

4.9. Nytorgsgatan 4 i Hallsberg

Fastigheten Nytorgsgatan är ett 8 våningar högt hyreshus beläget strax norr om centrala Hallsberg. Totalt finns 40 lägenheter i huset fördelade på 16 stycken 1:or, 15 stycken 4:or och 9 stycken 3:or. I huset bor mellan 90 och 100 hyresgäster.

Idén till projektet väcktes under Kommunförbundets kurs om ekologiskt byggande. Under renoveringen av fastigheten år 1995 beslöt man att installera urinsorterande toaletter, istället för de konventionella toaletterna som ursprungligen var planerade.

Lägenheterna var färdiga för inflyttning julen 1995.

Inom samma område finns ytterligare två hus av samma typ som Nytorgsgatan 4. Dessa hus har konventionella toaletter och anslutning till det kommunala avloppsnätet och utgör på så sätt bra referensobjekt till Nytorgsgatan 4.

Projektet kommer att utvärderas mer ingående av Stockholms Universitets Systemekologiska och Sociologiska institutioner. Universitets utvärdering omfattar teknik, praktiska erfarenheter och brukaraspekter. Rapporten ska enligt planerna vara klar i maj 1999.

4.9.1. Avloppslösning

Projektering och byggnation

Avloppslösningen är projekterad av VVS-firman Tysklind i Örebro. Installationen utfördes av Radiator AB i Hallsberg.

Avloppslösningens utformning

Avloppssystemet består av urinsorterande toaletter med parallellt ledningssystem för urin respektive BDT och fekalier. Urinen leds med självfall till en urintank belägen på baksidan av huset. Fekalier och BDT-vatten ansluter till det kommunala ledningsnätet på framsidan av hyreshuset.

Den förväntade ekonomiska livslängden hos anläggningen är densamma som för ett konventionellt avloppssystem. Avskrivningstiden är ca 30–40 år.

I fastigheten Nytorgsgatan 4 finns fem stamledningar för urin och fem stamledningar för BDT-vatten och fekalier.

Toalettstolarna

Innan man definitivt beslöt att installera urinsorterande toaletter på Nytorgsgatan 4, installerades en toalettstol av fabrikatet Dubbletten på HSB:s kontor i Hallsberg för utprovning. Därefter fattades definitivt beslut om att Dubbletten skulle installeras sommaren/hösten 1995.

Valet av toalettstolsfabrikat avgjordes bland annat av att Dubbletten var vägghängd samt av att den gav bäst helhetsintryck.

Utprovningen av toaletten på HSB:s kontor i Hallsberg visade att skiljeväggen mellan urinskålen och fekalieskålen i toaletten var för hög. I samarbete mellan HSB och BB Innova-

tion & Co AB, som konstruerat och säljer Dubbletten, togs en modell fram där mellanväggen var sänkt.

Toalettstolarna är vägghängda. Upphängningsanordningen på väggen är av standardmodell för konventionella toaletter. På denna standardfixtur är en speciell fixtur för Dubblettens upphängning installerad. På så sätt finns fortfarande valmöjlighet att i framtiden byta ut Dubbletten mot en konventionell toalettstol.

För att undvika problem med läckande vattenbehållare i badrumsväggen har man på Ny-torgsgatan valt att bygga in hela vattenbehållaren i ett plåtskåp bakom toaletten. Mot badrumsgolvet är skåpet tätat med silikon.

Urinledningen mellan urinskål och plåtskåp är av mässing. Ledningsgenomföringen i väggen, anslutning till stomledning och själva stomledningen är av plast.

Urindelen

Urintanken utgörs av en 8 m³ betongtank av märke Precon. Tanken är inte avsedd att rymma urin för mellanlagring, utan är dimensionerad efter den volym som en tankbil rymmer. Mellanlagringen är tänkt att äga rum hos mottagaren av urinen. Urinen används som gödsel på åkermark.

När urintanken är full bräddar den över till kommunala avloppsnätet. En manuell ventil möjliggör styrning av urinflödet direkt till kommunala nätet utan att först passera urintanken.

Urintanken är försedd med ett flytlock av styrolit. En luftningsledning är installerat från tankarna och upp över taket.

Fekalier och BDT-vatten

Både fekaliefraktion och BDT-vatten leds ut på det kommunala avloppsnätet.

4.9.2. Praktiska erfarenheter

Toalettstolarna

Toalettstolen Dubbletten upplevdes som komplicerad och tidskrävande att montera, vilket lett till högre monteringskostnader.

Erfarenheten hos personalen som ansvarar för drift och underhåll av fastigheten är att de urinsorterande toaletterna kräver mer skötsel än konventionella toaletter. De främsta anledningarna till den större skötselinsatsen är stopp i urinskål och fekalieskål samt problem med dålig lukt och lösa detaljer.

Gångjärnen i träsitsarna glappar, skruvarna i stötdämparna i träsitsen orsakar skador i porslinet och att träet i sitsarna inte tål vatten utan spricker. En snickerifabrik i Hallsberg har förstärkt träsitsarna med tvärså för att undvika sprickbildning.

Vissa förslitningsdetaljer finns inte i standardsortimentet, vilket försvårar anskaffning av reservdelar. Originalknappen för urinspolning är exempel på en sådan detalj. Reservdelar till såsom packningar är också svåra att få tag på samt dyra att anskaffa.

Vattenåtgången är enligt tillverkaren normalt ca 2 dl vatten för urinspolning och ca 4 l för fekaliespolning. Strax efter installationen upptäcktes det att 4 l spolvatten inte räckte till för att spola rent i fekalieskålen. I fekalieskålen finns en vägg i övergången mellan fekalieskål och fekalieledning. Väggen medför att vattnet från fekaliespolningen tenderar att åka runt i fekalieskålen istället för att transporteras ut i ledningen. Detta har åtgärdats genom att öka spolmängden till den maximalt möjliga vid fekaliespolning.

Packningen vid anslutningen av fekalieledningen till stamledningen i väggen har inte slutit tätt på flera toaletter, vilket orsakat problem med läckage. Eftersom ledningsanslutningen till stamledningen är inbyggd, har detta varit svårt att åtgärda vilket har orsakat problem med dålig lukt.

Olägenheter med dålig lukt har också orsakats av att urin har läckt i anslutningen mellan ledningen från toalettstolen till stamledningen i väggen. Liksom fekalieledningens anslutning är urinledningens anslutning inbyggd i plåtskåpet. För att åtgärda problemen med dålig lukt krävs att plåtskåpet monteras ned. För nedmontering har VVS-installatören anlätts.

