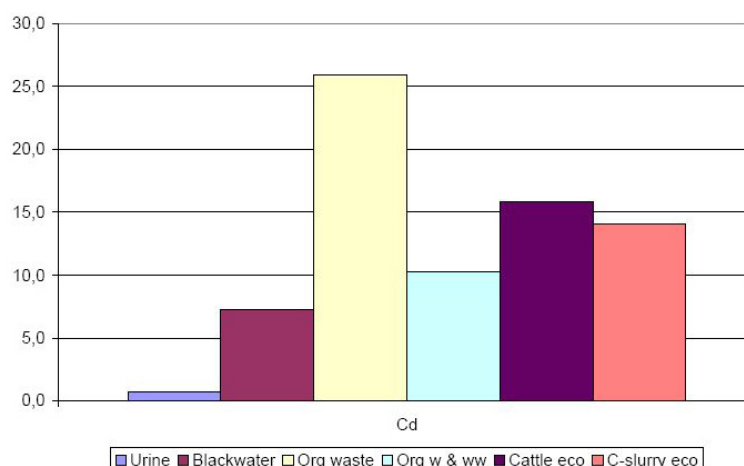
Hygieniserat svartvatten är inte accepterat som godkänd näringskälla enligt KRAV och spridning får inte ske på kravgrödor (KRAV):

#### KRAVs regler 4.3.5.2

Organiska gödningsmedel som inte är tillåtna:

- avloppsslam från egen trekammarbrunn eller i annan form
- urin eller fekalier i någon form

Det finns av KRAV tydligt uppsatta gränsvärden för tungmetaller och framförallt kadmiumhalten i gödningsmedel (KRAV). Att detta skulle vara ett problem i samband med gödsling med hygieniserat svartvatten är inte troligt vilket visas i figur 3. Andelen kadmium per kilo fosfor är lägre i svartvatten än för ekologisk nötflytgödsel.

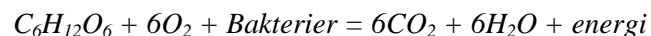


Figur 3 visar mg kadmium per kilo fosfor i urin, svartvatten, organiskt hushållsavfall, organiskt hushållsavfall och avloppsvatten, ekologisk nötgödsel och ekologisk nötflytgödsel (Jönsson m.fl., 2005, Steineck m.fl., 2009, ).

Orsaken till att kadmiuminnehållet i gödsel är viktigt att studera är förmågan till bioackumulation i växter. Andra metaller, exempelvis koppar, har en effekt på markbiologin lokalt men anrikas inte i växtmaterialet i nämnvärd utsträckning (Andersson Y 2011). Antroposofiska sällskapet och de biodynamiska odlarna tillåter inte hygieniserat svartvatten med argumentet att det är för kort avstånd mellan människa och gröda (Reimer 2011, muntligen). Medicinrester och kemikalier ges möjlighet att återcirkulera och anrikas. Hur väl de ovanstående påståendena stämmer eller inte är svårt att avgöra. Det finns få studier gjorda inom ämnet men jorden har en enorm förmåga att effektivt bryta ner kemikalier. Stallgödsel innehåller höga halter antibiotika och östrogener men än så länge har inga förhöjda halter kunnat mätas i grundvattnet. Människor ger ifrån sig en större variation av medicinrester med komplexa kemiska konfigurationer som säkert är svårnedbrytbara men kunskapen om nedbrytningsprocessen i jord är dålig (Andersson Y 2011). Södertälje miljökontor har fått bidrag från länsstyrelsen i Stockholm för att studera medicinrester och metaller i svartvatten. Studien utförs av Svenska Miljöinstitutet (IVL) och ska genomföras under 2011 (Reimer 2011, muntligen). Mycket görs på området för att utreda eventuella risker med spridning av hygieniserat svartvatten och förhoppningen är att fler ska godta denna form av gödning.

## 9.2 Våtkompostering

För att kunna använda avloppsslam som högvärdigt näringstillskott för lantbruket måste det hygieniseras och stabiliseras. Stabilisering av materialet innebär att kolkällan i det närmaste är förbrukad. Stora komplexa föreningar bryts ner och biotillgängligheten för näringsämnen ökar. Om stabiliseringen inte är tillräcklig kan en anaerob nedbrytningsprocess starta när produkten lagras vilket leder till luktproblem och reduktion av näringsämnen (JTI 2007). En väl hygieniserad och stabiliserad gödselprodukt ger inte ifrån sig någon avsevärd lukt (Andersson G, 2011, muntligen). Urin innehåller endast liten mängd sjukdomsframkallande ämnen och kan enkelt hygieniseras genom lagring i ungefär sex månader. För fekalier är problemen med hygieniseringen större och mer tekniska lösningar krävs för att kunna producera en säker produkt (Albihn 2011, muntligen). Metoden måste säkerställa att inga sjukdomsframkallande bakterier, virus eller parasiter överlever behandlingen. Hygieniseringsprocessen i en varmkompost är aerob och syre måste tillsättas hela tiden, genom till exempel munstycken i botten på reaktorn. En omrörare finns för att säkerställa att allt material i reaktorn hela tiden är i rörelse och i kontakt med syret. Nedbrytningsprocessen där en kolkälla konsumeras av nedbrytningsbakterier i syrerik miljö ger koldioxid och vatten samt värme vilket medför att temperaturen i reaktorn höjs (formel 1). En säker hygienisering nås när temperaturen i behållaren hållits över 55°C i 10 timmar. Då har antalet bakterier, virus och parasiter minskat dramatiskt (Nordin 2010).



*Formel 1*

Om torrsubstanshalten (TS-halten) är för låg i det inkommande materialet kommer den biologiska aktiviteten inte vara tillräcklig för att nå 55°C. Det är därför av stor vikt att extremt snålspolande toaletter används för att bibehålla en hög TS-halt i det inkommande materialet. Om kolkällan inte är tillräcklig måste organiskt material i någon form tillsättas vilket är energikrävande och medför extra

kostnader. Matavfall från hushåll, melass eller stallgödsel kan användas som stödkälla för att öka den biologiska aktiviteten (Persson 2011, muntligen).

### 9.3 Ureahygienisering

En annan metod för hygienisering av avloppsslam är att tillsätta urea. Urea används idag inom jordbruket som kvävegödningsmedel men kan med sina pH-höjande egenskaper användas vid hygienisering. Säker hygienisering nås vid pH 9. Det har visat sig svårt att nå tillräckligt hög hygieniseringsgrad med enbart ureatillsats. Försök på Öhrs gård i Hölö har krävt över 6 månaders behandlingstid innan nivåerna på bakterier och enterokocker sjunkit tillräckligt (Calo 2011, muntligen). En ytterligare ökad tillsats av urea leder till förhöjd pH-halt och ökad risk för ammoniakavgång till atmosfären vid spridningen (Andersson Y 2011). Detta är inte önskvärt då näringsämnen ska stanna i marken och tas upp av växtligheten.

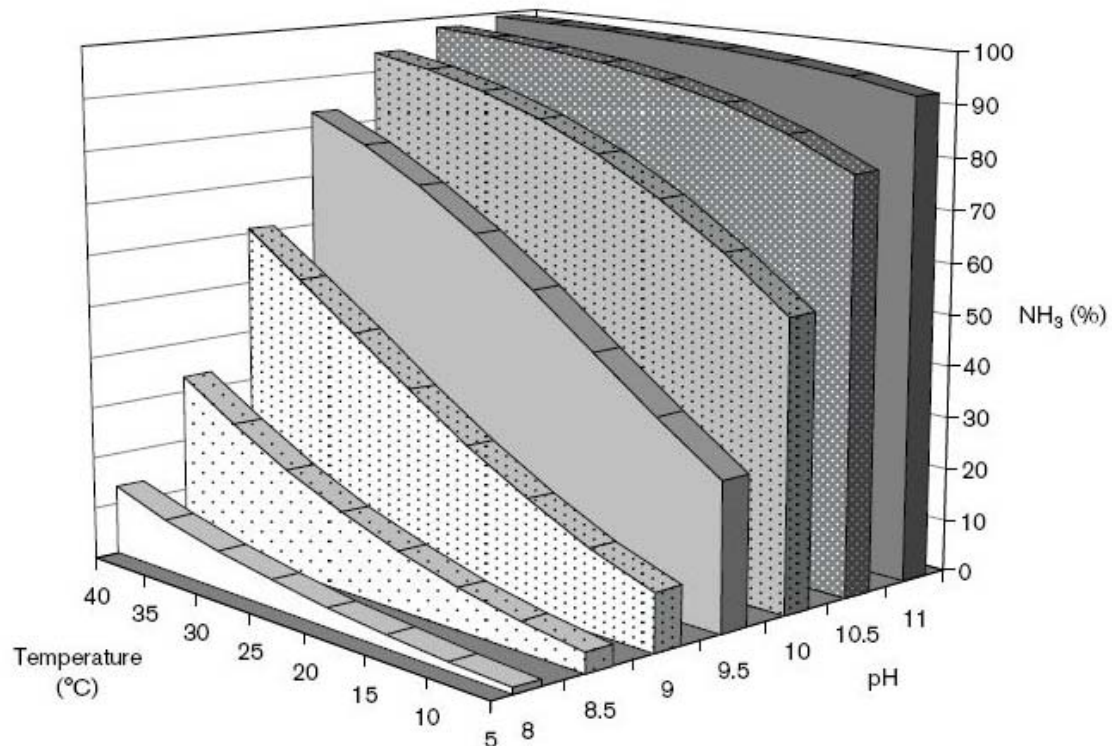
### 9.4 Södertäljemodellen

Södertäljemodellens anläggning ska använda sig av en kombination av varmkompostering och ureatillsats som metod för hygienisering och stabilisering. Anläggningen är planerad att uppföras på Tullgarn strax utanför Hölö där tillgång till komplementgödsel och åkermark för spridning av det hygieniserade svartvattnet finns i närområdet. Från början tänktes en lösning med två parallella linjer där den ena baserades på ureahygienisering och den andra på varmkompostering. Efter att nya forskningsresultat presenterats av Annika Nordin under hösten 2010 ändrades planerna (Calo 2011, muntligen). I hennes doktorsavhandling "*Ammonia sanitisation of human excreta*", SLU, presenteras resultat som tydligt visar fördelen med att kombinera temperatur och tillsats av urea för snabb och effektiv hygienisering (tabell 1). Anläggningen på Tullgarn har omkonstruerats till att använda varmkompostering som ett försteg till ureahygieniseringen. Fördelen blir att en lägre TS-halt krävs då temperaturen bara behöver nå 34°C innan substratet leds över i nästa behållare för ureatillsats. Väl där behövs en mindre mängd urea tillsättas. Behovet att tillsatssubstrat minskar liksom användningen av urea (Nordin 2010).

Tabell 1 visar sambandet mellan temperatur och ureatillsats på avdödandet av tre indikatorarter. Källa: Annika Nordin, 2010, "*Ammonia sanitisation of human excreta*" s.75

Temperature (°C)	Urea (% w/w)	<i>Salmonella and E. coli</i> ( $7 \log_{10}$ )	<i>Enterococcus</i> ( $5 \log_{10}$ )	<i>Ascaris</i> eggs ( $3 \log_{10}$ )
14	0	10 months	Slow reduction	-
	1	2 months	14 months	-
	2	2 weeks	8 months	-
24	0	1.5 months	7.5 months	11 months
	1	1 week	3 months	7 months
	2	<1 week	2.5 months	2.5 months
34	0	1.5 weeks	1 months	1.5 months
	1	<1 week	2.5 weeks	1.5 weeks
	2	<1 week	<2 weeks	<1 week

Om faktorerna hög temperatur och ureatillsats sammanförs kan behandlingstiden minskas till 1 – 2 veckor. Den ökade temperaturen frigör en större mängd  $\text{NH}_3$  ur urean som då utnyttjas maximalt (figur 4).



