



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik  
412 96 GÖTEBORG  
Tel 031 - 772 10 00

Nyckelord: **avloppssystem**  
**urinsortering**  
**drift**  
**ekoby**  
**fosfor**  
**kväve**  
**LCA**

A thick, grey, wavy horizontal line that spans the width of the page, positioned above the title.

# **E**XAMENSARBETE / Ledningsteknik

**Våta toalettsystem med urinsortering**  
- driftstudier och utvärdering med livscykelanalys  
i Södra Valsängs ekoby

ANN-SOFIE JERNLID OCH KATARINA KARLSSON

Examensarbete 1997:6



## Förord

Detta examensarbete, omfattande 20 poäng, är utfört på Väg- och vattenbyggnadslinjen vid Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet är ett samarbete mellan institutionen för VA-teknik och Södra Valsäng ekoby.

Rapporten ingår som en del av det kontrollprogram som Södra Valsängs ekoby redovisar till Tjörns kommun och Naturvårdsverket, för uppföljning av deras urinsorterande avloppssystem.

För utförandet av arbetet vill vi först och främst tacka Tommy Nielsen, boende i Södra Valsäng, utan vars initiativ detta projektet aldrig kommit till stånd. Ett stort tack till Gilbert Svensson, vår handledare och examinator på VA-teknik, för uppmuntran och inte minst för de synpunkter vi fick då vi hamnat i en återvändsgränd.

Vi vill även rikta ett stort tack till Evy Axén, VA-teknik, som var vår stora räddning i laboratoriet. Tack också Margareta Lundin och Magnus Bengtsson på Teknisk miljöplanering för all hjälp vi fick med livscykelanalysen. Tack alla andra som vi har konsulterat under arbetets gång.

Göteborg i augusti 1997

Ann-Sofie Jernlid

Katarina Karlsson



## Summary

This report is divided into three main parts; one initial study of literature, followed by an investigation of an ecological village in Södra Valsäng, Sweden and finally an evaluation with Life Cycle Assessment, LCA.

The effects of treatment should especially in small scale establishments be considered instead of the treatment result. These often have high influent loadings because of low wateruse. The effects of treatment in the urine separation wastewater treatment system in Södra Valsäng is good and is clearly competitive compared to a traditional wastewater treatment plant, concerning effects of treatment and environmental impact. A reduction of 91 % of the total nitrogen can be reached in wastewater through urine separation and treatment in the plant. 80 % of total nitrogen can be recycled as fertilizer.

Problems with installation of a urine separation toilet is inevitable and this was observed in both Södra Valsäng and the two other ecological villages studied. This problem will be expected to decrease when the market for such toilets develops. A monitory program for this kind of treatment plant is important. The design should simplify the collection of samples.

Evaluation with LCA has been done for 3 different cases; the existing system in Södra Valsäng, the same system but without urine separation and one case with a treatment plant for greywater combined with treatment of blackwater at the municipal wastewater plant. The evaluation of environmental impacts was performed through three different methods to provide a more reliable analysis.

The existing system proves to be the most advantageous in all the evaluation methods. This in spite of the energy required for urine spreading. The use of urine means that an equivalent amount of fertilizer is necessary, this results in lower impacts on the environment. The alternative without urine separation results in high emissions of phosphorus. and nitrogen to air and water. Actions can however relatively easily be taken to cover this by means of higher chemical dosage and more frequent waterrecycling in the biological treatment step. The third and worst case has an especially large use of diesel and large emissions of carbon dioxide to the atmosphere. This is because of the transport of water from septic tanks from Södra Valsäng to the municipal treatment plant.

The sampling of urine from the tanks in Södra Valsäng shows that the amount of nitrogen is higher then expected. The largest emission of nitrogen to air is estimated to take place during spreading of the urine. At present numerous full scale investigations are taking place in Sweden to control nitrogen emissions during spreading.



## Sammanfattning

Rapporten är indelad i tre huvuddelar; en inledande litteraturstudier, därefter en driftstudie av Södra Valsängs ekoby på Tjörn och slutligen en utvärdering med livscykelanalys, LCA.

I små anläggningar bör i synnerhet reningseffekter beaktas, vilket visar hur effektivt reningsverket är, istället för utgående halter som belastar recipienten. Alternativa anläggningar har ofta höga inkommande belastningar på grund av låg vattenförbrukning. Reningseffekterna i det urinsortande systemet i Södra Valsäng är bra, klart jämförbart med ett konventionellt reningsverk både vad gäller reningseffekter och miljöstörning.

Inkörningsproblem förekommer så gott som alltid vid installation av urinsortande toalettstol, vilket visar sig i både Södra Valsängs och de andra studerade ekobyarna; Smeden och Understenshöjden. Detta väntas underlättas då marknaden för alternativa urinsortande toalettstolar utvecklas. Kontrollprogram för denna typ av reningsverk är viktiga. Utformning av anläggningen bör underlätta provtagning.

Utvärderingen med LCA har utförts med tre olika avloppsalternativ; det befintliga systemet i Södra Valsäng, samma system men utan urinsortering samt ett fall med lokalt BDT-reningsverk och kommunal svartvattenbehandling. Värdering av miljöeffekter utförs med tre metoder för att få en mer tillförlitlig analys. Det befintliga systemet visar sig vara fördelaktigast i alla värderingsmetoderna. Detta trots en energikrävande urinspridning med traktor. Urinspridningen innebär att motsvarande mängd handelsgödsel kan slopas, vilket medför stora miljövinster. Alternativet där ingen urinsortering sker har höga värden på emissioner av kväve och fosfor till luft och vatten. Detta kan relativt lätt åtgärdas med bättre injustering av anläggningen. Det tredje och totalt sett sämsta fallet har särskilt hög dieselförbrukning och stora koldioxidutsläpp. Detta beror på transportererna från svartvattentankarna i Södra Valsäng till det kommunala reningsverket.

En 90-procentig reduktion av totala kvävehalten i avloppsvatten uppnås genom urinsortering och rening i reningsverk. 80% av totala kvävemängden kan tillföras jordbruket och ersätta handelsgödsel. Vid provtagning av urin i tankarna i Södra Valsäng visar det sig att kväveinnehållet är högre än väntat. Den största avgången av kväve till luft beräknas ske vid spridning. I dagsläget pågår flera fullskaleförsök för att kontrollera storleken på kväveavgång vid urinspridning.



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1 SYFTE	1
1.2 METODBESKRIVNING	2
 <b>DEL I</b>	
<b>2. HISTORIK</b>	<b>3</b>
<b>3. UTHÅLLIGA AVLOPPSSYSTEM</b>	<b>4</b>
3.1 AVLOPPSVATTEN	4
3.2 URIN	5
3.3 NÄRSALTERS KRETSLOPP	6
3.3.1 Kvävets kretslopp	6
3.3.2 Fosforns kretslopp	7
3.3.3 Transporter	7
3.3.4 Spridning av näringsämnen	7
3.4 ALTERNATIVA TOALETTSYSTEM	8
3.4.1 Torra toalettsystem	9
3.4.2 Våta toalettsystem med urinsortering	9
3.4.3 Svartvattensystem	10
3.4.4 BDT-vattenrening	11
3.4.5 Urinsortrande toaletter på marknaden	11
3.5 UTHÅLLIGHET HOS URINSORTERANDE TOALETTER	12
3.5.1 Resursförbrukning	13
<b>4. KRAV</b>	<b>14</b>
4.1 KRAV FRÅN NATURVÅRDSVERKET	14
4.1.1 Slam	14
4.1.2 Urin	15
4.1.3 Krav på reningsverk	15
4.2 KOMMUNALA KRAV	16
4.2.1 Tjörns kommun	16
4.2.2 Jönköpings kommun	17
4.2.3 Stockholms stad	18
 <b>DEL II</b>	
<b>5. SÖDRA VALSÄNGS EKOBY UTVÄRDERAS</b>	<b>19</b>
5.1 ÖVERBLICK AV SYSTEMET	20
5.3 BESKRIVNING AV AVLOPPSSYSTEMET	21
5.3.1 Reningsprocessen	21
5.3.2 Urintankar	25
5.4 BELASTNINGAR BERÄKNADE MED SCHABLONVÄRDEN	26
5.5 MÄTNINGAR	27
5.5.1 Förutsättningar	27
5.5.2 Flöde	28
5.5.3 Uppehållstid	28
5.5.4 Nytt överfall - flödesmätning	29
5.5.5 Kemikaliedosering injusteras	30
5.5.6 Syrehalt	30
5.5.7 Stickprov	30

5.5.8 Dygnsprov	31
5.5.9 Analysmetoder	31
5.5.10 Urin	32
5.5.11 Slam	33
5.6 ANALYSRESULTAT	33
5.7 JÄMFÖRELSE AV BELASTNINGAR	35
5.8 DISKUSSION	36
<b>6. STUDIE AV YTTERLIGARE URINSORTERANDE AVLOPPSSYSTEM</b>	<b>38</b>
6.1 EKOBYN SMEDEN I JÖNKÖPING	38
6.1.1 Allmänt	38
6.1.2 Avloppssystemet	38
6.1.3 Tömning av tankar	40
6.1.4 Gödsling med humanurin och slam	40
6.2 UNDERSTENSHÖJDENS EKOBY, STOCKHOLM	40
6.2.1 Allmänt	40
6.2.2 Avloppssystemet	41
6.2.3 Tömning av tankarna	42
<b>7. JÄMFÖRELSE AV DE TRE URINSORTERANDE EKOBYARNA</b>	<b>43</b>
7.1 ERFARENHETER FRÅN SÖDRA VALSÄNGS EKOBY	43
7.2 ERFARENHETER FRÅN SMEDENS EKOBY	44
7.3 ERFARENHETER FRÅN UNDERSTENSHÖJDEN	45
7.4 SLUTSATSER	46
 <b>DEL III</b>	
<b>8. LIVSCYKELANALYS</b>	<b>48</b>
SAMMANFATTNING	48
8.1 METODBESKRIVNING	49
8.2 MÅLDEFINITION	50
8.2.1 Studiens uppläggning	50
8.2.2 Funktionell enhet	50
8.2.3 Geografiska avgränsningar	50
8.2.4 Avgränsningar i tiden	50
8.2.5 Avgränsningar mot natursystem och övriga tekniska system	51
8.2.6 Datakvalitet	51
8.2.7 Kontrollparametrar	52
8.3 INVENTERINGSANALYS	53
8.3.1 Alternativen	53
8.3.2 Alternativ 0	53
8.3.3 Alternativ 1	56
8.3.4 Alternativ 2	59
8.5 EFFEKTVÄRDERING	63
8.5.1 Värderingsresultat med EPS-systemet	64
8.5.2 Värderingsresultat med Effektkategorimetoden	65
8.5.3 Värderingsresultat med ECO-knapphetsmetoden	66
8.5.4 Total energiförbrukning	66
8.5.5 Resursförbrukning	67
8.5.6 Jämförelse av resultaten med olika värderingsmetoder	68
8.6 SLUTLEDNING	69
<b>9. SLUTSATS</b>	<b>71</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>72</b>

## BILAGOR

DYGNSFLÖDET, S:a Valsängs ekoby_____	BILAGA A
MÄTVÄRDEN; stickprov_____	BILAGA B
FLÖDESPROPORTIONELLA MÄTVÄRDEN_____	BILAGA C
RENINGSEFFEKTER, S:a Valsängs Ekoby_____	BILAGA D
MÄTVÄRDEN från AnalyCen_____	BILAGA E
EMISSIONER FRÅN RENINGSVERKET, S:a Valsängs Ekoby_____	BILAGA F
PRODUKTION av kemikalier, handelsgödsel och elenergi_____	BILAGA G
LIVSCYKELANALYS_____	BILAGA H
BERÄKNING AV BIOSLAM, från ett BDT-reningsverk_____	BILAGA I



---

## 1. Inledning

Att införa källsortering av avloppsvattnet är ett sätt att begränsa utsläppen och öka återföringsgraden av näringsämnen. Ett exempel är att sortera urin och sprida det på lokal odlingsmark samt att ta hand om slammet lokalt för att använda som jordförbättring i de egna trädgårdarna. Frågan är om detta system är uthålligt. Ett försök till utvärdering av systemets uthållighet har i detta arbete utförts med hjälp av livscykelanalys.

Det finns idag inga krav på kvävemängd som får släppas ut till recipienten, men Sverige har skrivit under flera olika konventioner för att minska utsläppen av näringsämnen och tungmetaller till Östersjön och Nordsjön. För kustnära reningsverk innebär det framförallt förhöjda krav på kväveutsläppen. En förbättrad kväverening kräver mycket dyra investeringar i befintliga avloppsreningsverk. Frågan är om de minskade kväveutsläppen betalar sig eftersom driften är mycket energikrävande. Kretsloppet får inte bli ett självändamål; vi måste spara mer än vi förbrukar för att driva kretsloppet

Det är viktigt att komma ihåg att hygien var den största anledningen till att VA-nätet en gång byggdes ut. Tyvärr har idag vissa ekobyar, genom ekologiska lösningar på sitt avloppssystem, där kompostering av fekalier och tömning av tankar utförs på ett rent ohygienisk sätt vilket bör anses vara helt oacceptabelt.

Kommer det att finnas avsättning för urin som gödningsmedel på våra åkrar? De lantbrukare som idag använder urin på sina ägor motverkas av EU, eftersom det extra bidrag som finns för ekologiska lantbruk inte delas ut till dem som gödslar med humanurin. En annan viktig fråga i detta sammanhang är om det lönsamt att sprida urin på mark om avståndet till åkrarna fördubblas.

En annan fråga som är viktig i detta sammanhang är mängd näringsinnehåll i urin. Allt fler försök visar att ungefär en tiondel av kvävet i urin övergår till ammoniak redan tidigt i hanteringen. Ammoniak i luft är både ett försurande och eutrofierande ämne.

[Jönsson (1996)] [Balmér (1997)] [RUST (1997)]

### 1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete har varit att studera ett urinsorterande avloppssystem, för att få en bild om lösningen är hållbar ur ekologisk synpunkt med avseende på återförsel av näringsämnen.

I rapporten kommer olika aspekter summeras för att få en bild av för- och nackdelar hos urinsorterande avloppssystem, i jämförelse med andra alternativa avloppssystem.

Genom egna mätningar och analyser bestäms belastningar i avloppsvatten från ett urinsorterande system och ett system utan urinsortering. Dessa värden jämförs sedan

---

med teoretiska beräknade belastningar. De erhållna värdena ska sedan användas för utvärdering av de båda systemen.

Arbetet ska kunna ligga till grund för ytterligare studier av urinsorterande avloppssystem. Det ska även ge en bild av hur avloppsfrågan kan lösas i områden med liknande förutsättningar.

## 1.2 Metodbeskrivning

Metoden för uppnå dessa syften har åstadkommit genom litteraturstudier tillsammans med driftstudier och utvärdering av ett specifikt urinsorterande avloppssystem, i Södra Valsängs ekoby på Tjörn. Två andra ekobyar, Smeden och Understenshöjden, har undersökts genom studiebesök samt intervjuer med de boende.

Genom att anläggningen i Södra Valsäng kan ställas om från urinsorterande till att användas för alla avloppsfraktioner, har mätningar och analyser kunnat utföras på avloppsvattnet i de båda fallen. De egna mätningarna har analyserats i laboratorium, de flödesproportionella dygnsproverna har, som kontroll, även skickats till ett välrenommerat laboratorium.

Livscykelanalys är den metod som har använts som redskap för utvärdering av Södra Valsäng. Resultaten från mätningar och analyser har givit värden på belastningar och emissioner från avloppsvattnet, med och utan urin.



Figur 1. □ Södra Valsängs ekoby vid Klövedal på Tjörn.

## 2. Historik

I långa tider har människan känt till att avloppsvatten kan ge upphov till smittspridning. Att avloppsvattnet även innehåller näringsämnen var också känt. Skillnaden är att idag kan denna näring utnyttjas på ett mindre riskfritt sätt eftersom kunskapen om mikroorganismer och vattenburna sjukdomar har ökat.

I många kulturer visste man att avloppsvatten sprider sjukdomar om det tillåts påverka dricksvattenkällan. Det fanns därför levnadsregler som minskade den direkta kontakten med avföring, vilket också minskade risken för smittspridning.

Utnyttjande av de näringsämnen som finns i avföring och avloppsvatten praktiserades tidigt, långt innan avloppsledningar kom i bruk. I antikens städer utnyttjades avloppsledningarna till bevattning och latriner i de medeltida klostren användes som gödning i fiskodlingar.

Även urinsortering påbörjades tidigt. Under antiken i Florens utnyttjades speciella urinoarer, varifrån urinen hämtades och användes för skinnberedning. Metoden användes senare även i det victorianska England. I Sverige utnyttjades urin för att framställa krut ända fram till 1800-talet.

Avloppssystem började byggas i Europa under 1800-talet, främst för att förbättra städernas sanitära förhållanden. Vid denna tid var flera vattenburna sjukdomar vanliga i Europa, som tyfus, paratyfus, gulsot, polio och kolera. I Sverige var det främst de återkommande utbrotten av kolera i de större städerna som var orsaken till att vatten- och avloppsnätet byggdes ut i slutet av 1800-talet. Vattenledningar fanns i hälften av Sveriges städer vid sekelskiftet och 85% av städerna hade avloppsledningar redan 1911, men det skedde fortfarande ingen rening av avloppsvattnet.

Den starkaste drivkraften bakom utvecklingen av VA-system var fram till 1930 folkhälsan, därefter kom miljöskyddet. På 1950-talet ökade antalet reningsverk från 20 till 500. Även på landsbygden började VA-nätet byggas ut, även om det tog något längre tid. Kretsloppstanken fanns tidigt med i utvecklingen, men försvann då vattenklosetten infördes. Inte förrän på 1970-talet började näringsämnena i avloppsvattnet återföras till åkrarna via avloppsslam.

Införandet av vattenklosetten mötte stora protester ifrån lantbrukarna runt storstäderna. De såg sin mark gå miste om viktiga näringsämnen, som istället spolades rakt ut i havet och därmed ledde till övergödning och algblomning. När tillgången på billig handelsgödsel blev större minskade protesterna. På senare tid har protesterna istället gällt innehållet av tungmetaller i slam, vilket drastiskt minskat intresset för slam hos bönderna.

Nuvarande utveckling handlar om kretslopp, om återförande av näringsämnen till jordbruket. I dessa diskussioner får man inte glömma historien med sanitära olägenheter. Att bryta smittovägar är ett måste när det gäller alla former av behandling och omhändertagande av avloppsvatten, slam eller urin.

[VAV (1995)]

### 3. Uthålliga avloppssystem

Uthållighet handlar om resurshushållning och kretsloppsanpassning. Enligt Agenda 21, från konferensen i Rio de Janeiro 1993, ska samhället utvecklas så att människan inte tär för mycket på jordens resurser. Inom avloppstekniken innebär detta att med låg resursförbrukning rena vattnet och att återföra näringsämnen i avloppsvattnet till livsmedelsproduktionen.

Att skydda vattentäkter ingår i en uthållig VA-försörjning, varför recipientskyddet utvecklas fortlöpande, med nya krav på rening som bättre utsläppskontroll och förbättrad rening. Ämnen som inte kan behandlas i reningsprocessen och som kan vara skadliga för miljön bör inte tillföras systemet.

Näringsämnenas kretslopp är svårare att beskriva eftersom dagens livsmedelsproduktion är global och kräver långa transporter. Även transport av slam, urin och avloppsvatten kräver energi.

[VAV (1995)]

#### 3.1 Avloppsvatten

Näringsämnen som tillförs från hushållen kan uppskattas enligt nedanstående tabell.

Tabell 3.1 Andel kväve och fosfor i hushållsavlopp [Naturvårdsverket (1995:b)]

	Kväve [%]	Fosfor [%]
Urin	80	50
Fekalier	10	25
BDT-vatten <sup>1</sup>	10	25

<sup>1</sup>Förkortningen BDT står för bad- disk- och tvättvatten.

Hur mycket näring som hamnar i avloppsvattnet beror till stor del på den tekniska utformningen av de komponenter som ingår i systemet. Även tvättvanor påverkar till exempel användning av rengöringsmedel (fosfor) och tvätt av blöjor, vilka ökar halten näringsämnen i BDT-vattnet.

Metaller i urin och fekalier kommer främst från födan men det finns även andra källor som amalgam, tobak och snus. Metaller i BDT-vatten kommer dels från urlakning av metallföremål i disk och i tvätt, dels från ledningar, kranar och maskiner. Mängderna av metaller i hushållsavlopp är små; i fekalier mycket små och urin ännu mindre.

För att kunna göra bedömningar av belastningar från avloppsvatten erfordras kunskap om mängder och innehåll av näringsämnen och föroreningar i hushållsavlopp från de olika källorna. För dagens förhållande redovisas schablonvärden för svenska förhållanden i tabell 3.1 och tabell 5.1.

[Naturvårdsverket (1995)] [Naturvårdsverket (1995:b)]

### 3.2 Urin

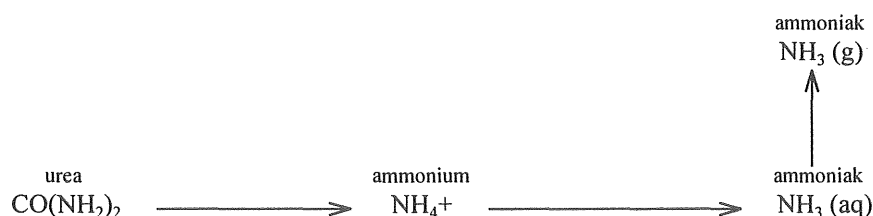
Största delen av det totala näringsinnehållet finns i urinen; 70-80 % av kvävet och 50% av fosfor. En person utsöndrar en urinvolym på 1-1,5 l per dygn, beroende på tillstånd hos personen, födo- och dryckesintag, temperatur och luftfuktighet.

Urin från friska människor anses felaktigt vara helt steril när det lämnar kroppen. Den innehåller normalt  $10^2$ - $10^4$  organismer per ml, som kommer från urinrörets så kallade normalflora. Vid sjukdom ökar bakteriehalten avsevärt. Efter det att urinen lämnat kroppen påverkar naturligtvis även hantering och lagring till stor del tillväxten av bakterier och virus. Detta är även fallet med fekalier och BDT-vatten. Medicinintag kan ofta spåras i urinen, se exempelvis av spårning dopingpreparat. Detta innebär ofta att höga halter av vissa mediciner kan återfinnas i urinen. Risken av fekalieinblandning i urinen finns, vilket leder till ett ökat bakterieinnehåll.

Urin består till ca 71% av urea. Urea, även kallat karbamid eller urinämne, dominerar urinens torrsubstans och är den viktigaste kvävefraktionen, med kemiska formeln  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Det är urea som kristalliseras och bildar kristaller eller ett vitt pulver som kan sätta igen trånga avledningsrör till urinsorterande toalettstolar. Urea är den huvudsakliga slutprodukten av kroppens proteinmetabolism. Proteinrik föda ger större utsöndrad total mängd kväve.

Urea bryts ner genom att först hydrolyseras, spontant vid närvaro av en syra eller bas, eller vid en högre temperatur än  $100^\circ\text{C}$  eller under inverkan av enzymet urea. Här bildas ammoniak och koldioxid. Hydrolysen sker i två steg med karbamidsyra som intermediär produkt efter första steget.

[Jönsson (1996)] [Olsson (1995)],

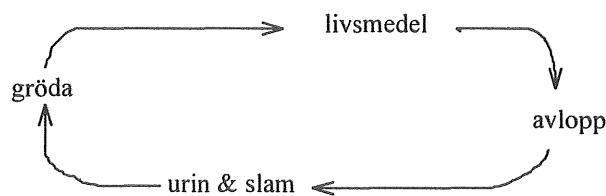


Figur 3.1 Kvävets fysikaliska omvandling

### 3.3 Närsalters kretslopp

För att växterna ska kunna bilda proteiner och andra ämnen som behövs för tillväxten, krävs det en viss mängd närsalter. Särskilt oorganiska närsalter såsom kväve, fosfor, svavel och kalium. Om tillgången inte är tillräckligt i jorden måste de tillföras i form av gödsel.

Fördelarna med att använda fekalier och urin är att man både får växtnäring och jordförbättringsmedel. Tyvärr innehåller fekalier ofta mycket hög halt av de patogena mikroorganismer som kan spridas med sjukdomar som följd.



Figur 3.2 Näringsämnen och metallers kretslopp

#### 3.3.1 Kvävets kretslopp

Kväve förekommer i många organiska föreningar, i alla de proteiner som bygger upp musklerna hos människor och djur eller som ammoniumjoner i substrat. Vid nedbrytning av organiskt material överförs ofta en del av det organiskt bundna kvävet till substratet, vilket i VA-sammanhang är vattnet i form av ammoniumjoner.

Kvävet i avloppsvattnet finns i form av löst ammoniak som kan omvandlas till nitrat vid inverkan av vissa aeroba bakterier, så kallad nitrifikation. Det är på formen nitrat,  $\text{NO}_3^-$ , som kvävet måste förekomma för att de flesta växter och organismer ska kunna ta upp det. För att få ytterligare kvävereduktion kan vid anaeroba förhållande denitrifikation ske, då nitrat omvandlas till kvävgas som avgår till luften. Kväve övergöder haven då det är ett begränsande ämne för algproduktion i havsvatten.

För att tillverka kvävegödsel använder man sig vanligtvis av vanlig luft som består till 80% av kväve. Kvävet kan fixeras på naturlig biologisk väg av vissa växter och alger, bland annat baljväxter och blågrönalger, men kan även fixeras på konstgjord väg; Haber-Boschmetoden. Denna metod innebär att kvävgasen reagerar med vätgas och bildar ammoniak,  $\text{NH}_3$ .

Tillverkning av konstgödsel är en process som kräver stora mängder energi. Det går åt åtminstone 10 kWh för att fixera 1 kg kväve. Här måste även hänsyn tas till det faktum att kväverening är en svår och framförallt dyr process. Borttagning av kvävet kräver en syrefri miljö, vilket i sig är en mycket energikrävande process. Om kvävet som finns i avloppsvattnet istället togs till vara och återfördes till åkermarken, skulle kretsloppet för kväve kunna slutas.

[Johansson, Mats (1997)] [Vattenbehandling (1997)]

### 3.3.2 Fosforns kretslopp

Fosfor är en livsnödvändighet på jorden. En nödvändighet för energiomsättningen hos alla organismer och en ändlig resurs i jordskorpan. Enligt forskare kommer fosfor att vara en bristvara om 100-200 år, om brytningen fortsätter i oförminskad takt. Och liksom kvävet är fosfor ett problem då den kommer ut i sjöar och hav. Den utsläppta fosfor övergöder sjöarna genom att biomassa bildas. När biomassan bryts ner, på sjöbotten, bildas en syrefri miljö och svavelväte kan bildas. Detta leder först till bottendöd och så småningom till en död sjö, där fosfat lagras i sjösediment.

I avloppsvatten förekommer fosfor som:

- organiskt bundet fosfor
- polyfosfater
- ortofosfater

Den organiskt bundna fosfor och ortofosfaten kommer från fekalier och urin medan polyfosfaten huvudsakligen kommer från rengöringsmedel. I biologiskt renat vatten föreligger nästan allt fosfor som ortofosfat. Fosfater i vatten kan bilda svårslösliga föreningar med flera metaller. De föreningar som från ekonomisk synpunkt är de mest intressanta är aluminium-, järn- och kalciumföreningar.

[VAV (1995)] [Vattenbehandling (1997)]

### 3.3.3 Transporter

Enligt tidigare utförda beräkningar är det lönsamt att transportera urin blandat med spolvatten för att ta vara på kvävet högst 35 km från källan och slam högst 60 km. Vid större avstånd krävs nämligen mer energi för transporten än vad som krävs för att tillverka motsvarande mängd kväve. Det tillverkade slammet och urinen bör därför tillvaratas så nära reningsverket som möjligt. Fosfor och kväve i slam kan dock transporteras längre sträckor.

Om återförslän av näringsämnen ska öka på längre sikt måste det finnas tillräckligt med spridningsmöjligheter i närheten av reningsverk, vilket kan komma att innebära en omlokalisering för odlingar och boende.

[VAV (1995)]

### 3.3.4 Spridning av näringsämnen

Verkningsgraden för "naturgödning" är lägre än den för handelsgödsel. Framförallt är kvävet i konstgjort kvävegödselmedel lättare för växterna att ta upp. Det finns redan på den nitratform som växterna vill ha i motsats till de former som förekommer i den naturliga gödseln. Verkningsgraden för kväve är således förhållandevis låg vid gödsling med slam och urin, ca 40%. Motsvarande siffra för fosfor och kalium ligger båda på 90%. Detta innebär att större givor av näringsämnena erfordras vid gödsling med slam och urin, för att få samma skördeutfall.

Enligt *Slamöverenskommelsen* får inte mer än 22 kg fosfor och 150 kg ammoniak-nitrogen i slam spridas per hektar jordbruksmark och år.

Förhållandet mellan kväve, kalium och fosfor; N:K:P i slam, stämmer inte överens med de rekommenderade givorna. Vid gödsling av stråsäd innebär detta till exempel att ett överskott av kväve tillförs om mängden gödning anpassas till erforderlig fosforgiva.

Användning av slam och urin som gödning på åkrarna ger på sikt minskade metallhalter i kretsloppet, eftersom inga ytterligare tillförs genom konstgödsel. [Bengtsson (1997)] [Naturvårdsverket (1995:b)]

### ***Spridning av urin***

Det är viktigt att förvaring och spridning går till på rätt sätt för att minska kväveförlusterna. Avgörande för kväveförlusterna är spridningen, då förlusterna vid lagring visat sig vara små om det inte sker i öppna brunnar. Urinen bör spridas i gynnsamt väder; svalt, gärna när det regnar och så nära marken som möjligt. Det kan ske med släpplangar eller allra helst med nedmyllningsaggregat. Under 1997 har olika spridningstekniker prövats fram, där även ammoniakavgång vid spridning av humanurin kontrolleras. Försöken ingår i ett projekt som drivs av Stockholm Vatten, HSB och Stockholmshem.

[Johansson, Mats (1997)]

### **3.4 Alternativa toalettsystem**

Med alternativa toalettsystem menas att de är mindre miljöstörande än de konventionella vattenspolande toaletterna. Vattenförbrukningen är mindre och systemen främjar oftast en viss grad av återföring av näringsämnen till mark. Hur stor denna återföring är beror oftast på brukaren själv.

Ett av alternativen som det talas mycket om är urinsortering. Urisortering innebär att urin- och fekaliefraktionerna skiljs åt vid källan, det vill säga redan i toalettstolen. Här finns ett fack för urindelen och ett för fekaliedelen.

Det finns flera olika sorter av urinsorterande system:

- i kombination med torrtoalett, där urindelen är vattenspolande och fekaliedelen fungerar som en mulltoa.
- vattenspolning med dubbelspolning. En mindre spolning för urindelen och en större för fekaliedelen.
- vakuumtoaletter med urinsortering

En viktig del i detta ämne är brukaraspekter, eftersom det ofta innebär att man måste anstränga sig lite mer, vilket kan kännas som en standardsänkning. Då får man ställa sig frågan: Hur långt är vi beredda att gå i vår stävan efter kretsloppsanpassa vårt samhälle?

[Johansson, Mats (1997)] [VAV (1995)]

### 3.4.1 Torra toalettsystem

Med torra toalettsystem avses mulltoa, där fekalier och urin förs till en behållare och därefter till kompost. Det finns även system med urinsortering för att minska vätskemängden i behållaren. Fördelen med ett torrt system är att här tas alla näringsämnen tillvara, även från fekalier. Rening av BDT-vatten är det enda som krävs. Kväve återvinns med 10-20% och fosfor med 90-100%.

En hel del kväve avgår till luften, eftersom det hela tiden pågår processer i luften. Vissa näringsämnen avgår med lakvattnet i komposten. Vattenförbrukningen kan minskas med nästan 50 liter per person och dygn, då ingen spolning sker.

Erfarenheter visar att torrsystemen inte fungerar särskilt bra på grund av bristfälliga installationer eller dålig skötsel. Ett flertal ekobyar som haft torrsystem har numera ersatt dessa med våta system, med stora merkostnader som följd. Motståndet beror oftast på att många är rädda för smittspridning, dessutom kan torra system sprida mer lukt och drar till sig flugor. Vid större anläggningar ökar risken för smittspridning, vilket talar för att endast anlägga familjestora komposter i systemet.

Naturligtvis beror de hygieniska riskerna på hur det torra systemet sköts. Ett system som detta kräver engagemang och en viss standardsänkning. Är 90-talsmänniskan för bekväm och jäktad för att sköta ett krävande system som detta, utan att ge avkall på god hygien?

Globalt sett kan systemet vara en viktig lösning på sanitära problem för storstäder i utvecklingsländer, som ofta har stor vattenbrist. Det är därför viktigt att inte förkasta torrsystemen, utan fortsätta utvecklingen.

### 3.4.2 Våta toalettsystem med urinsortering

Urinsortande toaletter är det avloppssystem som idag är det mest intressanta och det mest omdiskuterade. Exempelvis har regeringen i sin proposition våren 1997 lämnat ett stort bidrag till miljöforskning och då särskilt uttryckt sitt intresse för urinsortering. Flera kommuner har tagit beslut om att kräva urinsortering i särskilt känsliga områden som Tanum, Nacka och Trosa. I HSBs miljöstrategi beskrivs om hur man vill separera urin, fekalier och BDT-vatten vid byggand. Än har nog inte sista ordet sagts i denna fråga.

Ett vattenburet avloppssystem innebär att dubbla ledningar måste dras från toalettstolen till urintankarna, samt ett rejält ingrepp i badrummen eftersom toalettstolen som installeras har en ganska skrymmande spolplanordning. Stolen är vattenspolande med dubbelspolning; en mindre spolning för urindelen och en större för fekaliedelen.