Efter några månaders användning av toaletterna uppstod problem med stopp i urinledningarna, vilket enligt skötselpersonalen troligtvis beror på utfällning. En av orsakerna till utfällningarna kan vara att mängden spolvatten vid spolning av urinskålen är för liten.

För att garantera att urinskålen verkligen spolas med tillräcklig mängd vatten har spolknapparna för urinspolning efterhand bytts ut mot spolknappar med fördröjning, motsvarande de spolknappar som förekommer i dricksvattenautomater. De nya spolknapparna är tillverkade av FM Mattsson. För barn kan spolknappen dock vara svår att trycka in.

Ett annat försök att komma till rätta med problemen med stopp i urinledningen har varit att sätta in större vattenlås av plast, motsvarande de vattenlås som finns i handfaten.

De ledningar som satts igen av utfällning lades i början i avkalkningsbad. Det visade sig dock att det orsakade slitage på packningarna och man har istället övergått till att rensa ledningarna med rensvajer.

Urindelen

För närvarande motsvarar den årliga urinproduktionen vid fastigheten ca två tankar, dvs. ca 16 m³. Under de tre år som avloppsanläggningen har varit i drift har tanken tömts tre gånger. Resterande mängd urin har letts över till det kommunala avlopps nätet.

Det finns ingen mellanlagringstank på fastigheten. Mottagaren av urinen svarar själv för mellanlagringen.

Vid samtliga tre tillfällen då tanken har tömts har urinen tagits emot av Örebro läns Hushållningssällskap. Tömning sker med tankbil och urinen används på Hushållningssällskapets försöksodlingar (vete) i Mosås, ca tre mil från Hallsberg.

4.9.3. Kontroll

Miljö- och Hälsoskyddskontoret har följt projektet från och med idéstadiet.

Något kontrollprogram föreligger inte. Örebro läns Hushållningssällskap har i samband med sina provodlingar undersökt näringsinnehållet i blandningen av urin och urinspolvat-ten. Undersökningarna gav följande resultat:

Näringsämne	g/kg
Totalfosfor	0,2 – 0,3
Totalkväve	2,9 – 4,7
Ammoniumkväve	2,0 – 3,1
Kalium	0,1 – 1,1

4.9.4. Ansvarsförhållanden

Hallsbergs Bostadsstiftelse, Hallbo, äger fastigheten och har därmed det ekonomiskt och driftmässigt ansvar. Förvaltningstjänsten köps av HSB i Hallsberg.

4.9.5. Information och brukaraspekter

Det finns ingen uttalad rutin om hur nya hyresgäster ska informeras om avloppssystemet i fastigheten. Dock brukar frågor komma naturligt vid visning av lägenheten.

De boendes erfarenheter har undersökts med hjälp av telefonintervjuer av Paul Fuehrer vid Sociologiska institutionen vid Stockholms Universitet. Undersökningen kommer enligt planerna att publiceras i maj 1999.

4.9.6. Ekonomi

Investering

Merkostnaden i investering för den urinsorterande avloppslösningen är ca 8 000 – 10 000 kronor per lägenhet, exklusive plåtskåp för vattenbehållare. I merkostnaden är följande kostnadsposter inberäknade:

- Toalettstol à 4 160 kr/st (att jämföra med en konventionell toalettstol som kostar 2 000 – 3 000 kr/st).
- Träsits à 800 kr/st.
- En urintank à 40 000 – 50 000 kr.
- Extra monteringskostnad (p.g.a. komplicerad och tidskrävande montering). Uppskattningsvis tog Dubbletten ca två timmar längre tid att montera än en konventionell toalett.
- Dubbla ledningsstammar.
- Större materialåtgång.

Driftskostnader

Vattenförbrukningen bedöms vara ca 10 procent lägre än för en konventionell lösning. Kommunen har sänkt VA-taxan för Nytorgsgatan 4. Enligt HSB är sänkningen dock marginell.

Den alternativa avloppslösningen ses som ett försöksprojekt. Ökade kostnader för drift och underhåll på grund av stopp i toalettstolar och ledningar, luktproblem och problem med lösa detaljer ska inte belasta de som bor i fastigheten.

Tömningen av urintanken har betalats av HSB vid två tillfällen och av Hushållningssällskapet vid ett tillfälle. HSB har inte behövt betala Hushållningssällskapet för mottagning av urinen.

4.9.7. Övrigt

HSB:s Arne Petterssons anser att systemet som sådant går att använda, och att de tekniska problem som finns kan lösas. När marknaden har kommit till rätta med barnsjukdomarna, och en andra generationens urinsorterande toalett har tagits fram, kan HSB tänka sig att installera urinsorterande toaletter i fler hyreshus. Som situationen är idag på Nytorgsgatan 4 i Hallsberg, funderar man dock på att ersätta Dubbletten med konventionella toaletter, i väntan på att bättre fungerande urinsorterande avloppssystem.

Avsättningsfrågan måste också lösas enligt Pettersson. Det urinsorterande avloppssystemet måste fungera storskaligt med mottagare som har tillräckligt stor lagringskapacitet. Samtidigt får avsättningen inte medföra alltför långa transportavstånd.

4.9.8. Referenser

Muntliga källor

Arne Pettersson, VD för HSB Hallsberg och Hallbo (Hallsbergs Bostadsstiftelse)
Torbjörn Lundberg, vaktmästare vid bland annat Nytorgsgatan 4.

4.10. Palsternackan i Enskede

Bostadsområdet Palsternackan är beläget i Enskede i den sydöstra delen av Stockholm. Området består av låghus i en eller två våningar, byggda på 1960-talet. Husen renoverades 1996. Före renoveringen fanns 129 lägenheter för pensionärsboende. Av lägenheterna var 89 stycken ettor.

I samband med att husen skulle renoveras och lägenheterna göras större, föddes tanken att husen skulle renoveras ekologiskt. En del i den ekologiska anpassningen var att ett urinsorterande avloppssystem installerades.

Husen var klara för inflyttning sommaren 1996. Idag bor omkring 130 hyresgäster i området. Det finns 51 hyreslägenheter som varierar i storlek mellan 1 och 5 rum och kök. Hyresgästerna utgörs av såväl pensionärer, ensamstående som barnfamiljer, där barnfamiljerna utgör majoritet.

Förutom avloppslösningen innebar den ekologiska renoveringen av Palsternackan att ett sopsorteringssystem infördes med ett femtontal sorteringsfraktioner, att ett ventilationssystem som kan ställas in separat för varje lägenhet installerades och att miljöanpassade byggmaterial valdes. Som gemensamhetsutrymme finns bland annat ett växthus för odling med kompost från hushållskomposten.