Figur 4 visar andelen frigjord  $\text{NH}_3$  beroende på temperatur och pH. Källa: Annika Nordin, 2010, "Ammonia sanitisation of human excreta" s.35

Det hygieniserade svartvattnet kommer att spridas på närliggande åkermark genom myllning för att minska kväveläckaget och minimera eventuell lukt. Spridningsförsöken under hösten 2010 på Öhrs gård innebar inga klagomål från allmänhet på lukt (Andersson G, 2011).

## 10. Avloppslösningar för enskilda avlopp

---

Nedan följer en genomgång av olika alternativ för enskilda avlopp, extremt snålspolande toaletter med svartvattenuppsamling, minireningsverk, markbaserad rening och anslutning till kommunalt VA. Alla anläggningar är allmänt beskrivna och därefter följer tre jämförande kategorier, reningsgrad och kretsloppsmöjligheter, användarvänlighet och robusthet.

### 10.1 Extremt snålspolande toalett, vakuüm

På flygplan, tåg och bussar har vakuumbaserade toalettlösningar använts under många år. De senaste åren har marknaden för bostadshus vuxit snabbt. Systemet använder oavsett fabrikat extremt lite vatten, cirka 0,6 l per spolning eftersom vattnet endast används för att skölja toalettskålen och inte som huvudsakligt transportmedium som hos traditionella vattenbaserade system. I jämförelse kan nämnas att en snålspolande vattentoalett använder ungefär 3 l per spolning. Vattensnålheten är eftertraktad i områden där vattentillgångarna är dåliga samt där möjligheter till infiltration är dåliga, som till exempel i skärgården. BDT-vatten ansluts inte till systemet av flera skäl: näringsinnehållet är lågt vilket ger en utspädning av avloppsvattnet vilket i sin tur påverkar möjligheter till effektiv uppgradering till gödsel. BDT-vattnet ger även ett tillskott av oönskade ämnen och kemikalier. Anläggningen dimensioneras alltid för minst 5 pe (personekvivalenter). Det är framförallt storleken på svartvattentanken som avgör hur många användare systemet klarar av, en mindre tank leder till fler slamtömningar varvid de ekonomiska fördelarna med systemet minskar. Tre stora tillverkare finns på den svenska marknaden idag: Jets, Fann Roslagen och Wostman Ecology.

Funktionen hos systemet bygger på att en pump tömmer rörsystemet på luft vilket skapar ett vakuüm som suger avfallet från toalettstolen till en svartvattentank. Klosett- och BDT-vattenledningarna måste separeras i fastigheten. Nya rör med mindre dimensioner än för vattentoaletter måste installeras, en tank (minst 3 m<sup>3</sup>) måste grävas ner och ett rör mellan hus och tank anläggs. När tanken är full töms den och svartvattnet kan pumpas över till en varmkompostanläggning eller till ett reningsverk. Nivåalarm finns hos samtliga fabrikat och som ett komplement installeras en vattenmätare vid toaletten i Fanns system. Det blir då enkelt att övervaka när tanken börjar bli full även om larmet skulle sluta fungera. Det råder aggressiva förhållanden inuti svartvattentanken som på sikt påverkar givaren. Vakuumpumpen placeras antingen på tanken (Fann Roslagen & Wostman) eller vid huset (Jets) beroende på fabrikat. Pumpen är för vissa fabrikat specialanpassad för användningsområdet (Jets & Wostman) medan ett fabrikat använder sig av en konventionell våtdammsugare (Fann Roslagen). Jets pump innehåller en kvarn som finfördelar det fasta avfallet och toalettpappret. Det går i vissa fall att ansluta flera toaletter till samma system. Wostmans system kräver en vakuümenhet per toalett. För BDT-vattnet kan ibland den gamla reningsanläggningen räcka för tillräcklig rening när belastningen från toalettavloppet tagits omhand. Om så inte är fallet måste någon form av markbaserad rening konstrueras på platsen vilket ger ett ytterligare kostnadspåslag.

### Reningsgrad och kretsloppsmöjligheter

Reningsgraden ligger på minst 90 % av fosfor och kväve, resten finns i BDT-vattnet som inte tas om hand i systemet (SLU 2002). Möjligheterna till kretslopp är bra då fraktionen är källsorterad och håller



hög TS-halt.

### **Användarvänlighet**

Studien har visat att användarvänligheten är hög. Inga allvarliga problem har påträffats annat än att systemet i vissa fall kan kräva en del invänjning i starten. Det ser ut som en vanlig toalett som låter annorlunda när den spolras.

### **Robusthet**

Bert Holm, entreprenör verksam i Grisslehamn som gjort 75 installationer av Fann Roslagens vakuumanläggningar de senaste fem åren, sa vid ett studiebesök den 16 maj 2011 att: *"Reklamationerna har varit förvånansvärt få."* En toalett ska framförallt fungera och för att hålla länge måste tekniken hållas på en enkel nivå med så få rörliga delar som möjligt. Utvecklingsarbetet har gått snabbt framåt sedan starten för fem år sedan och idag måste robustheten anges som hög även på längre sikt. Om något i anläggningen går sönder är återkopplingen direkt negativ för brukaren vilket medför att systemet måste skötas väl för att fungera bra.

## **10.2 Extremt snålspolande toalett, urinseparerande**

Urinseparerande toalettstolar kan i en del fall vara en alternativ lösning för att åstadkomma ett högkoncentrerat avloppsslam lämpligt för våtkompostering. Wostman kan leverera en toalettstol (Eco flush) där endast 3 dl används för att skölja urinskålen och 3 l för fekalieskålen. Installationen kräver möjlighet till självfall, i andra fall måste pumpar användas till en extra kostnad. För fem personer och dygn används:

$$(0,3 \text{ l} \times 5 \text{ (besök)} \times 5 \text{ (personer)}) + (3 \text{ l} \times 1 \text{ (besök)} \times 5 \text{ (personer)}) = 22,5 \text{ l/d}$$

Per år blir totalvolymen exklusive urin- och fekalievolymer:

$$22,5 \text{ l} \times 365 \text{ d} = 8 \text{ 212,5 l/år}$$

Resonemanget ovan förutsätter att rätt knapp används vid spolning. Om den stora spolningen används två gånger per dag och person blir volymtillskottet:

$$3 \text{ l} \times 5 \text{ (pe)} \times 365 \text{ d} = 5 \text{ 475 l/år}$$

Vid 5 spolningar á 3 dl och 2 spolningar á 3 l blir den årliga volymen exklusive urin- och fekalievolymer:

$$8 \text{ 212,5 l} + 5 \text{ 475 l} = 13 \text{ 687 l/år}$$

Utifrån denna uträkning bör TS-halten jämföras med det som erhålls med vakuumteknik om den stora spolningen inte används mer än en gång per dygn. Tidigare erfarenheter av extremt snålspolande vattentoaletter har visat att fördelarna med den låga vattenförbrukningen kan vara överdrivna. En utvärdering av införandet av extremt snålspolande toaletter på Åland visade att problem förekom med funktion och design. Avdelningen mellan urin- och fekalieskål tillsammans med låg spolvolym

medförde att allt avfall ej spolades bort. Barns användande av toalettstolar var också det problematiskt då stolen är designad för vuxna (Palm & Malmén 2003). TS-halten i slammet var inte så lågt som det borde ha varit enligt beräkningarna. Även stopp i avloppsledningar har förekommit (ibid). Utvecklingen har sedan dess gått framåt och idag finns andra betydligt bättre produkter på marknaden. Det skulle vara möjligt att använda denna teknik i kretsloppsarbetet som komplement till andra extremt snålspolande kretsloppstoiletter som kan ge klosettvattnet med högre TS-halt.

### **Reningsgrad och kretsloppsmöjligheter**

Reningsgraden är densamma som för vakuumtoaletter, det vill säga 90 procent av fosfor och kväve. Möjligheterna till kretslopp är lägre eftersom TS-halten är lägre. Hur mycket lägre är oklart och jämfört med att ansluta en vanlig vattentoalett är urinseparering ett hyggligt alternativ för att hålla nere spolvolymerna.

### **Användarvänlighet**

Vissa problem för barn och äldre har förekommit speciellt på äldre toalettstolar. Utvecklingen går framåt och designen har förändrats till det bättre. Stopp i ledningar förekommer på grund av den låga spolvolymen och detta problem är svårt att arbeta bort med förändrad design. Ett normalt dimensionerat avloppssystem kräver en viss spolvolym för att fungera tillfredsställande.

### **Robusthet**

Systemet är enkelt med direkt återkoppling om problem uppkommer. Samma resonemang som för vakuumtoaletter ovan.

## **10.3 Markbaserad rening**

Att släppa ut orenat avloppsvatten till naturen efter slamavskiljning är inte en tillräcklig behandlingsprocess enligt FMH 1998:899. En sedan länge använd lösning har varit att anlägga en förstärkt infiltration eller markbädd. Det finns tre huvudtyper av markbaserad rening som används i stor skala: förstärkt infiltration samt markbädd med eller utan tät botten. Ett flertal fabrikat och utföranden finns på marknaden idag. Alla fungerar på liknande sätt och samtliga kräver en slamavskiljare innan avloppsvattnet leds med hjälp av förgreningsrör till reningsanläggningen. Utan effektiv slamavskiljning uppstår driftproblem med stopp i rörledningarna och i anläggningen. Själva reningsanläggningen består i fallet med förstärkt infiltration av ett tillfört sandlager alternativt förfabricerad filtermedia, så kallade kompaktfiler. Filtermediet eller sandmaterialet möjliggör en mer kompakt yta för bakterier att bildas på vilket gör att anläggningarna kan byggas på mindre yta. Avloppsvattnet tillför energi till bakterierna som tillväxer och bildar en biohud. Biohuden tillväxer till en början snabbt men tillväxten stannar av i takt med att en del bakterier dör av och sköljs bort. I det översta lagret av bädden råder syrebrist varvid anaeroba bakterier trivs. De bryter ned nitrat till kvävgas som avgår till luften. Längre ner i bädden ökar tillgången på syre och förekomsten av aeroba bakterier ökar. Nitrifikationsprocessen som omvandlar ammonium till nitrat sker i jordlagren strax under biohuden. Det är viktigt att zonen under biohuden syresätts ordentligt. Det översta lagret kan vara täckt av vatten men så länge det finns ett flöde genom bädden bör funktionen vara god. Hög reningsgrad för smittämnen erhålls genom predation av mikrobiella smådjur eller konkurrens från

andra organismer. Det renade vattnet infiltreras till grundvattnet (Ridderstolpe, 2009).

Markbäddar har liknande funktion men skiljer sig i avseende på recipient. I en otät markbädd dräneras det renade vattnet delvis och samlas upp för att ledas till en recipient. Vattnet som inte samlas upp perkolerar till grundvattnet. En tät markbädd är anlagd med ett tätskikt underst vilket möjliggör uppsamling av allt tillfört vatten som sedan avleds till en ytvattenrecipient. Livslängden är direkt kopplad till den hydrauliska kapaciteten. Vattnet måste passera en omättad zon med begränsad rening. Livslängden varierar men bör för en korrekt anlagd och dimensionerad anläggning vara minst 20 år, troligtvis 30 (Ridderstolpe, 2009).