Minskad vattenförbrukning är en av fördelarna med det här systemet. Spolvattensmängderna varierar beroende på vilken av toaletterna man använder. Det är viktigt att reflektera över; dels vill man spåda urinen så lite som möjligt för att få en så låg transportmängd som möjligt, dels ökar risken för stopp i ledningarna, på grund av

kristallisering, med mindre spolvattenmängd. De flesta stopp som skett i urinledningarna har orsakats av hår.

I brukarhänseende är detta ett relativt bekvämt system eftersom även fekaliedelen är vattenspolad. För kvinnor har det varit mycket lätt att anpassa sig till detta system men för män har det varit värre att lära sig att sitta ner och kissa. Barn har också haft svårare att använda sig av dessa toaletter eftersom det är svårt att pricka rätt. En speciell barnsits har utvecklats av en av toalettillverkarna.

Naturligtvis finns det ett annat alternativ och det är att installera två vanliga toaletter, som var vanligt då man började urinsortera. Då försvinner dock den vattensparande aspekten.

I de ekobyar som installerat urinsorterande toalett verkar det som om nästan alla har haft problem i början. Till största delen beror detta på att systemen har installerats fel.

### 3.4.3 Svartvattensystem

Systemet bygger på att urin och fekalier spolas med en mycket liten mängd vatten, oftast med hjälp av vakuum som leds till en behållare. Syftet är att minimera utspädningen. Urinen kan sorteras för sig eller tillsammans med fekalier i en lufttät behållare. I mindre system kan kompostering tillsammans med hushållsavfall ske direkt i en lufttät behållare.

Vakuumtekniken innebär att sugkraften minimerar spolvattenbehovet. Man har använt sig av denna teknik länge exempelvis i flygplan, men det är först nu som tekniken börjar utvecklas och användas i hushåll.

Svartvatten har ett bra smittskydd om man lagrar slammet i minst sex månader före spridning. Det slam som lagras från svartvattenanläggningar är mycket likt svingödsel i konsistensen, med en TS-halt på 2-3 %, vilket gör de lättare för lantbrukare då de är vana att ta hand om sådan gödsel. TS står för torrsubstanshalt, det vill säga viktsprocent torr substans i förhållande till vikt vatten.

Vattenförbrukningen för ett vakuumsystem är extremt låg, om det kombineras med urinsortering kan förbrukningen komma ner till 2-3 l/pe d, vid användning av en vanlig toalett blir vattenförbrukningen den dubbla. (Förkortningen pe står för personekvivalent.)

Vakuumsystemen förbrukar lite extra energi för drift, bland annat för att bygga upp ett undertryck samt för att driva pumpar. Det ger en sårbarhet vid strömavbrott, vilket i sin tur kan ge luktproblem. För att kunna bygga upp ett bra vakuum måste rören från toaletterna ha en liten diameter, som kan ge problem på grund av att brukare spolar ner för stora saker i toaletten. Med en ökad medvetenhet om källsortering kommer troligen förståelse för att toaletten inte är ett sopnedkast.

Det finns gott om erfarenhet från vakuumsystem då de används i flygplan, på tåg och färjor, vilket lett fram till att de idag finns relativt snygga och tysta vakuumtoaletter på

Det finns flera fritidsbyar med vakuumsystem. Problem verkar uppstå med inläckage av vatten och otäthet, då pumparna får gå i onödan. Det är bättre att ha ett system med flera mindre vakuumpumpar, för att minska systemets sårbarhet.

En av de största fördelen med dessa system är naturligtvis den höga återföringen av näringsämnen till jordbruket. Om även hushållskompost blandas in i svartvatten blir återföringen maximal för kväve, fosfor och kalium från ett hushåll. Den vattensparande effekten måste också noteras då man pratar om svartvattensystem, som har stor potential för framtiden.

#### 3.4.4 BDT-vattenrening

I de alternativa avloppssystemen får man ofta en BDT-vattenrest som måste behandlas.

Det finns många alternativ, till exempel kan man välja ett biologiskt minireningsverk, som Bioclere. Om endast miljövänliga tvättmedel används innehåller inte BDT-vatten särskilt mycket näringsämnen vilket gör att reningen av gråvatten kan vara ganska enkel. (Tyvärr visar det sig idag att de fosfatfria tvättmedlen ger nya problem i avloppsreningsverk, som exempelvis svårhanterlig skumbildning.)

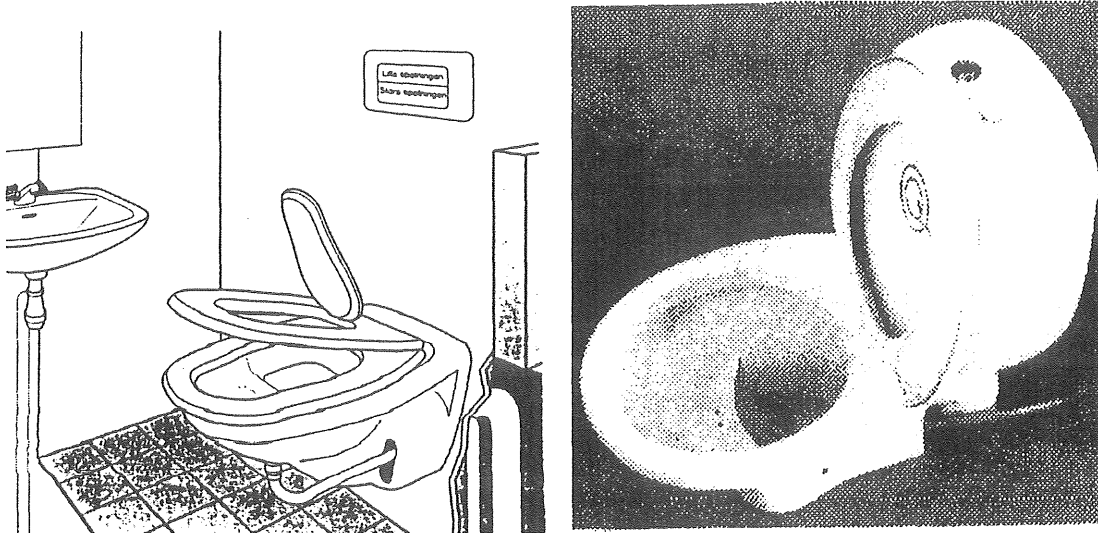
Exempel på gråvattenrening:

- markbäddar eller infiltration
- förstärkt infiltration
- rotzoner
- dammar och strandkanter

#### 3.4.5 Urinsorterande toaletter på marknaden

Idag finns det ett flertal urinsorterande toaletter för våta avloppssystem på marknaden. I denna rapport redovisas de två serietillverkade urinsorterande toaletter: WM-ekologens och "Dubletten" från B&B Innovations. Båda toaletterna har två skålar, en för urin och en för fekalier och papper.

WM-ekologens toalett har visat sig var något svårare funktionsmässigt, då bland annat vatten från fekaliespolningen hamnar i urinskålen och på så sätt kan förorena urinen. Det beror främst på att toaletten är en vanlig toalett som blivit ombyggd. Det är speciellt svårt för barn att använda sig av stolen men även vuxna kan få problem. För våta system är "Dubletten" idag den enda fungerande urinsorterande toaletten på marknaden. För att underlätta användandet har "Dubletten" en nedfällbar barnsits i locket. En stor fördel med denna toalett är att vattenbesparingen blir betydlig, eftersom urindelen bara spolas med några deciliter åt gången. Fekaliedelen spolas dock som vanligt, det är alltså ingen större risk för stopp i denna del. Detta måste vägas mot att "Dubletten" nästan är dubbel så dyr i inköp.



Figur 3.3 Urinsorterande toaletter på marknaden. "Dubletten" till vänster och "WM-ekologen" till höger.

Flera större tillverkare av sanitetsporcelain har visat intresse för urinsorterande toaletter. Bland annat har Gustavsberg under våren 1997 anordnat en seminariereserie runt om i landet som handlar just om kretsloppsanpassade avloppssystem. Syftet var att ordna en mötesplats för VVS-konsulter, ekoboende, bostadsbolag och lantbrukare för att skapa en dialog.

### 3.5 Uthållighet hos urinsorterande toaletter

Intresset för urinsortering väcktes på grund av den stora möjligheten till kväveåtervinning.

Urinen kan bara spridas på åkrarna under vår och sommar, vilket innebär lång lagringstid.

Själva systemet är inte särskilt miljöpåverkande, då urin och fekalier omhändertas på ett bra sätt. Urintransporten sker dock oftast med diesel- eller bensindrivna fordon. Detta innebär en större miljöbelastning än vanlig transport i ledningar, vilket naturligtvis måste beaktas. Det skulle till exempel vara en möjlighet att köra lantbruksfordon på förnyelsebart bränsle, t.ex. rapsolja. Denna olja förädlas dock idag endast i Lidköping, vilket även detta resulterar i längre transporter. Dessutom är tyvärr rapsoljan något dyrare än vanlig diesel, något som inte främjar användning.

De enda alternativen för att kunna återföra avloppsvattnets näringsämnen till jordbruksmark idag är urinsortering, torrtoaletter, bevattningsdammar och biologisk-kemisk rening. I biodammar, rotzons- och infiltrationsanläggningar, fällningsdammar och våtmarker sker idag ingen återvinning av näringsämnen till jordbruksmarker.

Naturligtvis bör forskning sträva efter näringsämnesåterföring även i de senare reningsprocesserna.

Avskrivningstiden för traditionella ledningssystem för avloppsrening är 50 år. En tidsperiod som bör gälla vid jämförelse med separata lokala lösningar.

### 3.5.1 Resursförbrukning

De resurser som förbrukas i ett avloppsreningsverk förutom vatten är kemikalier, energi och byggmaterial. Byggnadsmaterial som resurs kommer inte behandlas i denna rapport.

Den sammanlagda kemikalieförbrukningen för dricksvattenberedning och rening av avloppsvatten ligger mellan 15-30 kg per person och år. Forskning pågår i försök att minska kemikalieanvändningen vid avloppsvattenrening.

Energiförbrukning för ett traditionellt VA-försörjningssystem (rening och distribution av dricksvatten samt uppsamling och biologisk-kemisk-mekanisk rening av avloppsvatten) är inte särskilt stor, mellan 150 - 250 kWh per person och år. Energiförbrukning för BDT-vattenhantering genom slamavskiljning och efterföljande resorption är 250 kWh per person och år. Detsamma beräknas gälla system med urinsortering. En person beräknas förbruka 250 kWh per år bara för belysning. En genomsnittlig villa beräknas förbruka 25 000 kWh per år för värme, varmvatten och el. [Höglund, Marita: *Halvera elnotan i småhuset*. EFF hem]

Trots att energiförbrukningen inte är särskilt hög bör en minskad energianvändning och användning av förnyelsebara energikällor uppmuntras. Eftersom det vatten som förbrukas oftast är varmvatten, håller avloppsvattnet en temperatur runt 8°C, en värmeenergi som kan och bör återvinnas.

Det är viktigt att komma ihåg att Sverige redan nu har ett av världens mest välutvecklade VA-system, med högt ställda miljökrav. Exempelvis kan 98% av den fosfor som kommer in i reningsverken återföras till naturen i form av biomull. Därför får inte ett slutet kretslopp blir ett självändamål, där andra olägenheter uppstår inom exempelvis funktion, ekonomi, energiåtgång eller innebära sanitära risker.

Urinsorterande VA-system är beroende av närliggande lantbrukare, därför måste en beredskap finnas, så att urinen omhändertas även om lantbrukaren går i konkurs eller lantbruket läggs ner. Alternativt måste möjligheten finnas att det kommunala reningsverket hämtar urinen med tankbilar. Denna åtgärd är inte särskilt energisparande. Att hämta urinen med traktor, för spridning, bör också värderas ur energisynpunkt. Det är viktigt att uthålliga system verkligen uppnås.  
[VAV (1995)]

## 4. Krav

### 4.1 Krav från Naturvårdsverket

#### 4.1.1 Slam

När det gäller metallhalter i slam som får användas i jordbruket har Naturvårdsverket satt krav som betydligt skall skärpas i framtiden, till år 2000. Se tabell 4.1.

EU's direktiv har däremot låga gränsvärden.

Tabell 4.1 Maximal metallhalt i slam som får användas inom jordbruket.

Metall	Sverige idag [mg/kg TS]	SNV's förslag 1995 [mg/kg TS]	SNV's förslag 2000 [g/ha år]	EU's direktiv [mg/kg TS]
Bly	100	100	25	750-1200
Kadmium	2	2 (1,75) <sup>1</sup>	0,75	20-40
Koppar	600	600	300	1000-1750
Krom	150	100	40	ej fastställt
Kvicksilver	2,5	2,5	1,5	16-25
Nickel	100	50	25	300-400
Zink	1500	800	600	2500-4000

<sup>1</sup> Siffran inom parentes anger gränsvärde i g/ha år.

#### *Hygienregler för användning av slam på jordbruksmark från 1994*

Dessa regler innebär att det i Sverige;

- ej är tillåtet att "kultivera" inom ett år vid gödsling av grönsaker och frukt som odlas i direktkontakt med jorden och äts råa, undantaget fruktträd.
- är tillåtet att gödsla innan sådd på foder- och icke ätbara grödor.
- är tillåtet att gödsla på gräsmark innan sådd.

Det är dock på förslag att lätta på följande bestämmelser;

- ej är tillåtet att skörda inom 10 månader vid gödsling av grönsaker och frukt som odlas i direktkontakt med jorden och äts råa, undantaget fruktträd.
- ej är tillåtet att skörda inom 10 månader vid gödsling av foder- och icke ätbara grödor.
- på gräsmark får gödslas om den ej betas inom 10 månader.

Om däremot slammet injiceras på 10 cm djup är följande restriktioner på förslag;

- ingen skörd inom 3 veckor vid gödsling på mark med foder- och icke ätbara grödor.
- ingen skörd inom 3 veckor vid gödsling på gräsmark.

### **Regler för användning av obehandlat avloppsvatten eller slam.**

I Sverige gäller att användning är tillåten vid nedbrukning inom 24 timmar. EU's avloppsvattendirektiv lyder: Användning av obehandlat slam tillåts vanligen ej. Det kan tillåtas om slammets nedarbetas och om det ej innebär risk för människor och djur.

#### **4.1.2 Urin**

När det gäller humanurin är erfarenheterna av användning som gödsel små och frågorna runt om är många och obesvarade. Normalt har urinen lågt bakterieinnehåll men kan besmittas av fekalier eller då en person är sjuk.

- Hur lång lagring behövs för att dessa eventuella bakterier skall brytas ner?
- Finns det hälsorisker med att gödsla grödor som skall användas som mänsklig föda?
- Hur stor är näringen i urinen efter lagring?
- Hur stor mängd urin ger samma effekt som konstgödsel?

I Sverige tillåts ekobönder sprida humanurin på åkrarna och produkterna får kravmärkas. Men EU säger däremot nej till bidrag för ekologisk produktion där humanurin har använts som gödsel. Flytgödsel från stall är däremot tillåtet.

#### **4.1.3 Krav på reningsverk**

Det finns inga generella fastlagda nivåer per enskild anläggning från naturvårdverket. Istället har ofta varje enskild kommun satt sina krav på anläggningarna inom kommunen. Ett vanligt krav på ett större reningsverk är;

< 15 mg BOD/l  
< 0,5 mg totalfosfor/l.

För kustnära reningsverk gäller högre krav;

< 10 mg BOD/l  
< 0,3 mg totalfosfor/l.

Här kan även krav på kväve finnas;

< 10 mg NH<sub>4</sub>-N mg/l      (under tiden juli till oktober då algblommningen är som störst).

Dessa värden är dock inga absoluta krav, se ovan. Både högre och lägre gränser kan sättas beroende på lokala förutsättningar och förhållanden.

Sverige har i det så kallade Nordsjöavtalet förbundit sig att vattenburna utsläpp av fosfor och kväve ska minskas med 50% 1985 till 1995. I Sverige tolkar centrala myndigheter detta åtagande så att alla källor måste minskas. Även avloppsreningsverk måste dra sitt strå till stacken

### **Hygienkrav för reningsverk**

Inhägnad av behandlingsanläggning. Sanitära olägenheter får ej uppkomma. (inga gränsvärden):

[Naturvårdsverket (1993:c)] [Naturvårdsverket (1995:c)]

## **4.2 Kommunala krav**

### **4.2.1 Tjörns kommun**

Kraven på en förbättrad rening i Södra Valsäng uppstod när Mabäcken, som är recipient till det renade avloppsvattnet, påvisade tecken på att vara övergödd. Bäckens mynnar i Kattegatt vid Säbykile där bottenfaunan visar en mycket stressad miljö på grund av övergödning.

Kommunen på Tjörn har tillåtit urinspridning under en provotid på tre år. Urinen kommer att spridas av en lantbrukare. Spridningen bör endast ske över vall samt så att ingen urin transporteras med grundvattnet till allt för närliggande brunnar. Provotiden efterföljs av två kontrollprogram. Ett har utformats av Anna Peters på Naturvårdsverket och ett av Tjörns kommun.

På Tjörn börjar allt fler bönder satsa på ekologiska jordbruk, vilket ger ökat EU-bidrag. Kraven för att få bidrag för denna typ av jordbruk är omfattande, vad det gäller gödsling får varken handelsgödsel eller humanurin användas. Miljö- och hälsoskyddsmyndigheten på Tjörn känner sig här något motarbetade av EU i sin strävan att kretsloppsanpassa flera av sina verksamheter.

Ett KRAV-märkt slakteri har nyligen öppnats på Tjörn. Ett av villkoren är att djuren ska ha betat på åkrar fria från handelsgödsel. Humanurin är dock accepterat som gödningsmedel på KRAV-märkta ägor.

Med tanke på att flera mindre bostadsområden på Tjörn har tvivelaktiga avloppssystem måste alternativa lösningar arbetas fram. Om projektet i Södra Valsäng fungerar bra kan urinsortering vara ett bra alternativ. Detta förutsätter dock att det finns möjlighet för avsättning av urinen i bostadsområdets närhet.

Reningsverket har krav på att klara ett kvartalsmedelvärde på 15 mg BOD<sub>7</sub>/l samt en halt av totalfosfor på 0,5 mg/l. Värdena är baserade på Naturvårdsverkets branschfaktablad. Det finns inget krav på kväveutsläpp då det mesta kvävet antas hamna i urintankarna.

På kommunen är man överens om att utan eldsjälarna i Södra Valsäng hade det varit svårt att genomföra projektet.

[Strömquist (1997)]

#### 4.2.2 Jönköpings kommun

I Smedens Ekoby i Jönköpings kommun löses avloppsvattenreningen med urinsortering, med ett reningsverket från Bioclere. Bostadsområdet har varit bebott sedan 1993. Fekalier separeras vid källan och komposteras för användning som jordförbättringsmedel på de egna kolonilotterna. Trots att systemet har varit igång sedan 1993, och trots kommunens påtryckningar har inget kontrollprogram av anläggningen genomförts. Miljö- och hälsoskyddsnämnden är dock inte särskilt oroliga för att några gränsvärden ska överstigas eftersom urin och fekalier separeras. Endast BDT- och spolvatten förs igenom reningsverket.

Det är den hygieniska aspekten som bekymrar kommunen mest. Mitt i byn har en av de två biodammarna placerats. Läget är klart olämpligt eftersom närmaste granne är områdets daghem. Efter klagomål från kommunen har dammen inhägnats.

Urintankarna i området töms av 'Maskinringen', en sammanslutning av lantbrukare som brukar jordbruket runt om i Jönköping.

På reningsverket bör provtagning ske två gånger per år. Följande krav ställs på årsmedelvärden:

BOD7	15 mg/l
Totalfosfor	1,5 mg/l
Suspenderat material	15 mg/l

Tyvärn har endast en provtagning genomförts på det renade vattnet. Provtagningen utfördes på det från Bioclere-anläggningen utgående vattnet samt efter biodammen innan recipienten. Se tabell 4.2.

Tabell 4.2

	Bioclere	Biodamm	
Streptokocker	40	< 1	ppm
Fosfatfosfor	5,6	0,02	mg/l
Totalfosfor	6	0,09	mg/l
Ammoniumkväve	3,4	0,03	mg/l
Nitratkväve	2,2	0,14	mg/l
Totalkväve	11	0,67	mg/l
BOD <sub>7</sub>	10	< 3	mg/l
COD	70	40	mg/l
SS	12	11	mg/l

Svåraste perioden för områden med biodamm är vintertid då det inte finns tillräckligt med växtlighet som kan ta upp fosfor.

[Johansson, Jörgen (1997)]

#### 4.2.3 Stockholms stad

I Stockholm stad har man haft för avsikt att följa Naturvårdsverkets allmänna råd för utsläpp av avlopp. Det innebär att utgående fosforhalt får vara högst 0,5 mg P/l samt att den biologiska syreförbrukningen inte får överstiga 15 mg O<sub>2</sub>/l.

Ett kontrollprogram för Understenshöjdens avloppsvatten fastställdes 1994. I Understenshöjden har man haft problem med för höga utgående fosforhalter. Miljöskyddsavdelningen inte har tillåtit ekobyen att släppa ut sitt avloppsvatten till dammsystemet. Man har istället tvingats att leda vattnet till det kommunala spillvattennätet för ytterligare rening på reningsverk.

Sedan den 11 juli 1997 har emellertid Understenshöjden fått tillåtelse att släppa ut sitt renade avloppsvatten genom dammsystemet, eftersom utgående värden på fosfor sänkts till 0,1-0,2 mg P/l. Anledning är den kemiska fällning med järnklorid som tagits i bruk.

Vid SMI (Smittskyddsinstitutet) utförs ett examensarbete med syfte att kontrollera de hygieniska aspekterna på utgående vatten från reningsverket i Understenshöjden. Resultaten nedan visar följande halter då ingen UV-bestrålning förekommer.

Fekala streptokocker	22 000 st/liter
E-kolibakterier (44°C)	< 10 000 st/liter

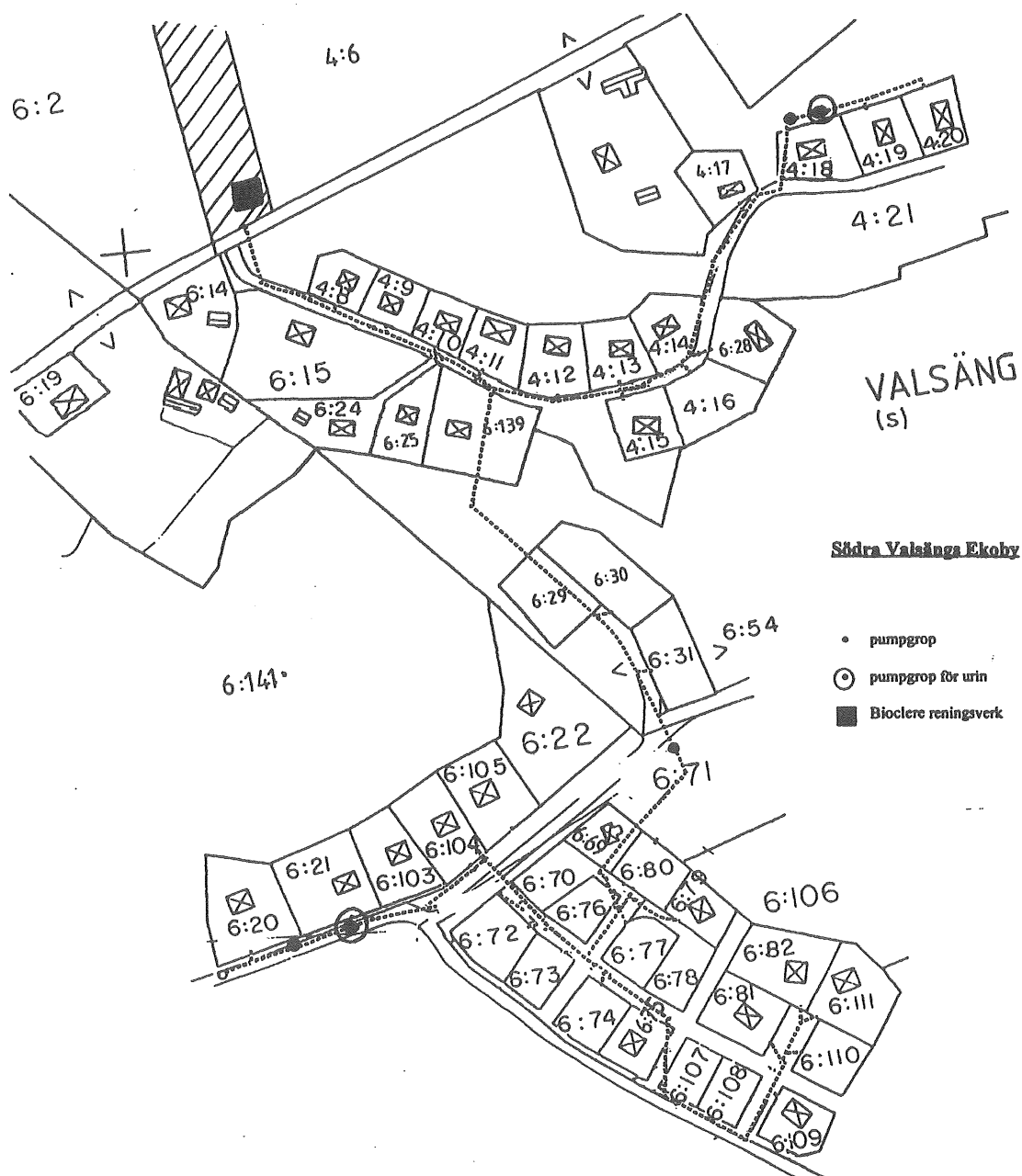
Då UV-ljuset tas i funktion igen sjunker antalet fekala streptokocker avsevärt till 444 st/liter. Det finns inget värde för koliforma bakterier att tillgå i detta fall.

Anledningen till att Miljöskyddsavdelningen varit mycket hårda i sin bedömning av avloppsvattnet i Understenshöjden är att man ansett recipientskyddet vara mycket viktigt. Det gäller såväl de anlagda dammarna i ekobyen som slutrecipienten Saltsjön. [Åstebro (1997)]

## 5. Södra Valsängs ekoby utvärderas

I Södra Valsäng var man tvungen att göra något åt sitt bristande avloppssystem, där tidigare hantering bestod av markbäddar och septiktankar för svartvatten. Detta krav utfärdades av Tjörns kommun, som dömde ut alla markbäddar i området och dessutom ville minska utsläppen till den eutrofierade recipienten Mabäcken.

De boende i Södra Valsäng bestämde sig för att bygga ett urinsorterande avloppssystem med lokal slambehandling. Genom att återföra kväve och fosfor till jordbruket och den egna täppan, strävar man efter att sluta kretsloppen för dessa ämnen.



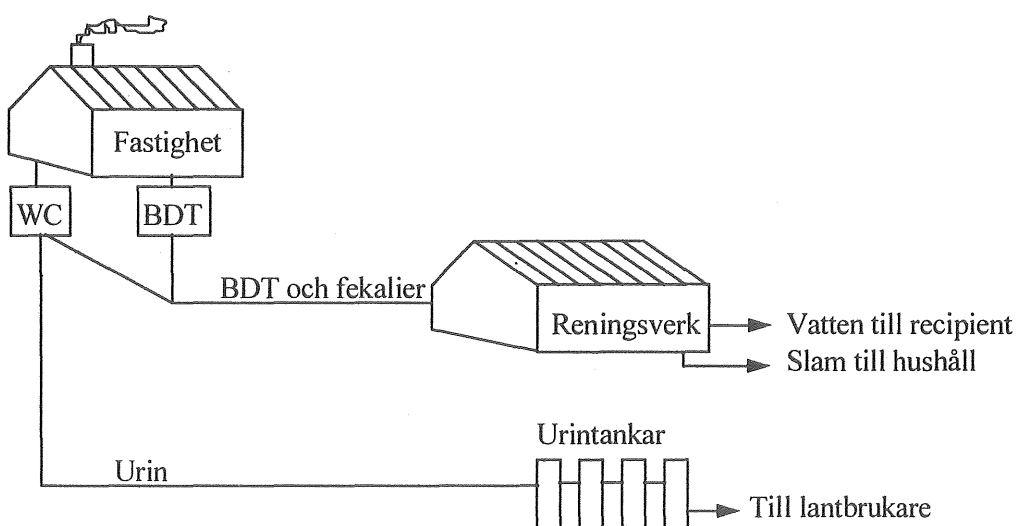
Figur 5.1 Södra Valsängs ekoby, Tjörn.

### 5.1 Överblick av systemet

Södra Valsängs ekoby består av 38 stycken fastigheter, varav två fastigheter har mulltoa och därför endast tillför BDT-vatten. Dessutom är fyra hushåll anslutna utan urinsortering, med konventionella WC-stolar. Detta innebär visserligen tillförsel av kväve till reningsprocessen, men ger förmodligen ett bättre resultat av BOD<sub>7</sub>-rening. Ytterligare sex tomter är anslutna men ännu inte bebyggda. (Se figur 5.1)

Urinen samlas i separata tankar. Vatten från bad, disk och tvätt tillsammans med fekaliedelen leds till reningsverket, som återfinns i utkanten byn.

Reningsanläggningen är dimensionerat för ett flöde på 30 m<sup>3</sup>/dygn, där vattnets föroreningsmängd uppskattas till 7,2 kg BOD<sub>7</sub>/dygn.



Figur 5.2 Principskiss över befintligt avloppssystem med urinsortering

Ekobyn är indelad i tre mindre områden. Avloppsvattnet från varje område leds till två separata pumpgröpar, en för urin och en för BDT-vatten och fekalier.

Från pumpgröparna pumpas urin och avloppsvatten till två större ledningar och leds därefter med självfall ner till uppsamlingsstanken i anslutning till reningverket. De två tankarna är sammankopplade och en doseringspump möjliggör att urin kan ledas till reningverket, dvs omställning till ett osorterat system. Här kan även urinen vid behov bräddas till reningverket.

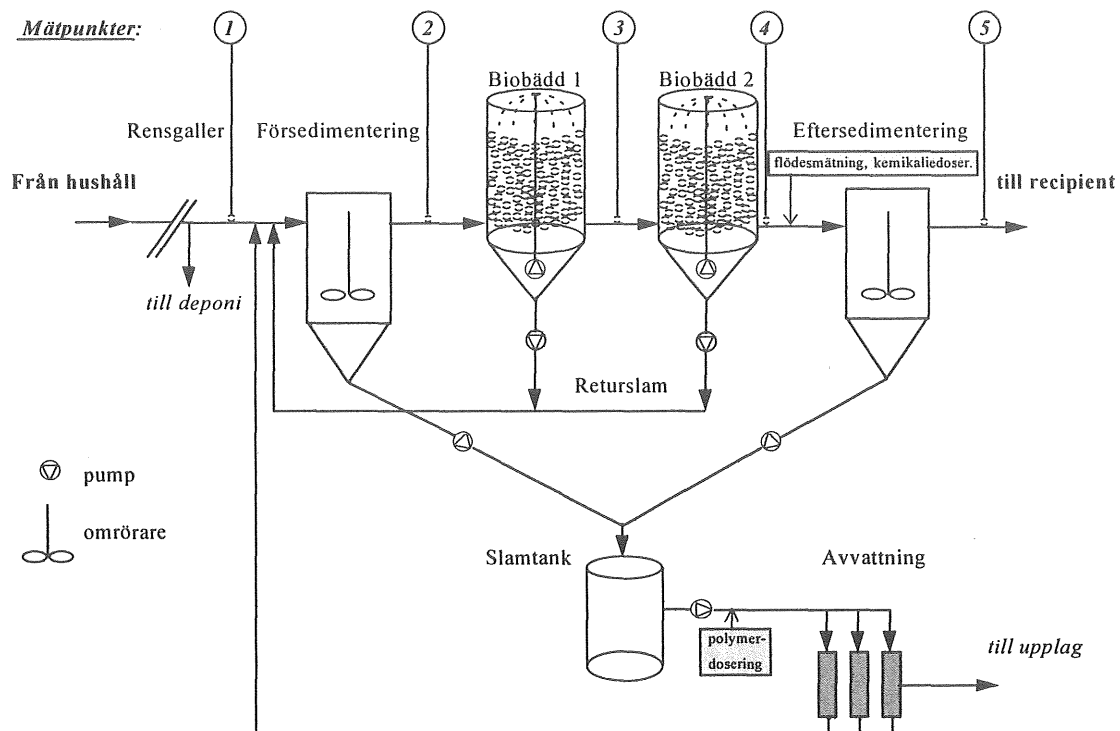
Från nedre uringropen leds vattnet vidare till de 21 urintankar som är nedgrävda bredvid reningverket. Härifrån kommer en av traktens lantbrukare att hämta urinen några gånger om året, för spridning på sina åkrar.

Övrigt avloppsvattnet leds vidare till reningverket. Efter rening förs vattnet vidare till Mabäcken, som fungerar som recipient. Slammet som har bildats i processen

kommer efter avvattning och lagring att återföras till hushållen för att användas som jordförbättringsmedel.

### 5.3 Beskrivning av avloppssystemet

#### 5.3.1 Reningsprocessen



Figur 5.3 Principskiss av processen i reningsverket med de 5 provtagningspunkterna.

#### Rensgaller

BDT-vattnet tillsammans med fekalier når först ett rensgaller. Rensgallret av typ Meva Monoscreen, är speciellt anpassat till små och medelstora reningsverk.

Gallret är uppbyggt av växelvis fasta och rörliga stavar. Bortförslan av rensat sker genom att rensodset lyfts upp bit för bit mot avlastningspunkten. Rörelsen förändras utmed gallret; under vattenytan är rörelsen liten och försiktig, längre upp ökar rörelsen och spaltvidden för att få maximal transport av rensods. Styrning sker med en nivåstyrd tryckstav. Inställningsnivån ger gallret en impuls strax under vattnets bränningsnivå.