4.10.1. Avloppslösning

Projektering och byggnation

Renoveringen av Palsternackan utfördes som totalentreprenad av JM. Lars Fröderbergs Ingenjörskontor anlätades av JM som underentreprenör och det var Lars Fröderbergs Ingenjörskontor som projekterade avloppslösningen samt utförde installationerna. Förfrågningsunderlaget föreskrev urinsorterade toaletter. Björn Gillberg från Stiftelsen Miljöcentrum fungerar som det kommunala bostadsföretaget Stockholmsbostads ABs rådgivare i miljöfrågor.

Avloppslösningens utformning

Avloppslösningen består av urinsorterande toaletter där urinen leds till urintank. Fekalier och BDT-vatten leds till kommunens avloppsreningsverk.

Toalettstolarna

De urinsorterande toaletterna är av fabrikatet Dubbletten. Valet avgjordes framförallt av Dubblettens utformning och funktion. Innan toaletterna installerades i Palsternackan, installerades Dubbletten på Stockholmsbostads ABs kontor för att testas av personalen på kontoret.

Idag finns ca 75 stycken Dubbletten installerade i lägenheterna i Palsternackan. Toalettstolarna är vägghängda. Vattentank, upphängningsanordning, ledningsanslutningar och spolknapp är inbyggda i en plåtlåda bakom toalettstolen.

Vid urinspolning åtgår ca 2 dl spolvatten och vid fekaliespolning ca 4 l spolvatten. Både urinspolningen och fekaliespolningen är manuell. Ett tryck för fekaliespolning ger 4 l spolning. Urinspolningen kräver att knappen hålls inne ca 10 sekunder för att urinskålen ska spolas med 2 dl spolvatten.

Urindelen

Urinen leds genom självfall i plastledningar till urintankar. Urintankarna är av plast och rymmer 15 m³ vardera. Tankarna är luftade och placerade under mark, mellan två av envåningshusen. Från början var det meningen att urintankarna skulle vara försedda med nivå-larm. I slutändan valde man dock att inte installera larm, utan i stället förse dem med bräddavlopp till det kommunala ledningsnätet.

Ledningarna till urintankarna går i en kulvert som ligger strax utanför husen. I kulverten finns också ledningar för vatten, värme och spillvatten. Genom att lägga urinledningarna i kulverten underlättas framtida underhållsåtgärder och kontroll.

Som en säkerhetsåtgärd har man vid renoveringen förberett för installation av konventionella toaletter med full anslutning till det kommunala avloppsledningsnätet.

Urinen sprids på åkermark efter det att urinen mellanlagrats i sex månader för att hygieniseras.

Fekalier och BDT-vatten

Fekaliefractionen och BDT-vattnet leds via ledning förlagd i kulvert till kommunala avloppsledningsnätet för rening i det kommunala reningsverket.

4.10.2. Praktiska erfarenheter

Toalettstolarna

Dubblotten kräver mer underhåll av servicepersonalen än vad konventionella toaletter gör. En stor del av underhållet utgörs av att åtgärda stopp i urinledningarna. Antalet stopp har på sistone ökat i antal, vilket sannolikt beror på utfällning av olika ämnen i urinen. Kristallisationen beror delvis på att spolningsanordningen är sådan att urinskålen lätt spolas med för lite vatten och att urinen på så sätt blir kvar i skål och ledning. Kristallisationen kan också bero på att det är svårt för de boende att rengöra urinskålen ordentligt. Det förekommer bland annat att porslinsproppen i urinskålen fastnar på grund av urinutfällningar.

För att åtgärda stoppen rensas urinledningen från urinskålen med en vajer fästad vid en bormaskin. Fällningen sitter fast på motsvarande sätt som en kalkbeläggning och kan vara svår att få bort.

Det förekommer att hyresgästerna upplever obehag av att toaletterna luktar illa.

Ledningsskarven mellan den utanpåliggande urinledningen och stamledningen i väggen ligger inne i väggen. I början hade man problem med läckage i skarven. För att göra det lättare att underhålla, vore det önskvärt om ledningsskarven låg utanpå väggen. Innan ledningsskarven kan åtgärdas måste plåtlådan skruvas ned. Läckagen har upptäckts och åtgärdats innan de orsakat problem inne i väggen. Den utanpåliggande urinledningen har bytts ut, varigenom läckaget undanröjts.

Toaletternas träsitsar är känsliga för vatten. De sväller och spricker i ytbeläggningen. Gångjärnen i träsitsarna rostar och glappar.

Urindelen

Urintankarna har försetts med bräddavlopp till det kommunala avloppsreningsverket. Man valde då att inte installera nivåarm, som det var tänkt från början. Tankarna är stora och någon överfyllnad har hittills inte inträffat.

Problem med dålig lukt från urintankarna förekommer, framförallt under sommartid.

Sedan starten har Stockholms hem haft kontrakt med en lantbrukare i Norsborg (Talby Nedergård) som tar emot urinen. Lantbruket ligger ca 3 mil från Enskede. Urintanken töms en gång per år och urinen transporteras till lantbrukaren för mellanlagring under sex månader (hygienisering) och spridning på åkermark. På åkermarken odlas spannmål i försöksodlingar.

Fekalier och BDT-vatten

Vare sig fekaliefraktion eller BDT-vatten har föranlett några problem.

4.10.3. Kontroll

Några formella myndighetskrav på kontrollprogram föreligger inte, men Miljö- och hälso-skyddskontoret har följt projektet.

Hanteringen av urin från urintank till spridning på åkermark för odling av spannmål undersöks enligt ett frivilligt kontrollprogram i ett projekt där Stockholm Vatten, Smittskyddsinstitutet (SMI) och Jordbrukstekniska institutet (JTI) medverkar. Urinen undersöks med avseende på bland annat gödselverkan, bakterieförekomst, urinens eventuella innehåll av medicinrester och om dessa bryts ned eller ej. Försöksodlingarna på Talby Nedergård, där urin från både Palsternackan och Understenshöjden används, utvärderas av JTI (Delrapport från Jordbrukstekniska institutet 1998) med avseende på kväveutnyttjande, ammoniakavgång och risk för nitrattutlakning.

Enligt en undersökning utförd av SLU innehåller den utsorterade urinlösningen från Palsternackan: 4,2 gram kväve, 0,4 gram fosfor och 1,1 gram kalium per person och dygn. Dessa mängder angavs motsvara 60–80 procent av de som kan förväntas om man utgår från Naturvårdsverkets schablonvärden, justerade för de boendes hemmavaro samt för andelen barn i området.