Ett extra reningssteg för fosforreduktion krävs i vissa fall då fosfor är svårt att binda i de biologiska reningsprocesser som sker i bäddarna. Två metoder används i huvudsak, antingen kemisk fällning eller med fosforfälla. Fällningskemikalien tillsätts direkt i avloppsvattnet innan detta når slamavskiljaren. Fosfor komplexbinds av kemikalien och bildar flockar som avskiljs i slammet. Fällningskemikalien måste fyllas på med jämna mellanrum. En fosforfälla anläggs som ett poleringssteg efter en tät markbädd genom vilket det renade vattnet leds. I fällan finns en absorbent, ofta kalk, som binder fosfor (Fann 2011). Fann rekommenderar en absorbent från Biotech som väger 500 kg och bytesintervallet anges till 19 månader +/- 2 månader vid en belastning på 5 pe. Ett serviceavtal med Biotech bör tecknas för att bytet ska ske enligt rätt intervall samt att absorbentmaterialet skall komma lantbrukare till godo (Avloppscenter 2011). Investeringskostnaden är relativt låg och innebär inga ingrepp i fastigheten.

### **Reningsgrad och kretsloppsmöjligheter**

En korrekt anlagd markbädd klarar kraven på rening av fosfor vid hög skyddsnivå under många års drift med fosforrening. Kretsloppsmöjligheter finns enbart för fosfor genom att tillvarata det som avskilts som slam genom respektive metod.

### **Användarvänlighet**

Anläggningen kräver mindre skötsel än ett minireningsverk men om fosforavskiljning används måste funktionen kontrolleras och bytas enligt anvisningar, annars likartad användning med minireningsverken.

### **Robusthet**

En enkel anläggning utan avancerad elektronik eller funktioner gör systemet långsiktigt hållbart. Anläggningen måste skötas annars uppkommer problem som drabbar användaren. Slamflykt från trekammarbrunn måste undvikas då igensättningar i infiltrations- respektive markbädden annars blir ett problem. En igensatt bädd börjar snabbt lukta väldigt illa på grund av syrebristen och tillväxten av anaeroba bakterier. Dessutom begränsar ett stopp användandet av anläggningen vilket ger en negativ feedback till att missköta anläggningen. En korrekt anlagd markbaserad rening är en mycket robust lösning som klarar temperaturskillnader och skillnader i användning.

## **10.4 Minireningsverk**

Marknaden för minireningsverk har under de senaste åren vuxit snabbt. Verkningsgraden varierar liksom kostnader för inköp, service och fällningskemikalier. En del fabriker utgår ifrån en trekammarbrunn för slamavskiljning som sedan byggs på med ett verk och eventuellt avslutas med ett reningssteg för fosforreduktion. Andra ersätter helt den tidigare lösningen och innefattar slamavskiljare, biologisk rening samt fosforavskiljning i ett.

I Södertälje kommun är de två vanligaste fabrikerna av minireningsverk Uponor (Upoclean 5 pe) och Baga (Baga Easy 5 pe). Upoclean använder sig av SBR-teknik (satsvis biologisk rening) för BOD-reducering, återföring av slam (aktiv-slam process) samt kemisk fällning av fosfor. Allt avloppsvatten från hushållet leds till en slamavskiljare för avskiljning av större fasta partiklar. Därefter leds en mindre del av vattnet in i en processtank där luft bubblas genom vattnet ur munstycken i botten på tanken. Syresättningen påskyndar den biologiska nedbrytningen och när luftningen stannar av sjunker slammet, bakterierna, till botten. En flockningskemikalie tillsätts för att fälla ut fosfor. Det reade vattnet leds vidare till ett dike eller om ytterligare polersteg krävs, vid till exempel hög skyddsnivå, till någon form av markbaserad rening. Slamsugning måste ske två gånger per år för att upprätthålla hög reningsgrad. Påfyllning av flockningskemikalie sker vid behov och ett serviceavtal krävs (Uponor 2011).

Baga Water Technology tillverkar ett minireningsverk för 5 pe med en annan utformning än Uponor. Allt avloppsvatten leds till en egenutvecklad slamavskiljare med ett antal kamrar där reningsutrustning för fosforavskiljning kan installeras. Det delvis reade vattnet förs ned till någon form av efterpoleringssteg: markbädd med biomoduler, infiltration med biomoduler eller till en BioTank. Biomodulerna är uppbyggda av ett flertal spunna rör som avloppsvattnet leds igenom och där ges möjlighet till effektiv luftning samt en stor yta för biohuden att bildas. Ytterligare polering sker i de efterföljande anlagda sand- och gruslagren. BioTanken innehåller komprimerade biomoduler som avloppsvattnet pumpas igenom. Den biologiska reningen ger i detta fall upphov till en hel del slam vilket pumpas tillbaka till slamavskiljaren. Kostnaden ligger mellan 80 000 – 120 000 kr installerat och klart (Baga 2011).

### **Reningsgrad och kretsloppsmöjligheter**

Verkningsgraden för reningen kan nå upp till de av Naturvårdsverket satta gränsvärdena på rening vid hög skyddsnivå (NFS 2006:7):

BOD<sub>7</sub> = > 90 %

Fosfor (tot-P) = > 90 %

Kväve (tot-N) = > 50 %

Förutsättningen för att nå dessa resultat är att anläggningen sköts enligt anvisningarna och en del fabriker kräver att ett serviceavtal tecknas för att tillverkaren ska kunna garantera att funktionen upprätthålls. Kretslopp kan delvis vara möjligt beroende på utformningen av verket. Om fällningskemikalie för fosforavskiljning tillsätts innan slamavskiljningen kommer slammet att innehålla en hög andel fosfor som går att återföra till åkermark. Om reduktionen sker i ett polersteg med exempelvis kalk som absorbent går detta också bra att sprida på åkermark eller hemma i trädgården. Kväve är svårt att återanvända då en stor andel avgår som kvävgas i den biologiska reningen. Kretsloppsmöjligheterna är måttliga.

## **Användarvänlighet**

Systemet kräver skötsel och regelbunden tillsyn för att fungera tillfredställande. För det direkta användandet i fastigheten är det ingen skillnad mot normalt. Det är fastighetsägarens skyldighet att se till att anläggningen fungerar och myndigheten kräver att provtagning sker på det utgående vattnets kvalitet vart femte år.

## **Robusthet**

Ett reningsverk är en relativt komplex anläggning som innehåller ventiler, styrsystem, luftningspumpar och elektroniska varningssystem. Hur länge dessa håller varierar men ofta går utrustningen att reparera. Anläggningen kräver en del av användaren och risken för att haverier inte upptäcks eller ignoreras finns vilket påverkar reningsresultatet negativt. Det är lönsamt för ägaren att inte sköta anläggningen enligt instruktionerna, att inte fylla på fällningskemikalier eller teckna serviceavtal, vilket kan vara problematiskt. Detta är självklart inte ett standardantagande men det är ändå en risk med anläggningarna som påverkar robustheten.

## **10.5 Anslutning till kommunalt avlopp**

I en del fall kan det vara möjligt för en enskild fastighetsägare att ansluta fastigheten till det kommunala vattenledningsnätet. Då behövs inga egna renings- eller uppsamlingsanläggningar utan allt vatten leds till ett större reningsverk. Ofta ansluts fastigheten även till dricksvattennätet (Öhman, 2011). Det är viktigt att påpeka att det i dagläget inte finns några direkta planer på utbyggnad av avloppsnätet i Hölö. Det lokala reningsverket har en del problem med dagvattenintrång som vid höga flöden översvämmar verket. Innan dessa problem är lösta kan ytterligare anslutningar inte tillåtas. Vattenförbrukningen i hushållet per person och dygn beräknas till 160 l enligt Svenskt Vatten. För ett hushåll på 5 pe blir årskonsumtionen per år:

$$0,160 \text{ m}^3 \times 5 \text{ pe} \times 365 \text{ d/år} = 292 \text{ m}^3$$

Normalförbrukningen för villor ligger enligt Telge Nät på 150 m<sup>3</sup>/år vilket gör summan av uträkningen ovan nära dubbelt så hög. För att undvika att gynna vissa alternativ gentemot andra antas en årsförbrukning på 200 m<sup>3</sup>.

## **Reningsgrad och kretsloppsmöjligheter**

Himmerfjärdsverket till vilket det kommunala avloppsvattnet leds idag klarar kraven på hög skyddsnivå. Kretsloppsmöjligheterna är desamma som för minireningsverken då samma typ av rening används där i större skala. Fosfor går bra att återföra men endast begränsade möjligheter finns för kväve som avgår till luften till största delen. Kretsloppsmöjligheterna är låga.

## **Användarvänlighet**

En anslutning till kommunalt VA medför att användandet blir oförändrat mot normal standard och användarvänlighet.

## **Robusthet**

Få störningar även på lång sikt förväntas.

## 11. Kostnader

---

För fastighetsägare som står i begrepp att åtgärda ett bristfälligt avlopp är den viktigaste frågan ofta ekonomin. Valet kan stå mellan ett minireningsverk för klosett- och BDT-vatten, extremt snålspolande vakuumtoalett med svartvattenuppsamling och separat markbaserad BDT-rening eller någon form av markbaserad rening för allt avloppsvatten. Ett antal referensfabrikat har valts ut med motivationen att de är de vanligast förekommande i Södertälje kommun. Priserna kan skilja mellan olika tillverkare men en fullständig redogörelse är inte möjlig i denna studie. Alla kostnader är ungefärliga och skall anses som exempelvärden. Variationer förekommer med stor säkerhet och i de fall där WC - och BDT-vatten måste delas upp i befintlig fastighet kan kostnaden för detta i vissa fall blir mycket hög. I kostnadsgenomgången nedan har anläggningsarbetet i fastigheten antagits vara av enklare art. Rotavdrag gäller för alla arbetskostnader vilket för en anläggning i 130 000 kr klassen ligger på 20 000 kr, med rotavdrag kan upp till 50 % av den kostnaden dras av.

### 11.1 Extremt snålspolande toaletter, vakuum

Extremt snålspolande vakuumtoaletter kostar från 85 000 kr att installera. Då ingår uppsamlingstank 3m<sup>3</sup>, en (1) vakuumtoalett, pump och rör inklusive installation. Från 135 000 kr kostar en komplett lösning med markbaserad BDT-rening samt arbete. Priset gäller Fann Roslagen (Holm, 2011) samt Wostmans Norrtäljepaket (Karlsson, 2011), Jets är något dyrare. Prisuppgifterna baseras på mer än 150 utförda installationer i Norrtälje kommun. Priset ökar ytterligare om fler toaletter skall anslutas, terrängen är svårarbetad eller om omfattande arbeten krävs i fastigheten. Resultaten av intervjuerna i Hölö medger en kostnad på 200 000 kr för två (2) vakuumtoaletter, pump, tank, slamavskiljare, rör samt installationsarbeten. Elkostnaden är ungefärlig och ligger omkring 50 kr/år. Slamtömningarna är likaså ungefärliga men 2 – 3 tömningar, á 1140 kr (beställd tömning inom en vecka, Telge Återvinning AB), per år för 5 pe och en 3m<sup>3</sup>-tank är realistiskt enligt intervjuresultaten. Detta kan även styrkas med ett räkneexempel med 6 spolningar per dygn (Söderberg 2011, muntligen):

$$0,6 \text{ l (spolvolymer)} \times 6 \text{ (spolningar per person och dygn)} \times 5 \text{ (pe)} \times 365 \text{ (dagar/år)} = 6\,570 \text{ l/år}$$

Till detta måste volymen av urin och fekalier adderas. Tanken rymmer 3 000 l varvid tre tömningar per år är att betrakta som realistiskt. Slamavskiljare för BDT-vatten skall tömmas vart annat år i Södertälje kommun (Kivimäki 2011, muntligen) för att med säkerhet hindra eventuell slamflykt till ett efterföljande markbaserat reningssteg. Kostnaden ligger på 995 kr (ordinarie schemalagd tömning, Telge Återvinning AB).