Gallret kompletteras med en spolordning, då det lätt fastnar papper och annat som bildar stora massor på gallret. Detta medför även att mer organiskt material

spolas med till reningsprocessen istället för att skickas till deponi. Renset ansamlas i en säck som töms manuellt och förs vidare till deponi.

### Försedimentering

Vattnet förs vidare till en försedimenteringsbassäng via en skibordränna. Försedimenteringssteget består av en bassäng med en volym på  $18 \text{ m}^3$ . Här pressas vattnet ned av en mixer, med lågt varvtal, för att sedan brädda ut i den skibordränna som omgärdar bassängen. Slammet som sjunker till botten förs vidare till en slamtank. Här kan vid behov flockning tillpassas.

### Biosteg 1 och 2

Från försedimenteringsbassängen leds vattnet med självfall vidare in till nedre delen av det första biosteget. Härifrån pumpas det upp och sprids kontinuerligt över bäddmaterialet och får sakta sippra ner igenom bädden. Total bäddvolym är  $6,6 \text{ m}^3$ . Bäddmaterialet, HUFO, är speciellt framtaget av återvunnen plast med stor specifik yta,  $120 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .



Figur 5.4 HUFO bäddmaterial

När vattnet sipprar genom denna bädd utnyttjar mikroorganismerna näringsämnen i vattnet till föda och växer till. De bildar ett skikt biohud på plasten. Då huden blivit så tjock att organismerna närmast plasten inte får något syre, dör de och faller av för att följa med vattnet genom biobädden.

Biohuden sedimenterar till botten av cirkulationsbrunnen, för att sedan returpumpas till försedimenteringsbassängen. Vattnet i sin tur kommer antingen att recirkuleras för att ytterligare en gång sippra genom biobädden eller föras vidare till nästa biosteg. Recirkuleringen kan justeras. För närvarande beräknas recirkulationen vara 10 gånger, vid ett medelflöde på  $14 \text{ m}^3/\text{dygn}$ . Reningen i biobädden är i första hand en reduktion av syreförbrukande ämnen, BOD och partiklar.

För att reducera ytterligare syreförbrukande ämnen förs vattnet vidare till biosteg 2. Denna biobädd har en något mindre volym men processen är densamma som för biosteg 1, därför kommer inte biosteg 2 beskrivas närmare.



Figur 5.5 De två biobäddarna utanför reningsverket i Södra Valsäng. Biobädd 1 är till vänster i bild.

### Flockning och eftersedimentering

Efter det biologiska reningssteget sker en flockning med eftersedimentering. Sedimenteringen sker i en bassäng på 14 m<sup>3</sup>. För att göra flockningen mer effektiv tillsätts kemikalier. Vattnet rinner till bassängen via en ränna med ett V-format överfall. I denna ränna bestäms flödet med hjälp av en flödesmätare av märket Contronic, som mäter nivån med hjälp av ultraljud. Flödesmätaren i sin tur bestämmer kemikaliedosering till eftersedimenteringssteget och är därför kopplad till doseringspumpen.

Dosering av kemikalien sker i samma ränna, vid utloppet från biosteg 2. Som fällningskemikalie används Ekoflock 90, en aluminiumhydroxidklorid-lösning. Flockar bildas redan i rännan där flödet är relativt stort.

I eftersedimenteringsbassängen fortsätter flockningsbildningen under omrörning och sjunker till botten när de blivit tillräckligt stora. Slammet som bildas på botten förs sedan till slamtanken medan vattnet förs vidare till recipienten via den omgärdande skibordsrännan.

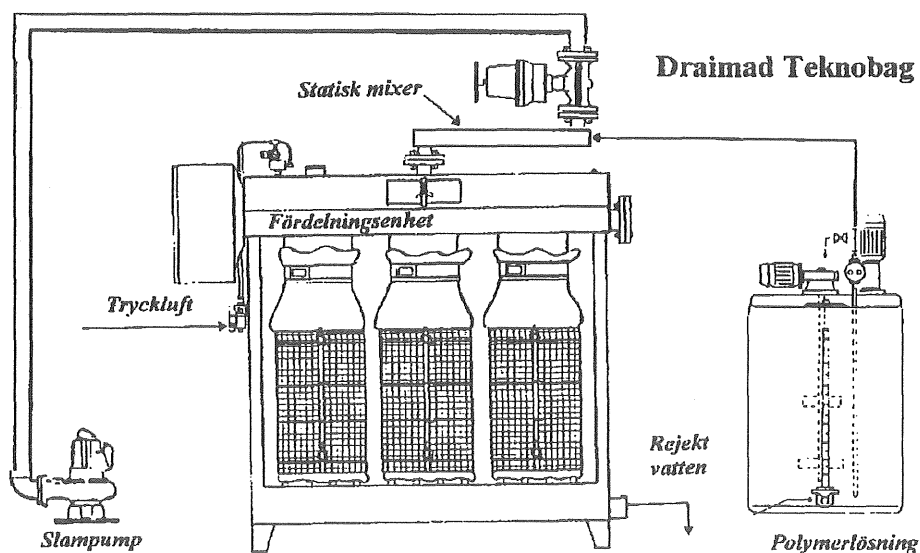
### Slamtank

Slammet från sedimenteringsbassängerna lagras i en tank innan avvattningen. Volymen av tanken är 6 m<sup>3</sup>. Slamtanken beräknas tömmas en gång i veckan under sommaren och varannan vecka resten av året.

Om den lokala slamavvattaren inte skulle fungera kan tanken tömmas med hjälp av en slamsugningsbil och transporteras till det kommunala reningverket för vidare behandling, alternativt föras till deponi.

### Slamvattnare

Avvattning sker med hjälp av Teknofanghi slamavvattnare, ett system som avvattnar och paketerar slam från slamtanken. Teknofanghi är utarbetad och tillverkad i Italien.



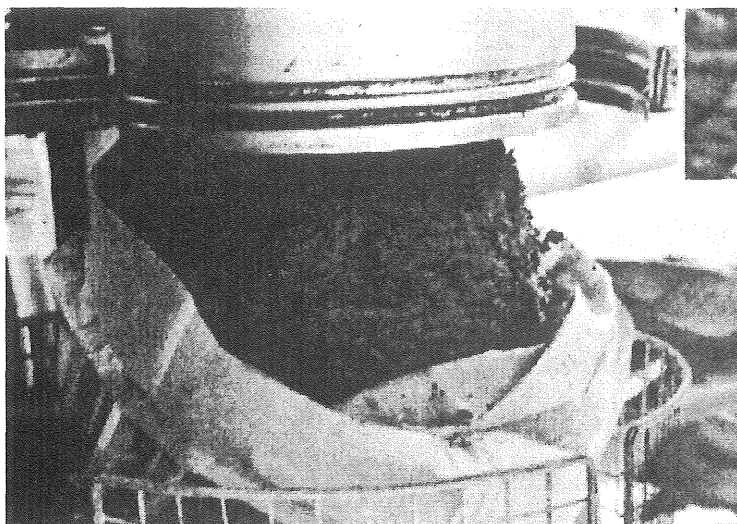
Figur 5.6 Slamavvattnare av typ Teknofanghi

Slammet pumpas upp till fördelningsenheten där en polymerlösning tillsätts för att få större flockar, eftersom de mindre partiklarna får de små porerna i säcken att sätta igen. Därefter pressas slammet ner i de tre säckarna, för att öka TS-halten, som bara är omkring 1-2% i slamtanken.

En nivåmätare stänger automatiskt av uppfodringspumpen när slammet fyllt upp säcken. Samtidigt stängs en pneumatiska ventil, vilket ger ett övertryck på 0,2-0,3 bar. Trycket medför att vattnet pressas ut ur hålen i de semipermeabla säckarna.

När vattnet pressats ur kan processen upprepas, vilket innebär att säcken återigen kan fyllas upp och pressas. Processen upprepas 2-3 gånger. Rejektvattnet förs under självfall tillbaka till försedimenteringsbassängen.

Efter detta steg har TS-halten ökat till ca 17%.



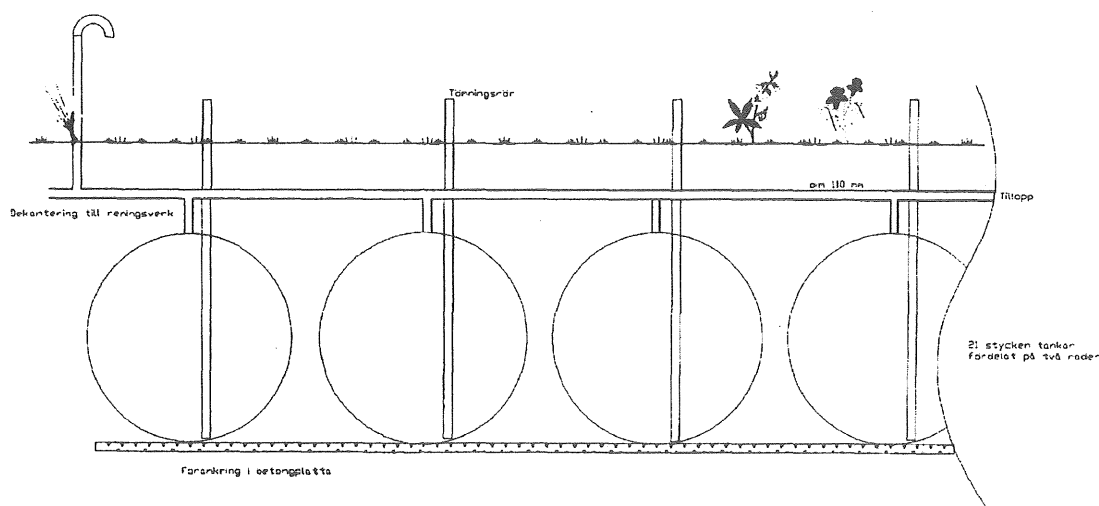
Figur 5.7 Slammet efter avvattning.

### Upplag

När säckarna är fyllda försluts de och förslas vidare till ett upplag. Förvaringen sker utomhus så att vatten ska kunna avdunsta. Efter sex månader är TS-halten uppe i ungefär 50%. TS-halten är beroende på årstid och blir högre under sommarlagring. Förvaring sker i minst ett år och därefter kan slammet återföras till trädgårdarna i Södra Valsäng.

### 5.3.2 Urintankar

Nedgrävt strax söder om reningsverket bakom biobäddarna finns 21 stycken tankar. De har en total volym på  $63 \text{ m}^3$ . Flertalet av tankarna är återanvända septiktankar från fastigheter i området.



Figur 5.8 Genomsnitt av urintankar under mark.

För att minimal mängd syre skall nå urinen under lagring är påfyllnadsröret litet och tankarna seriekopplade, vilket även innebär en förenklad hantering vid tömning.

Förbindelsen mellan tankarna består av ett ovanpåliggande påfyllningsrör. Varje tank har dessutom ett tömningsrör, i vilket provtagning och nivåmätning kan utföras i varje tank. För provtagning direkt på huvudstammen finns en särskild provtagningsbrunn.

Ytterligare en urintank är belägen i ett av delområdena i byn. Den beräknas vara så lågt belastad att tömning endast sker en gång per år.

#### 5.4 Belastningar beräknade med schablonvärden

[Naturvårdsverket(1995:b)]

Tabell 5.1 Tabell över innehållet i avlopp från hushåll

	BDT	Urin	Fekalier	
BOD <sub>7</sub>	28	5	15	g/pe d
total-P	0,6	1,0	0,5	g/pe d
total-N	1,0	11	1,5	g/pe d
flöde	150	3	(50) <sup>1</sup>	7 l/pe d

<sup>1</sup> Siffran inom parentes gäller för konventionella toaletter

I tabell 5.1 har BOD<sub>7</sub>-halten i urin respektive fekalier uppskattats till 1/4 del respektive 3/4 delar av den givna totala halten på 20 g/pe d, som gäller urin och fekalier tillsammans.

Flödet för den urinsorterande delen förväntas vara mindre i verkligheten än beräknad eftersom många boende spenderar stor del av dagen på sin arbetsplats. En person lämnar i medeltal 1-1,5 liter urin per dygn och ett antagande görs att spolningen av urindelen i de urinsorterande toaletterna ligger på 2 l/pe d. Detta ger lågt beräknat en total volym på 3 l/pe d.

För en konventionell toalett beräknas en flödesbelastning på 50 l/pe d.. Motsvarande värde för fekaliedelen i en urinsorterande toalett ligger på 7 l/pe d.

En medelbelastning har beräknats med utgångspunkt från antalet sommar- respektive vintermånader. Se nedanstående tabell 5.2. Sommarmånaderna har satts till juni, juli och augusti. Belastningen från permanentboende har beräknats till 12 månader och belastningen från fritidsboende har satts till de tre sommarmånaderna. Detta kan verka lite högt räknat men med tanke på att besök även sker under övriga delen av året kan antagandet anses rimligt.

Tabell 5.2 Antal personer som belastar systemet i Södra Valsängs ekoby.

	Permanentboende	Fritidsboende	Medelbelastning
BDT	60	37	70
Konventionell WC	3	6	4,5
Urinsorterande WC	57	27	64

Tabell 5.3a Beräknade belastningar per dygn till reningsverket. Specifikt för Södra Valsäng.

	Alternativ 0 BDT+fekalier	Alternativ 1 BDT+svartvatten	Alternativ 2 BDT	Urin Urin	
BOD <sub>7</sub>	3010	3360	1960	350	g/d
tot-P	77	147	42	70	g/d
tot-N	175	945	70	770	g/d
flöde	10990	14000	10500	210	l/d

Tabell 5.3b Beräknade belastningar per liter till reningsverket. Specifikt för Södra Valsäng.

	Alternativ 0 BDT+fekalier	Alternativ 1 BDT+svartvatten	Alternativ 2 BDT	Urin Urin	
BOD <sub>7</sub>	274	210	187	1670	mg/l
tot-P	7	10,5	4	330	mg/l
tot-N	15,9	67,5	6,7	3670	mg/l
flöde	11	14	10,5	0,21	m <sup>3</sup> /d

Uppdelningen på alternativ 0 till 2 är en följd av senare utvärdering med livscykelanalys, kapitel 8. Alternativ 0 är det befintliga systemet i Södra Valsäng och alternativ 1 är samma system utan urinsortering. Se vidare förklaring i kapitel 8.3.1.

## 5.5 Mätningar

Provtagningar har syftat till att ge en bild av reningsprocessen i reningsverkets olika delar. Det är viktigt att förstå hur processen fungerar, för att kunna bilda sig en uppfattning om hur optimering och justering kan ske på bästa sätt och för att kontrollera systemet.

Med hjälp av de uppmätta resultaten har sedan en utvärdering utförts av totala reningseffekten, samt för de olika delprocesserna i reningsverket.

### 5.5.1 Förutsättningar

Mätningarna har utförts under en period på våren/försommaren 1997. En serie av 8 stickprov och 5 dygnsprov har utförts och analyserats. In- och utgående värden av totalkväve, totalfosfor, COD och BOD<sub>7</sub> var viktiga för utvärdering med livscykelanalys och för rapportering till Tjörns kommun och Naturvårdsverket.

De första två mätomgångarna var en förberedelse och fungerade som ett verktyg vid injustering av processen. Därefter utfördes inom loppet av tre veckor en serie på tre mätomgångar, då urinsortering var inkopplad.

Efter omställning av systemet till ett icke urinsorterande system och en inställningsperiod på två veckor, ägde nästa mätserie rum. Provtagningen gjordes precis som tidigare under tre veckor vid tre tillfällen, det vill säga ett tillfälle per vecka.

Tabell 5.4 Schema för provtagningar

vecka	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
datum	9/4		23/4		6/5	15/5	22/5			12/6	18/6	25/6
	U <sup>1</sup>	U	U	U	U	U	U	ej U	ej U	ej U	ej U	ej U

<sup>1</sup>Urinsorterande system

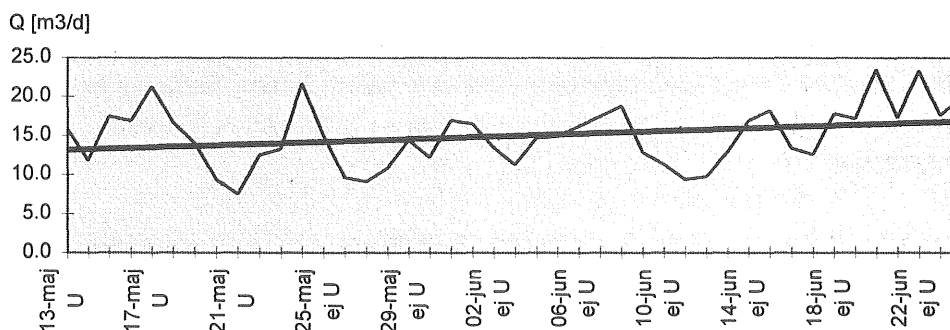
Datumen i tabellen ovan är tidpunkter för insamling av stickprover.

### 5.5.2 Flöde

Då urinsortering förelåg var medelflödet  $14 \text{ m}^3/\text{dygn}$ . Detta är ett medelvärde beräknat under endast 10 dagar, vilket kan anses som något osäkert. Motsvarande värde då ingen urinsortering skedde var  $15 \text{ m}^3/\text{dygn}$ .

Den sista tiden av mätningar, 14 juni till 24 juni, steg flödet genom reningsverket avsevärt till nästan  $18 \text{ m}^3/\text{dygn}$ . Detta beror på att sommarlov och semesterar börjat och att midsommar inföll under denna tidsperioden. Antagandet om högre belastning på sommarhalvåret bekräftas. Se avsnitt 5.4 och bilaga A. Flödet har avlästs vid 23-tiden varje dag av en boende i Södra Valsäng.

Mätvärden från maj och juni 1997 kan ses i figur 5.9.



Figur 5.9 Dygnsflöden i Södra Valsäng för ett urinsorterande och ej urinsorterande system. En rätlinjig kurva har anpassats som bekräftar att flödet ökar under sommaren då de fritidsboende strömmar till.

### 5.5.3 Uppehållstid

Ett försök gjordes att bestämma uppehållstiden i systemet med hjälp av en tracer i form av saltlösning. Natriumklorid blandades med vatten till en 3-procentig lösning, nära mättnadhalt. Denna lösning späddes ungefär 80 gånger, till 0,04-procentig, vilket gav en konduktivitet på ungefär  $6,5 \text{ mS/cm}$ . Saltlösningen tillsattes på två ställen i systemet; dels vid inloppet, för att mäta uppehållstiden över försedimenteringssteget,

dels mellan försedimenteringssteget och biobädd 1 för uppehållstiden över biobäddarna.

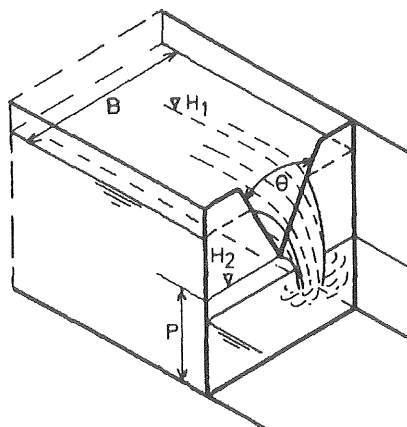
Bakgrundskonduktiviteten var 0,9 mS/cm, då den övervägande delen joner i vattnet är klorid- och natriumjoner. Konduktiviteten mättes efter försedimenteringen och efter biobäddarna. Efter tre timmar kunde saltkoncentrationen fortfarande inte detekteras över dessa steg. Upphållstiden visade sig vara alltför lång.

Med detta som bakgrund uppskattas den totala uppehållstiden till mellan ett och två dygn. Ett antagande som grundar sig på att det över varje steg; försedimentering, två biobäddar och eftersedimentering, tar minst 3 timmar för avloppsvattnet.

#### 5.5.4 Nytt överfall - flödesmätning

Flödesmätaren, av märke *Contronic; Nivå- och flödesmätare PU 2001*, installerades ovanför flödesrännan mellan biosteg 2 och eftersedimenteringssteget. Flödesmätaren skall reglera kemikaliedoseringen som sker i början av flödesrännan. Den sänder även pulser till de båda provtagarna. Pulsen startar provtagaren som då tar flödesproportionella prov av inkommande och utgående vatten.

Flödesmätaren fungerar så att vattennivån, som överstiger en viss nollnivå, mäts med hjälp av ultraljud och registreras. Omvandlingen till ett flöde sker med hjälp av en inprogrammerad formel. Nollnivån är den nivå då vattennivån befinner sig i höjd med den lägsta punkten på det V-formade överfallet,  $H_2$  i figur 5.10.



Figur 5.10 Principskiss av ett V-format överfall.

I början visade flödesmätaren felaktiga värden. Detta bekräftades av en flödesbestämning som utfördes med hjälp av en slang, en hink och ett stoppur. Med dessa mätningar som bakgrund kunde en korrekt inställning av flödesmätaren utföras.

I sin ursprungliga form visade sig flödesrännan vara felkonstruerad för det låga flöde på 14 m<sup>3</sup>/dygn. Det V-formade överfallet byggdes om med en vinkel på 20° ( $\theta$  i figur), vilket ger en större nivåskillnad vid olika flöden. Störningarna på grund av ytspänning vid kanterna på det V-formade leder till stor mätosäkerhet för låga flöden. Överfallet får då ett för stort inflytande.

Vid kontroll visar flödesmätaren en avvikelse på ca 2% vid låga flöden. När flödet ökar kan avvikelsen uppgå till 12%. Med låga flöden menas flöden mellan 5-700 liter i timmen, vilket i aktuella fallet innebär goda mätresultat då flödet genom reningsverket håller sig runt 350 liter i timmen. [Nielsen (1997)]

#### 5.5.5 Kemikaliedosering injusteras

Totalfosforhalt analyserades genom stickprover på utgående vatten och utifrån detta justerades kemikalimängden. Analys med hjälp av en förenklad HACH-metod gjordes även på plats, för att få en första indikation av doseringsmängd som behövdes.

Optimala mängden kemikalie visade sig vara 144 ml per m<sup>3</sup> avloppsvatten för det urinsorterande systemet, vilket gav en utgående totalfosforhalt på cirka 0,2 mg/l.

Kemikalien tillförs vattnet med hjälp av en tryckventil för att få en bra inblandning. Att dosera i början av flödesrännan ger en god inblandning av kemikalien. Här, vid inflödet från biobädd 2, är den mest turbulenta punkten i rännan.

#### 5.5.6 Syrehalt

Syrehalten mättes i biobäddarna samt i för- och eftersedimenteringen, för att kontrollera om syrebrist förelåg eller inte. Detta visade sig inte vara fallet. Mätningarna utfördes med en bärbar syremätare, av märke YSI MODEL 58.

I ytan av försedimenteringsbassängen ligger halten på 1 mg O<sub>2</sub>/l, medan samma värde i eftersedimenteringsbassängen ligger på 5 mg O<sub>2</sub>/l. Anledning till det låga värdet i försedimenteringsbassängen beror på den stora halten av organiskt material, som kräver syre vid nedbrytningsprocessen.

Syrehalten under vattenytan i båda biostegen är något under 6 mg O<sub>2</sub>/l, för att en meter ner sjunka till 5 mg O<sub>2</sub>/l. I botten av biobäddarna och bassängerna är syrenehållat lågt, omkring noll, vilket är naturligt eftersom nedbrytningen av slammet är en syrekrävande process.

#### 5.5.7 Stickprov

Stickprov har tagits i de olika reningsstegen och analys har givit halterna för totalfosfor, totalkväve samt COD. Provtagning utfördes vid följande punkter;

1. Efter rensvallret (inflöde)
2. Efter försedimentering
3. Mellan biobäddarna
4. Efter biobödd 2
5. Efter flockning och eftersedimentering (utflöde)

Se även mätpunktsbeskrivningen i figur 5.3.

Provtagningen har utförts under två perioder, före och efter omställning från ett urinsorterande avloppssystem till ett icke-urinsorterande. Vid varje provtillfälle, företrädesvis onsdag förmiddag, har som regel alltid två prover per provpunkt insamlats. Tidpunkterna för provtagning var klockan 9.00 och 12.00. Detta gjordes för att få en bättre spridning och en riktigare representation av dygnsvariationen.

### 5.5.8 Dygnsprov

Flödesproportionella dygnsprov har med hjälp av provtagare insamlats vid in- och utlopp. Dessa prover har därefter analyserats på samma sätt som stickproverna, men även skickats till *AnalyCen* i Göteborg, för att bland annat få värden på BOD<sub>7</sub>. *AnalyCen* har även analyserat stickprov på slam och urin vid ett tillfälle.

### 5.5.9 Analysmetoder

Den insamlade provvolymen på 250 ml förvarades i plastflaskor i kylskåp, om analyseringen inte var möjlig att utföra direkt. Analysering av kväve har skett inom loppet av 4 timmar och fosfor och COD inom 24 timmar. Om något missöde skett vid den första analyseringen har provet konserverats med svavelsyra, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> till ett pH runt 1,4 med efterföljande förvaring i kylskåp. Titring tillbaka till ursprungs pH 7,6 med natriumhydroxid, NaOH utfördes innan analysering.

I början av mätserien analyserades morgonprovet och förmiddagsprovet var för sig, för att se hur stor variationen var vid de olika provtagningstillfällena. Resulterande halt erhöles genom att ta medelvärdet av de båda. Eftersom erhållna halter var snarlika förenklades förfarandet genom att blanda de båda proverna innan analys.

För att få representativa prov har de tagits under omrörning med magnetomrörare.

#### *Kväve*

Totalkvävehalten har analyserats med hjälp av HACH-metod 10071. Detta är en mycket förenklad metod, vilket även gäller de två nedanstående metoderna för analysering av totalfosfor och COD.

Metoden sträcker sig inom området 0 till 25 mg N/l. Proverna har därför behövt spädas 4 gånger. Spädning utfördes med nanopure-vatten.

En standard på 10 mg N/l har använts och ett nollprov bestående av nanopure-vatten.

#### *Fosfor*

Totalhalten av fosfor har analyserats med Hach metod 8190, som bygger på samma princip som SS 02 81 27-2.

Mätområdet sträcker sig från 0 till 3,5 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/l, vilket medförde en spädning av prov 1, 2, 3 och 4 på 10 gånger och prov 5 utan spädning. Spädning utfördes med nanopure-vatten.

Som standard har 0,5 mg P/l använts och ett nollprov bestående av nanopure-vatten.

**COD**

COD analyserades med Dr. Langes metod, LCK 114/814. Metoden bygger på samma princip som SS 02 81 42.

COD står för "Chemical Oxygen Demand", vilket innebär den kemiska syreförbrukning som åtgår vid nedbrytning av de organiska ämnen som finns i vattnet.

Mätområdet för metoden sträcker sig från 0 till 1000 mg/l. Spädning har inte tillämpats. Nollprovet består även här av nanopure-vatten.

En kvot mellan BOD<sub>7</sub> och COD har beräknats utifrån provresultaten från AnalyCen. Ingående kvot för BOD<sub>7</sub>/COD=0,43 och motsvarande för utgående vatten är 0,14. BOD står för "Biological Oxygen Demand".

Det kom att visa sig att COD-värdena inte varierade nämnvärt. Vid sista provtagningen uteslöts därför denna analys.

**5.5.10 Urin**

Provtagning och analysering av urin har utförts vid ett tillfälle; den 9 maj 1997. Analysering av urinen utfördes av *AnalyCen* i Lidköping. Provet togs ur urintank 1, som hade haft en lagringstid på ungefär tre månader. Innan provet togs gjordes ett försök att blanda om i tanken för att få ett representativt prov. Avsikten var att försöka få med även det som sedimenterat på botten.

Resultaten från *AnalyCen* visar på en mycket hög halt av både totalkväve och totalfosfor i urinen. Det beräknade värdena har tagits från totalfosfor- och totalkvävehalter i ren urin, med en antagen spädning på tre gånger. Ett urin-vattenförhållande på 1:2.

Anledningen till de höga halterna kan bero på att stor del av sedimentet följde med vid provtagningen och att detta sediment innehöll höga halter av kväve och fosfor. Det finns dock ännu inga vetenskapliga belägg för att fosfor och kväve anrikas i sediment.

Observera att nedanstående värden gäller för urin lagrad cirka 3 månader. Total lagringstid kommer att vara åtminstone 6 månader innan det sprids på åkrarna. Detta innebär att totalkvävehalten kommer att reduceras ytterligare under de återstående månaderna. Man kan emellertid anta att reduktion är begränsad eftersom den hitintills varit låg.

Tabell 5.5 Analysresultat av urin från 970509

	TS-halt [g/l]	Totalkväve [g N/l]	Totalfosfor [g P/l]
Verkligt värde	5	2,54	0,21
Beräknat värde <sup>1</sup>	-	1,83	0,17
Beräknat värde <sup>2</sup>	-	2,63	0,32

<sup>1</sup> Naturvårdsverket (1995:b), se avsnitt 4.4.

<sup>2</sup> Kärrman (1997)

### 5.5.11 Slam

Analysering av slam har utförts vid ett tillfälle, den 5 maj 1997. Torrsubstansen visade sig vara låg, 10,6 %, vilket även registrerades okulärt vid provtagningstillfället. TS-halten brukar annars ligga runt 17%. [Nielsen (1997)] Övriga resultat kan ses i tabellen nedan.

Vid jämförelse med SNV:s värde, tabell 3.2, visar det sig att resultaten från analysen ligger under maximal halt för alla parametrar utom för zink. Zinkhalten är 870 mg/kg TS att jämföra med 800 mg/kg TS som är tillåtet. Det går inte att dra några slutsatser av endast ett analysresultat, men är viktigt att tas i beaktande.

Tabell 5.6 Analysresultat på slam från 970505.

Analysparameter	mg/kg TS		
Torrsubstans	10.6	%	-
pH	6.20	-	-
Totalfosfor	1.17	g/kg slam	-
Totalkväve	4.45	g/kg slam	-
Zink	92.2	mg/kg slam	870
Koppar	32.9	mg/kg slam	310
Krom	1.59	mg/kg slam	15
Nickel	1.17	mg/kg slam	11
Bly	0.91	mg/kg slam	8.6
Kadmium	0.055	mg/kg slam	0.52
Kvicksilver	0.063	mg/kg slam	0.59

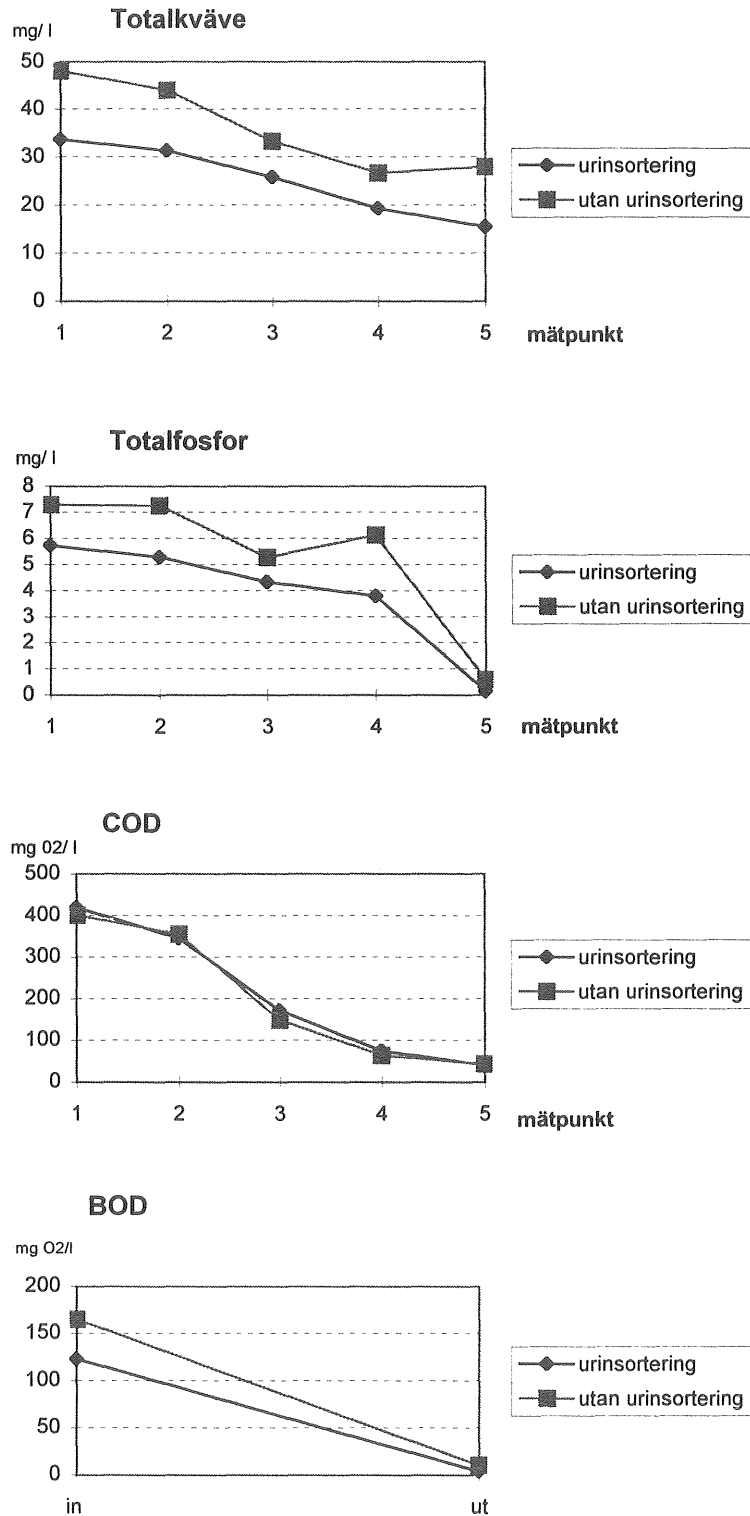
### 5.6 Analysresultat

Vid jämförelse av resultaten erhållna från stickprov och dygnsprov analyserade på laboratorium på VA-teknik, Chalmers och dygnsprov analyserade på *AnalyCen*, visade det sig att värdena stämmer bra överens. *AnalyCens* resultat styrker riktigheten av de egna mätningarna.