4.10.4. Ansvarsförhållanden

AB Stockholmshem har ekonomiskt och driftsmässigt ansvar för Palsternackan, inklusive avloppslösningen.

4.10.5. Information och brukaraspekter

Vid inflyttning informeras nya hyresgäster om de urinsorterande toaletterna i en informationspärm. Där rekommenderar Stockholmshem hyresgästerna bland annat att använda miljömärkta rengöringsmedel vid rengöring av toaletterna. Vidare förespråkas att toaletterna rengörs ofta, för att förhindra utfällning och därmed förebygga stopp i urinledningarna.

Stockholmshem har även tagit fram en broschyr för servicepersonalen, där det framgår hur toaletterna bör skötas och underhållas.

De boendes synpunkter på de urinsorterande toaletterna är framförallt att det kan förekomma dålig lukt, att det förekommer problem med stopp i urinskålen samt att toaletterna är besvärligare att rengöra än konventionella toaletter. Vid en boendeundersökning i Palsternackan utförd av White arkitektur AB och Yrkes- och miljömedicin i Örebro visade det sig att 90 procent av de boende, med större eller mindre frekvens, hade problem med stopp i de urinsorterande toalettstolarna. Omkring 70 procent skulle hellre välja en konventionell toalett, om de fick möjlighet att välja. På det hela taget tyckte man däremot att den övriga miljöanpassningen av husen var bra eller acceptabel.

4.10.6. Ekonomi

Det avloppssystem som valts i Palsternackan medför vissa merkostnader, jämfört med vad ett konventionellt system skulle kosta. Merkostnaden läggs i Stockholmsshems allmänna kostnadspott.

Investering

Merkostnaderna för det urinsorterande avloppssystemet utgörs i investeringen av:

- Toalettstol: ca 1 000 kr/toalettstol, vilket motsvarar en merkostnad på totalt ca 75 000 kr.
- Dubbel stamledning, vilket uppskattas kosta 40 – 50 procent mer än en konventionell lösning. Att merkostnaden inte är den dubbla, beror bland annat på att urinledningarna är något klenare i dimension och alltså något billigare i materialkostnad. Förutsättningarna på plats har varit sådana att ledningsdragningen varit dyr överlag. Orsaken är att det är fråga om befintliga fastigheter, som nyttjats och byggts till.
- Läggning av urinledning i kulvert har medfört ungefär fördubblade kostnader, jämfört med om man skulle ha lagt en avloppsledning på konventionellt sätt.
- Urintankar, inklusive markarbeten: ca 50 000 kr/st, vilket med två urintankar motsvarar ca 100 000 kr.

Nivåalarmet som planerades från början skulle ha kostat ca 15 000 kronor per tank inklusive ledningsdragning. Alarm har dock inte installerats, eftersom eventuell överfyllnad bräddas till det kommunala ledningsnätet.

Driftkostnader

Den kommunala VA-taxan är för närvarande inte reducerad. Diskussioner pågår dock om VA-taxan med Stockholm Vatten. Borttransport av urin till lantbrukare med tömning i lantbrukarens mellanlager motsvarar en kostnad om ca 6 000 kronor/år.

De urinsorterande toaletterna kräver mer underhållsinsatser av servicepersonalen än konventionella toaletter, framförallt på grund av stopp i urinledningarna. Under de två år som avloppslösningen i Palsternackan har varit i drift har stopp i urinledningarna erfordrat ca 60 servicebesök per år. Med en genomsnittlig åtgärdstid om 1,5 timme och en kostnad för servicepersonalen om 250 kronor/timme motsvarar servicebesöken en kostnad om 375 kronor/tillfälle. På årsbasis motsvarar det en kostnad på 22 500 kronor.

En konventionell toalett erfordrar normalt ett servicebesök vart 5:e till vart 6:e år, vilket med 75 toaletter motsvarar ca 15 besök per år. Det skulle enligt kostnadsresonemanget ovan medföra en årskostnad om ca 5 500 kronor. Om servicebehovet inte avklingar, kan det medföra att ytterligare personal måste anställas för att klara servicebehovet.

4.10.7. Referenser

Litteratur

Håkan Jönsson, SLU. Praktiska erfarenheter av toaletter och urinsystem.

Kajsa Sundberg, Naturvårdsverket. Vad innehåller avlopp från hushåll. Naturvårdsverket Rapport 4425.

Humanurin och rötresten till växtkorn. Skörd, kväveutnyttjande, ammoniakavgång och risk för nitrattutlakning – 1997 års fältförsök, Södermanland. Delrapport från Jordbrukstekniska institutet.

”Vi hyr inte. Vi bor här!” Annie, 6 år. Kvarteret Palsternackan, Stockholmshem och annan information till hyresgästerna från Stockholmshem.

Marie Hult, White arkitektur AB, Kjell Andersson, Yrkes- och miljömedicin i Örebro. Sammanfattning av boendeundersökning om miljöanpassningen i kv Palsternackan, Enskede, pm 1998-11-09

Susanna Nilsson, KTH. Eco-renewal of two housing areas – Inspektören and Palsternackan. MSc thesis, Sustainable Infrastructure/Environmental Engineering, KTH 1998.

Muntliga källor

Christer Rydén, AB Stockholmshem

4.11. Stiernhööksgymnasiet/Naturbruksgymnasiet i Rättvik

Stiernhööksgymnasiet/Naturbruksgymnasiet är en gymnasie- och vuxenskola belägen ca 1 km från centrala Rättvik. Skolan har mellan 700 och 800 elever, varav en del bor inackorderade på skolområdet.

I samband med att den befintliga gymnasieskolan skulle byggas ut med två nya byggnader, beslöts att byggnationen skulle utföras så ekologiskt anpassat som möjligt. Ett led i den ekologiska anpassningen var att utföra avloppssystemet som urinsorterande, för att kunna omhänderta och utnyttja urinen. Miljöarbetet var redan tidigare integrerat i skolans arbete, bland annat med ett sopsorteringssystem och en årlig miljörapport om skolans miljöarbete.

Tillbyggnaden till Naturbruksgymnasiet utfördes under 1994/1995. Inför terminsstarten hösten 1995 invigdes de nya byggnaderna.

Naturbruksgymnasiet bedriver ekologiskt jordbruk. En av anledningarna till att man valde ett urinsorterande system var att det redan fanns tankar för lagring av stallurin och att dessa skulle kunna utnyttjas i avloppssystemet.

Undervisning kan pågå mellan 08.30 på morgonen till ca klockan 21.00 på kvällen i form av gymnasieundervisning samt undervisning för vuxenutbildning.