Livslängden på de olika komponenterna är svåruppskattat men de mer hårda delarna som tank, toaletter och rörledningar bör hålla minst 20 år, tank och rör kanske det dubbla. Vakuumpumpen slits givetvis olika liksom hela systemet beroende på användningen.

### 11.2 Extremt snålspolande toalett, urinseparerande

Kostanden för anläggandet av en urinseparerande toalett från Wostman fördelar sig på följande: Toalettstol 5 800 kr, svartvattentank 3 m<sup>3</sup> 16 000 kr alternativt 5,3 m<sup>3</sup> 23 125 kr (Uponor) samt BDT-

anläggning med slamavskiljare 17 390 kr och infiltrationsbädd (WM-filter) 9 240 – 16 830 kr beroende på markförhållanden. Totalkostnad för materialet blir 48 500 – 55 000 kr. Till detta måste kostnader för anläggningsarbeten, däribland uppdelandet av svart- och BDT-vatten i fastigheten, läggas. Totalsumman bör ligga på minst 70 000 kr. Driftkostnaderna utgörs av slamtömning som borde ske 3 – 4 gånger à 1 140 kr om året vid spolning enligt angivelse och en tankvolym på 3 m<sup>3</sup>. Frekvensen kan halveras om tankvolymen är 6 m<sup>3</sup> vilket relativt snabbt kan bli lönsamt för fastighetsägaren. Tanken tar upp en del plats och innebär en del merarbete att anlägga. Slamavskiljaren till BDT-anläggningen måste tömmas vart annat år à 995 kr.

### 11.3 Markbaserad rening

Markbädd med fosforfälla dimensionerat för 5 pe kostar enligt Fann 50 000 kr exklusive installation, vilket motsvarar ungefär 70 000 kr installerat och klart. Kostnaderna fördelar sig på slamavskiljare 2m<sup>3</sup> 17 000 kr, infiltrationsmoduler 14 000 kr plus grus samt fosforfälla 18 300 kr. Installationen kräver inga ingrepp i fastigheten och förbrukar ingen elenergi. Fosforfällan måste bytas var 19:e månad, +- 3 månader vid full belastning till en kostnad av 6 100 kr. I kostnadsanalysen nedan anges kostnaden för bytet till 3 500 kr per år vilket kan antas motsvara ett rimligt bytesintervall. Funktionen hos fosforfällan kontrolleras med en pH-sticka eller pH-mätare av fastighetsägaren (Fann 2011).

Markbädd från Wostman, WM-filter, kostar 22 725 kr inklusive luftnings- och provtagningsbrunn för både WC och BDT-vatten. En slamavskiljare på 2 m<sup>3</sup> kostar 17 385 kr (PTC FA 2000) och en fosforfälla 6 988 kr. Totalpriset blir 47 123 kr plus anläggningsarbeten vilket är ungefär lika mycket som Fann's anläggning. Fosforfällan är konstruerad som en brunn som fylls med ett kalkmaterial. I likhet med Fann's system kontrollerar fastighetsägaren själv när pH sjunkit under en viss nivå (enligt Wostman pH 9) och materialet måste bytas. Brunnen innehåller 60 l kalkmaterial och bytet kan göras av fastighetsägaren själv, bytesfrekvensen är 2 – 3 ggr per år och en 60 l säck kostar 121 kr. Årskostnaden antas vara omkring 300 kr. Materialet kan spridas i den egna trädgården och det bundna materialet kan enkelt frigöras när pH sjunker till skillnad från metoder då kemisk fällning används (Wostman, 2011).

En markbädd har en begränsad livslängd som är kopplad till den hydrauliska kapaciteten. Korrekt anlagd bör livslängden ligga på minst 20 år men kan vara kortare eller längre beroende på belastning.

### 11.4 Minireningsverk

Minireningsverk Baga Easy 5 pe kostar från 125 000 kr inklusive arbetskostnader att installera (Kexle entreprenad 2011, muntligen). Och Upoclean 5 pe 150 000 kr (Läcks entreprenad 2011, muntligen). Då ingår ett komplett system för WC och BDT-vatten, polerstep för fosforreduktion, arbete samt anläggningsarbeten. Inga ingrepp i fastigheten krävs vilket gör anläggningen mindre känslig för prisvariationer. Förutom installationskostnaden tillkommer en årlig kostnad på 2 500 kr för serviceavtal (Uponor) samt kostnad för fällningskemikalier, två dunkar á 600 kr behövs varje år. Slamavskiljaren måste tömmas 2 – 3 gånger per år för att upprätthålla god rening och undvika stopp i verket. Elförbrukningen ligger på omkring 0,9 kWh/dygn för Uponors anläggning vilket innebär med ett elpris på 110 öre/kWh (Vattenfall 2011-05-06) en årskostnad på knappt 360 kr. Baga's anläggning är inte lika tekniskt avancerad och kräver endast en begränsad mängd elenergi. Serviceavtal krävs och kostar 3 045 per år och flockningskemikalier måste tillsättas i samma utsträckning som för Uponors



verk (Baga 2011).

Ett minireningsverk har sannolikt en lång livstid men vissa komponenter kan behöva bytas under driften. Verken innehåller en kompressor och en del elektronik som magnetventiler för dosering av fällningskemikalier som slits med tiden. Det mesta går att ersätta med nya delar och endast i undantagsfall behöver exempelvis ett helt elskåp bytas.

### **11.5 Kommunalt VA**

Enligt ett utkast till VA-strategi för Hölö – Mörkö finns anslutningsmöjligheter till kommunalt VA på längre sikt för en del fastigheter. Särtaxa kommer att tas ut av fastighetsägare då den beräknade kostnaden för framdraging av rörledningar till tomtgräns beräknas ligga på 100 000 – 300 000 kr plus ordinarie anslutningstaxa 113 780 – 135 380 kr. Kostnaderna ska ses som ungefärliga och varierar kraftigt med lokala markförhållanden och närhet till anslutningspunkt med mera. Kostnader tillkommer för rördragning på den egna fastigheten fram till anslutningspunkten. Driftkostnaderna varierar beroende på om vatten och avlopp eller endast avlopp ansluts. För vatten och avlopp är årsavgiften 2 061 kr och den rörliga avgiften 13,24 kr/m<sup>3</sup>. Med en årsförbrukning på 200 m<sup>3</sup> blir årskostnaden:

$$2\,061\text{ kr} + 200\text{ m}^3 \times 13,24\text{ kr/m}^3 = 4\,709\text{ kr}$$

Den totala kostnaden för anslutningen gör att beräkningarna blir ungefärliga med stor risk för förändringar i framtiden. Alla beräkningar måste beaktas som schablonvärden i högre grad än för de övriga alternativen.

## 12. Livscykelkostnader (life cycle cost – LCC)

---

För att rättvist jämföra olika anläggningar måste ett långt tidsperspektiv användas. I studien har ett tidsperspektiv på 20 år används då detta motsvarar livslängden hos en del av komponenterna i systemen. Beräkningen av långsiktiga kostnader för investeringar kan göras med en livscykelkostnadsanalys vilken kan beskrivas med formeln (Energimyndigheten 2011):

$$LCC = C_{ic} + C_{in} + C_{ir} + (C_e + C_o) \times l_s$$

*Formel 2*

Teckenförklaring:

C = kostnadskomponent

ic = initialkostnaden, inköspriset för utrustningen

in = installations- och driftsättningskostnader

ir = räntekostnader

e = energikostnader (förväntad kostnad för drift av systemet per år)

o = driftskostnad (arbetskraftskostnaden för övervakning av systemet per år)

l<sub>s</sub> = beräknad livslängd, år

I studien har investeringskostnad (ic) och installationskostnader (in) inte separerats, endast totalsumman har efterfrågats. Räntekostnaden (ir) baseras på ett privatlån hos Swedbank, aktuell ränta 2011-05-02 var 7,09 % (effektiv ränta 8,54 %). Bolån med bunden ränta, 3 år, ligger strax under 5 % (Swedbank 2011-05-03) vilket innebär att räntekostnaden för en ombyggnation av ett avlopp troligtvis är lägre än vad som anges i tabell 1 då de flesta fastighetsägare har möjlighet att utöka sitt bolån för att finansiera investeringen. Återbetalningstiden antas vara 5 år. Livslängden (l<sub>s</sub>) på systemen antas vara 20 år. I posten för driftskostnader (o) har slamtömning (Telge Återvinning 2011), serviceavtal och kemikalier summerats. Alla kostnadsberäkningar utgår ifrån full belastning av anläggningarna och samtliga är dimensionerade för 5 pe. Resultaten visas i tabell 2.

Tabell 2 visar en kostnadsjämförelse mellan olika avloppslösningar för enskilda avlopp under en 20-års period, samtliga dimensionerade för 5 pe. Kostnaden för kommunalt VA avser endast kostnad för framdragning till tomtgräns. Alla summor är avrundade till närmsta ental. Referenser: <sup>1</sup>lån-info <sup>2</sup>Uponor <sup>3</sup>Baga <sup>4</sup>Wostman <sup>5</sup>Fann.

	Vakuumtoalett	Vakuum + BDT	2 vakuumtoa + BDT	Minireningsverk	Markbaserad rening	Ecoflush	Kommunalt VA
Investeringskostnad	85 000 kr	135 000 kr	200 000 kr	150 000 kr	70 000 kr	70 000 kr	215 000 – 435 000 kr
Räntekostnad <sup>1</sup>	18 409 kr	28 156 kr	43 317 kr	32 488 kr	15 161 kr	15 161 kr	46 565 – 94 214 kr
Investering + ränta	103 409 kr	163 156 kr	243 317 kr	180 488 kr	85 161 kr	85 161 kr	261 565 – 529 214 kr
Slamtömning/år	2½ - 3½ st = 2780 – 3920 kr	2½ - 3½ st = 2780 – 3920 kr	2½ - 3½ st = 2780 – 3920 kr	2-3 st = 2280 - 3420 kr	1 st = 1140 kr	3½ - 4½ = 3920 – 5060 kr	---
Serviceavtal/år	---	---	---	2 500 <sup>2</sup> - 3045 kr <sup>3</sup>	Finns, krävs ej	---	4 709 kr
Kemikalier/år	---	---	---	2 x 600 kr = 1200 kr	300 <sup>4</sup> - 3500 kr <sup>5</sup>	---	---
Elkostnader/år	50 kr	50 kr	50 kr	360 kr	---	---	---
Driftkostnad/år	2 830 – 3 970 kr	2 830 – 3 970 kr	2 830 – 3 970 kr	6 340 – 8 025 kr	1 440 - 4 640 kr	3 920 – 5 060 kr	4 709 kr
Driftkostnad/20 år	56 600 – 75 800 kr	56 600 – 75 800 kr	56 600 – 75 800 kr	126 800 – 160 500 kr	28 800 – 92 800 kr	78 400 – 101 200 kr	94 180 kr
Totalkostnad/20 år	160 009 kr – 182 809 kr	219 756 kr – 242 556 kr	299 917 kr – 322 717 kr	309 288 kr – 342 988 kr	133 961 – 177 961 kr	163 561 – 186 361 kr	355 745 – 623 394 kr

Samtliga kostnader ska anses som schablonmässiga och bör endast användas som vägledning. En av de svåraste posterna att uppskatta är anläggningskostnader som kan skilja avsevärt mellan hustyper, markförhållanden och entreprenörer. Utöver detta finns en mängd fabrikat och metoder för att rena avloppsvatten vilket gör denna studie begränsad till de system som är vanligast förekommande. Det bör påpekas att räntekostnaderna i räkneexemplet (tabell 2) är förhållandevis höga. De flesta fastighetsägare som gör en investering i sitt avlopp gör ofta detta genom att utöka sitt bolån som ofta har en lägre räntesats. Systemet för att bestämma räntan för ett bolån är komplext och mycket specifikt för den enskilda låntagaren varvid analysen istället gjorts med grund i ett privatlån.