Tabell 5.7 Uppnådda reningseffekter för de två alternativen i jämförelse med det kommunala reningsverket på Tjörn.

	Södra Valsäng - urinsortering	Södra Valsäng - utan urinsortering	Kommunalt reningsverk	
totalkväve	54	31	5	%
totalfosfor	97	88	97	%
COD	90	88	65	%
BOD	97	94	93	%

Diagrammen nedan visar medelvärden på de stickprov som tagits under mätperioden. I Bilaga B återfinns alla mätvärden.



Figur 5.11 Jämförelse av analysomgångar; med och utan urinsortering.

Inkommande totalkvävehalt är något högre än förväntat vid urinsortering. För att vid systemet utan urinsortering vara lägre. Kvävehalten reduceras ungefär lika mycket i de olika stegen genom hela anläggningen. Reningseffekten är bra speciellt i det urinsorterande fallet då belastningen är lägre. Det visar sig alltså att en bra

reningseffekt är svårt att uppnå vid den högre belastningen, utan exempelvis ytterligare recirkulering i biobäddarna. Anledningen till de något fluktuerande värdena i kurvan utan urinsortering beror på att proverna är stickprover. Det vill säga det har varit svårt att följa samma belastningsvåg genom reningsverket.

Vid mätning av totalfosfor ser man tydligt effekterna av reduktionen i kemikaliefällningen som sker direkt efter mätpunkt 4. Vid mätpunkt 3 (utan urinsortering) syns en nedgång som visar att ett av stickproverna blev utspätt på grund av en pågående renspolning av anläggningen.

Värdena för kemisk syreförbrukande ämnen (COD) visar inte upp någon större skillnad i de båda fallen. Det är i de båda biobäddarna som den största reduktionen av COD sker, vilket också var väntat.

Biologisk syreförbrukning (BOD) på inkommande vatten ökar i fallet utan urinsortering, medan utgående värden är snarlika i de två fallen. Reningseffekten ligger på 94 till 97%, vilket är mycket bra. Analys av BOD har endast skett på *AnalyCen* då detta är en alltför krävande process. Se bilaga E.

För kontroll av reningsverket och reningseffekter hänvisas till Bilaga D.

### 5.7 Jämförelse av belastningar

Då rening sker med urinsortering förbrukas 200 liter per person och dygn, utan urinsortering förbrukas 214 liter per person och dygn. Dessa flöden är högre än vad som beräknats. Faktum är att dessa värden är högre än vad som anses normalt för ett hushåll och alltså inte alls speciellt vattensparande.

Tabell 5.8 Jämförelse av schablonvärden av beräknad belastning (se tabell 5.3b) och verkligt uppmätta värden på inkommande avloppsvatten från Södra Valsäng.

	Urinsortering		Utan urinsortering		
	verkligt	beräknat	verkligt	beräknat	
flöde	14	11	15	14	m <sup>3</sup> /dygn
totalfosfor	5,1	7	8,7	10,5	mg P/l
totalkväve	28,7	15,9	48	67,5	mg N/l
BOD	139	274	169	210	mg O <sub>2</sub> /l
COD	374	-	384	-	mg O <sub>2</sub> /l

Schablonvärden är hämtade ur Naturvårdsverkets Rapport 4425 "Vad innehåller avlopp från hushåll".

I jämförelse med de verkliga belastningarna på reningsverket är de ingående BOD- och fosforhalterna lägre än vad som beräknats för de båda fallen.

Anledningen till att BOD visar sig vara så lågt i det verkliga fallet jämfört med det beräknade kan bero på antagandet som gjordes i kapitel 5.4. Om istället antagandet görs att urin och fekalier står för lika delar av BOD-belastningen innebär det att de båda är 10 g/pe d. Detta skulle innebära att den beräknade BOD-belastningen i det urinsorterande fallet skulle ändras till 242 mg O<sub>2</sub>/l istället för 274. Se tabell 5.8. Ett

annat skäl till de stora skillnaderna kan vara att stor del av BOD tas bort i rensgrallret eller utspädningen på grund av den stora vattenförbrukningen.

Ingående kvävehalt till anläggningen är anmärkningsvärt hög vid urinsortering. I ett urinsorterande system borde kvävehalten vara hälften av det värde som uppmätts. Utan urinsortering är motsvarande värde något lågt. Se tabell nedan.

Allmänt kan sägas att de verkliga värdena, i synnerhet för ett system utan urinsortering är lägre än de beräknade. Detta beror förmodligen på utspädningsgraden, som kommer av den höga vattenförbrukningen.

### **5.8 Diskussion**

Anledningen till att det ingående flödet är högre än beräknat kan vara att systemet är högre belastat under mätperioden, det vill säga att en medelbelastning på 70 personer är för lågt räknat. Mätperioden har ju trots allt utförts delvis under en tid av mycket helger och delvis under sommaren, då belastningen troligtvis är högre än det beräknade medelvärdet. Det höga flödet gäller för de båda fallen.

Även ingående urinflöde är högt i förhållande till det beräknade vilket troligtvis beror på ett registrerat inläckage. Detta inläckage har emellertid åtgärdats under senare delen av mätperioden.

Ingående kvävehalt till anläggningen är i det verkliga fallet anmärkningsvärt hög. I ett urinsorterande system borde kvävehalten vara hälften så högt som den uppmätta. En av orsakerna kan vara att användarna av den urinsorterande toaletten inte är vana vid det nya systemet och därför använder fel fack. Ett problem som är särskilt stort för män. Det kan även bero på att i ett system som detta med litet flöde och liten uppehållstid på nätet innebär stora och snabba variationer av ingående halter och flöden. Att beakta är även att morgonurin har en högre halt av kväve än urinen under resten av dagen. Proverna har tagits under förmiddagen.

Reningsverket i Södra Valsäng är klart jämförbart med ett konventionellt reningsverk. Det framkommer då man jämför reningseffekterna med det kommunala reningsverket i Skärhamn. Det är endast den totala fosforeringen i Skärhamn, som kommer upp i samma reningseffekt som i Södra Valsäng. Detta grundar sig i den stora kemikaliegörbrukningen. För att få en bättre kontroll av dessa värden bör även en jämförelse ske med reningen i ett likvärdigt minireningsverk.

Reningseffekterna för kväve är mycket låga i Skärhamn, vilket man ska försöka åtgärda genom att bygga till en kvävereningsanläggning. I Södra Valsäng har man genom urinsorteringens åtgärden i toalettstolarna redan tagit bort 80% innan reningverket. Ovanpå detta kommer det faktum att kvävereduktionen vid urinsortering i Södra Valsäng ligger över 50% i reningverket. Då ingen urinsortering sker är reningseffekten något lägre vilket troligen kan åtgärdas med större recirkulation över biobäddarna.

I Södra Valsäng har man från början dimensionerat för ett kemiskt reningssteg. Det kan tänkas stå i motsatsförhållande till ekoby-konceptet, men visar sig ge mycket bra effekter på utgående fosforvärde. Utan urinsortering var den utgående fosforhalten något hög, vilket skulle kunna justeras genom högre kemikaliedosering.

## 6. Studie av ytterligare urinsorterande avloppssystem

### 6.1 Ekobyn Smeden i Jönköping

#### 6.1.1 Allmänt

Smedens ekoby i Ljungarum söder om Jönköping består av 12 parhus eller 24 bostadsrätter och ett daghem med samlingslokal. Bostadsområdet är dimensionerat för 100 personer.



*Figur 5.12 Husen i ekobyn Smeden.*

Initiativet togs av kommunen redan 1988, varefter de som visade intresse för ekologiskt boende bildade en förening. Det var sedan denna förening som såg till att projektet blev förverkligat. 1995 stod således Smedens ekoby färdigställd, utförd på totalentreprenad av byggföretaget Mjöbäck. Arkitekter var Jan Mörslin och P-O Oskarsson från Arkitekturrådet AB. Lägenheterna är projekterade i storlekar från 2 till 4 rum och kök, för att få en mer varierad familjesammansättning i ekobyn.

Tomterna är för detta åkermark som kommunen upplåtit till byggnad av ekobyn. Runt omkring finns gott om skog och delar av den har nyligen blivit naturreservat.

#### 6.1.2 Avloppssystemet

I Smeden har man valt ett avloppssystem med urinsorterande vattenspolande toaletter med lokal rening av BDT-vatten och separerat fekaliespolvatten. Reningen av vattnet sker med biologisk rening i en Bioclere anläggning. Valet föll på denna typ av

lösning, eftersom det fanns en väl fungerande anläggning i grannkommunen Aneby och att det är en enkel, lättbegriplig lösning. Man visste också att markbäddar hade en förmåga att sätta igen redan efter några år.



Figur 5.13 Reningsanläggningen i Smeden.

Fekaliedelen spolvas med vatten till en cyklonseparator, Aquatron, där vattnet avskiljs från fekalier och leds till reningsanläggningen. Fekalier faller ner i en kompostbehållare, med en volym på ca 400 liter. Separatoren och kompostbehållaren är placerade i en isolerad källare under förrådet intill huset. Ingång sker via en lucka i förrådsgolvet. Kompostmaterialet används sedan som jordförbättring på hushållens egna odlingar.

Den lokala reningsanläggningen tar som ovsn nämnts hand om BDT- och fekaliespolvattnet. Anläggningen från Bioclere består av en trekammarbrunn, med en volym på  $15 \text{ m}^3$ , och en biologisk biobädd, med ett bärarmaterial av plast, Hufo följt av en eftersedimenteringstank. Slammet från biobädden och sedimenteringen returpumpas till trekammarbrunnen. Efter reningen leds vattnet till en damm och sedan vidare till en naturlig våtmark bevuxen med alar via en bäck.. Alarna har en god förmåga att suga upp överflödigt vatten. Det har observerats att vattenståndet i våtmarken är konstant lågt, trots det ökade tillflödet från dammen. Recipient är slutligen Strömsbergsbäcken, ett mindre vattendrag som rinner genom naturreservatet.

Det är främst WM-ekologens urinsorterande toalettstol som har installerats, men det finns även två lägenheter med toalettstolen Dubletten i området. Med en spolning om ca 2 dl vardera leds urinen med spolvattnet till de seriekopplade urintankarna (2 stycken á  $30 \text{ m}^3$ ). Den beräknade vattenbesparingen är ca 20-40 liter per person och dygn vid användning av en urinsorterande toalett jämfört med en konventionell sådan.

Urintankarna är dimensionerade för att klara ett års behov. Eftersom många arbetar dagtid, samt reser bort under veckosluten, utträttas ofta behoven på annat håll. Detta innebär en mindre urinvolym än förväntat. Dagiset, som hyr samlingslokalen, kompenserar detta något.

### 6.1.3 Tömning av tankar

Tömningen av tankarna har utförts av en närliggande lantbrukssammanslutning, Maskinringen. Tömning sker två till tre gånger per år. Slam och urin har tömts vid samma tillfälle. Vid hämtning och spridning har vanliga gödselfordon använts.

För att tömma tankarna används en vacuumvagn med spridare, vilken kan tömma 8 m<sup>3</sup> per gång. Tanken är utformad med stora luckor för att kunna sänka ner pumpar om inte vacuumsugen skulle fungera.

### 6.1.4 Gödsling med humanurin och slam

Spridningen av urin och slam har efter lagring främst skett på åkrar intill ekobyn, maximal transport är 500 m. Kommunen har inte ställt några krav på lagring av urinen för att minska smittspridning, vilket gjort det möjligt för bonden att hämta urinen och sprida direkt utan någon mellanlagring. Spridningen sker med en traditionell spridare. Om spridningen sker vid en gynnsam tidpunkt, det vill säga vid sval väderlek och molnighet, helst regn kan kväveförlusterna begränsas. Det är endast vid varmare och torrare klimat en släpslangsspridning givit en kvävevinst av betydelse. Spridningen sker då under bladen för att på så sätt minska kväveavdunstningen.

Humanurin och slam från Smeden räcker bara för gödsling av ca fyra hektar av dessa åkrar, resten gödslas med konstgödsel. Odlingarna består av vall som används till hästfoder. Arla tar nämligen inte emot mjölk från kor som utfodras med grödor som gödslats med humanurin

[Larsson (1997)] [Johansson, J (1997)] [Cewe (1997)]

## 6.2 Understenshöjdens ekoby, Stockholm

### 6.2.1 Allmänt

Understenshöjden, beläget i Björkhagen sydost om Stockholm, består av 44 lägenheter i parhus om två våningar. Husen är placerade fem gårdsgrupper, med en gemensamhetslokal. Antalet invånare är beräknat till 160 personer.

Understenshöjden är en bostadsrättsförening inom HSB, som även varit byggherre. Bostäderna är uppförda så att de boende själva kunde bestämma planlösning och graden av färdigställande i sina lägenheter. Ekobyn har tyvärr haft mycket problem, med byggandet, som skedde med slarv under tidspress. Detta har medfört kostsamma och tidskrävande förbättringar i efterhand.

### 6.2.2 Avloppssystemet

Urinsorterande toaletter av typ Dubletten finns installerade i lägenheterna. BDT-vatten och fekalier renas i det egna lokala reningsverket med efterföljande rening i två dammar, vilka förbinds med en konstjord bäck.

*Figur 5.14 Reningsanläggningen i Understenshöjden, Stockholm.*

Urinen från samtliga lägenheter leds till två gemensamma urintankar om vardera 40 m<sup>3</sup>, dimensionerade för att kunna lagra 6-7 månaders urinproduktion. Ledningen som leder till urintankarna är försedd med ett bräddavlopp som går till reningsverket.

Reningsverket, av Biocleretyp, består av en slamavskiljningstank, två seriekopplade biobäddar samt eftersedimentering i en separat tank. För slutlig desinfektion använder man sig av ett UV-filter. Returslampumpningen från biobäddar och eftersedimentering pumpas automatiskt tillbaka till slamavskiljaren.

Efter reningsverket ska avloppsvattnet pumpas upp till ett filter av lecakulor vidare till den första dammen. Detta filter fungerar fosforreducerande. I den konstgjorda bäcken mellan dammarna ska vattnet kunna infiltrera ner i marken.



*Figur 5.15 Nedre dammen i Understenshöjden, Stockholm.*

Den andra dammen har ett bräddavlopp till den kommunala dagvattenledningen, som kan användas då vattnet inte gått åt till bevattning. Denna senare del av reningen har Miljö- och hälsoskyddsmyndigheten inte givit tillstånd att använda ännu. Sedan starten av anläggningen 1995 har istället vattnet, efter reningsverket, letts ut i det kommunala

spillvattennätet. Anledning är det höga fosforvärde som uppmätts efter UV-filtret. Detta värde på 5 mg/l har betraktats som ett utgående värde. Man har alltså helt bortsett från den del av rening som de två dammarna, filtret med lecakulor och bäcken motsvarar. Leverantören av reningsanläggningen anser detta vara helt oresonligt och kan visa flera liknande anläggningar som visar mycket goda utgående fosforvärden, men där man låtit vattnet gå genom hela anläggningen. Jämför exempelvis Smedens ekoby ovan.

Tabell 6.1 Analys av inkommande och utgående värden och reningseffekter från Understenshöjdens reningsverk.

	inkommande [mg/l]	utgående [mg/l]	reningseffekt
Totalfosfor	11,2	5,4	52%
Totalkväve	52	11,4	78%
BOD <sub>7</sub>	330	9,5	97%

Provtagningarna är tagna i fyra omgångar under perioden 960311-961008. Resultaten i tabell 6.1 är beräknade medelvärden av dessa. Anmärkningsvärt är att de enskilda värdena från analysresultaten har stor inbördes variation.

Skötsel av avloppsanläggningen utförs av arbetsgruppen Vattnets kretslopp, bestående av några boende i ekobyn. Detta bör dock inte vara särskilt tidskrävande, eftersom anläggningen i stort sett är självgående.

### 6.2.3 Tömning av tankarna

RagnSells Agro tömmer tankarna och omhändertar urinen. Gödsling med humanurin, efter ytterligare lagring i ballongtankar av plast, sker på olika lantgårdar för odlingsförsök. Transportavståndet beräknas vara omkring 3 mil.

Slam från slamavskiljare töms 2-3 gånger per år och körs till Högbytorps avfallsupplag norr om Stockholm för att pumpas i ledningar vidare till Kävplaverket på Lidingö. Här behandlas det tillsammans med det kommunala avloppsvattnet. Problem har uppstått vid tömning då slammet bildat en hård yta i slamtanken.

[Eliasson (1997)] [Johansson, M (1997)] [Cewe (1997)]

## 7. Jämförelse av de tre urinsorterande ekobyarna

### 7.1 Erfarenheter från Södra Valsängs ekoby

De flesta husen är byggda i mitten av 1970-talet som sommarstugor, mestadels med endast en toalett. Idag är dock många hus ombyggda till permanentbostäder.

De boende i Södra Valsäng hade från början inget större miljöintresse, till skillnad mot de flesta nybyggda ekobyar.

Arbetet med installationer av urinsorterande toaletter har inneburit omfattande arbeten i badrummen inomhus samt stora markarbeten utomhus. Trots att arbetet med servisledning och tankar skett med gemensam entreprenad har arbetet medfört störningar. Många var väldigt negativa till de omfattande markarbeten som utfördes genom trädgårdarna, ett problem som inte uppstår vid nybyggnad.

I ett fall visade det sig att inte markarbetet utförts tillräckligt noggrant; en gammal trekammarbrunn slogs sönder, vilket orsakade en källaröversvämning. Problemet uppstod inte förrän trädgården var återställd. Detta skapade irritation när schaktarbetet återupptogs.

En del hushåll har under tiden passat på att renovera sina badrum då installationen inneburit stora ingrepp i badrummen. Några har irriterats över merarbetet, att det varit krångligt samt över att passformen på olika detaljer varit dålig.

Den vägghängda toaletten hängs upp i en fixtur som fästes i golvet. Denna fixtur inkräktar på utrymmet i badrummet eller bakom badrumsväggen. Fixturen med däri gömda spillådan bör placeras åtkomligt för att nödvändig service ska kunna utföras.

Eftersom de flesta hus varit bebodda under installation av det nya systemet har det funnits krav på viss funktion hos toaletterna under pågående installation.

En intressant reflektion i just Södra Valsäng är man tidigare var mycket mer försiktig med toalettspolning eftersom tömningen av septiktankarna var dyr. Genom att införa papperskorg på toaletten för "kisspapper" försöker några hushåll undvika orsaken till onödigt spolande i den stora skålen. En annan reflektion är att den stora vattensparande effekten inte sker vid den stora spolningen utan tack vare den låga vattenåtgången i urinskålen.

Luktproblemen som uppstod från toaletterna i början berodde på felinstallering, vilket är ett vanligt installationsproblem för urinsorterande toaletter.

Stopp i urinledningar har uppstått hos några familjer men problemet har varit lätt att åtgärda. En intressant fråga att ta hänsyn till är hur ett stopp längre ut i ledningssystemet ska åtgärdas.

Ett annat lite annorlunda problem som uppstår i Södra Valsäng är att vissa av de som har fritidshus i området håller glykol i toaletterna på vintern. Anledningen är att

undvika sönderfrysning av porslinet vintertid. En bättre och miljövänligare metod torde finnas.

[Rehnström-Johansson et al. (1997)]

### **7.2 Erfarenheter från Smedens ekoby**

De problem som uppstått i ekobyen beror alla på felaktiga installationer, som varit svåra att rätta till i efterhand. Man har bland annat haft problem med lukt, då toalettstolens koppling in till väggen inte varit tillräckligt tät. Åtgärder har efter hand vidtagits.

Man har även haft problem med kristallbildning i urinerören på den första varianten av WM-ekologens toalettstol, då dessa försetts med för smala rör från urindelen. I flera lägenheter har rören satts igen. Toaletter byts nu successivt ut mot Dubletten. I fortsättningen sugs rören rena vid behov med hjälp av en speciell sug.

Fekalieseparatorm Aquatron har ställt till en del problem. Felinstallationer har gjort att spolvatten runnit ner i komposten. Vatteninnehållet har således ökat, vilket resulterat i en oeffektiv nedbrytning. Detta beror på de maskar som komposten innehåller. Dyngmaskarna, som genom att sönderdela komposten, förbättrar förutsättningarna för de bakterier som bryter ner komposten. Bakterierna är sedan dyngmaskens föda. Maskarna trivs inte i för blöt miljö och kan helt enkelt drunkna. Det har hänt att komposten har svämmat över och slamsugningsbil har fått tillkallas, för att suga rent i kompostbehållaren, och man har fått börja om på nytt igen. Problemet är vanligast i stora familjer, med fler än fem personer. När åtgärder tagits har komposten fungerat väldigt bra. Leverantören har varit mycket hjälpsam.

Komposten töms en till två gånger per år i de flesta familjerna. Tömning sker med hjälp av spade eller grep. Efterlagring sker i latrinburkar i källaren för fortsatt nedbrytning. Därefter forslas komposten ut till odlingarna.

Dammen, som är avsedd att användas för bevattning av odlingslotterna, hade höga halter av bakterier vid det mättillfälle som gjordes. Hittills har den inte använts till annat än bevattning av ett litet växthus i området, eftersom odlingslotterna inte varit i bruk tidigare. Man rekommenderar dock att inte använda vattnet till växter som ska ätas direkt, exempelvis sallad.

Provtagning av utgående avloppsvatten har endast skett vid ett tillfälle. I bäcken, efter dammen har det visat sig att både fosfor och BOD ligger under de krav som kommunen ställt. Vid mättillfället, 11:e november 1995, var halterna av BOD och totalfosfor direkt efter reningsverket 10 respektive 5,6 mg/l och i bäcken efter dammen var motsvarande värden 0,67 respektive 0,02. Ekobyen hoppas kunna arbeta fram ett kontrollprogram med kommunen för att få en längre mätserie.

### 7.3 Erfarenheter från Understenshöjden

Luktproblem har uppstått från avloppet, vilket berott på otäta ledningar som senare åtgärdats. Man har också haft stopp i urinledningarna på grund av hårbollar.

Analyser av urinen visar att kvävet är i ammoniakform, där urea ombildats till ammonium redan i ledningssystemet innan urintankarna. Med denna vetskap bör urinhantering betraktas som ammoniumhantering och syretillskott bör försöka minimeras, då ammonium annars omvandlas till ammoniak. Ammoniaken avgår till luften och är starkt försurande och eutrofierande.

Även avloppsvattnet består av höga halter ammonium i sedimenteringstankarna. Detta har åtgärdats genom att öka returslampumpningen, och därmed få en högre nitrifikation. Det vill säga att ammonium omvandlas till nitrat, genom reaktion med syre.

Det diskuteras om det höga fosforvärdet beror på de små vattenmängder som används. Genom att späda vattnet skulle ett bättre värde kunna uppmätas, men vart tar då den vattensparandet effekten vägen? Kanske är det inte rätt att använda sig av enheten mg/l i dessa vattensnåla, mindre system utan istället borde beakta reningseffekter i anläggningen.

Reningseffekterna är teoretiskt mycket bra vid den rådande reningen. Exempelvis ligger den på 52% för fosfor, vilket kan anses som maximalt värde då kemfällning inte tillämpas. För kväve och BOD ligger motsvarande effekt på 78 respektive 97%. Det kan även påpekas att utgående fosforhalt från reningsverket är samma som motsvarande utgående värde från reningsverket i ekoby Smeden. En utgående halt som i Smeden tillåts släppas ut.

Man vill försöka få ner utgående fosforhalt genom att fälla kemiskt med järnklorid, PIX. Snart ska ett fullskaleförsök utföras, enda sättet att reducera fosforhalterna så att Miljö- och hälsoskyddsmyndigheten skall godkänna utsläpp i dammen. Fosforfällningen kommer att ske i eftersedimenteringstanken.

Anläggningens utformning har visat sig försvåra provtagning i de olika delstegen. Detta försvårar naturligtvis uppföljning och utvärdering. Exempelvis kan ingående värde tas först efter slamavskiljningssteget.

#### 7.4 Slutsatser

När en jämförelse görs mellan de tre urinsorterande systemen ser man lätt de gemensamma problemen:

- De har alla haft luktproblem på grund av felaktiga installationer.
- Kristallisation i urinledningarna uppstår efter ett tag. Orsaken har i de tre fallen bedömts vara hår i ledningarna.

De boende i Södra Valsäng hade från början inget djupare miljöintresse. Avloppssystemet har installerats i befintliga byggnader, vilket medfört att man har ofta varit tvungen att ta till nödlösningar för spoldelen, när den inte kunnat installeras på sin rätta plats i väggen.

En intressant tendens är att de som från början var mest negativa till urinsortering idag har ändrat sig och tvärtom blivit väldigt positiva.

Det är inte alla hushåll som installerat den urinsorterande toaletten. Detta beror oftast på att de nyligen renoverat sina badrum. De inblandade därför fått några års dispens.

- Det skulle vara intressant med ännu en attitydundersökning som visar hur de boende tycker systemet fungerar när de lärt sig rutinerna.
- För att inte sanitetsporlinet ska spricka vintertid bör man finna en bättre lösning än att hålla glykol i toaletten.

De tidigare markbäddarna gav höga belastningar till recipienten av framförallt fosfor. Något annat som talar emot markbäddar är att de ofta alltför kort livslängd. Dessutom visar sig lokala markförhållanden ofta vara en begränsning för var en markbädd kan anläggas.

I Smedens ekoby har man haft en del installationsproblem. Tyvärr har inget ordentligt kontrollprogram utarbetats, det är därför svårt att avgöra hur bra reningen fungerar. Den biologiska reningen verkade fungera väl, man kunde se en fin biohud i biobädden.

Efter biobädden förs vattnet vidare till en damm placerad mitt i ekobyn. Dammen har blivit inhägnats efter påtryckningar från kommunen, men staketet är relativt lågt. Gott om insekter som flugor och myggor kan ses vid dammen. Tanken att ha en vattenspegel mitt i byn är positiv, eftersom de boende tänker mer på vad de spolar ner i avloppet. Det bör dock undersökas huruvida ovanstående insekter kan vara smittbärare i detta sammanhang, särskilt med tanke på det dagis som ligger bredvid dammen.

- Ett kontrollprogram bör utarbetas för att kunna göra en bättre bedömning av reningen av avloppsvattnet i Smedens ekoby.
- Ett UV-filter skulle kunna placeras innan dammen för att minska halten patogena mikroorganismer.

I Understenshöjden har man nyligen fått lov att släppa ut sitt avloppsvatten genom hela anläggningen. Anledningen är att utgående fosforvärde nu sänkts under 0,5 mg/l med hjälp av kemikalier i form av järnklorid.

Tyvär verkar denna ekoby något motverkad av kommunen, de fick aldrig ens pröva den ursprungliga anläggningen i sin helhet. Kommunen å andra sidan hävdar att recipientskyddet är viktigare och har därför varit så hårda i sin bedömning.

Anläggningen är svår att kontrollera eftersom det inte finns några bra, självklara mätpunkter. Det lecafilter som vattnet ska rinna igenom innan dammen är inte dokumenterat. Man vet egentligen inte om det över huvud taget fungerar och eftersom det är nedgrävt kan det inte kontrolleras.

De flesta problem som uppstått i Understenshöjden har varit svåra att åtgärda i efterhand. Idag fungerar anläggningen bra men det är viktigt att man i framtiden drar lärdom av denna något misslyckade projektering.

## 8. Livscykelanalys

### **Sammanfattning**

Denna livscykelanalys är en del av ansatsen till utvärdering av Södra Valsängs ekoby som ska redovisas till Naturvårdsverket samt Tjörns kommun.

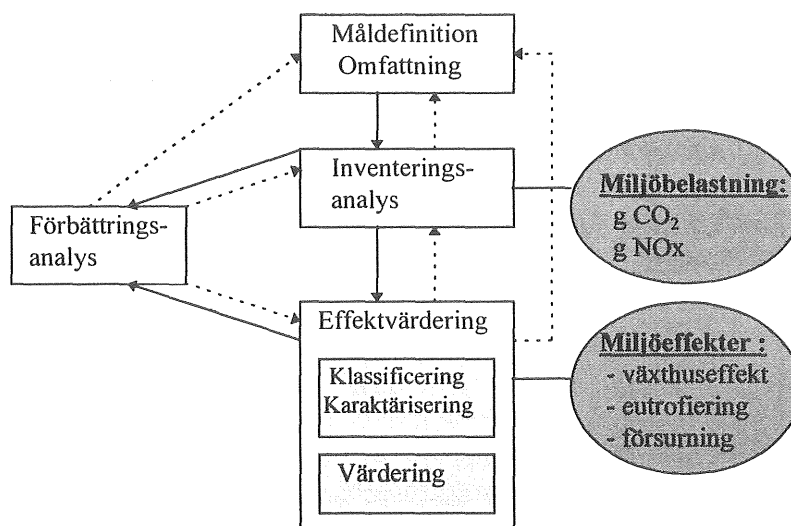
Analysen jämför tre olika alternativ: Alternativ 0, som är ett urinsorterande avloppssystem med lokal slambehandling och gödsling med urin. Alternativ 1 är ett system utan urinsortering med lokal slamhantering. I alternativ 2 samlas fekalier och urin upp i slamtankar och hämtas av slambil, för att behandlas på reningsverket i Skärhamn. Bad- disk och tvättvatten i detta alternativ tas om hand om i ett lokalt BDT-reningsverk.

I alternativ 0 och 1 har data insamlats genom egna mätningar och analyser. I alternativ 2 har data inhämtats från reningsverket i Skärhamn samt teoretiskt beräknade data, för BDT-reningsverket.

Effektvärdering har utförts med hjälp av tre värderingsmetoder: EPS-systemet, effektkategorimetoden samt ECO-knapphetsmetoden. Även total energiförbrukning och resursförbrukning har jämförts för de tre alternativen. Det visar sig att alternativ 0 är minst miljöstörande i alla värderingsmetoder. Alternativ 2 är mest miljöstörande i alla metoder, förutom i effektkategorimetoden då alternativ 1 är mest miljöstörande på grund av höga emissioner till vatten.

### 8.1 Metodbeskrivning

Livscykelanalys (LCA) är en användbar metod för att på ett förenklat sätt analysera och värdera hur exempelvis en produkt påverkar miljön. Metoden kan appliceras på tjänster och material. Analysen följer produktens livscykel; från vaggan till graven. Därför är det viktigt att bestämma var systemets livscykel börjar och var den slutar, eftersom gränserna inte är entydiga.



Figur 8.1 Procedur att genomföra en livscykelanalys.

1. Måldefinitionen formulerar den fråga som ska besvaras. Antaganden och avgränsningar för systemet utförs.
2. Inventeringsanalysens syfte är att beräkna miljöbelastningar, i form av resursförbrukning och föroreningsutsläpp.
3. Effektvärdering innebär att klassificera och karakterisera miljöbelastningarnas bidrag till olika miljöeffekter. Här görs försök att väga samman dessa miljöeffekter till ett mått på systemets totala miljöpåverkan.
4. Förbättringsanalysen används för att identifiera och utvärdera förbättringar i systemet.

[ Tillman (1996)]

## **8.2 Måldefinition**

Frågan som ska besvaras är vilket alternativ som är bättre ur miljösynpunkt av ett urinsorterande avloppssystem än om allt avloppsvatten behandlas i det lokala reningsverket med lokal slambehandling. Alternativt om bad-, disk- och tvättvattnet behandlas i det lokala reningsverket men svartvattnet transporteras till kommunens reningsverk för vidare behandling.

### **8.2.1 Studiens uppläggning**

I livscykelanalysen kommer enbart påverkan av drift att jämföras då skillnaderna i investering av erfarenhet inte antas vara avgörande i de tre fallen.[Tillman (1996)]

Södra Valsäng är ett fritidshusområde under permanentisering som tidigare använt sig av individuella septiktankar tömda av Tjörns slamtjänst, samt markbädd för BDT-vatten. När det var dags att bygga ut avloppsnätet valde invånarna ett urinsorterande avloppssystem där fekalier och BDT-vatten behandlas i det lokala reningsverket. Området är småskaligt med mellan 60-100 invånare, beroende på årstid. Ett årsmedelvärde har beräknats till 70 personer.

### **8.2.2 Funktionell enhet**

Den funktionella enheten är omhändertagande av en persons avloppsvatten under ett år. I detta sammanhang är det viktigt att veta exakt hur många människor som bor i området, under hur lång tid och vilka föroreningsparametrar de bidrar med. Bostäder med mulltoa kommer endast att bidra med BDT-vatten till reningsverket och de hushåll som har vanliga toaletter kommer att bidra med mer föroreningar till reningsverket än en urinsorterande toalett.

### **8.2.3 Geografiska avgränsningar**

Systemet avgränsas geografiskt till Sverige. Föroreningarna kan däremot ha effekter även utanför dessa gränser. Exempelvis bidrar koldioxid till den globala växthuseffekten.

Trots att fosforbrytning sker i Nordafrika, det vill säga utanför de satta geografiska gränserna, kommer hänsyn tas till miljöbelastning. Dock endast transportdelen, eftersom sträckan är lång. Hänsyn har även tagits till transporten av Teknofangisäckarna från Italien.

### **8.2.4 Avgränsningar i tiden**

Studien avser att gälla från nu och framåt. Det är svårt att avgöra hur lång systemets tekniska livslängd är, 50 år är en vanlig uppskattning. Även faktorer som styr framtida krav inverkar på hur avloppsrening kommer att se ut. I denna LCA har inte livslängden någon egentlig betydelse.