De äldre delarna av skolan är anslutna till det kommunala ledningsnätet.

4.11.1. Avloppslösning

Projektering och byggnation

Projekteringen utfördes av Hus & Planarkitekterna i Borlänge. Entreprenaden utfördes sedan som totalentreprenad med vissa givna ramar. Tillbyggnaden handlades upp med två entreprenörer, en för vardera huset. De två entreprenörerna samordnades så att toalettstolarna blev desamma i båda husen.

SIAB handlades upp som totalentreprenör för det ena huset och NCC för det andra. SIAB valde Rättviks Rör som underentreprenör för VVS och NCC valde NVS i Borlänge.

Avloppslösningens utformning

Avloppslösningen består av urinsorterande toaletter där urinen leds till två urintankar. BDT-vatten och fekaliefraktion leds till det kommunala avloppsnätet.

Toalettstolarna

Toalettstolarna är av fabrikatet WM-Ekologen. Valet av toalettstolar gjordes av entreprenören. En av tillbyggnaderna har plats för upp till 60 personer och har 20 urinsorterande toaletter installerade. Den andra tillbyggnaden har plats för upp till 150–250 personer och rymmer bland annat en gymnastiksal. I den tillbyggnaden finns 15 urinsorterande toaletter installerade. Dessutom har en befintlig byggnad med plats för upp till 30 personer renoverats och byggts ut och installerats med 4 urinsorterande toaletter.

WM-Ekologen är golvansluten. Skiljeväggen mellan urinskål och fekalieskål är lägre än i Dubbletten. Urinen leds ned i urinledningen via tre kanaler i skålen. Urinledningen är av plast och ansluter innanför porslinshöljet till urinskålen. Plasten i urinledningen är cirkulärt armerad för att medge böjning. Urinen leds till stamledningen genom golvet.

Toaletterna har en ”liten” spolning och en ”stor” spolning. Vid lilla spolningen åtgår ca 3 dl spolvatten och vid stora spolningen åtgår ca 5 l spolvatten. Vattentanken sitter ansluten till själva toalettstolen på samma sätt som på en konventionell toalett.

Urindelen

Från de nya byggnaderna leds urinen till två urintankar. Vardera ny byggnad har en urintank som rymmer 10 m³ och ligger under mark strax intill husen. Urintankarna är försedda med bräddavlopp till det kommunala avloppsnätet samt med fyllnadslarm. Den ena urintanken ligger strax intill en parkering, och är för säkerhets skull konstruerad så att den ska klara lasten av fordon.

Det var tänkt att eleverna på naturbruksgymnasiet skulle utföra arbetet med pumpning av urinen från urintankarna vid skolan till en större, befintlig urintank vid skolans ladugård. Därifrån skulle den sedan hämtas och spridas på skolans åkrar. Eftersom urin från människor inte får användas i ekologisk odling, har detta inte gått att genomföra. (se nedan i avsnittet om praktiska erfarenheter).

Fekalier och BDT-vatten

Fekaliefraktion från de urinsorterande toaletterna och BDT-vatten leds till det kommunala avloppsnätet för rening i det kommunala avloppsreningsverket. På skolan finns också en större tvättanläggning, som ägs av Landstinget Dalarna. Landstinget tvättar ungefär var tredje vecka. Dessemellan tvättas vanliga hushållstvättar från skolans verksamhet.

4.11.2. Praktiska erfarenheter

Toalettstolarna

Problem har förekommit med dålig lukt. En av orsakerna är att gummipackningen som tätar urinledningens anslutning till stamledningen i golvet har fräts sönder av urin. Detta har åtgärdats genom att anslutningen har tätats med kitt.

Urinledningen i plast går i en böj ned till anslutningen i golvet. Böjen kan vara placerad för högt, vilket gör att urin och vatten kan bli stående i ledningen och skålen, vilket orsakar lukt och upplevs som ohygieniskt.

Spolningsanordningen hade ett fabrikationsfel i början. Detta åtgärdades genom att leverantören bytte de befintliga spolknapparna mot knappar för ”stor” och ”liten” spolning.

Vid stora spolningen rinner vatten ned i urinskålen. Det medför att urinen blir utspädd med vatten även vid spolning av fekalier. Man har försökt att införa att papper som använts när man kissat ska läggas i en behållare. Det har dock inte slagit igenom vilket gör att stora spolningen används för att bli av med pappret och urinen späds ut ytterligare.

Indikationer finns på att man börjar få problem med utfällning i urinledningen. Detta visar sig genom att avrinningen försämrats i urinskålen, och att det blivit stopp i urinledningarna. Skolan anser även att stopp i fekaliedelen förekommer oftare än i konventionella toalettstolar. Stoppen i fekaliedelen släpper dock lätt.

Det förekommer att vissa toaletter luktar illa. Tre av skolans 39 urinsorterande toaletter har haft återkommande problem med dålig lukt.

Urindelen

Eftersom det inte är tillåtet använda humanurin i ekologisk odling inom EU, har urinen inte kunnat användas i Naturbruksgymnasiets ekologiska jordbruk. Därför har skolans låtit tankarna brädda över till det kommunala nätet. Under våren 1999 planerar man att lämna urinen till Hushållningssällskapet i Borlänge för användning i försöksodlingar.

Man har inte haft besvär med dålig lukt eller andra problem vid urintankarna.

Fekalier och BDT-vatten

BDT-vattnet från tvättanläggningen fungerar som flödesförstärkare. De veckor då landstinget har sina tvättningar transporteras stora mängder vatten genom ledningarna och förebygger på så sätt att det blir stopp på grund av pappersansamlingar och dylikt.

4.11.3. Kontroll

Länsstyrelsen i Dalarna har lämnat tillstånd till förvaring av den utsorterade urinen i skolans befintliga ladugårdstankar. I tillståndet anges hur mycket humanurin som får köras till ladugårdstank samt hur mycket urin som får spridas på åkermark. Något krav från tillsynsmyndigheten på att verksamheten ska kontrolleras enligt ett kontrollprogram finns inte.

4.11.4. Ansvarsförhållanden

Landstinget Dalarna äger marken inom skolområdet och de äldre skolbyggnaderna. Svensk Finans äger de nya byggnaderna och hyr ut dem till landstinget och Rättviks kommuns fastighetssektion. Fastighetssektionen ansvarar för driften av skolbyggnaderna och handlar upp servicetjänsten av landstinget.