LCC för systemen visar tydligt vikten av en låg driftkostnad i ett långt perspektiv. För vakuumsystemen blir den initiala kostnaden hög men under de år när utrustningen är återbetald är driftkostnaderna mycket låga. Ytterligare besparingar kan göras om en större tank anläggs. Lokalt i Södertälje kommun har vakuumsystemen ytterligare en fördel med införandet av miljöpremien för

kretsloppsanpassade avloppsanläggningar under 2011. Investeringskostnaden kan därmed minskas med 9 000 kr under detta år.

Tidsperioden för livscykelkostnader som räkneexemplet ovan baseras på kan utökas till 30, 40 och till och med 50 år (tabell 3). Detta medför att en del variabler blir mycket svåra att förutsäga. Under driften av aktuella avloppsanläggningar ökar risken för haverier och höga reparationskostnader på ett sätt som är oförutsägbart efter 20 år. De fortsatta uträkningarna utgår ifrån att alla system kostar ungefär lika mycket att underhålla och därmed kan de oförutsatta utgifterna jämföras och hållas utanför de fortsatta beräkningarna.

Tabell 3 visar de långsiktiga kostnaderna för avloppslösningar för enskilda avlopp

	Vakuuntoalett (end material)	Vakuum + BDT	2 vakuuntoa + BDT	Minirening sverk	Infiltration/ markbädd	Ecoflush	Kommunalt VA
Investering + ränta	103 409 kr	163 155 kr	243 316 kr	180 487 kr	85 161 kr	85 161 kr	261 565 – 529 214 kr
Driftkostnad /år	2 830 – 3 970 kr	2 830 – 3 970 kr	2 830 – 3 970 kr	6 340 – 8 025 kr	1 440 - 4 640 kr	3 920 – 5 060 kr	4 709 kr
Totalkostnad 30 år	188 309 – 222 405 kr	248 055 – 282 255 kr	328 216 – 362 416 kr	370 687 – 421 237 kr	128 361 – 224 361 kr	202 761 – 236 961 kr	402 835 – 670 484 kr
Totalkostnad 40 år	216 609 – 262 105 kr	276 355 – 321 955 kr	356 516 – 402 116 kr	434 087 – 501 487 kr	142 761 – 270 761 kr	241 961 – 287 561 kr	449 925 – 717 574 kr
Totalkostnad 50 år	244 909 – 301 805 kr	304 655 – 361 955 kr	384 816 – 441 816 kr	497 487 – 581 737 kr	157 161 – 317 161 kr	281 161 – 338 161 kr	497 015 – 764 664 kr

Utifrån dessa beräkningar är det svårt dra några ingående slutsatser beroende på osäkerhetsfaktorerna. Minireningsverken tillsammans med en eventuell inkoppling på det kommunala ledningsnätet blir sannolikt de dyraste alternativen. Den markbaserade reningen är troligtvis den billigaste lösningen även på lång sikt. Alternativen med extremt snålspolande toaletter kan bli billigare om slamtömning sker mer sällan, det vill säga om en större tank används. Femtiårs-perspektivet är troligtvis en mycket grov uppskattning om vad anläggningarna kostar men fram till trettio år kan beräkningarna vara relevanta.

## 13. Resultat

---

### 13.1 Intervjuresultat, Hölö

Den kvalitativa intervjuerien med fem fastighetsägare i Hölö resulterade i följande:

Samtliga hushåll bestod av sammanlagt sex fristående bostadshus där den tidigare avloppslösningen inte längre kunde accepteras av miljö- och/eller hälsoskäl. Två fastighetsägare har efter inspektion valt att åtgärda avloppet och tre har själva valt att åtgärda ett uppenbart undermåligt avlopp. Husen är av olika ålder, det tidigaste från 1917 och det nyaste från 1987, varav ett från början är från början byggt som fritidshus. Fyra av anläggningarna är dimensionerade för 5 pe, en för 10 pe. I tre fastigheter finns två vakuumtoaletter installerade och i de andra tre en vardera. Separat BDT – rening har installerats i samtliga fall. Alla system färdigställdes under år 2009 och 2010.

#### **Varför valdes ett vakuumsystem, ekonomi eller ekologi? Vilka andra alternativ undersöktes? Påverkades ni av kretsloppspolicyn?**

Orsakerna till valet av vakuumteknik har varit olika. För två hushåll var möjligheten till kretslopp en av viktigare aspekterna, för ett annat styrde kretsloppspolicyn helt valet på teknik. Alla var överens om den ekonomiska fördelen med en teknik som ger låga drifts- och underhållskostnader vilket vakuumtekniken kan erbjuda. I fyra av fem fall övervägdes minireningsverk som alternativ men valdes bort av framförallt två skäl. I två fall godkände inte miljökontoret minireningsverk på fastigheten och i två fall valde fastighetsägaren bort reningsverket med motivationen att de kräver skötsel. Enkelheten hos vakuumsystemen var en avgörande faktor. Kännedomen om kretsloppspolicyn var ojämn, två fastighetsägare var mycket insatta och en fick kännedom om denna genom intervjuerien.

#### **Hur valdes entreprenör?**

Teknikerna för val av entreprenör skilde sig från fall till fall. En fastighetsägare har installerat systemet själv, en annan fick tips på entreprenör av en granne och ytterligare en annonserade efter en entreprenör på internet. En del entreprenörer har kunnat erbjuda totalentreprenad andra har krävt att fastighetsägaren stod för anläggningsarbetet.

#### **Vad blev totalkostnaden, initialt och på lång sikt? Stämmer kostnaderna överens med entreprenörens uppgifter?**

Installationskostnaderna skilde sig avsevärt mellan de fem fastigheterna, från 85 000 till 220 000 kr (inklusive rotavdrag). Kostnaderna skiljer sig beroende på det enskilda fallet men från 130 000 kr kostar ett komplett system med toalett (1 st), pump, tank, rör, BDT-anläggning och arbete. Arbetskostnaden bör ligga på 20 000 kr ungefär. Ytterligare kostnader tillkommer för mer omfattande arbeten i fastigheten och flera toaletter exempelvis. Den dyraste installationen innefattar installation av tre toaletter i två bostadshus samt förberedelse för ytterligare en toalett vilket medverkar till den höga kostnaden. Slamtömningsfrekvensen är svår att uppskatta korrekt då systemen varit installerade endast under kort tid men tre fastighetsägare ansåg att hämtningarna inte blivit så få som entreprenören lovat. Detta påverkar kostnaderna på sikt negativt. En fastighetsägare angav en tömningsfrekvens på 5 – 6

gångar per år men detta beror på att en för liten tank anlagts jämfört med hur många användare anläggningen har. En tömningsfrekvens på 1 – 2 gånger per år angavs av en annan fastighetsägare där belastningen vanligtvis är 2 pe plus en del besökare. Troligtvis blir slamtömningsfrekvensen 2 – 3 gånger per år för en familj med 4 – 5 personer. Elförbrukningen bedömdes som mycket låg eller ej märkbar och där stämmer tillverkarnas uppgifter.

### **Hur ser installationen ut och hur har det fungerat praktiskt?**

Samtliga fastighetsägare var nöjda med installationen i sin helhet. Ingen hade störts av anläggningsarbeten i trädgården eller installationen i huset. En kommentar angående ljudbilden från toaletterna framkom men ansågs inte vara ett problem, ljudet är annorlunda och inte nödvändigtvis högre än för traditionella vattentoaletter. En del mindre problem har uppmärksammats med vakuumsystemen. Dålig spolfunktion har rapporterats från två fastighetsägare och felet är av olika typ. I ena fallet töms inte skålen riktigt vid användning varvid vattennivån hela tiden höjs med risk för översvämning. Anläggningen kan troligtvis anpassas för att lösa problemet men problemet är ännu inte löst, troligtvis är det problem med att ansluta två toaletter till samma pump i det här fallet. I det andra fallet krävdes upprepade spolningar för att skölja rent i toalettskålen. Vid ett tillfälle har spolknappen hängt sig varvid ett hundratal spolningar hann göras innan problemet kunde avhjälpas. Systemen är känsliga för nedspolade artiklar utöver toalettpapper och problem med detta har rapporterats i ett fall. En fastighetsägare drabbades av en felanlagd BTD-markbädd som resulterade i att obehaglig lukt spreds i fasigheten genom rörsystemet. Efter två månader hittades problemet i BDT-anläggningen. Fel sorts grus hade levererats som inte släppte igenom tillräckligt med syre till bädden. Resultatet blev anaerob nedbrytning och dålig lukt. Hela bädden fick grävas ut och ersättas med en ny på bekostnad av grusleverantören. Efter ombyggnationen har inga luktproblem rapporterats. Trots sträng vinter har systemen klarat kylan bra. En fastighetsägare hade problem med att pumpen frös men detta berodde troligtvis på dålig isolering av pumputrymmet. Två incidenter med frusna rörledningar har rapporterats av två fastighetsägare. Båda problemen har kunnat avhjälpas med den inbyggda elvärmaren i rörledningarna, därefter har inga ytterligare problem uppkommit med isproppar. Många av de uppkomna felen orsakas av användaren eller av att anläggningen måste ställas in korrekt. Med information och rätt inställd utrustning var alla överens om att anläggningarna fungerat bra.

### **Hur har tillståndsprocessen på miljökontoret fungerat?**

Samtliga fastighetsägare var nöjda med myndighetskontakten. En del kommentarer om kretsloppspolicyn framkom och framförallt framfördes den som svårläst och svårtolkad. Mer direkt information om vilka åtgärder som eftersöks vore en fördel. Det vore också önskvärt om tillståndsprocessen kunde ske snabbare. En fastighetsägare tyckte att tidsfristen på 1,5 år var lite för kort då det är svårt att få tag på entreprenörer. Nyttan av en entreprenör med god kännedom om tillståndsprocessen framkom i studien som stor. Mycket av pappersarbetet kan göras av entreprenören och om denna känner till processen kan handläggningstiden förkortas eftersom behovet av eventuella kompletteringar från miljökontoret minskar.