### 8.2.5 Avgränsningar mot natursystem och övriga tekniska system

Studien behandlar endast avloppsvatten från hushåll. Systemgränsen är satt ifrån hushållen; det att avloppsvattnet förs vidare från toalettstol, diskbänk, badkar eller liknande. Vattnet leds genom reningsverket och rinner vidare ut i recipienten. Flera flöden som lämnar systemet har inte kunnat följas hela vägen till sin "grav". För dessa flöden har kvantiteten fastställts i den punkt då de lämnar systemet.

I det urinsorterande alternativet borde utbyte av toaletter spela roll. Detta eftersom de urinsorterande toaletterna, som tillverkas i Polen, måste transporteras längre än vanliga svensktillverkade toaletter. Eftersom denna analys endast är en jämförelse av driften av de olika alternativen har detta med avsikt inte tagits med.

### 8.2.6 Datakvalitet

För att få en uppskattning av hur bra den aktuella anläggningen fungerar har prover tagits på inkommande och utgående avloppsvatten. In- och utgående värden har därefter använts för uppskattning av reningseffekter från BDT-reningsverket. Nedanstående reningseffekter som har använts är samma effekter som i alternativ 0.

Totalfosfor	97%
Totalkväve	54%
BOD	97%
COD	88%

Inkommande flöde, totalfosfor, totalkväve och BOD till BDT reningsverket har beräknats med hjälp av schablonvärden utgivna av Naturvårdsverket, kapitel 5.4. [Naturvårdsverket (1995:b)]

Data för BOD, kväve- och fosforutsläpp har tagits fram genom ett flertal mätningar och analyser. Både egna och genom laboratoriet AnalyCen i Göteborg. Värdena redovisas i bilaga A, B och E.

Kortaste vägsträckan för transport har bestämts med hjälp av programmet ROUTE 66.

Produktionsdata för polymer och aluminiumklorid har hämtats från ECO-GUIDE projektet [Tillman et al. (1996)]. Data för tillverkning av järnklorid återfinns i Systemanalys VA [Bengtsson et al. (1997)]. Se bilaga G. Eftersom produktionsvärden för Ekoflock 90 inte fanns att tillgå, har värden för den antaget likvärdiga kemikalien aluminiumklorid använts. Ekoflock 90 är en aluminiumhydroxiklorid.

Kemikalieanvändningen i alternativ 1 och 2 uppskattas med utgångspunkt från att förhållandet mellan tillsatsen av fällningskemikalie och fosforhalt i inkommande avloppsvattnen är proportionellt. Tillverkningen av alla kemikalier antas ske i Helsingborg, utom för Ekoflock 90, som tillverkas i Vetlanda.

Data för tillverkning av handelsgödsel har liksom för polymer hämtats från ECO-GUIDE projekte (se bilaga G). Angående användningen av handelsgödsel tillverkas fosforgödsel genom brytning av råfosfat i Norra Afrika och kvävegödsel med en energikrävande fixering av luftkväve med hjälp av naturgas.

Mängd sluppen handelsgödsel, det vill säga den handelsgödsel som ersätts av urin, beräknas med hjälp av fosfor- och kväveinnehåll i urintankarna från Södra Valsäng. Spridda mängder per hektar har antagits enligt Slamöverenskommelsen. Se bilaga G(5).

Elektriciteten i denna analys antas framställd enligt svensk elmix. Dessa elenergidata har hämtats från Systemanalys VA [Bengtsson et al. (1997)]. Se bilaga G(6). Ingen hänsyn har tagits till energiförluster vid tillverkning av el.

Elförbrukningen för alternativ 0 har erhållits från elmätaren på plats, likaså i alternativ 1. I alternativ 2 har elförbrukningen i BDT-reningsverket uppskattats och för Skärhamns reningsverk mäts elförbrukningen kontinuerligt.

För utsläpp till luft och energianvändning vid transport har schablonvärden för transport med lastbil och båt hämtats från litteratur [Tillman (1994)]. Värden på utsläpp från traktorer vid spridning har erhållits från ORWARE. [Dalemo (1996)], liksom energiförbrukning vid spridning av urin på åker. Värden har uppskattats för utsläpp från traktortransporter på landsväg. För transport med personbil och släp har motsvarande värde uppskattats till 1/5 av den från lastbilstransport.

### 8.2.7 Kontrollparametrar

För att kunna göra en uppskattning av vad som påverkar sjöar, hav och luft kommer nedanstående miljöaspekter att jämföras.

#### Utsläpp till luft

SO<sub>2</sub> - svaveldioxid  
NO<sub>x</sub> - kväveoxidföreningar  
CO<sub>2</sub> - koldioxid  
CO - kolmonoxid  
stoff

#### Utsläpp till vatten

Totalfosfor  
Totalkväve  
BOD - biologiskt syreförbrukande ämnen  
COD - kemiskt syreförbrukande ämnen

#### Utsläpp till mark

Totalfosfor  
Totalkväve

---

## Avfall

Slam  
Aska  
Allmänt

## Resursförbrukning

Olja  
Diesel  
Kol  
Naturgas

Fosfor är en ändlig naturresurs men har ändå inte värderats som resursförbrukning. Detta trots att det för att framställa 1 kg fosforgödsel åtgår 6,7 kg råfosfat.

## Total Energiförbrukning

### 8.3 Inventeringsanalys

#### 8.3.1 Alternativen

Avloppssystemen som ska jämföras har varierande grad av källsortering hos avloppsvattnet, vilket kan följas i flödesschemat nedan. Bassystemet innebär de delar av avloppssystemet som gäller för alla tre alternativen.

- Alternativ 0: Befintligt urinsorterande system och lokal slamhantering.
- Alternativ 1: Ett system utan urinsortering med lokal slamhantering.
- Alternativ 2: Ett system utan urinsortering. Fekalier och urin samlas upp i slamtankar och hämtas av slambil och behandlas på reningsverket i Skärhamn. BDT-vattnet tas om hand om i det lokala BDT-reningsverket.

#### 8.3.2 Alternativ 0

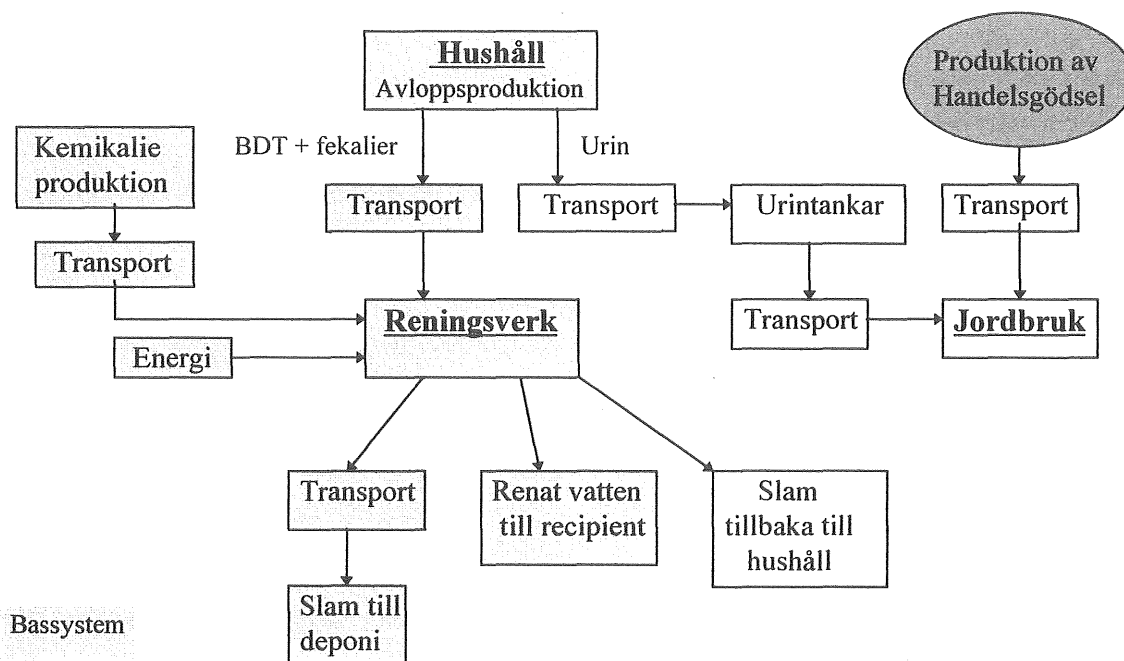
##### Systembeskrivning

Befintligt källsorterande system med urinsortering. Befintligt reningsverk och ledningsnät.

Reningsverket påbörjades 1995 och stod klart 1996. Nya ledningar drogs, separata för urin respektive BDT-fekalier. Urinsorterande toalettstolar har ersatt de gamla icke urinsorterande.

Reningsverket behandlar inkommande avloppsvatten i tre steg: mekanisk, biologisk och kemisk rening. Principskiss över reningsstegen i avloppsreningsverket kan ses i figur 5.3. Reningsverket har utvecklats av Bioclere. För utförligare beskrivning av reningsprocessen se kapitel 5.

Provtagning av inkommande och utgående vatten togs som flödesproportionellt dygnsprov en gång per vecka, under en period under våren 1997. Dessa prover analyserades av AnalyCen i Göteborg. Under samma period togs även stickprover på in- och utgående vatten och mellan reningsstegen inne i reningsverket, som analyserades på VA-laboratoriet vid Chalmers Tekniska Högskola.



Figur 5.2 Flödesschema för alternativ 0.

Urinen samlas och lagras i 21 seriekopplade urintankar. Transport sker med traktor till en bonde för spridning över jordbruksmark, efter minst 6 månaders lagring.

Slammet som bildas avvattnas på anläggningen med *Teknofanghi* slamavvattnare. Efter åtminstone 6 månaders lagring användas det som jordförbättring i hushållens trädgårdar.

### Flöden och föroreningsmängder

Utgående flöde mäts med en flödesmätare, som även reglerar kemikaliedoseringen, och registreras dagligen. Medelflödet är  $14 \text{ m}^3/\text{dygn}$ .

Urinflödet till tankarna har beräknats till  $113 \text{ m}^3/\text{år}$ , vilket innebär ett dygnsflöde på  $0,31 \text{ m}^3$ . Detta är ett högre värde än det beräknade på  $0,21 \text{ m}^3$ . Det beror förmodligen på ett observerat inläckage av dagvatten till en urinbrunn i ett av de övre områdena.

Inget industri-, process- eller dagvatten tillförs reningsanläggningen.

Föroreningsmängder i form av COD, BOD<sub>7</sub>, totalfosfor och totalkväve har räknats ut med hjälp av analysresultaten från maj 1997.

### Kemikalieförbrukning

Fällning sker med kemikalie EKOFLOCK 90 som är en aluminiumhydroxiklorid-lösning. Doseringen sker med 144 ml/1000 l avloppsvatten, det vill säga 192 g/1000 liter. Detta ger en förbrukning på 14 kg/pe år. Förkortningen pe står för personekvivalent.

Vid slamhanteringen används en polymer, ZETAG 40, för att få partiklarna att häfta i varandra innan avvattningen. Årsförbrukning ligger på 25 kg per år, det vill säga 367 g/pe år.

### Utsläpp till recipient

Från reningsverket förs det renade vattnet ut i recipienten, Mabäcken. Bäckens mynnar så småningom i havet vid Säbykile. Bräddning sker inte.

Tabell 8.1 Utsläppta mängder till recipienten under maj 1997.

Utsläpp	mg/l	g/pe år
BOD	4,4	321
COD	42	3066
Totalfosfor	0,25	18
Totalkväve	13,7	999

### Slambehandling

Slammet samlas upp och lagras i slamtanken. Tömningsfrekvens av denna beräknas till en gång i veckan på sommaren och en gång varannan vecka på vintern. Detta beror på att belastningen är mindre på vintern. Detta eftersom sommargästerna åkt hem samt att tillväxten av biohud hämmas av kylan på vintern.

Avvattning i säckar sker med hjälp av *Teknofanghi* avvattnare. Därefter lagras säckarna med slam i minst ett halvår. Antalet säckar per år beräknas uppgå till 117 per år.

### Återföring av näringsämnen

Återföring av näringsämnen till jordbruket sker genom spridning av urin på åkrarna. Urinen hämtas av en lantbrukare en gång per år. En tank kan tömmas per gång, vilket innebär att 21 vändor måste göras per spridningsgång. Transporten är 5 km och med traktor.

En viss del av kvävet beräknas vid spridning avgå till luften i form av ammoniak. I denna analys beräknas 50% av kvävet avgå till luften, 25% i form av kvävgas och 25% som ammoniak, resten återförs till marken.

En provtagning av urin har gjorts och utifrån det har näringsmängder beräknats, se kapitel 5.5.10 och bilaga H. Återföring av näringsämnen till mark blir följande, exklusive avgång till luft vid spridning:

Fosfor	338 g/pe år
Kväve	2045 g/pe år

Själva spridningsprocessen är relativt energikrävande med en förbrukning på 444 MJ/ha. Spridning av handelsgödsel kräver inte lika mycket energi utan beräknas till en tiondel av vad spridningen av urin kräver. Förmodligen sprider lantbrukaren både urin och handelsgödsel för att få den rätta blandningen av näringsämnen.

Endast 22 kg fosfor och 150 kg ammoniumkväve kan spridas per hektar odlingsbar mark.

Slammet används av hushållen i Södra Valsängs ekoby som jordförbättring i trädgårdarna. Analys av slammet är utförd av *AnalyCen* i Linköping. Volymen beräknas uppgå till 2900 liter motsvarande 42 liter per person och år.

Återföring av näringsämnen från slam till mark:

Fosfor	351 g/pe år
Kväve	315 g/pe år

### **Energianvändning**

Total energiförbrukning vid driften av reningsverket var enligt elmätare 3244 kWh, inklusive ledningsnätet med pumpar. Avläsningen skedde under tiden 97-04-08 till 97-06-05. Det innebär en årsförbrukning på 20 367 kWh eller 1047 MJ/pe år. Detta värde antas motsvara årsförbrukningen.

### **Transporter**

Som fällningkemikalie används Ekoflock 90, tillverkad av Ekoflock i Vetlanda. Transport sker med lastbil till Södra Valsäng.

Polymerlösningen, Zetag 67 FS40, antas tillverkas i Helsingborg och distribueras med lastbil via Västra Frölunda (CDM) till Södra Valsäng.

Säckarna till slamhanteringen tillverkas i Italien och skickas till Tjörn via Stockholm.

Det slam som avskiljs i rensgaller går till deponi i Skärhamn. Detta är en sträcka av 9 km enkel resa. Transporten sker två gånger om året med vanlig personbil och släpkärra.

Urin till jordbruket transporteras av lantbrukare med traktor till Dyreby, som ligger 5 km från reningsverket.

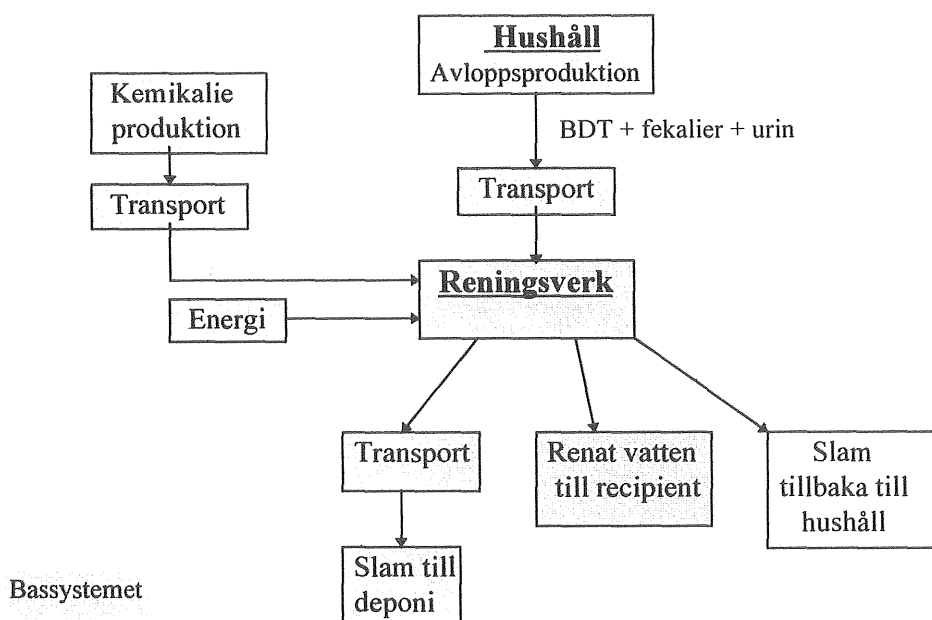
### **8.3.3 Alternativ 1**

#### **Systembeskrivning**

Ingen urinsortering sker, utan Bioclere-reningsverket tar även hand om urinen. Scenariot är inte helt främmande: Vad skulle hända om lantbrukaren inte längre vill ta hand om urinen?

Den skillnad i reningsprocessen, jämfört med alternativ 0, som sker är framförallt att kväve- och fosformängderna som behöver reduceras är väsentligt större. Alltså innebär detta en högre belastning på reningsverket. En viss mängd kväve till biobädden är bra för tillväxten av biohuden, men vid för stora halter kan inte tillräckligt stor mängd kväve reduceras. När det gäller fosforinnehållet reduceras det mesta i fällningsprocessen, vilket innebär att mängden fällningskemikalie kommer att behöva öka. Föroreningsmängden till recipienten kommer att öka.

Då urinsortering inte sker innebär det att de urinsorterande toaletterna ej behöver installeras. En nyinvestering av toalettstolar sker dock regelbundet. Inte heller de dubbla avloppsledningarna behövs. Allt detta tillhör emellertid investeringarna som ej tagits hänsyn till denna analys.



Figur 8.3 Flödesschema för Alternativ 1.

### Flöden och föroreningsmängder

För att kunna utvärdera ett icke-urinsorterande avloppssystem har anläggningen i Södra Valsång ställts om under ett antal veckor, för att även behandla urinen. Två veckors injustering har följts av en treveckors mätperiod. I jämförelse med det urinsorterande systemet ökar flödet något och mängden av föroreningar ökar.

Tabell 8.2 Inkommande belastning till ett icke urinsorterande system.

Utsläpp	g/pe år
BOD	11 738
COD	29 346
Totalfosfor	533
Totalkväve	3504

### Kemikalieförbrukning

Fällning sker även här med kemikalien EKOFLOCK 90. Förbrukningen av EKOFLOCK kommer att öka med 44%, eftersom fosforbelastningen ökar med 44% i jämförelse med alternativet 0. Detta ger en förbrukning på 20,2 kg/pe år.

Förbrukningen av ZETAG för slambehandling antas vara samma som i alternativ 0. Det ger en årsförbrukning på 25 kg per år, vilket motsvarar 367 g/pe år.

### Utsläpp till recipient

Tabell 8.3 Utsläpp till recipienten ökar då urinsortering ej tillämpas.

Utsläpp	g/pe år
BOD	321
COD	3212
Totalfosfor	60
Totalkväve	2044

Totalt utsläpp till recipienten ökar därmed. Bräddning behöver inte tillämpas.

### Slambehandling

Slammet behandlas enligt samma princip som i alternativ 0. Mängden slam kan väntas öka något vid ökade föroreningshalter. Ökningen sker på grund av en ökad tillväxt av biohud och att mängden kemslam ökar. Denna ökning anses dock marginell och tas därför inte hänsyn till. Även näringsämnen i slammet kommer att höjas, vilket är positivt för hushållen.

### Återföring av näringsämnen

Total minskad grad av återföring av näringsämnen. Återföringen till hushållen ökar men det blir ingen återföring till jordbruket.

Återföring av näringsämnen:

Fosfor	473 g/pe år
Kväve	526 g/pe år

### Energianvändning

Elenergin som förbrukas vid driften av reningsverket beräknas vara 16553 kWh/år. Detta är ett medelvärde som beräknats med bakgrund av en period av 20 dagar, vilket kan anses vara ett något knapphändigt underlag. Det är svårt att säga varför elförbrukningen minskar i detta alternativ. Anledningen kan vara ett minskat antal pumpar som är i bruk eller att anläggningen förbrukat mycket el i början, alternativ 0, på grund av inkörningsarbete.

### Transporter

Detta alternativ innebär en minskning av transporter, eftersom urinen ej transporteras till jordbruksmark. Transport av slam till deponi är densamma som i alternativ 0.

Kemikalietransporterna kommer att öka något, på grund av det ökade behovet av kemikalier i både fällning och slamhantering. Även en något ökad transport av säckar för slambehandling kommer att behövas.

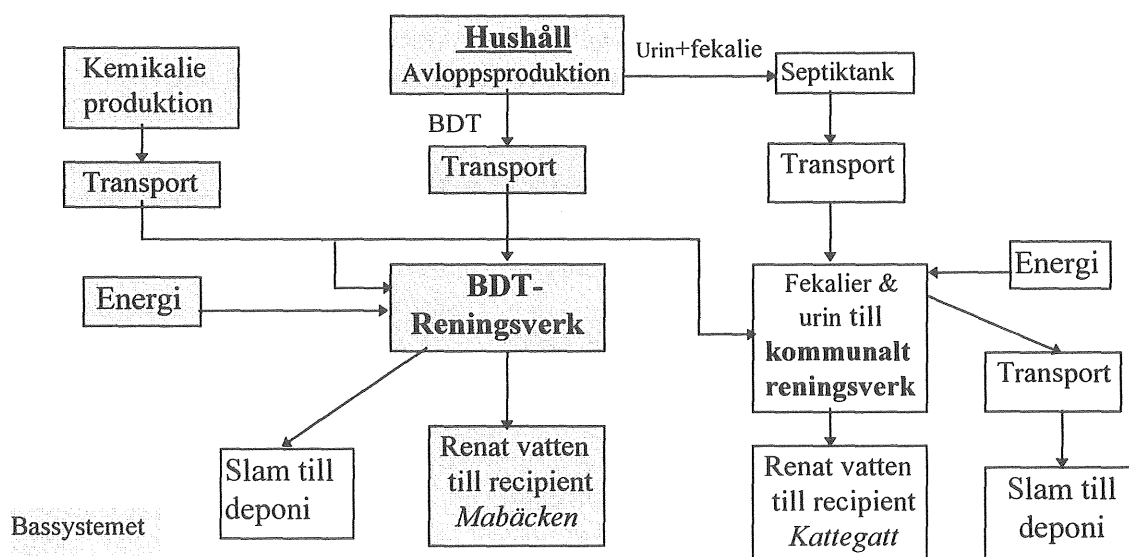
### 8.3.4 Alternativ 2

#### Systembeskrivning

BDT-vattnet leds ner till ett BDT-reningsverk, i nyinstallerade ledningar. Reningsverket befinner sig på samma plats som reningsverket i de föregående alternativen, endast utformningen skiljer sig något.

BDT-reningsverket består av försedimentering i en bassäng, efterföljd av en biobädd och sist flockning, med Ekoflock 90, i en eftersedimenteringsbassäng. Principen för de olika delarna i reningsverket är samma som i alternativ 0. Slammet som bildas i botten av biobädden recirkuleras tillbaka till försedimenteringen. Slammet från för- och eftersedimenteringen lagras i en slamtank på 8 m<sup>3</sup> inför deponering.

Fekalier och urin samlas upp i de befintliga septiktankarna, en för varje hushåll. Svartvattnet i tankarna hämtas med slamtank och förs till kommunens avloppsreningsverk i Skärhamn. Detta sker tre gånger per år och hushåll, det vill säga totalt 108 (36 hushåll) gånger per år för hela ekoby.



Figur 8.4 Flödesschema för Alternativ 2.

På Tjörn finns tre kommunala reningsverk; Skärhamn, Rönnäng och Huddviksnäs. Till Rönnäng skickas innehållet i septiktankar. Här tas avloppsvatten även om hand från några bostadsområden, exempelvis Rönnäng, Bleket och Klädesholmen. Fakta finns att tillgå från reningsverket vid Skärhamn.

Reningsverken i Skärhamn och Rönnäng är i princip identiska. Reningsverket i Skärhamn skiljer sig så att kemikalieförbrukningen är mindre än i Rönnäng och flödet in till reningsverket är jämnare. I Rönnäng kommer flödet stötvis på grund av att den största belastningen är tömningen av septiktankar. Tömningen sker oregelbundet.

Man planerar att utjämna ingående flöde i framtiden genom att bygga en utjämningsbassäng i anslutning reningsverket. Rönnäng har som det ser ut nu nått sin maximala belastning.

På reningsverket i Skärhamn sker reningen på mekanisk och kemisk väg. Först passerar inkommande vatten en trumsil, Rotosieve, därefter ett luftat sandfång. Vidare får vattnet sedimentera i två parallella försedimenteringsbassänger.

Via en pumpgrop pumpas vattnet till blandningskammaren där järnklorid tillsätts, för att flockar skall bildas i flockningsbassängerna, två i serie. Härfter leds vattnet igenom en kanal vidare till två parallella eftersedimenteringsbassänger, med tre kammare efter varandra.

I början av kanalen tillsätts polymer, för att öka vidhäftningen av flockarna och därmed öka deras sedimenteringsförmåga, innan vattnet går vidare till eftersedimenteringen. Kanalen har ett antal trösklar för att ytterligare öka uppehållstiden och storleken på flockarna innan sedimenteringen.

Det i eftersedimenteringen bildade slammet recirkuleras till ingående vatten innan sandfånget, för att ta vara på den överflödiga järnkloriden.

1998 kommer reningsverken i Skärhamn och Rönnäng att utökas med biologisk rening i form av ett biotorn; en biologisk bädd.

Slammet som bildats på botten i försedimenteringsbassängen förs vidare till en slamförtjockare och sedan en röt-kammare. Rejektvattnet som bildas i slamförtjockaren leds tillbaka till reningsverket.

I röt-kammaren cirkuleras slammet kontinuerligt och leds förbi en värmeväxlare. Genomgångsflödet till röt-kammaren är 8-9 m<sup>3</sup>/dygn. Härifrån leds vattnet till ett slamlager eller avvattnas direkt, i en centrifug till en TS-halt av ca 40%, för att föras till deponi i Stenungssund, lastat i container.

Prover tas med jämna mellanrum på slammet då man vill utreda om slammet lämpar sig för spridning på åkrar. Det har visat sig vara möjligt och i framtiden kommer det att tillämpas.

Kravet på utgående värden och reningseffekt i Skärhamn från kommunen ligger när det gäller fosfor på 0,5 mg P/l respektive minst 90% reduktion. Utgående krav för BOD ligger på 15 mg O<sub>2</sub>/l. Det finns inga krav på reduktion av kväve eller utgående värden.

### Flöden och föroreningsmängder

Endast bad-, tvätt- och diskvatten belastar det lokala reningsverket i Södra Valsäng. Det innebär ett beräknat årligt flöde till reningsverket på 54,8 m<sup>3</sup> per person. Belastningarna av BOD, totalfosfor och totalkväve uppskattas till 28; 0,6 respektive 1,0 g/pe d vardera.

Fekalier och urin tas om hand på det kommunala reningsverket. Detta slamflöde uppgår till uppskattningsvis 50 l/pe d, dvs 3,45 m<sup>3</sup>/d. Reningsverket i Skärhamn har ett minsta flöde på 700 m<sup>3</sup>/d, vilket innebär att slammet från Södra Valsäng uppgår till 0,5% av totala flödet till reningsverket.

### Kemikalieförbrukning

Kemikalieförbrukningen i det lokala reningsverket antas vara lägre än i alternativet 0. En uppskattning av förbrukningen kan göras till 8,26 kg EKOFLOCK 90 /pe år, eftersom fosforbelastningen minskar med 41% i jämförelse med alternativ 0.

I Skärhamn använder man enligt uppgift ca 450 g järnklorid/m<sup>3</sup> och två sorters polymer; Sedipur till fällning och Zetag 59 till slamförtjockning. Förbrukning av Sedipur uppgår till 2 g/m<sup>3</sup> och för Zetag, 144 000 kg/år. Detta innebär att Södra Valsängs del uppgår till 8212,5 g järnklorid/pe år, 36,5 g Sedipur/pe år och 10285,7 Zetag 59/pe år.

Kemikalieförbrukning beräknas stå i proportion till inkommande avloppsvattnets volym. Detta är en ganska grov förenkling, eftersom de olika inkommande vattnen är av olika karaktär. Emellertid bör antagandet kunna göras, då Skärhamn inte tar emot något industrivatten.

### Utsläpp till recipient

En reningsgrad på BDT-reningsverket kan enligt litteratur uppskattas till 98% för BOD, 90% för COD, 97% för totalfosfor och 54% för totalkväve. Utsläpp till recipient enligt nedanstående tabeller.

Tabell 8.4 Utsläpp till recipienten i Södra Valsäng

Utsläpp	g / pe år
BOD	137
COD	1022
Totalfosfor	7
Totalkväve	168

Tabell 8.5 Utsläpp från reningsverket i Skärhamn. Recipient är havet.

Utsläpp	mg / l
BOD	7
COD	124
Totalfosfor	0,09
Totalkväve	15

### Slambehandling

Ingen slambehandling sker på det lokala reningsverket. BDT-slammet skickas till deponi. Slammet har då en uppskattad TS-halt på 4%.

### Återföring av näringsämnen

Ingen återföring av näringsämnen sker från reningsverket i Skärhamn eller Södra Valsäng.

### Energianvändning

Elförbrukningen i ett BDT-reningsverk beräknas till 845 MJ/pe år, ett värde som erhållits genom att ta bort vissa komponenter i Bioclereanläggningen från alternativ 1. Borttagna komponenter är en biobädd, rens gallret (Meva Monoscreen) och Technofanghi slamavvattnare. Den senare beräknas förbruka 2,5 MJ/pe år. En rimlig uppskattning är att ett BDT-reningsverk förbrukar 6 MJ/pe år mindre än alternativ 1. Detta är en anmärkningsvärd liten skillnad.

Energiförbrukningen för pumpar beräknas enligt:

$$E = \frac{g \times V \times H}{3600 \times \eta} \quad [\text{kWh}]$$

$g = 9,81$  (tyngdaccelerationen)

$V =$  volym vatten

$H =$  uppfodringshöjden

$E =$  energiförbrukningen

$\eta =$  pumpens verkningsgrad

[VA-teknik (1995)]

Behandlingen på Tjörns kommuns reningsverk i Skärhamn förbrukade 425 kWh/dygn i juni 1997 för att i januari samma år ligga på i medeltal 593 kWh/dygn. Detta innebär en årsförbrukning på 185 785 kWh. Södra Valsängs del av elförbrukningen är 0,5%, det vill säga 13,3 kWh/pe år.

Rötkammaren kräver värmeenergi, som fås av en oljepanna. Oljeförbrukningen var under samma tid som ovan 29 l/dygn (juni) respektive 97 l/dygn (januari), en medelförbrukning på 63 l/dygn. Oljan går även till uppvärmning av reningsverket och inkommande vatten, som på vintern har en lägre temperatur. Rötkammaren står dock för det största förbrukningen. Oljeförbrukningen blir 230 000 kWh per år, med ett effektivvärde för vanlig förbränningsolja är ca 10 000 kWh per 1000 liter olja. Det

renade avloppsvattnet från Södra Valsäng beräknas förbruka 59 MJ/ pe år av den totala oljeförbrukningen.

### **Transporter**

Alla kemikalier beräknas tillverkas och produceras av Kemira i Helsingborg, förutom Ekoflock 90 som tillverkas i Vetlanda. Trasporter sker ifrån respektive ort.

Transport av svartvatten till Skärhamn i alternativ 2 sker med slamtankbil, ungefär 108 gånger per år. Transportsträckan är ca 9 km enkel väg, vilket ger totalt 972 km/år, vilket motsvarande 14 km/pe år.

Slammet som bildas i BDT-reningsverket i Södra Valsäng skickas till deponi i Skärhamn. Det rör sig om 30 m<sup>3</sup>/år med en TS-halt på 4%, vilket innebär att slamtanken behöver tömmas 4 gånger per år. En transport av totalt 36 km/år eller 0,5 km/pe år.

Slammet som bildas vid reningsverket i Skärhamn förs till deponi i Stenungsund. Detta görs 1 gång per vecka med lastbil i container. Detta är en sträcka av 24 km enkel resa, motsvarande 0,089 km/pe år, vilket är Södra Valsängs del. Liksom tidigare nämnts har 0,5% av totala mängden av som produceras använts.

## **8.5 Effektvärdering**

Inventeringsresultaten har analyserats för att få grepp om vilken del i avloppssystemet som ger störst belastning, en så kallad dominansanalys. Resultaten från en inventeringsanalys ger en stor mängd data som är svåra att överblicka. Det är svårt att värdera eller dra entydiga slutsatser av resultaten. Data normaliseras därför genom att de olika parametrarna viktas samman enligt olika principer, för att få ett entydigt index.

Värderingen har gjorts med hjälp av EPS-systemet, Effektkategorimetoden och ECO-knapphetsmetoden. De tre värderingsmetoderna är till hjälp för en översiktlig värdering. Hänsyn har även tagits till den totala energiförbrukningen i de tre alternativen.

### ***EPS-systemet***

I denna metod sker värdering genom att beakta betalningsvilligheten för återställandet av skada som erhålls på fem skyddsobjekt. Skyddsobjekten är:

- Mänsklig hälsa
- Biologisk mångfald
- Produktion
- Resurser
- Estetik

Här läggs stor vikt på utarmning av ändliga resurser och global påverkan, exempelvis växthuseffekten. Parametrar som fossila resurser och koldioxid dominerar resultaten.