4.11.5. Information och brukaraspekter

Personalen har inte fått någon speciell information om hur skötseln av avloppssystemet ska gå till. Det finns heller inga instruktioner om vilka rengöringsmedel som ska användas för rengöring av toaletterna. Städpersonalen upplever toaletterna som något besvärligare att rengöra än konventionella toaletter. Bland annat får de ta bort fekalier och papper från urinskålen.

När nya elever börjar på skolan håller skolans rektor information och tar då även upp de urinsortande toaletterna. De elever som tillfrågades hade dock inte fått särskild information om hur spolningen fungerar, om pappret ska läggas på speciellt ställe eller om de ska tänka på att inte spola ned för mycket papper för att undvika stopp.

Elevernas upplevelse av toaletterna varierar. Några tycker att de inte fungerar alls och väntar hellre med att gå på toaletten tills de kan gå på en konventionell toalett. Man är medveten om att urinen inte används på åkermark såsom ursprungligen var tänkt, vilket har gjort att motiveringen minskat eftersom man inte tycker sig se någon nytta med systemet. Olägenheterna med toaletterna i form av dålig lukt, rester av fekalier i toalettstolen samt stopp i urinskålen, gör att man avstår från att använda toaletten.

Andra elever tycker inte att det är några problem att använda skolans urinsortande toaletter och använder lika gärna dem som konventionella toaletter.

4.11.6. Ekonomi

Investering

Merkostnaden för skolans avloppssystem, jämfört med ett konventionellt system, består främst av ca 1 000 kronor mer per toalettstol (WM-Ekologens toalettstol kostade omkring 3 000 kronor/st). Urintankarna kostade ca 20 000 kronor, exklusive markarbeten. Ledningsinstallationerna kostar ungefär det dubbla jämfört med ett konventionellt avloppssystem, eftersom der erfordras dubbel ledningsdraging och två stammar.

Driftkostnader

Skolans drift- och underhållskostnader för avloppslösningen motsvarar ungefär kostnaderna för en konventionell avloppslösning.

Bytet av lock på toalettstolarnas vattentankar samt åtgärdande av de för högt placerade böjarna på toalettstolarnas urinledning har bekostats av garantin.

Anslutning till det kommunala avlopps nätet fanns redan. VA-taxan har inte sänkts. Det är svårt att särskilja vattenförbrukningen för toaletterna, eftersom all vattenförbrukning avläses på samma mätare.

4.11.7. Referenser

Muntliga källor

Karl-Erik Olsson, vaktmästare Stiernhööksgymnasiet/Naturbruksgymnasiet
Ulf Rydell, Fastighetssektionen, Rättviks kommun
Elever och städpersonal på Stiernhööksgymnasiet/Naturbruksgymnasiet

4.12. Vallens skola i Sundsvall

Vallens skola ligger i samhället Kovland, ca 1 mil nordväst om Sundsvall. Den gamla skolan i Kovland behövde renoveras och byggas ut. I samband med detta lade skolnämnden tillsammans med engagerad personal på skolan fram ett önskemål om att utbyggnaden skulle göras som en miljöskola. Ett led i skolbyggnadens miljöanpassning var att installera ett urinsorterande avloppssystem. Våren 1996 invigdes Vallens skola.

Skolan har, förutom miljöanpassning av avloppssystemet, även miljöanpassat ventilationssystemet och valet av byggnadsmaterial. Lokalerna har också byggts så att de ska vara så energisnåla som möjligt. I ventilationssystemet har man bland annat utnyttjat självdrag.

Utbyggnaden av skolan är gjord som en separat enhet, skild från den äldre byggnaden. Det är denna separata enhet som utgör miljöskolan. I skolan går ca 200 förskolebarn och skolelever upp till årskurs 7. Vid skolan arbetar ca 15 personer. Skolan har också fritidsverksamhet mellan klockan 06.15 och 17.30.

4.12.1. Avloppslösning

Projektering och byggnation

Renoveringen och utbyggnaden utfördes som totalentreprenad av PEAB. Förfrågningsunderlaget för VVS-delen av totalentreprenaden togs fram av Theorells Ingenjörbyrå AB. I förfrågningsunderlaget fanns vissa ramar givna, bland annat var Dubbletten föreskriven som urinsorterande toalett. Installationerna utfördes av Rex Rörinstallationer AB.

Avloppslösningens utformning

Avloppslösningen på Vallens skola består av ett urinsorterande system med urinsorterande toaletter och två urintankar. Avskild fekaliefraktion och BDT-vatten leds till det kommunala avloppsledningsnätet. Avloppsledningarna i tillbyggnaden utgörs av gjutjärnsledningar.

Toalettstolarna

Totalt finns 16 toalettstolar installerade i skolans tillbyggnad. Vid urinspolning åtgår ca 2 dl spolvatten och vid fekaliespolning ca 4 l spolvatten. För att säkerställa att urinskålen och efterföljande ledningar spolas med tillräcklig mängd spolvatten, har originalspolknappen som manuellt ska hållas in ersatts med en automatisk spolknapp i form av "touch-knapp". Med ett tryck på touch-knappen spolas automatiskt 2 dl spolvatten under viss tid. Spolningen styrs av en magnetventil som är placerad på vattenledningar i källaren.

För att förebygga igensättningar av papper m.m. är Dubblettens urinskål försedd med propp.

Urindelen

Den separerade urinen avleds till två prefabricerade betongtankar. Urintankarna ligger under mark, strax utanför den äldre skolbyggnaden. Bägge tankarna rymmer 10 m³ vardera och står i förbindelse med varandra. De är försedda med bräddavlopp till det kommunala ledningsnätet. I varje tank finns också en temperaturmätare och en nivågivare. Både temperatur och nivå övervakas via dator.

Urinen ska levereras till närbelägna lantbruk för att användas som gödselmedel. Eventuell mellanlagring för hygienisering av urinen kommer att ske hos lantbrukaren.

Fekalier och BDT-vatten

Både fekaliefraktion och BDT-vatten leds till det kommunala ledningsnätet. I inledningskedet diskuterades rening genom markbädd, men närhet till en å, Sättna å, i kombination med längre period av kall årstid, gjorde att valet föll på anslutning till det kommunala VA-nätet.

4.12.2. Praktiska erfarenheter

Toalettstolarna

Montören av toalettstolarna ansåg att de var krångliga att installera.

Några enstaka stopp förekom i början, men man upplever inte stoppen som mer frekventa än på skolor med konventionella toaletter. Stoppen berodde på att papper hamnat i urinskålen av misstag. Rensning av toaletterna upplevs som krångligare än för konventionella toaletter.