### **Vilka råd vill du ge till andra fastighetsägare?**

- Alla kunde rekommendera systemet till andra fastighetsägare.

- Börja i tid med tillståndsprocessen som av många bedömdes som krånglig.

### **Miljöpremie för kretsloppsanpassade avloppssystem på 9 000 kr för 2011. Skulle detta förändra bilden för andra spekulanter? Differentierad slamtömningstaxa?**

Möjligheten att kunna söka bidrag för en installation var positiv hos alla fastighetsägare. Även om summan kan tyckas blygsam i sammanhanget är lite extra pengar alltid välkommet. Som stimulansmedel för fastighetsägare som ej fått ett tillsynsbesök bedömdes premien kunna hjälpa till att starta en process i en del fall. En fastighetsägare menade att ett erbjudande om premie definitivt skulle ha startat deras arbete med en ombyggnation av avloppet. En annan fastighetsägare hade åsikten att premien inte skulle ha påverkat deras initiativ alls. Att på längre sikt kunna få sin slamtömningstaxa sänkt bedömdes som positivt hos en del fastighetsägare. Extra viktigt blev detta för de som inte fått lika låg slamtömningsfrekvens såsom utlovats av tillverkarna. En synpunkt som framkom i studien var svårigheten med att förankra syftet med en förändrad taxa hos allmänheten. Ett alternativ till förändrad taxa skulle kunna vara en separat miljöavgift på icke kretsloppsanpassade anläggningar. På så vis skulle syftet med prishöjningen göras mer tydlig på samma sätt som olja idag har en hög miljöskatt.

### **Sammanfattning av resultat**

Nedan följer en sammanställning av intervjuresultaten där de olika anläggningarna specificeras (tabell 4). Kostnadsbilden stämmer bra överens med vad entreprenörer och tillverkare har angivit. Anmärkningsvärt är slamtömningsfrekvenserna som i många fall är högre än förväntat.

Tabell 4 visar investeringskostnader hos de intervjuade, vad som ingick i priset samt slamtömningsfrekvens. Alla installationer är inklusive rör med elslinga, tank (3m<sup>3</sup>) och vakuumpump.

Investering	Belastning (pe)	Antal toaletter	Fabrikat	BDT-rening	Inklusive arbetskostnad	Slamtömning s-frekvens
85 000 kr	4	1	Jets	Ja	Nej (Fä installatör)	2 – 3 ggr/år
130 000 kr	4	2	Jets	Nej	Ja	2 ggr/år
150 000 kr	2	1	Fann	Ja	Ja	Ca 1 g/år
200 000 kr	10 (+)	2	Jets	Ja (10pe)	Ja	5 ggr/år
220 000 kr	2	3 (4)	Jets	Ja	Ja (inklusive rotavdrag)	1 – 2 ggr/år

## 14. Exempel från andra kommuner

---

Kritiken mot vakuumsystemen har varit i huvudsak två, priset och hållbarheten. I Södertälje kommun finns anläggningar som endast är 1 – 2 år gamla vilket gör att eventuella långsiktiga problem inte har hunnit uppkomma ännu. Genom att leta efter exempel på äldre vakuumanläggningar kan ett av de två påstådda problemområdena utredas. Genomgående i studien har få driftproblem rapporterats för vakuumentekniken. Gällande kostnader har tidigare delar av arbetet kunnat visa att i de fall installationen kan göras relativt enkelt är lönsamheten god jämfört med andra avloppslösningar. I fritidsområden kan installationen av en vakuumtoalett verka standardhöjande i jämförelse med en torr toalettlösning. Under arbetet har två studiebesök gjorts, ett till Nynäshamn och ett till Norrtälje kommun, där olika typer av vakuumanläggningar funnits under en längre tid.

### 14.1 Norrtälje kommun

Kretsloppsarbetet i Norrtälje kommun startade med en LIP-finansierad inventering av 5 430 fastigheter åren 2000 – 2002. 1 411 fastigheter hade WC-avlopp med infiltration och 697 av dessa hade olika grader av brister. De avloppsanläggningar som bedömdes otillräckliga gavs möjlighet att få bidrag för att installera någon typ av kretsloppsanpassade lösningar. Alternativen som gavs var: förmultningstoletter, urinsorterande toaletter och WC med liten spolvolym (max 1l) mot slutan tank för uppsamling av svartvatten. 35 000 kr gavs till en installation av förmultningstoletter och 25 000 kr till de andra två lösningarna. 80 fastighetsägare valde svartvattenlösningen, 11 förmultningstoletter och en valde urinsortering. Med utgångspunkt i detta resultat planerades och uppfördes en våtkompostanläggning utanför Karby 2004 för att omhänderta svartvattnet och producera gödsel. 2006 spreds det första gödslet med högt näringsvärde på den intilliggande gården. Samtidigt intensifierades arbetet med att öka andelen snålspolande toaletter mot slutan tank i kommunen. En del problem drabbade de första exemplaren av urinseparatorande- och vakuumtoaletter varvid utvecklingen stannade av till viss del. På senare år har problemen till stor del avhjälpats och vakuumtoalettsystemen håller idag hög kvalitet.

Den 16 maj 2011 gjordes ett studiebesök i Norrtälje och fyra fastighetsägare med vakuumtoaletter intervjuades varav en är upphovsman till Fann's Roslagenpaketet samt en entreprenör för Fann med 75 installationer bakom sig.

#### Jan Nygren

Norrtälje kommun ger inga tillstånd för vattentoaletter i det område på Blidö som Jan Nygrens sommarhus ligger i. Den tidigare torra toalettlösningens hantering av latrinkärl var något som ville undvikas och alternativet med extremt snålspolande vakuumtoaletter undersöktes. Det tog ett år innan Miljökontoret godkände anläggningen från Jets som idag består av två toaletter, två vakuumpumpar, rör med elslinga, en tank (6m<sup>3</sup>) samt regnvatteninsamling. Anläggningen var den första som installerades i Sverige, 2007, och allt material fick beställas från Norge. Myndigheten krävde en separat vattenförsörjning för att inte riskera att överbelasta vattentäkten. Via ena sidan av taket förs regnvatten till en serie med fyra tankar i källaren som fylls en i taget. Ett centrifugfilter finns i stupröret för att avskilja större partiklar och ett finare filter filtrerar vattnet ytterligare innan det hamnar i tankarna. Vattnet duger mycket väl till att spola toaletter, diska i och även för att duscha.



Vissa problem med pollen under senvåren är den enda rapporterade driftstörningen. Från början bestod systemet av en toalett som på senare tid utökats till två. Att använda två pumpar var egentligen inget krav men för ytterligare driftsäkerhet har varje toalett en egen pump. Den stora tanken medför en slamtömningsfrekvens på 2 ½ år. Belastningen på sommarhuset är två personer plus en del besök under sommarhalvåret. I framtiden planeras huset att bli permanentbostad. Vakuumtoaletterna har fungerat utan störningar och ägaren är mycket nöjd med anläggningen.

### **Olle Westerholm**

Sommarhuset på Vaddö norr om Norrtälje var länge utrustat med en torrtoalett som 2008 ersattes med ett vakuumsystem från Fann. Kostnaden låg då på 65 000 kr plus en del eget arbete. Installationen inkluderade en toalett, vakuumpump, tank (3m<sup>3</sup>) och rör med elslinga. Sedan 1998 finns en infiltrationsbädd för BDT-vattnet som kostade 50 000 kr att anlägga då. Slamtömning sker en gång per år ungefär och belastningen ligger på två pe nästan året runt samt en del besök. Inga driftproblem har rapporterats sedan installationen och paret är mycket nöjda med sin toalettlösning.

### **Björn Lööv – Upphovsman Fann Roslagen**

Från början arbetade Björn Lööv tillsammans med Wostman Ecology med utveckling och installation av vakuumtoaletter. Av olika orsaker avbröts samarbetet och Björn började utveckla en egen vakuumlösning som Fann blev intresserade av och ett samarbete inleddes. Tillsammans utvecklades Fann's Roslagenpaket. En viktig egenskap hos ett system med stor utbredning är robustheten och servicevänligheten. Fann's vakuumtoaletter bygger på industristandard och en stor andel av komponenterna kan enkelt bytas. Pumpenheten är en konventionell våtdammsugare till skillnad från exempelvis Jets pump som är specialbyggd och innehåller en kvarn. Björn har själv en anläggning från Fann i sitt fritidshus som består av en toalett, vakuumpump, rörledningar med el-slinga samt en tank (3m<sup>3</sup>). Inga problem har uppkommit under driften sedan 2007.

### **Bert Holm - Entreprenör**

Som entreprenör och serviceansvarig för Fann har Bert hunnit installera 75 anläggningar (maj 2011). Han säger att: *"Det var varit förvånansvärt få reklamationer"*. En bra produkt ger få reklamationer och mindre tid måste läggas på reparationer och felsökning och denna egenskap har Fann's vakuumtoaletter idag. Erfarenhetsmässigt kan också prisbilden på en komplett installation med en toalett, tank (3m<sup>3</sup>), vakuumpump, rör med elslinga och arbete anges till omkring 85 000 kr. Markbaserad BDT-rening kostar omkring 50 000 kr extra att anlägga. De flesta installationer i Norrtälje har gjorts i fritidshus och det är sällan som ytterligare toaletter har installerats.

## **14.2 Trosa Kommun**

### **Tord Lövgren**

En installation av vakuumtoaletter kan bli billigt i en del fall och ge stora ekonomiska fördelar på lång sikt. Tord Lövgrens fritidshus utanför Trosa var utrustat med vanlig WC mot slutna tank (3m<sup>3</sup>) vilket ledde till 5 – 6 slamtömningar om året. Installationen av en vakuumtoalett, pump och rör från Jets slutade på 30 000 kr exklusive arbete som utfördes av fastighetsägaren. Slamtömningsfrekvensen

minskades till 1 – 2 gånger per år. Inga driftproblem har rapporterats.

### 14.3 Nynäshamns kommun

Under ett studiebesök i en fritidsby utanför Nynäshamn den 15 april 2011 presenterades en tidig kretsloppslösning från 1970-talet. Området anlades av Stockholms stad under 1960-talet som rekreationsytor för den växande huvudstadsbefolkningen. Totalt 273 sommarstugor byggdes, alla mellan 30 och 60 m<sup>2</sup>. Ursprungligen fanns det i alla husen torrtoalett men en av de boende i området hade hört talas om vakuumenteknik och fick med sig alla boende i ett stort kretsloppsprojekt. Samtliga hus anslöts till ett konstantvakuumsystem med fem uppsamlingstankar i området. BDT-vattnet leddes till ett litet reningsverk. Alla rör drogs längs vägarna i området och en mängd inspektionsrör finns med jämna mellanrum. Vid varje uppsamlingstank på 3m<sup>3</sup> (4 st) eller 5m<sup>3</sup> (1 st) finns en elektrisk pump som tömmer tanken och rörsystemet på luft. Ungefär 50 hushåll är anslutna till varje delsystem. Allt eftersom toaletterna spolats används minskar vakuumentrycket och pumpen startar automatiskt när trycket blir allt för lågt. Electrolux har levererat hela anläggningen som egentligen är byggt för större båtar. Pumparna går mycket tyst men de äldre toalettstolarna bullrar en del. När uppsamlingstankarna är fulla töms de i en större blåsa (tank i ett tjockt gummimaterial) som rymmer 250 m<sup>3</sup>. Ursprungligen fanns två blåsor varav den ena fungerade som lagringstank och samtidigt hygieniseringskammare. På 70-talet var kravet på hygieniseringsmetoder lägre än i dag och långtidslagring var en accepterad metod. Gödslet spreds på åkrarna i närområdet av en jordbrukare. Även jordbruket ägdes av Stockholms stad vid tidpunkten. Sedan dess har lantbruket sålts och lagar skärps vilket har lett till att blåsan idag töms av en slamsugare och körs till Nynäshamns reningsverk. Där blandas den källsorterade avloppsfraktionen med det vanliga inloppsvattnet och renas i verket. En del problem med frusna rör förekommer under vinterhalvåret. På grund av systemets ålder och icke fullständig dokumentation av anläggningen blir läckor ofta svåra att lokalisera. Det saknas även möjligheter att stänga av delar av systemet för att enklare kunna hitta läckor. Toalettstolarna byts allt eftersom men lagas i stor utsträckning då reservdelar fortfarande finns att tillgå. Pumparna är inte bytta men reparerade ett par gånger. Överlag fungerar systemet bra men börjar bli gammalt och bör byggas om inom de närmsta åren. Förhoppningen hos de boende är att kunna renovera anläggningen och att den källsorterade avloppsfraktionen ska tas om hand på ett bättre sätt än idag.