#### *Effektkategorimetoden*

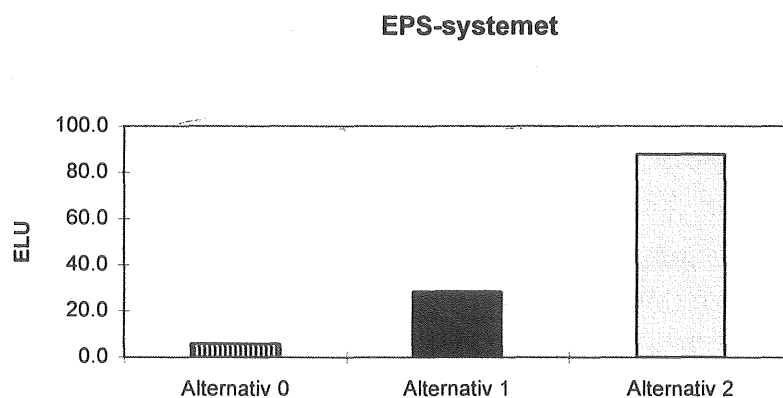
Belastningarna delas in i olika kategorier efter deras bidrag till de effekter som varje kategori representerar. Viktningen mellan de olika kategorierna baseras på politiska mål. Resultaten visar regionala effekter som övergödning och försurning. Viktiga parametrar är  $\text{NO}_x$  och  $\text{SO}_2$  samt totala utsläppen av kväve och fosfor.

#### *ECO-knapphetsmetoden*

Grundar sig på principen om ekologisk knapphet som baseras på förhållandet mellan totala utsläppsmängder och kritiska belastningar. Denna metod visar på samma sätt som effektkategorimetoden de regionala miljöeffekterna. Därför dominerar resultaten även här av  $\text{NO}_x$  och  $\text{SO}_2$  samt de totala kväve- och fosforhalter som släpps ut.

### 8.5.1 Värderingsresultat med EPS-systemet

Alternativ 2 är sämst på grund av den höga dieselförbrukningen som ger stora koldioxidutsläpp. Svartvattentransporter från septiktankar i Södra Valsäng till reningsverket i Skärhamn är den stora energislukaren. Det är anmärkningsvärt att alternativ 2 ger lägsta utsläppen till vatten för kväve och fosfor. Anledningen är låga inkommande värden. Reningen av fosfor är effektiv i Skärhamn, vilket inte är konstigt om man ser till den stora kemikalieförbrukningen.



Figur 8.5 Resultat av värdering med EPS-systemet

Själva reningsanläggningen i Skärhamn kräver mindre elektricitet än den i Södra Valsäng, vilket naturligtvis missgynnar de två första alternativen.

Skärhamn förbrukar cirka 20 gånger mindre än det lokala alternativet, Södra Valsäng. Detta grundar sig dock inte på en komplett inventering av alternativen. I det lokala alternativet räknas transporten till reningsverket med. Motsvarande transport för Skärhamn finns det inte några uppgifter på. Den sistnämnda elförbrukningen kan

emellertid jämföras med de energikrävande transporterna med slambil som krävs i alternativ 2.

I alternativ 0 är dieselförbrukningen högre än i alternativ 1. Anledningen är spridningen av urin med traktor som sker i alternativ 0. Den slupna gödselproduktionen i detta alternativ ger negativa värden för naturgas och koldioxidutsläpp.

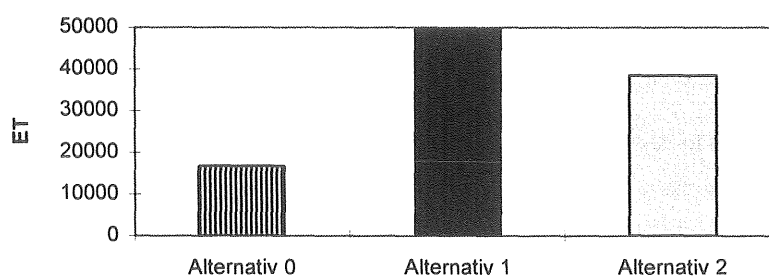
Alternativ 1 har höga emissionsvärden till vatten av kväve och fosfor. Reningsanläggningen har inte injusterats för en förhöjd belastning av kväve och fosfor. Reningseffekten skulle kunna förbättras genom en större recirkulation över biobäddarna för att reducera kväve samt en högre tillsats av fosforreducerande kemikalie.

### 8.5.2 Värderingsresultat med Effektkategorimetoden

Enligt denna värdering blir alternativ 1 det sämsta alternativet. Det beror främst på de regionala effekter som uppstår vid de höga utsläpp av fosfor och kväve till recipienten. Viktningsfaktorerna i effektkategorimetoden är för just dessa parametrar mycket höga, vilket grundar sig i de utsläppskrav som ställs på kväve och fosfor. Som tidigare nämnts kan detta för alternativ 1 åtgärdas på ett ganska enkelt sätt, men det skulle kräva en ökad total kemikalie- och energiförbrukning.

I denna utvärderingsmetod tillkommer deponiavfall bland kontrollparametrarna. Alternativ 1 genererar störst mängd avfall till deponi. Avfallsmängden kommer genom tillverkningen av Ekoflock 90. Även emissioner till luften i form av stoft är högst i detta alternativ. Även detta uppstår vid tillverkningen av Ekoflock. Genom den negativa påverkan av den slupna gödseltillverkningen i alternativ 0, påverkar inte det ovanstående alternativet trots att samma kemikalie som används.

#### Effektkategorimetoden



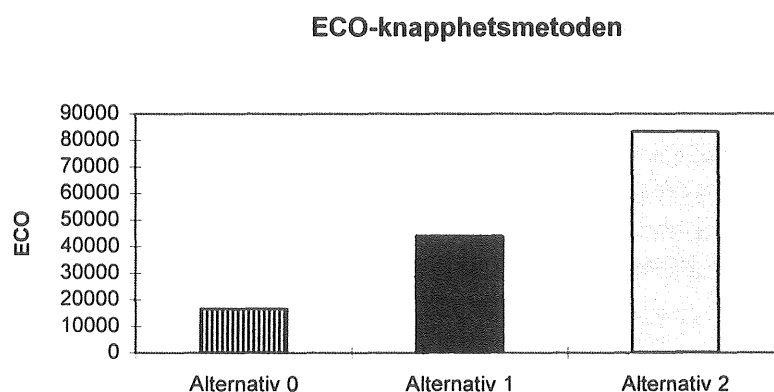
Figur 8.6 Resultat av värdering med Effektkategorimetoden

Alternativ 2 har emellertid störst emissioner till luften vad det gäller  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  och CO. Högst värde för avfall till deponi i form av slam och aska återfinns också i detta alternativ.

Om alternativ 0 kan nämnas att de låga emissionerna till luften även det kan härledas till den slupna gödselproduktionen.

### 8.5.3 Värderingsresultat med ECO-knapphetsmetoden

Alternativ 2 är här det sämsta alternativet på grund av den höga dieselförbrukningen. Den uppkommer genom den tidigare nämnda svartvattentransporten från Södra Valsäng till Skärhamn, vilket innebär höga emissioner till luft och en hög energiförbrukning. Ytterligare en stor post är slammet som förs till deponi, både från Skärhamn och BDT-reningsverket i Södra Valsäng.



Figur 8.7 Resultat av värdering med ECO-knapphetsmetoden

Alternativ 1 har högst värde på avfall till deponi, samt högst värde på emissioner till vatten för kväve och fosfor.

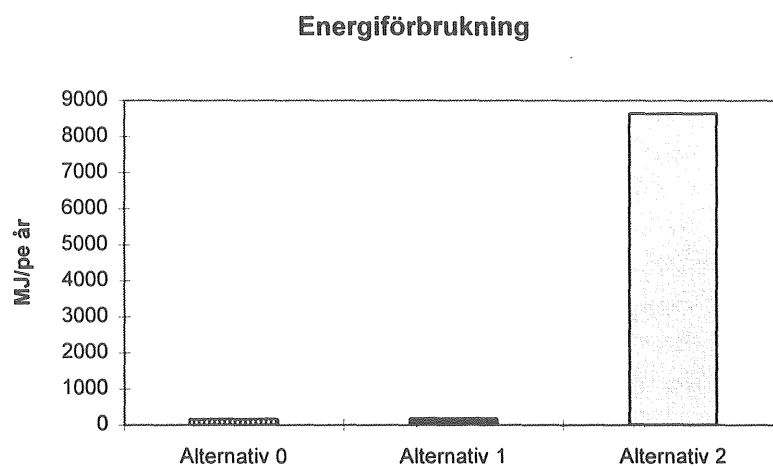
Alternativ 0 är precis som tidigare totalt sett fördelaktigast. De negativa emissionerna till luft för  $\text{NO}_x$  och  $\text{CO}_2$ , samt negativa värden på avfall till deponi och naturgasförbrukning beror som tidigare nämnts på den slupna gödselproduktionen.

### 8.5.4 Total energiförbrukning

Alternativ 2 kräver mest energi vilket återspeglar transporterna av svartvatten mellan Södra Valsäng och Skärhamn.

Lägst energiförbrukning har alternativ 0. Alternativ 1 har dock så pass låg förbrukning att skillnaden mellan alternativ 0 och 1 kan försummas. Spridningen av urin med traktor i alternativ 0 kräver en hel del energi. Denna negativa effekt reduceras på grund av den slupna gödselproduktionen.

När det gäller elförbrukningen vid driften av reningsprocessen i de olika alternativen se kapitel 8.5.1.

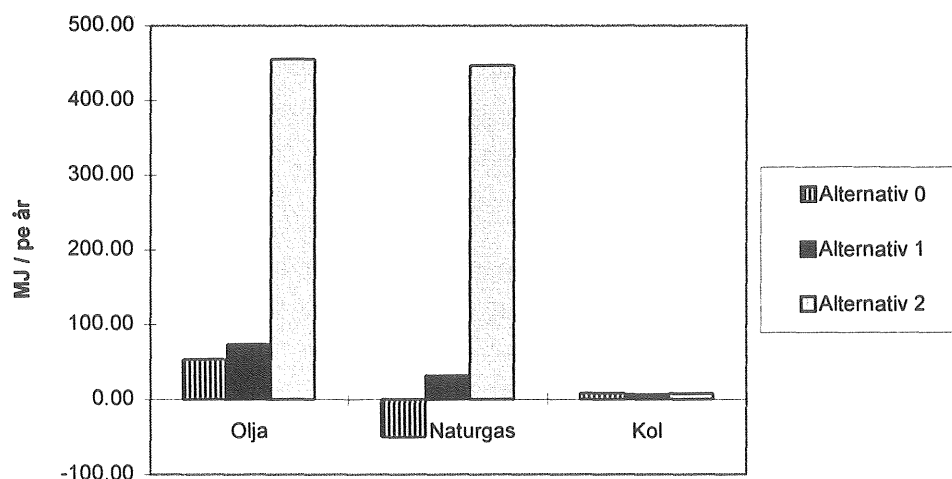


Figur 8.8 Resultat av värdering av total energiförbrukning

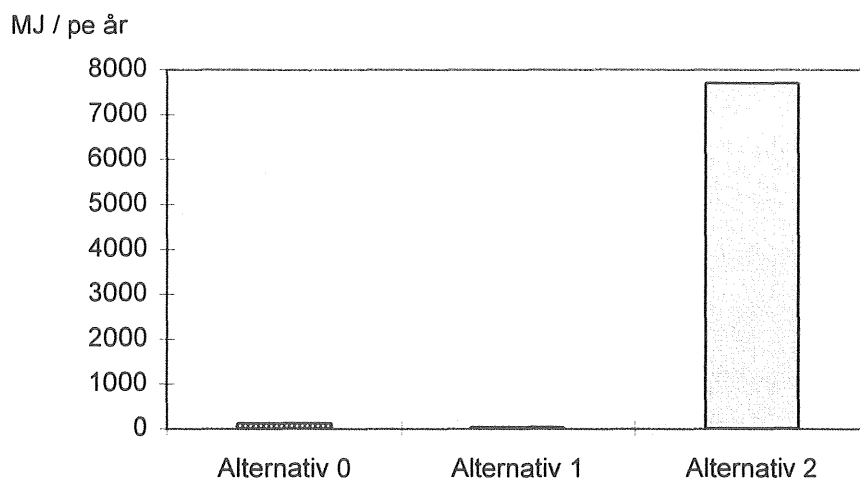
### 8.5.5 Resursförbrukning

Klart märkbart är den mycket höga dieselförbrukningen i alternativ 2 på grund av transporter av svartvatten, samt den negativa naturgasförbrukningen i alternativ 0 på grund av sluppen gödselproduktion. Att dieselförbrukningen är högre i alternativ 0 än i 1 beror på urinspridningen.

En intressant reflektion i detta sammanhang är att produktionen av polymer ger hög förbrukning av både olja och naturgas. Slamförtjockningsmedlet i form av polymer används i alla tre alternativ. Detta är en stor post i alternativ 2 som har en stor förbrukning av just polymer vid slambehandlingen i Skärhamn.



Figur 8.9 Resultat av värdering av resursförbrukning förutom diesel



Figur 8.10 Resultat av värdering av dieselförbrukning

### 8.5.6 Jämförelse av resultaten med olika värderingsmetoder

Värderingsresultaten visar att alternativ 0 är det bästa alternativet, vilket inte var någon större överraskning. Att alternativ 1 inte var bättre berodde till stort sett på de stora emissionerna till vatten i form av kväve och fosfor, vilket skulle kunna minskas om reningsanläggningen i Södra Valsång injusteras bättre för den förhöjda belastningen.

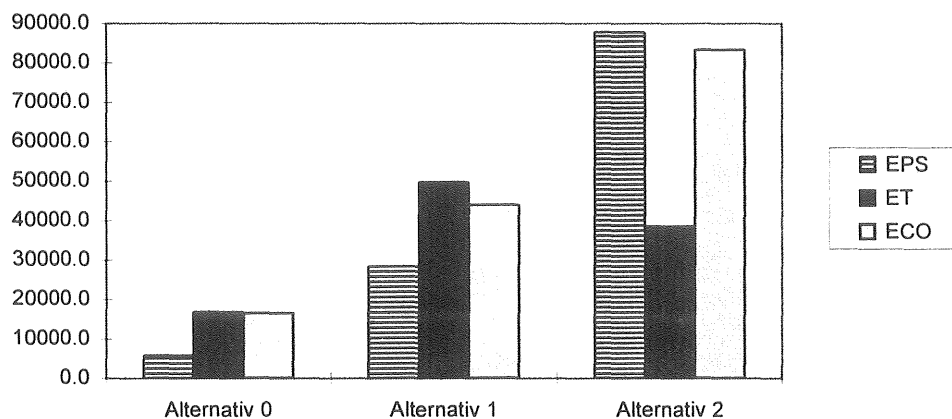
Det sämsta scenariot, alternativ 2, har låga emissioner till vatten men på grund av svartvattentransporterna blir de totala emissionerna stora till luft och energi- och resursförbrukningen hög. De låga fosfor- och kvävehalterna till vatten är anmärkningsvärda då de ger de absolut lägsta utsläppen i alla alternativen, speciellt som kvävereduktionen i genomsnitt endast är 4%. Anledningen är den låga inkommande kvävehalten som ligger på ca 20 mg/l, vilket kan jämföras med en inkommande på 48 mg/l i alternativ 1

Det är viktigt att komma ihåg att det är i stort på grund av att hänsyn tagits till den slupna gödselproduktionen i alternativ 0, som värdena sänks rejält. Därmed gör detta alternativ 0 till det bästa i alla värderingarna.

I värderingen har ingen hänsyn tagits till emissioner till mark i form av tungmetaller. De tungmetaller som tillförs systemet kommer till stor del från den kemikaliska reningen och beräknas slutligen hamna i slammet. Slammet som i alternativ 0 och 1 återförs till mark antas inte läggas på jordbruksmark utan används som jordförbättring till buskar och gräsmattor. Övrigt slam förs till deponi. Om förutsättningarna ändras bör denna parameter tas med i beräkningarna.

För sammansatt resultat av EPS, Effektkategorimetoden och ECO-knapphetsmetoden se nedanstående figur.

## Jämförelse mellan de olika metoderna



Figur 8.11 Jämförelse av resultaten mellan de tre värderingsmetoderna.

### 8.6 Slutledning

Rekommendation av slambehandling på plats för att slippa transport av slam med låg TS-halt, vilket ger hög energi- och resursförbrukning. BDT- och svartvattentransporter består till cirka 98% av vatten.

De flesta större havsnära reningsverk satsar på förbättrad kväverening, vilket är bra så länge inte tanken om resurshushållning och kretsloppsanpassning försvinner. Kvävereningen kräver nämligen stor energiförbrukning.

Konventionella reningsverk visar sig förbruka mindre elektricitet vilket är anmärkningsvärt, men den höga förbrukningen av kemikalier är en klar nackdel och borde åtgärdas.

Injustering av minireningsverk är mycket viktig för att se till att BOD, kväve- och fosforutsläppen inte överskrider de ställda kraven. Dessa mindre reningsanläggningar förbrukar mer elektricitet men kemikalieförbrukningen kan hållas på låga nivåer.

Systemet med septiktankar bör frångås då transportererna blir alldeles för omfattande och energikrävande.

BDT-reningsverk är att föredra före markbäddar då detta framförallt belastar den lokala miljön mindre. I Tjörns kommun har redan ett beslut fattats att markbäddar för BDT-vatten skall borttas då det visat sig ge höga fosforbelastningar på närliggande vattendrag.

Urinsortering visar sig vara ett bra alternativ. Miljövinsten som fås av den slupna gödselproduktionen reduceras dock av den energikrävande spridningen med traktor. Detta avspeglas bara i den metod där man enbart tar hänsyn till resursförbrukning.

Livcykelanalys som verktyg är svårhanterligt vid effektvärdering eftersom värderingsparametrarna svänger mycket då ingående data ändras något. I detta fall har utgående fosforvärde varit en sådan. Fosforutsläpp är högt värderad i två av värderingsmetoderna.

---

## 9. Slutsatser

Urinsortering visar sig vara ekologiskt hållbart för mindre avloppssystem. För större system är risken stor för igensättningar i ledningarna, både urin- och fekalieledningar. Dagens avloppsledningarna är inte dimensionerade för ett minskat vattenflöde vilket gör att risken för stopp i dessa är överhängande. Avsättning för urin måste också tas i beaktande. I en stad kan detta bli ett problem där det är ont om avsättningsytor och långt till närmsta jordbruk.

De nya avloppssystem som idag prövas har oftast lokala tillämpningar och kan inte ersätta det utbyggda avloppsnätet som redan finns i tätorter, däremot är det ett bra komplement. Tidigare har byggnadsplaner för fritidsområden inte kunnat genomföras på grund av att det blivit för svårt att lösa VA-frågan. Om lokala lösningar på dessa problem tillåts i större utsträckning finns det heller inga hinder att bygga. Det är viktigt att vara medveten om detta så att systemen blir uthålliga. En annan viktig sak är systemens brukarvänlighet. Problem på detta område kan innebära att brukaren efter ett tag begär att få ansluta sig till det kommunala systemet, vilket innebär mycket höga merkostnader. Flera ekobyar med torra toalettsystem har råkat ut för detta dilemma.

Avloppsvattnet måste återigen börja ses som en resurs, näringsämnen i detta vattnet ska kunna återföras till kretsloppet. Fosfor är en livsnödvändighet för livet på jorden och en ändlig naturresurs som antas vara en bristvara om ungefär 200 år. Kväve i sin tur har vi visserligen obegränsad tillgång på, men det krävs enorma energimängder för att utvinna detta kväve ur luften. En återföring till jordbruket skulle vara energisnåla och innebära mindre utsläpp till recipienten.

Denna rapport belyser problemen med att utforma ett väl fungerande urinsortande avloppssystem. Det uppstår problem främst vid inkörning och injustering av reningsanläggningen. Även brukarna av systemet har svårigheter att anpassa sig.

Alla transporter ger stora utsläpp och är energiförbrukande, varför de i största möjliga utsträckning måste minimeras. Slam bör behandlas lokalt och septiktankar bör undvikas då dessa genererar stora transporter vid tömning på grund av sitt stora vatteninnehåll. De befintliga avloppsreningsverken bör begränsa kemikalieanvändningen. I de alternativa avloppsanläggningarna är det svårt att helt klara utsläppskraven för fosfor utan kemikalier. Vid provtagning av urin visar det sig att näringsinnehållet, framförallt kväve, är bevarat efter tre månaders lagring. Eventuell avgång av kväve till luft sker vid spridning. I dagsläget pågår försök för att kontrollera denna avgång.

Det finns inte mycket erfarenhet av urinsortande system och de i rapporten nämnda exempel bör verka som pilotfall. Det är viktigt att ta vara på alla erfarenheter för att kunna gå vidare i utvecklingen. Idag handlar VA-försörjning om uthållighet vad det gäller resurshushållning och kretslopp och detta mål måste gå hand i hand med strävan om bättre miljö och hygien. Vi får inte glömma att det var på grund av bristande hygien och sjukdomsspridning som dagens avloppssystem ser ut som de gör idag.

## Referenser

Bengtsson, M; Lundin M (1997) *Systemanalys VA*. (Utkast) Chalmers Tekniska Högskola.

Dalemo, Magnus (1996) *The ORWARE Simulation Model - Anaerobic Digestion and Sewage Plant Sub-models*. Institutionen för lantbruksteknik, Uppsala, Rapport 216. ISSN 0283-0086

Haneus, Å; Johansson E (1996) *Urinsorterande avloppssystem*. Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik, Avdelningarna för Restproduktionsteknik och VA-teknik, Tekniska Högskolan i Luleå, Examensarbete 1996:176 E. Luleå. ISSN 0349-6023

Häggström, Steffen (1988) *Hydraulik för V-teknologer*. Institutionen för vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola, Undervisningsskrift Nr 1988:8, upplaga 2 1992

Jönsson, H; Olsson, A; Stenström, T A; Dalhammar G (1996) *Källsorterad humanurin i kretslopp - Förstudie i tre delar*. Svenska vatten- och avloppsföreningen och Byggeforskningsrådet. Stockholm. Rapport 1996-03. ISBN 91-88392-91-0

Kärrman, Erik (1995) *Utvärdering av olika avloppssystem, metod- och fallstudier*. Institutionen för VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola. Internrapport 1995:1

Kärrman, Erik (1997) *Analysis of Waste Water Systems, with Respect to Environmental Impact and the Use of Resources*. Institutionen för VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Rapport 1997:2. ISSN 1401-1859

Malmqvist, P-A; Björkman, H; Stenberg, M; Andersson, K; Tillman A-M; Kärrman, E (1995) *Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund*. VA-FORSK, VAV, Rapport nr 1995-03/Delrapport från ECO-GUIDE projektet, Stockholm. ISBN 91-88392-57-0

Naturvårdsverket (1993) *Vatten, avlopp och miljö*. Rapport 4207, Underlagsrapport till "Ett miljöanpassat samhälle - MILJÖ'93".

Naturvårdsverket (1993:b) *Stora avloppsreningsverk. Slam & avloppsvatten. Aktuella förhållanden 1993*. Rapport 4423, Stockholm. ISBN 91-620-4423-0

Naturvårdsverket (1993:c) *Renare slam. Åtgärder för kommunala avloppsreningsverk*. Rapport 4251, Uppsala. ISBN 91-620-4251-3

Naturvårdsverket (1995) *Användning av avloppsslam i jordbruket*. Statens Naturvårdsverk, Svenska vatten och avloppsverksföreningen, Lantbrukarnas Riksförbund, Rapport 4418, Stockholm. ISBN 91-620-4418-4

- Naturvårdsverket (1995:b) *Vad innehåller avlopp från hushåll?* Rapport 4425, Stockholm. ISBN 91-620-4425-7
- Naturvårdsverket (1995:c) *Miljöanpassade vatten- och avloppssystem.* Förslag till bedömningsgrunder, Stockholm. ISBN 91-620-4429-X
- Naturvårdsverket (1995:d) *Nationella miljömål.* Rapport 4483, Förteckning över mål för miljöarbetet beslutade av riksdag och regering 1995/96, Stockholm. ISBN 91-620-4483-4
- Nord (1995) *Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment.* Nord 1995:20 Köpenhamn, Danmark. ISBN 92 9120 692 X. ISSN 0903-7004
- Olsson, Anna (1995) *Källsorterad humanurin - Förekomst och överlevnad av fekala mikroorganismer samt kemisk sammansättning.* Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Rapport 208. Uppsala. ISSN 0283-0086
- Rehnström-Johansson, Å; Berg P-O (1997) *Djupstudie av Södra Valsäng. Attitydundersökning.* VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola
- Rust VA-projekt AB (1997) *Erfarenheter av vatten- och avloppslösningar i ekobyar.* VA-forsk Projekt 96:117
- SNA (1990) *Sveriges kartor.* ISBN 91-87760-01-0
- Stenberg, M; Andersson, A-C; Kärrman, E (1996) *Miljökonsekvensbeskrivning tillämpad på alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hammarsund.* Institutionen för VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola, Rapport 1996:1/ Delrapport från ECO-GUIDE projektet, Göteborg, Sverige. ISSN 1401-1859
- Stenström, Tor-Axel (1996) *Sjukdomsframkallande mikroorganismer i avloppssystem.* Statens Naturvårdsverk, Smittskyddsinstitutet och Socialstyrelsen, Rapport 4683, Stockholm. ISBN 91-620-4683-7
- Stenström, Tor-Axel (1997) *Mikrobiologisk hygien i avloppssystem.* Naturvårdsverket och Socialstyrelsen, Remissutgåva.
- Tillman, Ann-Marie (1994) *Godstransporter i livscykelanalys. Schablonvärden för energianvändning och emissioner.* Teknisk Miljöplanering, Chalmers Tekniska Högskola, Rapport 1994:1, Göteborg.
- Tillman, A-M; Lundström, Henrik; Svingby, M (1996) *Livscykelanalys av alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund.* Delrapport från ECO-GUIDE projektet. Institutionen för Teknisk Miljöplanering, Chalmers Tekniska Högskola, Rapport 1996:1, Göteborg, Sverige. ISSN 1400-9560

Tillman, A-M; Lundström, Henrik; Svingby, M (1996:b) *Livscykelanalys av alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund*. Databilaga. Institutionen för Teknisk Miljöplanering, Chalmers Tekniska Högskola, Rapport 1996:1b, Göteborg, Sverige. ISSN 1400-9560

Tillman, A-M; Kärrman, E; Nilsson, J (1997) *Comparison of Environmental Impact Assessment, Life Cycle Assessment and Sustainable Development Records*. At the general level and based on case studies of waste water systems. Report from the ECO-GUIDE project. Technical Environmental Planning, Chalmers University of Technology, Report 1997:1, Göteborg, Sweden. ISSN 1400-9560

VA-ledningsteknik (1995) *Kompendie i VA-ledningsteknik* Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

VA-ledningsteknik (1997) *Kompendie i Vattenbehandling* Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

VAV (1995) *VA-teknik idag och i morgon - hygien funktion och uthållighet*. Svenska vatten- och avloppsföreningen. Stockholm.

#### **Personreferenser**

Andersson, Egon; Tjörns kommuns reningsverk, Skärhamn, Tjörn 0304-67 91 41

Axén, Evy; VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Bengtsson, Magnus; Teknisk Miljöplanering, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Berg, Sune; Hushållningssällskapet, Luleå

Balmér, Peter; GRYYAB, Göteborg

Cewe, Lennart; Bioclere Svenska AB, Stockholm 08-94 49 00

Eliasson, Monica; brf Understenshöjden, Stockholm 08-648 30 74

Johansson, Jörgen; Miljö- och hälsoskyddsämnden, Jönköpings kommun

Johansson, Mats; Verna miljökonsult, Stockholm 08-702 12 80

Kärrman, Erik; Bygghöjningsrådet & VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Larsson, Pia; Smedens ekoby, Jönköping 036 -199508

Lundin, Margareta; Teknisk Miljöplanering, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Nielsen, Tommy; Södra Valsängs Ekoby, Tjörn 0304-66 92 45

Strömqvist, Gunilla; Miljö- och Hälsoskyddsnämnden, Tjörns kommun

Svensson, Bertil; konsult, Vatten & miljöteknik AB, Tollerred 0302-323 16

Tillman, Ann-Marie; Teknisk Miljöplanering, Chalmers Tekniska Högskola,  
Göteborg

Åstebro, Anneli; Miljöskyddsavdelningen, Stockholm stad 08-616 97 83





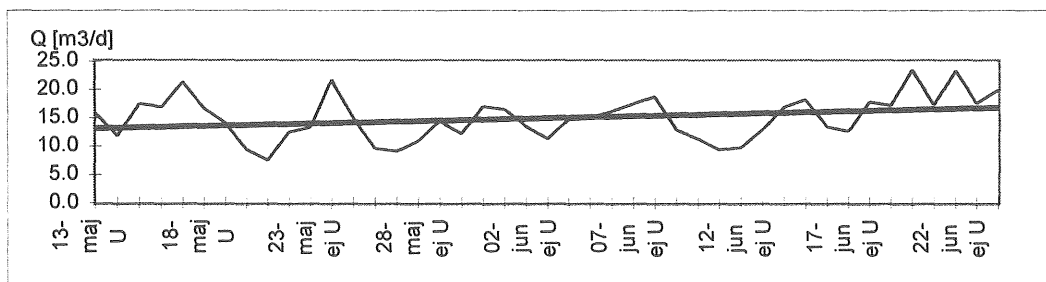


Drift-situation	datum	m3/d
U	13-maj	15.8
U	14-maj	11.8
U	15-maj	17.5
U	16-maj	16.9
U	17-maj	21.3
U	18-maj	16.7
U	19-maj	14.1
U	20-maj	9.4
U	21-maj	7.5
U	22-maj	12.5
ej U	23-maj	13.3
ej U	24-maj	21.7
ej U	25-maj	15.0
ej U	26-maj	9.6
ej U	27-maj	9.1
ej U	28-maj	10.9
ej U	29-maj	14.4
ej U	30-maj	12.2
ej U	31-maj	17.0
ej U	01-jun	16.5
ej U	02-jun	13.5
ej U	03-jun	11.3
ej U	04-jun	14.7
ej U	05-jun	14.9
ej U	06-jun	16.2
ej U	07-jun	17.5
ej U	08-jun	18.8
ej U	09-jun	12.9
ej U	10-jun	11.3
ej U	11-jun	9.4
ej U	12-jun	9.8
ej U	13-jun	12.9
ej U	14-jun	16.9
ej U	15-jun	18.2
ej U	16-jun	13.4
ej U	17-jun	12.6
ej U	18-jun	17.8
ej U	19-jun	17.2
ej U	20-jun	23.5
ej U	21-jun	17.3
ej U	22-jun	23.3
ej U	23-jun	17.6
ej U	24-jun	19.9

BILAGA A

Dygnsflöde  
Södra Valsängs ekoby

U - urinsortering  
ej U - utan urinsortering



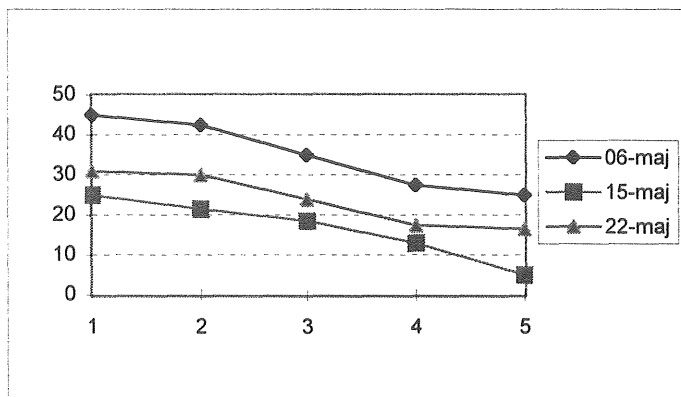
# Sammanställda analysresultat

BILAGA B (1)

från provtagning i Södra Valsängs ekoby, Tjörn (med urinsortering)

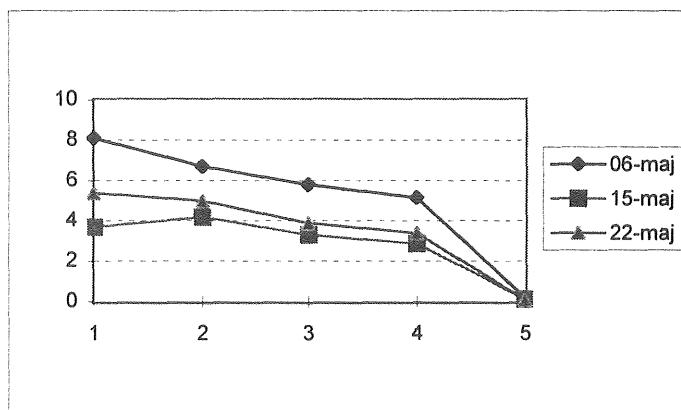
## Totalkväve [mg N/l]

Mätpunkt	1	2	3	4	5
06-maj	45	42.5	35	27.5	25
15-maj	25	21.5	18.5	13	5
22-maj	31	30	24	17.5	16.5



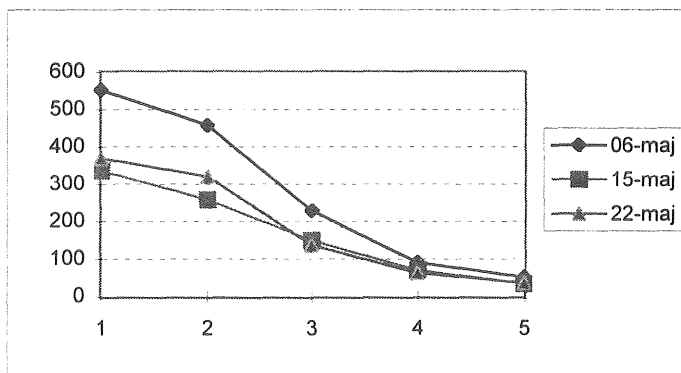
## Totalfosfor [mg P/l]

Mätpunkt	1	2	3	4	5
06-maj	8.1	6.7	5.8	5.15	0.2
15-maj	3.7	4.19	3.32	2.88	0.13
22-maj	5.4	5	3.9	3.4	0.1



## COD [mg COD/l]

Mätpunkt	1	2	3	4	5
06-maj	552	458	229	91	52
15-maj	337	258	150	71	35
22-maj	370	321	137	63	37