Barnen har ibland svårt att träffa rätt, så att fekalier hamnar i urinskålen. Det har inträffat att toalettstolar har stått med fekalier i urinskålen över en natt eller en helg, vilket har orsakat olägenheter med dålig lukt. Personalen som arbetar med fritidsverksamheten brukar därför kontrollera toaletterna innan de går hem.

Det har förekommit att urin läcker genom ledningsskarven mellan det utanpåliggande urinledningen från urinskålen till väggen och anslutningen i väggen till stamledningen. Den utanpåliggande ledningen är mindre än ledningen till stamledningen i väggen. Ledningsskarven har därför varit precisionskrävande. Det är viktigt hur den utanpåliggande ledningen kapas för att skarven ska bli tät. En del ledningar har fått bytas. Ett sätt att underlätta skarvningen är att ledningsskarven ligger utanför istället för inne i väggen.

I de fall då läckage har förekommit har urinen runnit på utsidan av den större ledningen, ned i källaren. Man har dock inte drabbats av att urin har samlats i väggarna genom läckage. Efter det att läckande ledningar har åtgärdats enligt ovan har det inte förekommit fler läckage.

I fekalieskålen finns en vägg i utrymmet där fekalieskålen övergår i fekalieledning. Denna vägg är konstruerad att det är svårt att komma åt att rensa fekalieledningen med vanliga rensanordningar.

Toalettstolarnas träsitsar har svällt och spruckit och det har förekommit problem med gångjärnen i sitsarna. Sitsarna upplevs som ohygieniska.

Urindelen

Utfällning i urinledningarna har inte förekommit.

Urintanken töms en gång om året. Våren 1998 var det meningen att en lantbrukare i närheten skulle hämta urinen och sprida den på vall. På grund av en serie tekniska problem (svårt att hitta tillräckligt stor tank, trasig traktor m.m.) lyckades inte detta. Urinen har därför hämtats med slamsugare och körts till det kommunala avloppsreningsverket. Man hoppas dock på att få avsättning för urinen nästa år, då en lantbrukare planerar att använda sig av urinen på betesmarker för får.

4.12.3. Kontroll

Miljö- och hälsoskyddsnämnden, som är tillsynsmyndighet, har inte ställt några krav på uppföljning eller kontroll av hur avloppslösningen fungerar. Miljö- och hälsoskyddskontoret har dock följt projektet sedan starten.

4.12.4. Ansvarsförhållanden

Sundsvalls kommuns fastighetskontor har ekonomiskt och driftmässigt ansvar för skolans avloppssystem.

4.12.5. Information och brukaraspekter

När eleverna kommer som nya till skolan informeras de om toaletterna. De yngsta barnen behöver ibland hjälp av lärarna när de går på toaletten. Det är ofta lärarna som blir tillkallade när något har blivit ”fel”, till exempel att fekalier har hamnat i urinskålen. Även föräldrar informeras om toaletterna bland annat vid föräldramöten.

Efter att man åtgärdat de problem som förekom i början (med läckande ledningar m.m.), uppges avloppslösningen i huvudsak fungera tillfredsställande. Drift- och underhållsinsatserna motsvarar i stort vad som krävs för en konventionell anläggning.

4.12.6. Ekonomi

Investering

Avskrivningstiden på investeringarna i skolan är i genomsnitt 33 år.

Dubbletten har kostat ca 7 000 – 8 000 kronor per toalett, vilket är två till tre gånger mer än vad en konventionell toalett kostar. För urinsorteringen har erfordrats dubbla ledningsinstallationer, vilket har medfört ungefär dubbla investeringskostnaden jämfört med ett konventionellt system. Avloppslösningen ingick som en del i entreprenaden för hela renoveringen, varför det inte är möjligt att särredovisa kostnaderna för olika komponenter eller åtgärder som rör avloppslösningen.

Enligt leverantören, Timrå Betongindustri, kostade urintankarna 35 000 kronor styck. Kostnaden för markarbetena uppskattas till ca 15 000 kronor per tank. Nivågivare och temperaturmätare kostade omkring 20 000 kronor. Urinspolningens touch-knappar med magnetventiler har kostat ca 20 000 kronor för samtliga 16 toaletter.

Skolas VA-taxa är inte reducerad, inte heller skolans anslutningsavgift. De byten av utanpåliggande ledning på toalettstolarna som har erfordrats har inkluderats i entreprenadgarantin.

Den tid som åtgår för drift och underhåll av avloppsanläggningen uppskattas till ungefär densamma som för en konventionell anläggning.

4.12.7. Referenser

Muntliga källor

Hans Wiberg, chef för Sundsvalls kommuns fastighetskontor
Örjan Östlund, vaktmästare på Vallens skola
Lärare, städpersonal och elever på Vallens skola.

5. SAMMANFATTANDE ERFARENHETER AV STUDERADE AVLOPPSLÖSNINGAR

Ett avloppssystem är uppbyggt av olika komponenter: handfat, toalettstolar, ledningar, uppsamlingstankar, reningsanläggningar osv. De komponenter som används i de studerade avloppslösningarna skiljer sig i varierande grad från de komponenter som utnyttjas i mer konventionella avloppssystem.

I detta kapitel har vi sammanställt och utvärderat de praktiska erfarenheterna av avloppssystem, komponenter och arbetsmoment som har gjorts av såväl byggföretag, fastighetsägare och servicepersonal som boende, elever och andra brukare av avloppslösningarna. Utvärderingen omfattar elva av de tolv studerade fastigheterna. Vibyåsen i Sollentuna är ännu i experimentstadiet och har på begäran av kommunens stadsbyggnadskontor inte utvärderats. En rapport med de praktiska erfarenheterna av projektet ska lämnas in till NUTEK i slutet av 1999. Då kommunen anser att det ännu är för tidigt att utvärdera de praktiska erfarenheterna vid Vibyåsen, har vi valt att begränsa oss till att beskriva projektering, byggnation och hur avloppslösningen är tänkt att fungera.

5.1. Toalettstolar

Vid elva fastigheter, det vill säga alla studerade fastigheter utom en – Vibyåsen – används urinsorterande toaletter. I Vibyåsen används snålspolande konventionella toaletter. Snålspolande konventionella toaletter förekommer i viss utsträckning även i några av de andra studerade fastigheterna (Yndegården och Överjärva gård).

I åtta av de elva fastigheter som utrustats med urinsorterande toaletter har man valt toalettstolar av fabrikatet Dubbletten. Tre har installerat toalettstolar av fabriken WM Ekologen (Liljan 2, Hushagen och Stiernhööksgymnasiet/Naturbruksgymnasiet). Vid Överjärva gård installerades flera typer av toalettstolar, däribland även av fabrikatet Aquatron.