## 15. Ekonomiska styrmedel

---

Inspektörerna på miljökontoren runt om i Sverige har begränsade resurser och har svårt att hinna med alla de inspektioner som måste göras om vi ska nå miljömålet ”bara naturlig övergödning”. Om fastighetsägare på eget initiativ kontaktar närmaste miljökontor för att hitta en lösning på ett bristfälligt avlopp blir arbetet lättare. Troligtvis vet de allra flesta ägare till fastigheter med enskilt avlopp om att deras avlopp är gammalt och potentiellt skadligt för miljön men blundar för situationen då kostnaden av åtgärderna riskerar att bli höga. I dagsläget finns inget nationellt system som ger de fastighetsägare som utför en för miljön positiv åtgärd någon ekonomisk kompensation. En ombyggnad av avloppet kostar enbart pengar och ger för vissa en bra känsla av att inte påverka naturen i samma utsträckning som tidigare. För en del fastighetsägare innebär en ombyggnation en standardförsäkring vid exempelvis byte från WC med trekammarbrunn till vakuumtoalett och svarvattentank. För andra kan en installation av vakuumtoalett och svarvattentank i den permanent konverterade sommarstugan vara ett lyft jämfört med en tidigare torr toalettlösning. Nedan presenteras två lösningar som kan ge en ekonomisk fördel vid ett byte.

### 15.1 Kretsloppspremie

Södertälje kommun har sökt och fått 900 000 kr av Naturvårdsverkets LOVA-bidrag (Lokala vattenvårdsprojekt). Pengarna ska delas ut till de första 100 fastighetsägarna som under 2011 startar och avslutar en VA-ombyggnation enligt den lokala kretsloppspolicyn inom Stavbofjärdens avrinningsområde. Varje fastighetsägare får 9 000 kr när kvalitetsredovisningen lämnats in. Miljökontoret hoppas att dessa pengar ska vara tillräckligt för att en del fastighetsägare självmant ska börja se över sina anläggningar. Summan är kanske blygsam i proportion till investeringen men att ändå kunna få tillbaka en liten del av investeringen bör vara uppskattat. Bidraget är endast lokalt och gäller inte för hela Sverige men borde kunna växa i omfattning om intresset bli stort. Liknande premier finns att söka vid köp av miljöbilar och vissa solenergisystem för villaägare.

### 15.2 Differentierad slamtömningstaxa

Istället för att dela ut en engångspremie diskuteras möjligheterna att införa differentierad taxa för slamtömning. Tanken är att icke kretsloppsanpassade system får betala en högre premie jämfört med moderna system med hög renings- eller återvinningsgrad. Kommunen beslutar om hämtningsavgifterna (MB 27:4) och kan införa avgifter som bidrar till att:

*...återanvändning, återvinning eller annan miljöanpassad avfallshantering främjas (MB 27:5).*

Systemet kan liknas med de höga skatter äldre dieselbilar har jämfört med nyare årsmodeller utrustade med partikelfilter. Kommunfullmäktige i Södertälje är den instans som kan besluta i frågan (Renhållningsordning, utgåva mars 2010, 10:2). En differentierad taxa är vanlig på grund av transporttid och avstånd samt om fastigheten är permanentboende eller fritidshus. Tillämpningen av återvinningssskäl är ovanlig men helt möjlig i framtiden. Ett införande skulle få konsekvenser på olika sätt. Fastighetsägare med gamla avloppslösningar betalar mer vilket kan vara ett initiativ för att starta en process från fastighetsägarens sida. Om det finns mer att tjäna på sikt, då avgifterna för

slamtömning sjunker vid en ombyggnad, kan eventuellt en högre investeringskostnad godtas i högre grad. Telge Återvinning som idag sköter slamtömningen inom kommunen ska under 2011 omförhandla slamtömningstaxorna och kommer att ta upp frågan i processen. Det är dock oklart i dagsläget om differentierade slamtömningstaxor kan bli verklighet inom de närmaste åren (Maria Sallander 2011, muntligen).

## 16. Slutsats

---

Resultaten från intervjuerna med fastighetsägare i Hölö visar vakuumanläggningarna har fungerat bra med undantag från en del mindre uppstartsproblem. Driftsäkerheten bedöms som hög för vakuumanläggningar vilket har bekräftats vid studiebesök i Norrtälje. Användarna har upplevt utrustningen som bra med avseende på funktion men designen av toalettstolar och spolknappar kan med fördel omarbetas hos en del fabrikat. Kostnaden för anläggandet är specifik till den enskilda fastigheten och varierar kraftigt. Exemplet från Norrtälje är alla baserade på fritidshus vilket medför en lägre anläggningskostnad då huskonstruktionen medger enklare installation. Installationskostnaden måste anses som hög jämfört med andra alternativa lösningar. Slamtömningsfrekvensen är högre än förväntat i de flesta fall. Slamtömningskostnaden är den enda egentliga långsiktiga kostnaden så om möjlighet finns att gräva ner en större tank bör detta snabbt bli lönsamt. I vissa fall kan svårigheter med installation av vakuumsystem medföra oskäliga kostnader för arbeten i fastigheten. Detta är inget skäl till att inte anpassa sig till kommunens kretsloppspolicy. I de fall vakuum ej är skäligt bör annan teknik användas för att minimera spolmängden som exempelvis installation av extremt snålspolande WC. Driftkostnaden för extremt snålspolande toaletter mot slutna tank är låg med bra möjligheter till kretslopp vilket är egenskaper inget annat avloppssystem för enskilda avlopp kan erbjuda.

Driftsäkerheten är svårbedömd för markbaserad rening och minireningsverken då funktionen är svår att avgöra utan omfattande provtagningar. Det ska dock tilläggas att en rätt anlagd och dimensionerad utrustning har en hög reningsgrad och funktion under många år.

För att framgångsrikt sprida kunskaper om vakuumtoaletter och dess fördelar krävs ett omfattande informationsarbete och goda kontakter med samtliga inblandade. Erfarenheter från Norrtälje medger att den mest effektiva metoden för spridning av information om vakuumtoaletter är ”mun-mot-mun-metoden”. I de områden där drivande entreprenörer arbetar är spridningen av systemen stor medan de på andra håll kan gå trögt med införandet.

Kretsloppspolicyn måste kommuniceras bättre med berörda fastighetsägare och allmänhet. Mottagandet har varit blandat och mer stöd för orsakerna till inrättandet måste komma allmänheten till kännedom. Bättre utformad och enklare information behövs för att öka kunskaperna. Problemet är mer komplext än vad de flesta tror och det krävs en hel del kunskaper för att täcka in kunskapskravet för den enskilde.

## 17. Diskussion

---

### Metod

Intervjuerna som är utförda inom denna uppsats har gjorts i två omgångar i två kommuner. Intervjuserien i Hölö gjordes med samtliga ägare av vakuumtoaletter vilket inte var fler än fem stycken tidigt våren 2011. Där måste underlaget anses som väl täckande och representativt men ändå tunt. Andra delen av intervjuserien utfördes under ett studiebesök i Norrtälje kommun. Tre fastighetsägare, en upphovsman till Fann's Roslagenpaketet samt en entreprenör för Fann intervjuades. Underlaget är litet med tanke på att Norrtälje kommun troligtvis har fler än 500 vakuumanläggningar i bruk (Persson L 2011). Jag anser ändå att informationen som erhöles den 16 maj är relativt representativt om dock med svag statistisk power. Samtliga entreprenörer, fabriker och andra experter som samtalats med under arbetets gång har varit eniga om att vakuumteknik i dagsläget inte innebär några vidare driftproblem. Som alternativ kunde en kvantitativ enkätundersökning gått ut till ett större antal fastighetsägare med installerade vakuumtoaletter i Norrtälje kommun men den kvalitativa undersökningen har fördelen med att kunna spegla brukarperspektivet i högre grad, vilket var syftet med den här studien. För att ytterligare öka kunskaperna om systemet kan en enkätundersökning vara till god hjälp för att ge en bredare bild av användaråsikterna.

### Lagar och kretsloppspolicy

Kretsloppspolicyn är kontroversiell och kräver stor hänsyn till varje enskilt fall. Södertälje kommun är tidigt ute med att ställa höga krav på fastighetsägare vilket självklart kan ses som orättvist av den enskilde. Om grannkommunen inte har samma strikta regler riskerar hela processen att undermineras. Policyn är inte prövad i domstol ännu så ingen vet egentligen om den håller för prövning. Det troliga är att policyn håller med stöd av resonemanget att kretsloppslösningar idag bör anses lika självklara som närsaltsrening och bakteriereduktion. Likaväl finns lagligt utrymme att med stöd av detta resonemang godkänna en högre kostnad för att infria dessa krav. Hur hög är inte definierat och skäligheten enligt MB 2:7 måste alltid beaktas men gränsen är flytande (Naturvårdsverket 2005). I uppstartsprocessen har en del fastighetsägare upplevt myndighetskraven som hårda men många har också insett möjligheterna och nödvändigheten i kraven. Resultaten från intervjuserien i Hölö visar att fastighetsägare ofta inte känner till kretsloppspolicyn och dess innehåll nämnvärt. Med kunskapsbrist är det svårt att bedriva verksamhet som bygger på att allmänheten är väl informerad. Miljökontoret i Södertälje har i ett flertal utskick, informationsmöten och via kommunens hemsida försökt förmedla kunskapen till berörda parter men än så länge har genomslaget inte varit tillräckligt enligt studien. Vad detta beror på är oklart men troligtvis handlar det om hur informationen är utformad och presenterad. Bättre och enklare utformad information och fler personliga möten är en möjlig väg framåt i arbetet. Det är också viktigt att få med entreprenörer i arbetet med att kretsloppsanpassa de enskilda avloppen. Kretsloppspolicyn kan av en del entreprenörer ses som ett hot mot deras verksamhet om de exempelvis endast sysslar med installation av markbaserad rening. Alternativet markbaserad rening, som studien visat troligtvis är det billigaste och där reningsgraden är hög, är inte tillåten i Stavbofjärdens tillrinningsområde av framförallt två orsaker; reningsgraden går ej att kontrollera samt att möjligheterna till kretslopp är begränsade. Anläggningskostnaden för markbaserad rening ligger mellan 70 000 och 100 000 kr medan vakuumtoalett med svartvattentank ligger på det dubbla, en ökad investering som ska vägas mot miljönyttan av ytterligare 20 – 40 % ökad rening av kväve. Hur kravet

på kretslopp påverkar den här typen av diskussioner är i dagsläget oklart vilket ställer till en hel del problem för samtliga inblandade. Den stora frågan är skäligheten, vilken merkostnad kan ett kretsloppsalternativ ha utan att det anses oskäligt enligt MB 2:7?