### Mätpunkter:

- 1 Efter rensgaller - inlopp
- 2 Före biobädd 1
- 3 Mellan biobäddar
- 4 Efter biobädd 2
- 5 Efter flockning - utlopp

Anmärkning: Flockning 15/5 utfördes med PAX 21

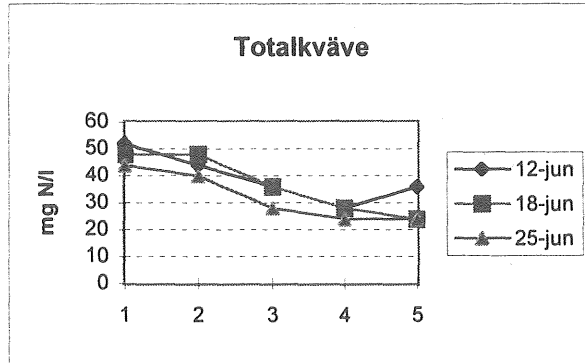
# Sammanställda analysresultat

från provtagning i Södra Valsängs ekoby, Tjörn (Utan urinsortering)

BILAGA B (2)

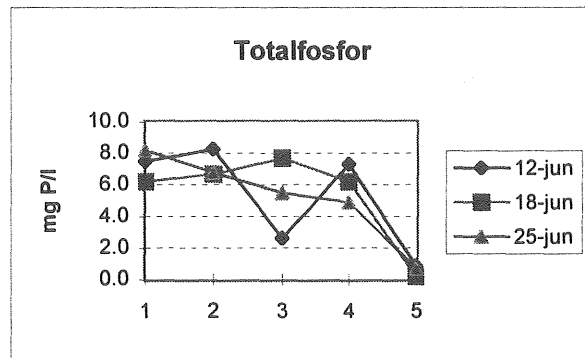
## Totalkväve [mg N/l]

Mätpunkt	1	2	3	4	5
12-jun	52	44	36	28	36
18-jun	48	48	36	28	24
25-jun	44	40	28	24	24



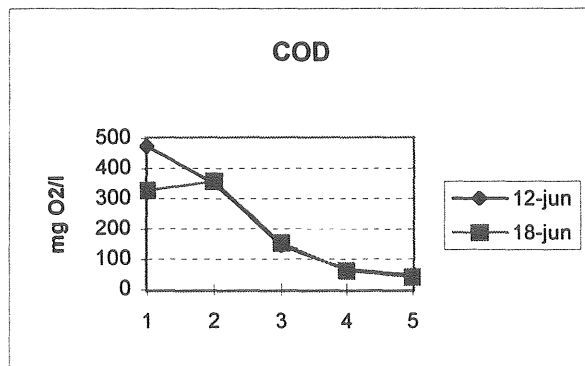
## Totalfosfor [mg P/l]

Mätpunkt	1	2	3	4	5
12-jun	7.5	8.3	2.6	7.3	0.9
18-jun	6.2	6.7	7.7	6.2	0.2
25-jun	8.2	6.8	5.5	4.9	0.7



## COD [mg COD/l]

Mätpunkt	1	2	3	4	5
12-jun	474	352	145	66	47
18-jun	329	358	153	62	41



### Mätpunkter:

- 1 Efter rengaller - inlopp
- 2 Före biobädd 1
- 3 Mellan biobäddar
- 4 Efter biobädd 2
- 5 Efter flockning - utlopp

# Analysresultat

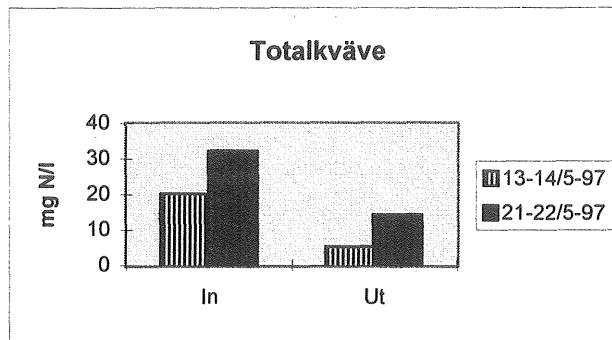
för dygnsprover  
med urinsortering

BILAGA C (1)

## Totalkväve (mg N/l)

datum

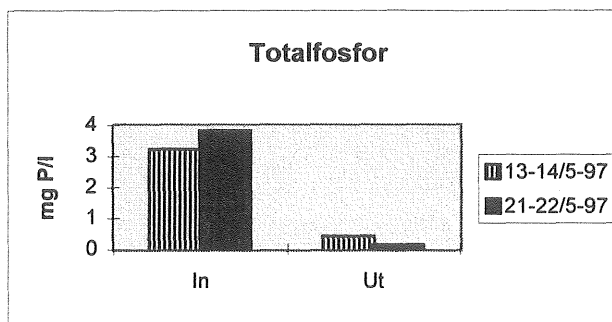
	In		Ut
13-14/5-97	20		5
21-22/5-97	32		14



## Totalfosfor (mg P/l)

datum

	In		Ut
13-14/5-97	3.2		0.4
21-22/5-97	3.8		0.12

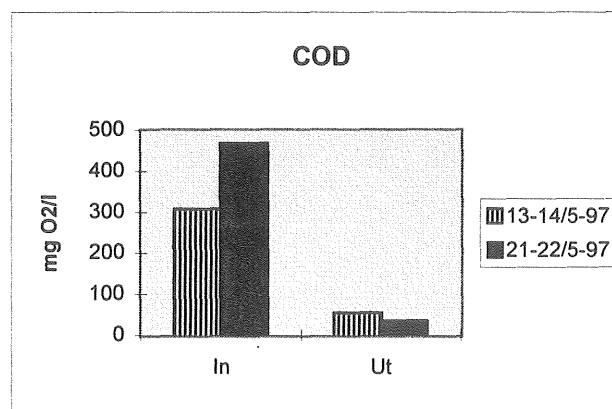


## COD (mg /l)

datum

	In		Ut
13-14/5-97	306		53
21-22/5-97	466		33

Låga COD-värden  
är osäkra med vår  
metod. Jmfr med  
AnalyCens värden.



# Analysresultat

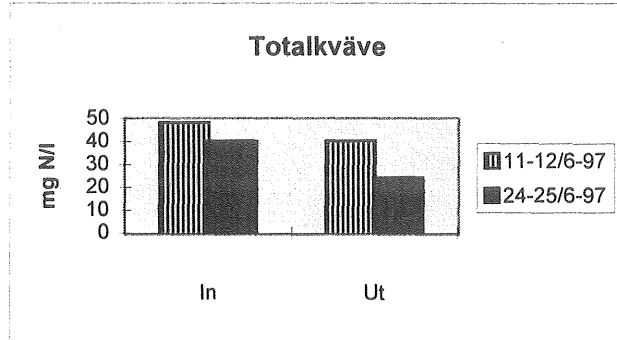
## för dygnsprover utan urinsortering

BILAGA C (2)

### Totalkväve (mg N/l)

datum

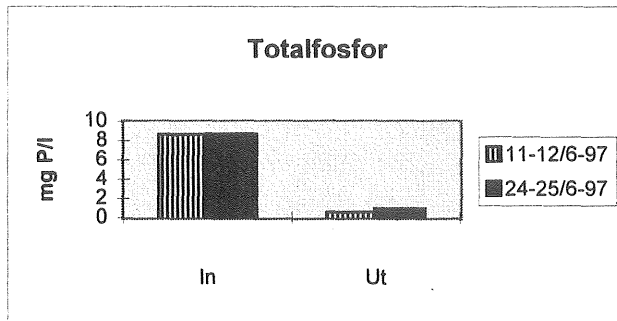
	In	Ut
11-12/6-97	48	40
24-25/6-97	40	24



### Totalfosfor (mg P/l)

datum

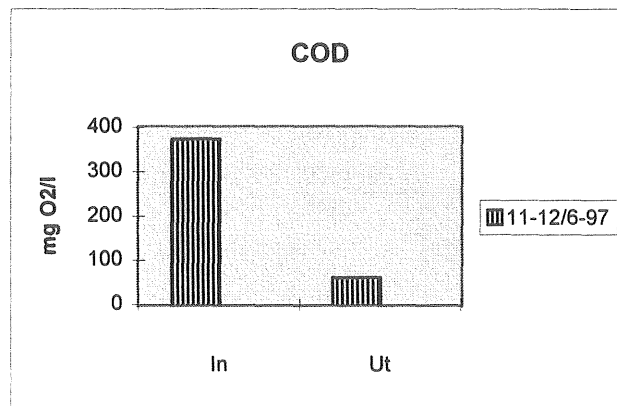
	In	Ut
11-12/6-97	8.55	0.5
24-25/6-97	8.61	0.85



### COD (mg/l)

datum

	In	Ut
11-12/6-97	371	58
24-25/6-97	-	-



## Reningsseffekten i de olika reningsstegen.

- med urinsortering.
- lokal slamhantering

### BILAGA D (1)

#### OBS!

Analysvärden tagna endast från stickprov.

#### Totalkväve

Mätpunkt	1	2	3	4	5	
Belastning	3.35E-02	3.15E-02	2.60E-02	1.90E-02	1.55E-02	g / l
	6.70	6.30	5.20	3.80	3.10	g / pe d
	2445.50				1131.50	g / pe år
N -kvar	100%	93%	76.50%	57.50%	46%	
Reningsseffekt	-	7%	23%	42.50%	54%	

#### Totalfosfor

Mätpunkt	1	2	3	4	5	
Belastning	5.70E-03	5.30E-03	4.30E-03	3.80E-03	1.40E-04	g / l
	1.14	1.06	0.86	0.76	0.03	g / pe d
	416.10	386.90	313.90	277.40	10.22	g / pe år
P -kvar	100%	92%	76%	67%	3%	
Reningsseffekt	-	8%	24%	33%	97%	

#### COD

Mätpunkt	1	2	3	4	5	
Belastning	4.20E-01	3.46E-01	1.72E-01	7.50E-02	4.10E-02	g / l
	84.00	69.20	34.40	15.00	8.20	g / pe d
	30660.00	25258.00	12556.00	5475.00	2993.00	g / pe år
COD -kvar	100%	82%	41%	18%	10%	
Reningsseffekt	-	18%	59%	82%	90%	

#### BOD<sub>7</sub>

Mätpunkt	Ingående	Utgående	
Belastning	1.81E-01	5.74E-03	g / l
	36.12	1.15	g / pe d
	13183.80	419.02	g / pe år
COD -kvar	100%	3%	
Reningsseffekt	-	97%	

Antal anslutna personer

70 pe

Medelflöde per dygn

14000 liter/dygn

Medelflöde per person och dygn

200.0 l / pe d

BOD / COD (ingående) = 0.43 \*\*

\*\* Beräknade från

BOD / COD (utgående) = 0.14 \*\*

Analycens värden

## Reningseffekten i de olika reningsstegen.

- utan urinsortering
- lokal svartvattenhantering

BILAGA D (2)

### OBS!

Analysvärden tagna endast från stickprov.

### Totalkväve

Mätpunkt	1	2	3	4	5	
Belastning	5.20E-02	4.40E-02	3.60E-02	2.80E-02	3.60E-02	g / l
	11.14	9.43	7.71	6.00	7.71	g / pe d
	4067.14	3441.43	2815.71	2190.00	2815.71	g / pe år
N -kvar	100%				69%	
Reningseffekt					31%	

### Totalfosfor

Mätpunkt	1	2	3	4	5	
Belastning	7.49E-03	8.26E-03	2.63E-03	7.32E-03	8.70E-04	g / l
	1.61	1.77	0.56	1.57	0.19	g / pe d
	585.83	646.05	205.70	572.53	68.05	g / pe år
P -kvar	100%				12%	
Reningseffekt					88%	

### COD

Mätpunkt	1	2	3	4	5	
Belastning	4.74E-01	3.52E-01	1.45E-01	9.66E-01	4.70E-02	g / l
	101.57	75.43	31.07	207.00	10.07	g / pe d
	37073.57	27531.43	11341.07	75555.00	3676.07	g / pe år
COD -kvar	100%				10%	
Reningseffekt					90%	

### BOD<sub>7</sub>

Mätpunkt	ingående	utgående	
Belastning	1.69E-01	1.00E-02	g / l
	36.21	2.14	g / pe d
	13218.21	782.14	g / pe år
COD -kvar	100%	6%	
Reningseffekt	-	94%	

Antal anslutna personer

70 pe

Medelflöde per dygn

15000 liter/dygn

Medelflöde per person och dygn

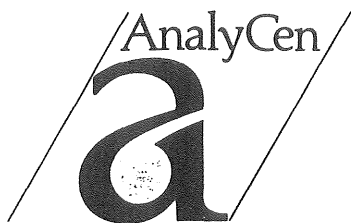
214 l / pe d

BOD / COD (ingående) = 0.43 \*\*

\*\* ) Beräknade från

BOD / COD (utgående) = 0.14 \*\*

Analycens värden

**RAPPORT**utfärdad av ackrediterat laboratorium  
*REPORT issued by Accredited Laboratory*

AnalyCen Göteborg

**RAPPORT till:**Södra Valsånga Ekoby,  
Valsång 785  
471 92 Klövedal

Provet ankom: 1997-05-07 Analysrapport klar: 1997-05-29 Journalnr: MG004161-97 Sida 1 (1)

Kundnr	8419393-057370
Provtyp	Avloppsvatten
Provtagningsdatum	1997-05-07
Provtagare/referens	T. Nielsen
Provets märkning	In 6-7/5-97

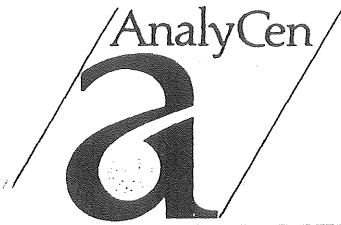
Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod	
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	130	mg/l	BOD7-NAE	G
Kemisk syreförbrukning, kromat	390	mg/l	CODCR-NH	G
Fosfor total	6.3	mg/l	PTOT-NTP	G
Kväve total	30	mg/l	NTOT-NT	G

Anna Börjesson

Analysansvarig

\* ej ackrediterad analys

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorerna uppfyller kraven i SS-EN 45001 (1989), SS-EN 45002 (1989) och ISO/IEC Guide 25 (1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
 REPORT issued by Accredited Laboratory

AnalyCen Göteborg

**RAPPORT till:**

Södra Valsängs Ekoby  
 Valsäng 786  
 471 92 Klövedal

Provet ankom: 1997-05-07 Analysrapport klar: 1997-05-29 Journalnr: MG004162-97 Sida 1 (1)

Kundnr	8419393-057370
Provtyp	Avloppsvatten
Provtagningsdatum	1997-05-07
Provtagare/referens	T. Nielsen
Provets märkning	Ut 6-7/5-97

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod	
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	6	mg/l	BOD7-NAE	G
Kemisk syreförbrukning, kromat	48	mg/l	CODCR-NH	G
Fosfor total	0.48	mg/l	PTOT-NTP	G
Kväve total	18	mg/l	NTOT-NT	G

Anna Börjesson

Analysansvarig

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
 REPORT issued by Accredited Laboratory  
 AnalyCen Göteborg

**RAPPORT till:**

Södra Valsänge Ekoby,  
 Valsång 785  
 471 92 Klövedal

Provet ankom: 1997-05-15 Analysrapport klar: 1997-06-02 Journalnr: MG004520-97 Sida 1 (1)

Kundnr 8419393-058244  
 Provtyp Industrivatten  
 Provtagningsdatum 1997-05-15  
 Provtagare/referens Tommy Nielsen  
 Provets märkning ink 15/5

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod	
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	100	mg/l	BOD7-NAE	G
Kemisk syreförbrukning, kromat	220	mg/l	CODCR-NH	G
Fosfor total	4.6	mg/l	PTOT-NTP	G
Kväve total	21	mg/l	NTOT-NT	G

Anna Börjesson

Analysansvarig

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium

REPORT issued by Accredited Laboratory

AnalyCen Göteborg

**RAPPORT till:**

Södra Valsäms Ekoby,  
Valsång 785  
471 92 Klövedal

Provet ankom: 1997-05-15 Analysrapport klar: 1997-06-02 Journalnr: MG004521-97 Sida 1 (1)

Kundnr	8419393-058244
Provtyp	Industrivatten
Provtagningsdatum	1997-05-15
Provtagare/referens	Tommy Nielsen
Provets märkning	utg 14-15/5

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod	
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	<3	mg/l	BOD7-NAE	G
Kemisk syreförbrukning, kromat	30	mg/l	CODCR-NH	G
Fosfor total	0.37	mg/l	PTOT-NTP	G
Kväve total	12	mg/l	NTOT-NT	G

Anna Börjesson

Analysansvarig

\* ej ackrediterad analys

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN 45001 (1989), SS-EN 45002 (1989) och ISO/IEC Guide 25 (1990:E).

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
 REPORT issued by Accredited Laboratory

AnalyCen Göteborg

**RAPPORT till:**

Södra Valsångs Ekoby,  
 Valsång 785  
 471 92 Klövedal

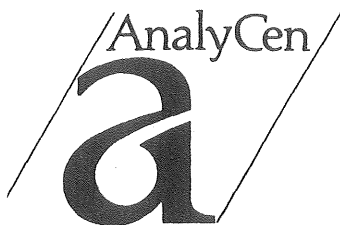
Provet ankom: 1997-05-28 Analysrapport klar: 1997-06-10 Journalnr: MG004753-97 Sida 1 (1)

Kundnr	8419393-058803
Provtyp	Avloppsvatten
Provtagare/referens	T. Nielsen
Provets märkning	Prov in

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod	
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	130	mg/l	BOD7-NAE	G
Kemisk syreförbrukning, kromat	350	mg/l	CODCR-NH	G
Fosfor total	5.4	mg/l	PTOT-NTP	G
Kväve total	26	mg/l	NTOT-NT	G

Anna Börjesson

Analysansvarig

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
 REPORT issued by Accredited Laboratory

AnalyCen Göteborg

**RAPPORT till:**

Södra Valsänge Ekoby,  
 Valsång 785  
 471 92 Klövedal

Provet ankom: 1997-05-23 Analysrapport klar: 1997-06-10 Journalnr: MG004754-97 Sida 1 (1)

Kundnr	8419393-058803
Provtyp	Avloppsvatten
Provtagare/referens	T. Nielsen
Provets märkning	Prov ut 15-7-16

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod	
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	4	mg/l	BOD7-NAE	G
Kemisk syreförbrukning, kromat	48	mg/l	CODCR-NH	G
Fosfor total	0.23	mg/l	PTOT-NTP	G
Kväve total	14	mg/l	NTOT-NT	G

Anna Börjesson

Analysansvarig

'97 08/12 14:42



AnalyCen  
a

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by Accredited Laboratory  
AnalyCen Göteborg

RAPPORT nr

Södra Valstads Ekoby  
Valstads 785  
471 82 Klövådal

Provet ankom: 1997-06-12 Analysrapport klar: 1997-07-10 Journalnr: MG005749-97 Sida 1 (1)

Kundnr 8419393-061137  
Provtyp Avloppsvatten  
Provets märkning Ink

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	140	mg/l	BOD7-NAE
Kemisk syreförbrukning, kromat	350	mg/l	CODCR-NH
Fosfor total	10	mg/l	PTOT-NTP
Kväve total	49	mg/l	NTOT-NT

Anna Börjesson

Analysansvarig

**RAPPORT**utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by Accredited Laboratory

AnalyCen Göteborg



Provet ankom 1997-06-12. Analysrapport klar 1997-07-10. Journalnr MG005760-97. Sida 1 (1)

Kundnr	8419393-061137
Provtyp	Avloppsvatten
Provets märkning	Utg

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	11	mg/l	BOD7-NAE
Kemisk syreförbrukning, kromat	52	mg/l	CODCR-NH
Fosfor total	0.78	mg/l	PTOT-NTP
Kväve total	41	mg/l	NTOT-NT

Anna Börjesson

Analysansvarig

'97 08/12 14:48



00



**RAPPORT**  
utfärdad av ackrediterat laboratorium  
*REPORT issued by Accredited Laboratory*  
AnalyCen Göteborg

RAPPORT nr:

Södra Väsingsby  
Välskog 785  
471 92 Klävsjö

Prövet ankom: 1997-06-25 Analysrapport klar: 1997-07-16 Journalnr: M/G008298-97 Sida 1 (1)

Kundnr 8419393-062540  
Provtyp Avloppsvatten  
Provtagningsdatum 1997-06-25  
Provets märkning 24-25/6, ink

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	190	mg/l	BOD7-NAE
Kemisk syreförbrukning, kromat	380	mg/l	CODCR-NH
Fosfor total	10	mg/l	PTOT-NTP
Kväve total	46	mg/l	NTOT-NT

  
Anna Börjesson

Analysansvarig

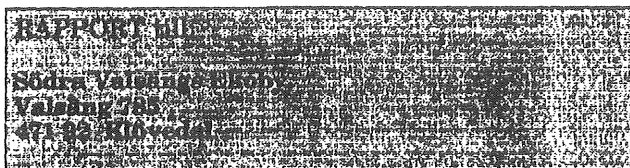
'97 08/12 14:44



00.



**RAPPORT**  
utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by Accredited Laboratory  
AnalyCen Göteborg



Provet ankom 1997-06-25 Analysrapport klar 1997-07-18 Journallnr MG006289-97 Sida 1 (1)

Kundnr 8419393-062540  
Provtyp Avloppsvatten  
Provtagningsdatum 1997-06-25  
Provets märkning 24-25/6, utg

Analysnamn	Resultat	Enhet	KRUT-kod
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	10	mg/l	BOD7-NAE
Kemisk syreförbrukning, kromat	51	mg/l	CODCR-NH
Fosfor total	1.1	mg/l	PTOT-NTP
Kväve total	25	mg/l	NTOT-NT

  
Anna Börjesson

Analysansvarig

\* ej ackrediterad analys

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN 45001 (1989), SS-EN 45002 (1989) och ISO/IEC Guide 25 (1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

## Emissioner till vatten, luft och mark.

- med urinsortering.
- lokal slamhantering

### Totalkväve

Mätpunkt	Ingående	Utgående
Belastning	2.88E-02	1.37E-02 g / l
	5.75	2.74 g / pe d
	2098.75	999.37 g / pe år
N -kvar	100%	46%
Reningseffekt	-	54%

Emissioner till:	vatten	999 g / pe år
	luft (N <sub>2</sub> )	661 g / pe år
	luft (NH <sub>3</sub> )	157 g / pe år
	mark	315 g / pe år

### Totalfosfor

Mätpunkt	Ingående	Utgående
Belastning	5.06E-03	2.50E-04 g / l
	1.01	0.05 g / pe d
	369.38	18.25 g / pe år
P -kvar	100%	3%
Reningseffekt	-	97%

Emissioner till:	vatten	18 g / pe år
	mark	351 g / pe år

### COD

Mätpunkt	Ingående	Utgående
Belastning	3.74E-01	4.20E-02 g / l
	74.80	8.40 g / pe d
	27302.00	3066.00 g / pe år
COD -kvar	100%	10%
Reningseffekt	-	90%

Emissioner till vatten:	3066 g / pe år
-------------------------	----------------

Antal anslutna personer	70 pe
Medelflöde per dygn	14000 liter/dygn
Medelflöde per person och dygn	200.0 l / pe d

**BOD<sub>7</sub>****BILAGA F (2)**

(Alternativ 0)

Mätpunkt	Ingående	Utgående	
Belastning	1.39E-01	4.40E-03	g / l
	27.80	0.88	g / pe d
	10147.00	321.20	g / pe år
BOD -kvar	100%	3%	
Reningseffekt	-	97%	

**Emissioner till vatten: 321 g / pe år**

Antal anslutna personer 70 pe  
Medelflöde per dygn 14000 liter/dygn  
Medelflöde per person och dygn 200.0 l / pe d

BOD / COD (ingående) = 0.4 \*\*  
BOD / COD (utgående) = 0.1 \*\*

\*\* Beräknade från  
Analycens värden

## Emissioner till vatten, luft och mark.

- utan urinsortering
- lokal svartvattenhantering

BILAGA F (3)

Alternativ 1

### Totalkväve

Mätpunkt	Ingående	Utgående	
Belastning	4.78E-02	3.05E-02	g / l
	10.23	6.54	g / pe d
	3734.73	2385.54	g / pe år
N -kvar	100%	64%	
Reningsef	-	36%	

Emissioner till:	vatten	2386 g / pe år
	luft (N <sub>2</sub> )	1102 g / pe år
	luft (NH <sub>3</sub> )	280 g / pe år
	mark	560 g / pe år

### Totalfosfor

Mätpunkt	Ingående	Utgående	
Belastning	8.65E-03	8.83E-04	g / l
	1.85	0.19	g / pe d
	676.55	69.06	g / pe år
P -kvar	100%	10%	
Reningsef	-	90%	

Emissioner till:	vatten	69 g / pe år
	mark	607 g / pe år

### COD

Mätpunkt	Ingående	Utgående	
Belastning	3.84E-01	4.78E-02	g / l
	82.18	10.23	g / pe d
	29995.18	3734.73	g / pe år
COD -kvar	100%	12%	
Reningsef	-	88%	

Emissioner till:	vatten	3735 g / pe år
------------------	--------	----------------

Antal anslutna personer	70 pe
Medelflöde per dygn	15000 liter/dygn
Medelflöde per person och dygn	214.3 l / pe d

**BILAGA F (4)**

(Alternativ 1)

**BOD<sub>7</sub>**

Mätunkt	ingående	utgående
Belastning	1.69E-01	1.00E-02 g / l
	36.17	2.15 g /pe d
	13201.59	784.10 g /pe år
COD -kvar	100%	6%
Reningsef	-	94%

<b>Emissioner till vatten:</b>	<b>784 g /pe år</b>
--------------------------------	---------------------

Antal anslutna personer	70 pe
Medelflöde per dygn	15000 liter/dygn
Medelflöde per person och dygn	214.3 l / pe d

BOD / COD (ingående) =	0.45 **	** Beräknade från
BOD / COD (utgående) =	0.2 **	Analycens värden

## Emissioner till vatten, luft och mark.

- BDT-reningsverk
- Svartvatten till Skärhamns reningsverk

\*)Uppskattade värden.  
 Reningseffekt samma som för Bioclereanläggningen med urinsortering.

### Totalkväve

Mätpunkt	Ingående	Utgående*
Belastning	6.67E-03	3.07E-03 g / l
	1.00	0.46 g / pe d
	365.00	167.90 g / pe år
N -kvar	100%	46%
Reningsef	-	54%

Emissioner till:	vatten	168 g / pe år
	luft (N <sub>2</sub> )	115 g / pe år
	luft (NH <sub>3</sub> )	27 g / pe år
	mark	55 g / pe år

### Totalfosfor

Mätpunkt	Ingående	Utgående*
Belastning	4.00E-03	1.33E-04 g / l
	0.60	0.02 g / pe d
	219.00	7.30 g / pe år
P -kvar	100%	3%
Reningsef	-	97%

Emissioner till:	vatten	7 g / pe år
	mark	212 g / pe år

### COD

Mätpunkt	Ingående	Utgående*
Belastning	2.38E-01	2.85E-02 g / l
	35.63	4.28 g / pe d
	13003.13	1560.38 g / pe år
COD -kvar	100%	12%
Reningsef	-	88%

Emissioner till vatten:	1560 g / pe år
-------------------------	----------------

Antal anslutna personer	70 pe
Medelflöde per dygn	10500 liter/dygn
Medelflöde per person och dygn	150.0 l / pe d

**BILAGA F (6)****BOD<sub>7</sub>**

(Alternativ 2)

Mätpunkt	Ingående	Utgående
Belastning	9.50E-02	2.85E-03 g / l
	14.25	0.43 g /pe d
	5201.25	156.04 g / pe år
BOD -kvar	100%	3%
Reningsef	-	97%

**Emissioner till vatten: 156 g / pe år**

Antal anslutna personer	70 pe
Medelflöde per dygn	10500 liter/dygn
Medelflöde per person och dygn	150.0 l / pe d

BOD / COD (ingående) =	0.4 **	**) Beräknade från
BOD / COD (utgående) =	0.1 **	Analcens värden



## Produktion av kemikalier, handelsgödsel och elenergi

I denna bilaga redovisas beskrivning och data för produktion av kemikalier och handelsgödsel. Data som gäller typ av kemikalie och mängder har inhämtats från anläggningen i Södra Valsång och Tjörns kommuns AVR i Skärhamn. Producerings- och transportdata har hämtats från aktuell producent och i vissa fall från litteratur.

(Margareta)

Inskränkningar vad det gäller att följa produkterna från vaggan till graven har gjorts på grund av svårigheterna med att få fram gällande information.

### *Produktion av Ekoflock 90*

Ekoflock 90, som är en aluminiumhydroxiklorid, produceras vid Eka Nobels fabriker i Vetlanda och distribueras av CDM i Västra Frölunda.

Data för produktion av Ekoflock 90 finns ej att tillgå. Vid analysen används därför värden för tillverkning av aluminiumklorid. Dessa två fällningskemikalier antas tillverkas enligt samma princip.

Data för tillverkning av aluminiumklorid har erhållits från tillverkning av kemikalien vid Kemira Kemi AB's fabriker i Helsingborg. Aluminiumklorid tillverkas av HCl, Al(OH)<sub>3</sub> och vatten. HCl är i sin tur tillverkat av H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> och KCl. [Tillman et al. (1996:b)]

Emission	Mängd Enhet	Recipient
Cl <sub>2</sub>	0.00475 g	luft
CO	0.193 g	luft
CO <sub>2</sub>	312.64 g	luft
COD	4.184 g	vatten
BOD	0.174 g	vatten
HC	0.165 g	luft
HCl	0.268 g	luft
NOx	1.312 g	luft
Total-N	6.54E-04 g	vatten
SO <sub>2</sub>	2.298 g	luft
Fenol	1.94E-05 g	vatten
Olja	0.00137 g	vatten
Pb	2.33E-05 g	vatten
Partiklar	3.096 g	luft
<b>Energi</b>		
Diesel	1.0764 MJ	
Elektricitet	0.03204 MJ	
Naturgas	0.7452 MJ	
Olja	2.3364 MJ	
<b>Produkt</b>		
PAX	1 kg	
<b>Råmaterial</b>		
Bauxit	552.2 g	
Kalksten	162.95 g	

## BILAGA G (2)

Stensalt	227.79 g
Vatten	585.91 g
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.0566 g
<b>Avfall</b>	
Aska	0.0164 g
Fast	38.167 g
Rödslam	385 g

**Produktion av Järnklorid**

Järnklorid, PIX 111, tillverkas och distribueras av Eka Bohus, Eka Nobel.

<b>Emission</b>	<b>Mängd Enhet</b>	<b>Recipient</b>
Cl <sub>2</sub>	0.064 g	luft
CO	29.8418 g	luft
CO <sub>2</sub>	33301.25 g	luft
HC	8.2132 g	luft
NOx	315.7834 g	luft
SO <sub>2</sub>	141.8468 g	luft
Partiklar	13.5585 g	luft
Cd	3.1E-06 g	vatten
Co	4 g	vatten
Cr	8.000204 g	vatten
Cu	2.000019 g	vatten
Fe	0.000468 g	vatten
Ni	4.000056 g	vatten
Pb	1.000174 g	vatten
Zn	0.000162 g	vatten
<b>Energi</b>		
Diesel	55.584 MJ	
Elektricitet	1784.241 MJ	
Gas	427.8355 MJ	
Olja	109.7177 MJ	
<b>Produkt</b>		
PIX	1000 kg	
<b>Råmaterial</b>		
NaCl	212.22 kg	
Kalk	102 g	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	56.4 g	
Vatten	763.992 kg	
<b>Resurs</b>		
Fe	218 kg	
<b>Avfall</b>		
Allmänt avfall	16244 g	
Farligt avfall	516 g	

**Produktion av Zetag 40**

Zetag 67 FS40 innehåller; polyakrylamidcopolymer, raffinerad mineralolja, emulgator och akrylamid monomerhalt.

Här har använts värden för energibehovet vid produktion av polyeten, eftersom närmare produktinformation vad gäller Zetag 67 FS40 saknas.

<b>Emission</b>	<b>Mängd Enhet</b>	<b>Recipient</b>
CO	0.129 g	luft
CO <sub>2</sub>	2292 g	luft
COD	0.0089 g	vatten
HC	0.136 g	luft
N-total	0.0014 g	vatten
NOx	5.753 g	luft
Olja	0.00302 g	vatten
Partiklar	0.231 g	luft
Fenol	0.000043 g	vatten
SO <sub>2</sub>	3.038 g	luft
<b>Energi</b>		
Elektricitet	7.88 MJ	
<b>Produkt</b>		
Polymer	1 kg	
<b>Resurs</b>		
Gas	42.12 MJ	
Olja	34.81 MJ	
<b>Avfall</b>		
Aska	0.053 g	

**Produktion av Zetag 59**

Se produktion av Zetag 40.

**Produktion av Sedipur**

Sedipur tillverkas av Exal kemi utanför Kungsbacka. (Se produktion av Zetag 40.)

## Produktion av handelsgödsel

Lantbrukaren som skall använda sig av humanurinen som gödning på sina åkrar, 10 ha, använder sig av en fullgödsel köpt på Lantmännen i Stenungssund. Handelsgödsel tillverkas i allmänhet i Landskrona. Detta antas även i detta fall.

[Bengtsson et al (1997)]

Spridd gödselmängd är olika från år till år beroende på gröda och hur nysådd marken är. Gödning två gånger om året ger en ungefärlig gödselmängd på 287 kg per år för kväve och 23,7 kg fosfor per år.

### Produktion av fosforgödsel

Emission	Mängd Enhet	Recipient
Olja	0.0105 g	vatten
CO	0.342 g	luft
CO <sub>2</sub>	2100 g	luft
COD	0.0308 g	vatten
HC	0.473 g	luft
N-tot	0.00502 g	vatten
Fenol	0.00015 g	vatten
SO <sub>2</sub>	10.36 g	luft
<b>Energi</b>		
Olja	26.3 MJ	
<b>Produkt</b>		
P-gödsel	1 kg	
<b>Råmaterial</b>		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6200 g	
<b>Resurs</b>		
Råfosfat	6700 g	
<b>Avfall</b>		
Aska	0.184 g	
Gips med tungmetall	10 kg	

### Produktion av kvävegödsel

Emission	Mängd Enhet	Recipient
CO	0.019 g	luft
CO <sub>2</sub>	15700 g	luft
HC	0.000285 g	luft
N <sub>2</sub> O	16 g	luft
NH <sub>3</sub>	13 g	luft
NOx	13 g	luft
N-tot	60 g	vatten
SO <sub>2</sub>	0.038 g	luft
<b>Energi</b>		
Gas	19 MJ	
<b>Produkt</b>		
N-gödsel	1 kg	
<b>Resurs</b>		
Gas	366 g	

**Produktion av elenergi i Sverige**

Elproduktionen i Sverige kommer från många olika källor. Man kan tala om en Svensk elmix.

<b>Emission</b>	<b>Mängd Enhet</b>	<b>Recipient</b>
CO	0.0184 g	luft
CO <sub>2</sub>	27.6 g	luft
HC	0.00376 g	luft
NOx	0.0359 g	luft
N-tot	0.00124 g	vatten
Partiklar	0.00613 g	luft
SO <sub>2</sub>	0.0123 g	luft
<b>Energi</b>		
Biomassa	0.0000036 MJ	
Kol	0.007704 MJ	
Elektricitet	0.02365 MJ	
Naturgas	0.002092 MJ	
Olja	0.01663 MJ	
<b>Produkt</b>		
Elektricitet	1 MJ	
<b>Råmaterial</b>		
Ammoniak	0.00782 g	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.0809 g	
NaOH	0.00263 g	
HNO <sub>3</sub>	0.0038 g	
<b>Resurs</b>		
Bauxit	0.000066 g	
Biomassa	26,3 g	
Koppar	1.03 g	
Järn	0.0333 g	
Mark	0.00454 m <sup>2</sup>	
Bly	0.0119 g	
Olja	1.217 MJ	
Uranium	0.603 g	
Trä	0.00233 g	
<b>Avfall</b>		
Byggnadsavfall	0.033 g	
Radioaktivt avfall, högaktivt	0.022 g	
Radioaktivt avfall, lågaktivt	0.000013 g	
Övriga restprodukter	49.4 g	
Radioaktivitet	49.6 kBq	

# Inventeringsanalys

BILAGA H (1)

Aktivitet	Transport- avstånd (km/år)	Transportslag	Kommentar	Elektricitet						Summa energi (MJ/p.år)	
				Elektricitet (MJ/p.år)	Olja	Olja, sjötrp	Diesel	Elektricitet	Naturgas		Kol
<b>Avloppsproduktion</b>											
trp hushåll-reningsverk	0	Ledningsnät									
trp hushåll-urintankar	0	Ledningsnät									
trp hushåll-slamtankar	0	Ledningsnät									
<b>Reningsprocess</b>											
BDT- & fekalierening	0		Bioclere	1047.46	17.42			24.77	2.19	8.07	52.45
BDT- & svartvattenrenin	0		Bioclere	851.30	14.16			20.13	1.78	6.56	42.63
BDT-rening	0		Uppskattad belastning	845.00	14.05			19.98	1.77	6.51	42.31
Slamhantering, lokalt	1700	Lastbil, fjärr	Teknofanghi säckar; Italien-Sverige				5.11				5.11
Svartvattenrening, AVR	972	Lastbil, regional	Södra Valsång-Skärhamn	47.77	59.79		7650.61	1.13	0.10	0.37	7712.00
<b>Kemikalieproduktion</b>											
Ekoflock 90, alt 0	300	Lastbil, regional	Vetlanda-Södra Valsång	0.45	32.72		22.21	0.01	10.43	0.00	65.37
Ekoflock 90, alt 1	300	Lastbil, regional	Vetlanda-Södra Valsång	0.65	47.11		31.98	0.01	15.02	0.00	94.13
Ekoflock 90, alt 2	300	Lastbil, regional	Vetlanda-Södra Valsång	0.26	19.31		13.10	0.01	6.16	0.00	38.58
Järnklorid	560	Lastbil, fjärr	Helsingborg-Skärhamn	15.21	1.15		6.58	0.36	3.55	0.12	11.76
Polymer	280	Lastbil, fjärr	Helsingborg-Södra Valsång	2.81	12.48		0.09	0.07	15.05	0.02	27.71
Polymer	560	Lastbil, fjärr	Helsingborg-Skärhamn	81.34	361		5.20	1.92	434.94	0.63	803.36
<b>Näringsåterföring</b>											
urin till åker	105	Traktor	Södra Valsång - Dyreby				94.15				94.15
slam till hushåll	0	Skottkärra									0.00
<b>"Sluppen" gödselprod.</b>											
N-gödsel	1000	Lastbil, fjärr	Ecoguide				-3.69		-77.90		-81.59
P-gödsel	300	Lastbil, fjärr			-8.94		-0.09				-9.03
P-gödsel	5000	Båt	Norra Afrika-Sverige			-2.05					-2.05
<b>Deponering</b>											
trp. av slam till deponi; 0,	18	Bil	Sö.Valsång-Skärhamn								0.00
trp. av slam till deponi; 2	6.24	Lastbil, regional	Skärhamn-Stenungssund				0.20				0.20
trp. av slam till deponi; 2	36	Lastbil, regional	Södra Valsång-Skärhamn, BDT				24.48				24.48

# Inventeringsanalys

BILAGA H (2)

Aktivitet	Resurs / Råvaror	Emission (g/p.år) till luft						Emission (g/p.år) till vatten					Emission (g/p. Avfall (g/p.år) till mark					
		SO2	NOx	CO2	CO	NH3	N2	Stoft	Tot-P	Tot-N	BOD7	COD	T-met.	Tot-P	Tot-N	Slam	Aska	Allmänt
<b>Avloppsproduktion</b>																		
trp hushåll-reningsverk																		
trp hushåll-urintankar																		
trp hushåll-slamtankar																		
<b>Reningsprocess</b>																		
BDT- & fekalierening, alt 0						157	661		18	999	321	3066		351	315			
BDT- & svartvattenren. alt 1						280	1102		69	2386	784	3735		607	560			
BDT-rening, alt 2						27	115		7	168	156	1560		212	55			
Slamhantering, lokalt		0.01	0.07	5.36	0.02				0.01									
Svartvattenrening, AVR		10.27	98.37	8022.2	37.16	236	919	10.93	1.60	273.80	127.8	2263		312	1641			
<b>Kemikalieproduktion</b>																		
Ekoflock 90, alt 0	bauxit, kalksten, stensalt	32.18	18.46	4384	2.74			43.35		0.01	2.44	58.58	0			5390	0.23	534.34
Ekoflock 90, alt 1	bauxit, kalksten, stensalt	46.34	26.58	6314	3.94			62.43		0.01	3.51	84.35	0			7761.6	0.33	769.45
Ekoflock 90, alt 2	bauxit, kalksten, stensalt	18.99	10.89	2587	1.61			25.58		0.01	1.44	34.56	0			3180.1	0.14	315.26
Järnklorid	järnmalm, NaCl, kalksten,	1.35	4.39	419.7	0.93			0.31					0.16					137.64
Polymer, Södra Valsäng	gas, olja	1.09	2.06	818.7	0.05			0.08		0.0005		0.0032						0.02
Polymer, Skärhamn	gas, olja	31.37	59.51	23669	1.38			2.40		0.01		0.09						0.55
<b>Näringsåterföring</b>																		
urin till åker		0.0	1.68	304.62	1.37			5.35E-5										
slam till hushåll																		
<b>"Sluppen" gödselprod.</b>																		
N-gödsel	gas	-0.16	-53.35	-64374	-0.10	-53		-0.01		-246								
P-gödsel	råfosfat, H2SO4	-3.52	0.00	-714	-0.12			-2.48E-4		-0.002		-0.01				-0.06		-3400
P-gödsel		-0.04	-0.07	-0.01	-0.01			-3.2E-3										
<b>Deponering</b>																		
trp. av slam till deponi; 0,1		0	0.002	0.183	0			0.00025								28571		
trp. av slam till deponi; 2		0	0.003	0.212	0			0.00029								19078		
trp. av slam till deponi; 2		0.03	0.31	25.67	0.12			0.03							400000			



BILAGA H (4)

Emissionsfaktorer (g/MJ)							
	Olja	Kol	Naturgas	Lastbil/diesel	Traktor	Bil/bensin	Sjötransport
SO <sub>2</sub>	0.38	0.38	0.002	0.094		0.0188	1.28
NO <sub>x</sub>	0.15	0.15	0.15	0.9	0.408	0.18	2.5
CO <sub>2</sub>	75.8	91.6	55.2	73.4	74	14.68	72
CO	0.013	0.017	0.001	0.34	0.333	0.068	0.22
stoff	0.03	0.013	0	0.1	1.30E-05	0.02	0.11
<b>Lastbil</b>			<b>MJ/tonkm</b>				
Energi, fjärrtransport			0.9				
Energi, regional distribution			1.7				
Energi, stadsdistribution			2.2				
<b>Sjötransport</b>			<b>MJ/tonkm</b>				
Energi, kustsjöfart			0.47				
Energi, högsjöfart			0.18				
Energi, tanker			0.11				
<b>Traktor</b>			<b>MJ/tonkm</b>				
			0.5				

## BILAGA H (5)

ALTERNATIV 0															
Aktivitet	Elektricitet (MJ/p.år)	Energi (MJ/p.år)			Elektricitet	Naturgas	Kol	Summa energi (MJ/p.år)	Emission (g/p.år) till luft						
		Olja	Olja, sjö	Diesel					SO2	NOx	CO2	CO	NH3	N2	Stoft
<b>Avloppsproduktion</b>															
trp hushåll-reningsverk															
trp hushåll-urintankar															
<b>Reningsprocess</b>															
BDT- & fekalierening	1047.46	17.42			24.77	2.19	8.07	52.45					157	661	
Slamhantering, lokalt				5.11				5.11	0.01	0.07	5.36	0.02		0.01	
<b>Kemikalieproduktion</b>															
Ekoflock 90	0.45	32.72		22.21	0.01	10.43	0.00	65.37	32.18	18.46	4384	2.74		43.35	
Polymer	2.81	12.48		0.09	0.07	15.05	0.02	27.71	1.09	2.06	818.7	0.05		0.08	
<b>Näringsåterföring</b>															
urin till åker				94.15				94.15	0.00	1.68	304.62	1.37		0.00	
slam till hushåll								0.00							
<b>"Sluppen" gödselprod.</b>															
N-gödsel				-3.69		-77.90		-81.59	-0.16	-53.3	-64374	-0.10	-53	-0.01	
P-gödsel		-8.94		-0.09				-9.03	-3.52	0.00	-714.2	-0.12		-2.48E-4	
P-gödsel			-2.05					-2.05	-0.04	-0.07	-0.01	-0.01		-3.2E-3	
<b>Deponering</b>															
trp. av slam till deponi								0.00	0	0	0.183	0		0.00025	
<b>Summa:</b>	<b>1050.72</b>	<b>53.67</b>	<b>-2.05</b>	<b>117.78</b>	<b>24.85</b>	<b>-50.23</b>	<b>8.09</b>	<b>152.12</b>	<b>29.55</b>	<b>-31.2</b>	<b>-59575</b>	<b>3.96</b>	<b>103.7</b>	<b>661</b>	<b>43.44</b>

Alternativ 0

ALTERNATIV 0

BILAGA H (6)

Emission (g/p.år) till vatten					Emission till mark (g/pe år)		Avfall (g/pe år)			Aktivitet
Tot-P	Tot-N	BOD7	COD	T-met.	Tot-P	Tot-N	Slam	Aska	Allmänt	
										<b>Avloppsproduktion</b>
										trp hushåll-reningsverk
										trp hushåll-urintankar
										<b>Reningsprocess</b>
18	999	321	3066		351	315	28571			BDT- & fekalierening
										Slamhantering, lokalt
										<b>Kemikalieproduktion</b>
	0.01	2.44	58.58	0.0003			5390	0.23	534.3	Ekoflock 90
	0.0005		0.0032					0.02		Polymer
										<b>Näringsåterföring</b>
										urin till åker
										slam till hushåll
										<b>"Sluppen" gödselprod.</b>
	-246									N-gödsel
	-0.002		-0.01					-0.06	-3400	P-gödsel
										P-gödsel
										<b>Deponering</b>
										trp. av slam till deponi
18.0	753.0	323.4	3124.6	0.0	351.0	315.0	33961	0.19	-2866	<b>Summa:</b>

ALTERNATIV 1													BILAGA H (7)		
Aktivitet	Elektricitet (MJ/p.år)	Energi (MJ/p.år)					Summa energi (MJ/p.år)	Emission (g/p.år) till luft							
		Olja	Diesel	Elektricitet	Naturgas	Kol		SO2	NOx	CO2	CO	NH3	N2	Stoff	
<b>Avloppsproduktion</b>															
trp hushåll-reningsverk															
<b>Reningsprocess</b>															
BDT- & svartvattenrening	851.30	14.16		20.13	1.78	6.56	42.63						280	1102	
Slamhantering, lokalt			5.11				5.11	0.01	0.07	5.36	0.02				0.01
<b>Kemikalieproduktion</b>															
Ekoflock 90	0.65	47.11	31.98	0.01	15.02	0.00	94.13	46.34	26.54	6310.3	3.93				62.43
Polymer	2.81	12.48	0.09	0.07	15.05	0.02	27.71	1.09	2.06	818.75	0.05				0.08
<b>Näringsåterföring</b>															
slam till hushåll							0.00								
<b>Deponering</b>															
trp. av slam till deponi							0.00	0	0	0.1834	0				0
<b>Summa:</b>	<b>854.76</b>	<b>73.75</b>	<b>37.19</b>	<b>20.21</b>	<b>31.85</b>	<b>6.58</b>	<b>169.58</b>	<b>47.43</b>	<b>28.67</b>	<b>7134.6</b>	<b>4.00</b>	<b>280.0</b>	<b>1102</b>	<b>62.52</b>	

										ALTERNATIV 1	BILAGA H (8)	
Emission (g/p.år) till vatten					Emission till mark (g/p.år)		Avfall (g/p.år)			Aktivitet		
Tot-P	Tot-N	BOD7	COD	T-met.	Tot-P	Tot-N	Slam	Aska	Allmänt			
										<b>Avloppsproduktion</b>		
										trp hushåll-reningsverk		
										<b>Reningsprocess</b>		
69	2386	784	3735		607	560	28571			BDT- & svartvattenrening		
										Slamhantering, lokalt		
										<b>Kemikalieproduktion</b>		
	0.01	3.51	84.35	0.0005			7762	0.33	769.45	Ekoflock 90		
	0.0005		0.0032					0.02		Polymer		
										<b>Näringsåterföring</b>		
										slam till hushåll		
										<b>Deponering</b>		
										trp. av slam till deponi		
69	2386.0	787.5	3819.4	4.70E-4	607.0	560.00	36333	0.35	769.45	<b>Summa:</b>		

ALTERNATIV 2													BILAGA H (9)		
Aktivitet	Elektricitet (MJ/p.år)	Energi (MJ/p.år)			Naturgas	Kol	Summa energi (MJ/p.år)	Emission (g/p.år) till luft							
		Olja	Diesel	Elektricitet				SO2	NOx	CO2	CO	NH3	N2	Stoft	
<b>Avloppsproduktion</b>															
trp hushåll-reningsverk															
trp hushåll-slamtankar															
<b>Reningsprocess</b>															
BDT-rening	845.00	14.05		19.98	1.77	6.51	42.31					27	115		
Svartvattenrening, AVR	47.77	59.79	7650.61	1.13	0.10	0.37	7712.00	10.27	98.37	8022.2	37.16	236	919	10.93	
<b>Kemikalieproduktion</b>															
Ekoflock 90	0.26	19.31	13.10	0.01	6.16	0.00	38.58	18.99	10.93	2589.9	1.63			25.58	
Järnklorid	15.21	1.15	6.58	0.36	3.55	0.12	11.76	1.35	4.39	419.72	0.93			0.31	
Polymer	81.34	361	5.20	1.92	434.94	0.63	803.36	31.37	59.51	23669	1.38			2.40	
<b>Deponering</b>															
trp. av slam till deponi			0.20				0.20	0	0	0.2122	0			0	
trp. av slam till deponi, BDT			24.48				24.48	0.03	0.31	25.67	0.12			0.03	
<b>Summa:</b>	<b>989.59</b>	<b>455.0</b>	<b>7700.18</b>	<b>23.41</b>	<b>446.51</b>	<b>7.63</b>	<b>8632.70</b>	<b>62.02</b>	<b>173.5</b>	<b>34727</b>	<b>41.22</b>	<b>263.00</b>	<b>1034.0</b>	<b>39.26</b>	

ALTERNATIV 2										
Emission (g/p.år)										
till vatten					Emission till mark (g/p.år)		Avfall (g/p.år)			Aktivitet
Tot-P	Tot-N	BOD7	COD	T-met.	Tot-P	Tot-N	Slam	Aska	Allmänt	
<b>Avloppsproduktion</b>										
trp hushåll-reningsverk										
trp hushåll-slamtankar										
<b>Reningsprocess</b>										
7	168	156	1560		212	55	400000			BDT-rening
1.60	273.80	127.8	2263		312	1641	19078			Svartvattenrening, AVR
<b>Kemikalieproduktion</b>										
	0.01	1.44	34.56	2E-04			3180.1	0.14	315.26	Ekoflock 90
				0.16					137.64	Järnklorid
	0.01		0.09					0.55		Polymer
<b>Deponering</b>										
trp. av slam till deponi										
trp. av slam till deponi, BDT										
8.60	441.82	285.2	3857.7	0.16	524.40	1696.00	422258	0.68	452.90	<b>Summa:</b>

BILAGA H (10)

**UTVÄRDERING**

**BILAGA H (11)**

**EPS - systemet**

	Viktningfaktor	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2
<b>Energiresurs</b>	ELU/kWh			
Olja	0.033732	0.50291866	0.69099346	4.26312412
Kol	0.013248	0.02978878	0.02422739	0.02806072
Naturgas	0.027756	-0.38724422	0.24559302	3.44260145
Diesel	0.033732	1.10362082	0.34843653	72.1506932
<b>Emissioner till luft</b>				
CO	0.226	0.00088847	0.00090358	0.00931536
CO2	0.0702	-4.18214593	0.50084929	2.43780208
NOx	0.163	-0.00513325	0.00467265	0.0282819
SO2	0.0368	0.00108127	0.00174541	0.00228245
Stoft	0.00752	0.00032653	0.00047012	0.00029521
<b>Emissioner till vatten</b>				
COD	0.0002	0.62491374	0.76387052	0.77153034
BOD	0.00025	0.080859	0.19687696	0.07130931
Tot-N	0.01	7.53007949	23.8601368	4.41819853
Tot-P	0.025	0.45	1.725	0.215
<b>Summa:</b>		<b>5.7</b>	<b>28.4</b>	<b>87.8</b>

**Effektkategorimetoden**

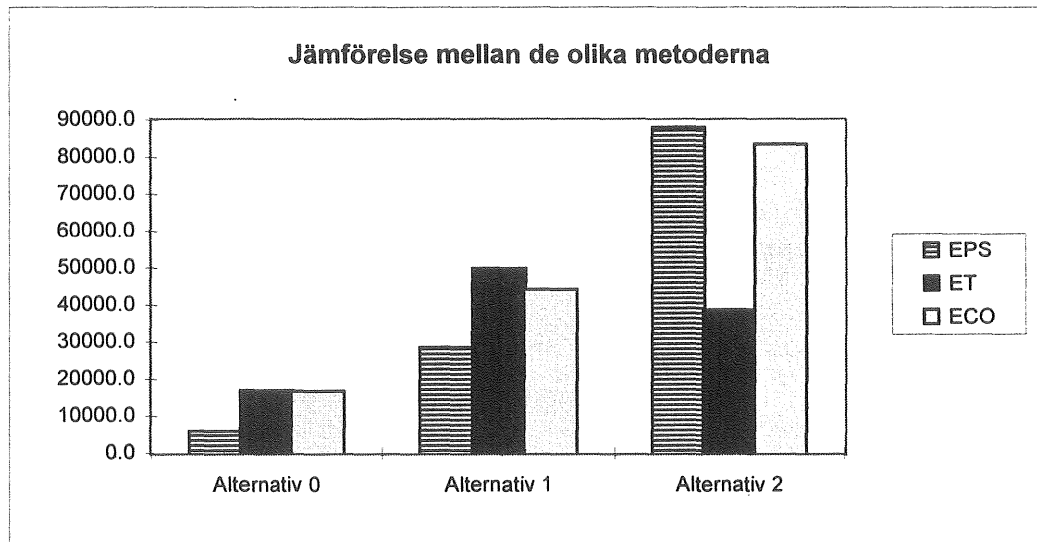
	ET/g			
<b>Emissioner till luft</b>	ET/g			
CO	0.344	1.35236622	1.37536314	14.1791363
CO2	0.0111	-661.279484	79.194118	385.464432
NOx	3.95	-124.394663	113.232894	685.359038
SO2	2.42	71.1050618	114.77963	150.095669
Stoft	0.0357	1.55013452	2.23181617	1.40147514
<b>Emissioner till vatten</b>				
COD	0.4	1249.82748	1527.74105	1543.06068
BOD	0.4	129.3744	315.003136	114.094896
Tot-N	7.18	5406.59708	17131.5783	3172.26655
Tot-P	71.8	1292.4	4954.2	617.48
<b>Till deponi</b>				
Slam	0.0357	1212.423	1297.08912	15074.604
Aska	0.0357	0.00663908	0.01247903	0.02436673
Avfall	0.0357	-102.304133	27.4692479	16.1685628
<b>Energiresurs</b>	ET/MJ			
Olja	1.34	71.9221989	98.8187013	609.667698
Diesel	1.34	157.828378	49.8297699	10318.2421
Kol	0.161	1.30325919	1.05994835	1.22765668
Naturgas	0.804	-40.3818875	25.6104782	358.995015
<b>Summa:</b>		<b>16747</b>	<b>49670</b>	<b>38511</b>



## Jämförelse med de olika värderingsresultaten

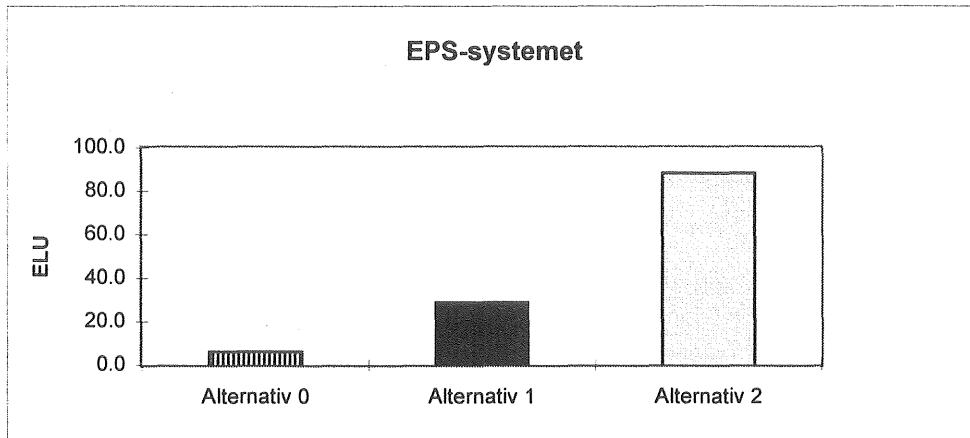
	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2	
EPS	5750.0	28363.8	87838.5	ELU*1000
ET	16747	49670	38511	ET
ECO	16525	43997	83347	ECO

## Jämförelse mellan de olika metoderna



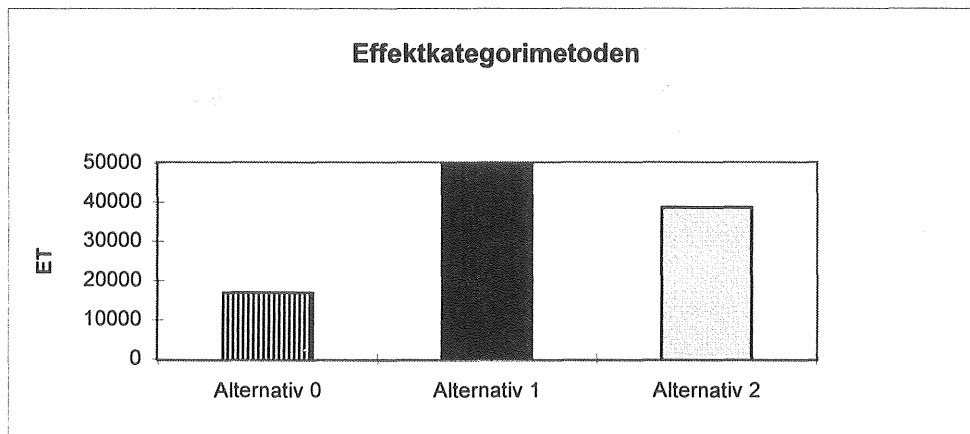
**EPS -systemet**

Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2	
5.7	28.4	87.8	ELU



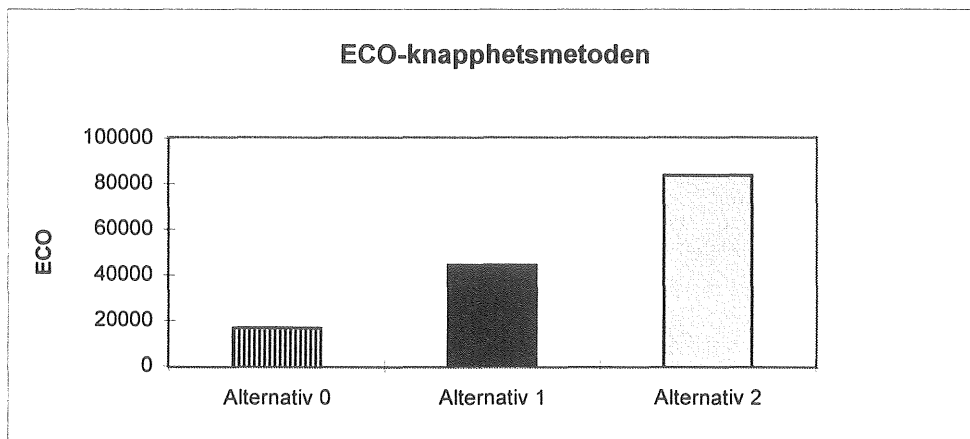
**Effektkategorimetoden**

Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2	
16747	49670	38511	ET



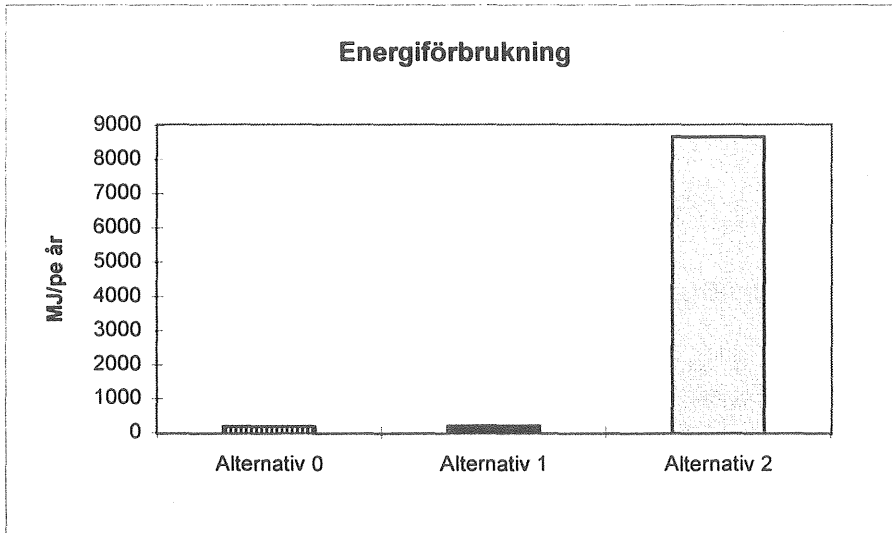
**ECO-knapphetsmetoden**

Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2	
16525	43997	83347	ECO



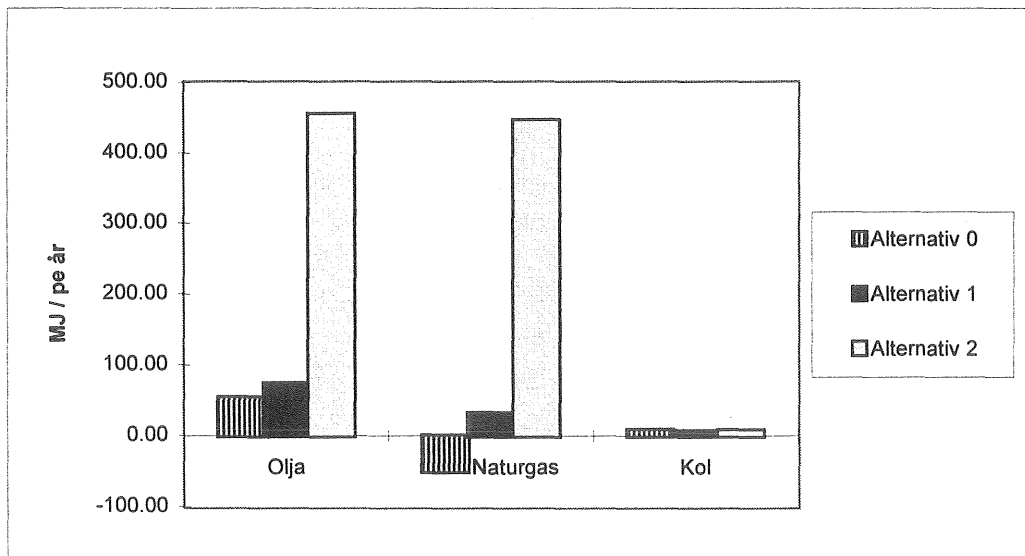
**Energiförbrukning**

Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2
152	170	8633 MJ / pe år



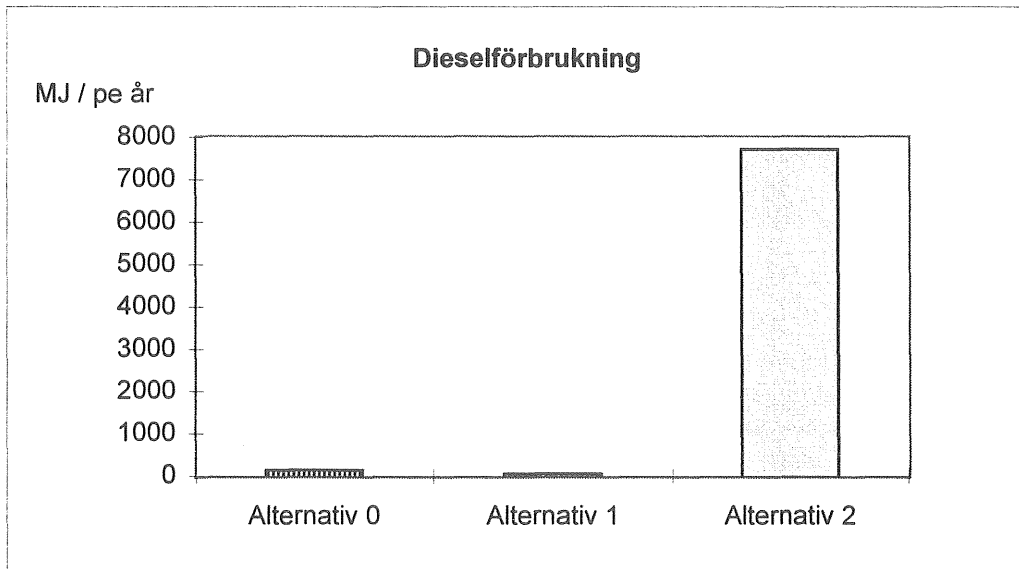
**Resursförbrukning**

	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2
Olja	53.67	73.75	454.98 MJ/ pe år
Naturgas	-50.23	31.85	446.51 MJ/ pe år
Kol	8.09	6.58	7.63 MJ/ pe år



**Dieselförbrukning**

	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2
Diesel	118	37	7700 MJ/ pe år



**Beräkningar av slamproduktion i vid behandling av BDT-reningsverket.**

## 1. Sammansättning av avloppsvattnet i procent

	Svartvatten	BDT-vatten
BOD	58	42
N	90	10
P	50	50

## 2. Föroreningsmängder

Per person enligt SNV rapport 4425

28 g BOD/pe d  
0.6 g P/pe d  
1.0 g N/pe d

## 3. Slamproduktion

Produktionen av slam kan delas upp i två delar; bioslam och kemsam.

Bioslam:

Antag 30 g BOD/pe d, vilket ger en slamproduktion på 30 g SS/pe d vid behandling i biobädd.

Kemsam:

Teoretiskt produceras cirka 11 g SS/pe d, innebär en användning av 11 g ren aluminium. Detta värde gäller vid optimal dosering av flockningskemikalie. Då överdosering tillämpas i allmänhet måste tillämpas antages värdet 15 g SS/pe d.

Total produktion blir då **45 g SS/pe d**.

Antag att slammet har en 4-procentig TS-halt, efter viss tid, vilket ger **1,125 liter slam/pe d**.

## 4. Kontroll

En allmän uppfattning är att belastningen till ett konventionellt reningsverk är cirka 110 g SS/pe d. Detta skulle innebära att BDT-reningsverkets del är 41%, vilket stämmer enligt punkt 1.

[Svensson (1997)]