### **Södertäljemodellen**

Beslutet om att bygga en våtkompost för behandling av svartvatten från 500 hushåll är ambitiös och ett tydligt tecken på viljan att skapa förändringar i arbetet med enskilda avlopp. Med stöd av mångmiljonbelopp i LOVA-bidrag finns förtroende för kretsloppsarbetet även högre upp på landstingsnivå. Lantbrukarna är positiva och vill gärna vara med och utveckla kvalitetssystem för det hygieniserade svartvattnet. Intresse för att bygga och drifta kompostanläggningar finns också. Det är också möjligt att vända på en del resonemang eller rådande paradigim inom området för övergödning. Istället för att diskutera hur mycket en recipient tål blir det allt mer aktuellt att titta på hur mycket av näringen som kan återföras till produktiv jordbruksmark. Resultatet blir kanske detsamma men tyngdpunkten ligger på det positiva med att tillvarata resurserna, inte på att rena utsläppen. Med årets satsning med bidrag till dem som väljer en kretsloppslösning kan arbetet på allvar komma igång. Jakten på material till anläggningen pågår för fullt.

### **Alternativa lösningar för enskilda avlopp**

Alla presenterade lösningar klarar reningskraven vid hög skyddsnivå. Observera att detta gäller endast vid korrekt installation, rätt dimension, rätt placering, korrekt användande och att rätt service är utförd. Det finns idag inga kontrollprogram för att kunna se om en fastighetsägare slarvar med underhåll och service. Svårigheter med att kontrollera reningsgrad hos markbaserade anläggningar och minireningsverk är ett problem. Det ställs funktionskrav enligt MB men detta är svårt att kontrollera visuellt vid en inspektion. Uppenbara brister kan påvisas men andra felaktigheter är svåra att upptäcka. Stickprov på utgående vatten hos enskilda avloppsanläggningar är i princip värdelöst om det ens finns fysisk möjlighet att ta proven. Dygnsprover är en bättre mätteknik men utrustningen för att ta proverna är mycket dyr. Så länge entreprenörer inte visar intresse av att tillhandahålla en sådan tjänst går det inte att utkräva av den enskilda fastighetsägaren att köpa sådan utrustning för provtagning. Det rekommenderas inte av smittskyddsskäl att installera markbaserad rening i mer tätbebyggda områden med eget brunnsvatten. Riskerna med att anläggningarna läcker smittoämnen är överhängande om installationen inte görs rätt (Ridderstolpe 2009). I detta avseende blir lösningarna mot slutentanken enklare att övervaka och sköta. Gränsen mellan vad som klassas som ett minireningsverk och markbaserad rening suddas ut allt mer. Baga's reningsverk består av en avancerad slamavskiljare med markbaserad rening som polersteg, Uponors anläggning är långt mer avancerad och har stora likheter med större kommunala reningsverk. Definitionerna blir svåra att göra när olika metoder används i samma anläggning. Det går även att diskutera nödvändigheten med långt gående reningskrav på BDT-vatten om avloppsvattnet samlas upp i en tank. Miljövinsten blir marginell jämfört med vad reningsutrustningen kostar. Samhällsekonomiskt kanske det vore klokt att lätta på BDT-kraven om ett slutet system för svartvatten används.

### **Kretsloppsmöjligheter**

Alla jämförelser måste göras enligt en viss uppdelning av olika system med tydliga gränser mellan tekniker. I verkligheten blandas ofta lösningar för att nå ett ekonomiskt och reningstekniskt mål. Flera

tekniker för att utföra samma åtgärd finns också utvecklade till exempel för fosforrening. I de fall fosfor fälls ut med kemikalier som bildar ett slam vilket avskiljs i slamavskiljaren är återföringsgraden till viss del begränsad. Andra tekniker där kalk används som polersteg efter en markbädd avskiljs fosfor genom aggregatbildning tillsammans med Ca-jonen (Delteus 2011). Kalkens höga pH gör att fosfor fälls ut lättare och när materialet sprids på åkermark eller hemma i trädgårdslandet sjunker pH och fosfor löses ut och kretsloppet kan slutas. Det krävs en hel del av användaren för att återföringen ska fungera effektivt. Dels måste pH-nivån kontrolleras ofta för att avskiljningen inte ska försämrats och när materialet sedan sprids måste detta ske på produktiv mark. Att inte fylla på nytt material är kostnadseffektivt för fastighetsägaren och svårt för myndigheten att kontrollera. Risken är stor att anläggningarna inte sköts enligt anvisningarna. En möjlighet vore att myndigheten skriver in ett krav på dokumentation av kemikalieinköpen som kan kontrolleras under ett givet intervall i tillståndet.

Minireningsverken, de markbaserade reningsteknikerna samt de kommunala avloppsreningsverken har alla svårt att återföra kväve. En del avgår som kvävgas till luften och en viss del används i uppbyggnaden av nya celler i de biologiska reningsprocesserna. Endast alternativen med uppsamling i svartvattentank eller olika typer av torra eller halvtorra toalettlösningar klarar att återföra upp till 90 % av alla näringsämnen. Samtliga av dessa system kräver en väl utbyggd infrastruktur för att samla in, behandla och sprida det behandlade materialet på åkermark. Samhällsekonomiskt kan detta anses som ett dåligt alternativ men kostnaden måste alltid mätas mot miljönyttan. Tillförsel av näringsämnen till de kraftigt påverkade recipienterna måste minska och minskningen kan inte utföras någon annan stans. Regionalt skulle bättre reningsresultat nås om pengarna för satsningen i Södertälje istället placerades i en utbyggnad av reningsverk i exempelvis Vitryssland. Då kvarstår problemen i Stavbofjärden och samt Kyrksjön och Lillsjön, de problemen måste lösas på lokal nivå.

## **Resultat**

De största invändningarna mot vakuumtoaletter är av teknisk och ekonomisk art. Studien har visat att kritiken inte alltid är befogad. Vakuumtekniken är beprövad om än i mindre skala och kunskap finns på området. Goda exempel från fritidsbyn utanför Nynäshamn och Jan Nygrens importerade Jets-system visar att tekniken fungerar även på längre sikt och för fler sammankopplande fastigheter. Kostnadsfrågan är avancerad och kräver i många fall en expert för att avgöra hur stora kostnaderna blir. Kunskapen om hur vakuumsystem byggs in i befintliga hus finns inte på miljökontoret vilket innebär svårigheter att bedöma inkomna offerter. I en del fall blir kostnaderna höga och där kan andra metoder för kretslopp användas i möjligaste mån.

## **LCC**

Att beräkna kostnader på lång sikt är ingen enkel uppgift. Samtliga anläggningar har sina egenheter och materialkostnader att ta hänsyn till. Det står klart att minireningsverk tillsammans med kommunalt VA blir de mest kostsamma alternativen även på längre sikt. Möjligheten att ansluta till kommunalt VA är ingen självklarhet i dagsläget och om möjlighet kommer att finnas längre fram i tiden blir kostnaderna troligtvis mycket höga. Den markbaserade reningen är effektiv, både reningsmässigt och ekonomiskt men kräver en entreprenör med erfarenhet och kunskap för att kunna byggas säkert för långvarigt användande. System med extremt snålspolande toaletter är svåra att bedöma långsiktiga kostnader på då dessa är direkt beroende av användningen. Om slamtömningsfrekvensen är låg är alternativet väldigt attraktivt ekonomiskt och ekologiskt men om tömningarna blir allt för många



drabbas brukaren av högre kostnader samtidigt som miljön påverkas negativt genom ökade transporter.

## 18. Referenser

---

### Tryckta referenser

Andersson Y. 2011. *Kretsloppsanpassning av små avlopp*, Vattenvårdsenheten Länsstyrelsen i Västra Götaland.

Eveborn D *et al.* 2007. *Våtkompostering för kretsloppsanpassning av enskilda avlopp i Norrtälje kommun*. Kretslopp & avfall 38, JTI Rapport 2007.

Förordning om deponering av avfall, SFS 2001:512.

Länsstyrelserna. 2008. *Renare avlopp ger friskare hav*. Länsstyrelserna Stockholm, Västra Götaland och Skåne. Rapport nr: 2008:19. ISBN: 978-91-7281-316-8.

Länsstyrelsen i Stockholms län. 2010. *Södertäljemodellen – Enskilda avlopp i kretslopp*.

Länsstyrelsen Stockholm. 2008. *Strategiska åtgärder mot belastning från enskilda avlopp*. Rapport nr: 2008:20. ISBN 978-91-7281-317-5.

Miljöbalken, SFS 1998:808.

Naturvårdsverket. 2005. *Avlopp i kretslopp*. Rapport nr: 5406.

Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2006:7. ”*Naturvårdsverkets allmänna råd [till 2 och 26 kap. miljöbalken och 12-14 och 19 §§ förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd] om små avloppsanordningar för hushållspillvatten*”. ISSN: 1403-8234.

Nordin A. 2010. *Ammonia sanitization of human excreta*, SLU  
[http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00002361/01/nordin\\_a\\_101005.pdf](http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00002361/01/nordin_a_101005.pdf)

Palm O & Malmén L. 2003. *Uppsamling, våtkompostering och användning av klosettwater och organiskt avfall i Sunds kommun, Åland*, Kretslopp & avfall 27, JTI Rapport 2003.

Ridderstolpe P. 2009. *Markbaserad rening*. Länsstyrelserna Stockholm, Västra Götaland och Skåne. Rapport nr: 2009:77.

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) 2002. *Flöden och sammansättning på BDT-vatten, urin, fekalier och fast organiskt avfall i Gebers*. Institutionsmeddelande 2002:05

### Internetreferenser

[www.avloppscenter.se](http://www.avloppscenter.se)

[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

[www.fann.se](http://www.fann.se)

[www.krav.se](http://www.krav.se)

[www.telge.se](http://www.telge.se)

[www.uponor.se](http://www.uponor.se)

[www.vattenfall.se](http://www.vattenfall.se)

[www.wostman.se](http://www.wostman.se)

## **Personliga meddelanden**

Albihn Ann, SVA, 2011-03-31

Andersson Gösta, LRF, 2011-03-31

Calo Anna, Telge Nät, 2011

Holm Bert, Entreprenör, 2011-05-16

Karlsson Ingemar, Götes Sanitetslager AB 2011-04-19, 0176-29 49 43

Kexle Entreprenad AB, 2011, 070 091 71 06

Kivimäki, Tuuli, Södertälje Miljökontor, 2011-06-17

Läcks entreprenad, 2011, 08-552 478 78

Reimer Karl-Axel, Miljökontoret Södertälje, 2011-03-20, 076 648 41 30

Persson Lennart, 2011-05-16

Rosemarin Arno, 2011-03-31

Sallander Maria, Telge Återvinning, 2011-04-20

Söderberg, Bibbi, BB Innovation & Co AB, 2011-06-14

Öhman Elisabeth, Telge Nät, 2011-06-01