Urinsorterade toalettstolar har två avskilda delar, en för urin och en för fekalier. De skilda delarna spolas med separata spolsystem. Urinsorterande toaletter förutsätter att män sitter ned vid toalettbesöken. När det gäller de toaletter som studerats i denna utvärdering spolades urindelen med ca 2 dl vatten och fekaliedelen med 4 – 6 liter.

De två fabrikaten av urinsorterande toalettstolar som installerats i de studerade fastigheterna skiljer sig åt inbördes på flera sätt. WM Ekologens urindel och avskiljningsvägg mellan urin- och fekalieskål är mindre än Dubblettens. Dubbletten är vägghängd, medan WM Ekologen är en golvmodell. Aquatron-toaletten skiljer sig från de förra genom att den inte separerar urin- och fekaliefraktionerna. De leds istället blandade till en separator, där urin och övrig vätskefas avskiljs från fekalier och papper.

På en del urinsorterande toaletter är urinspolningen manuell. För urinspolning rekommenderas i dessa fall att spolknappen hålls intryckt i 10 – 15 sekunder för att tillräcklig mängd spolvatten ska spola rent i urinskål och ledningar. Andra stolar har levererats med spolknappar som automatiskt ger 2 dl spolning utan att knappen behöver hållas intryckt. Valens skola och Nytorgsgatan har själva bytt ut de manuella originalknapparna för urinspolning mot automatiska spolknappar.

5.1.1. Drifterfarenheter

Vuxna män brukar med tiden vänja sig med att sitta på de urinsorterande toaletterna. Däremot har erfarenheterna vid de studerade skolorna visat att barn kan ha lite svårare att använda toaletterna på rätt sätt.

De flesta studerade fastigheter har haft någon form av driftproblem med de urinsorterande toaletterna, såsom stopp i urin- och fekalieledningar, läckage, dålig lukt, förekomst av flugor och högre vattenförbrukning än förväntat. På flera håll har dock problemen försvunnit eller minskat efter det att man har gjort vissa justeringar i installationerna.

Vattenförbrukning

Eftersom det inte går att spola ned toalettpapper genom toaletternas urinskålar, läggs toalettpappret antingen i en behållare bredvid toaletten eller spolas ned via fekalieskålen. Det senare innebär att man använder mer vatten än vad som var avsikten från början. Även stopp i urinledningar eller i ledningar mellan fekalieskålen och kompostbehållaren (se nedan) gör att man spolar en extra gång, vilket också ökar vattenförbrukningen. Urinen blir då mer utspädd och tankarna måste tömmas oftare än planerat. I vissa fall förekommer det att en del av spolvattnet vid fekaliespolningen kan rinna över avskiljningsväggen mellan urin- och fekalieskålen och vidare till urintanken. Detta späder ut urinen ytterligare, samtidigt som smittämnen i fekalier kan överföras till urinen.

Från tre av de studerade fastigheterna har man rapporterat att det är svårt att få rätt spolvattenmängd i de toaletter som har manuell urinspolning. Det är svårt att trycka med rätt tryckprecision, så att spolvattnet blir de ca 2 dl som rekommenderas. Antingen går det åt för mycket eller för lite vatten. I det första fallet får man inte den vattenbesparing som eftersträvas och urinens koncentration av näringsämnen blir lägre; i det senare fallet ökar riskerna för igensättning på grund av utfällning av olika ämnen som finns i urinen. Fällningarna består till stor del av magnesium, kalcium och fosfor (Johansson, Jönsson och Höglund, 1998).

Avsikten är att urinen ska spridas på jordbruksmark. Från spridningsteknisk synpunkt är det viktigt att koncentrationen av näringsämnen inte är alltför låg. Utspädningen av urin med spolvatten minskar koncentrationen. Ju lägre näringskoncentration, desto större volymer måste spridas per ytenhet. Om urinen späds ut för mycket, måste lantbrukaren antingen sprida urinen i flera omgångar, eller, om han inte vill göra det, använda större och därmed tyngre spridningsutrustning. Detta gör i sin tur att risken för packningsskador i åkermarken ökar. Utspädning av urinen medför också att det krävs fler transporter än vad som annars skulle ha behövts.

Stopp i ledningar, läckage och dålig lukt

Problem med dålig lukt från toaletterna har förekommit vid åtta av de elva studerade fastigheter som installerat urinsorterande toaletter. Som nedanstående exempel visar beror den dåliga lukten på stopp i urin- eller fekalieledningarna från toalettstolarna, läckage från ledningsskarvar eller på att fekalier har hamnat i urinskålen och sedan legat kvar över natten.

Från Liljan 2 och Hushagen rapporteras att toaletternas vattenlås torkat ut, vilket har gett upphov till dålig lukt.

I några fall har vatten blivit stillastående i toaletternas urinskålar på grund av stopp i urinledningarna. Stoppen har i de flesta fallen orsakats av utfällning av ämnen i urinen samt av att hår och toalettpapper fastnat i skålens utlopp. I vissa fall beror stoppen på brister i toalettens konstruktion eller installation. På toalettstolarna i Liljan 2 gör ledningen från urinskålen en kraftig böj uppåt innan den ansluter till stamledningen i väggen. Om böjen ligger högre än urinskålens nivå medför det att vatten kan bli stående i ledningen och i urinskålen. Stillastående vatten i urinskålen ger upphov till dålig lukt och upplevs som ohygieniskt.

Hos Ekopiloterna gick toalettstolarnas utanpåliggande urinledningar av plast ofta sönder, varför man bytte ut dem mot kopparledningar.

Hos Vallens skola är toalettens utanpåliggande urinledning mindre än ledningen till stamledningen i väggen. Vid installationen av de urinsorterande toalettstolarna har skarvningen av ledningarna därför varit precisionskrävande. En del ledningar har fått bytas i efterhand.

I många fall kommer den dåliga lukten inte från själva toalettstolen, utan från ledningar och tankar (se vidare nedan).

Vid en boendeundersökning i Palsternackan visade det sig att de allra flesta (ca 90 procent av de boende), med större eller mindre frekvens, hade problem med stopp i de urinsorterande toalettstolarna. Många (ca 70 procent) skulle hellre välja en konventionell toalett, om de hade möjlighet att välja. På det hela taget tyckte man däremot att miljöanpassningen var bra eller acceptabel (Hult och Andersson).

Installation, drift och underhåll

De VVS-installatörer som anlåtats har upplevt de urinsorterande toalettstolarna som komplicerade och tidskrävande att montera, vilket har lett till högre monteringskostnader. Exempelvis tog installationen av urinsorterande toaletter i hyresfastigheten Nytorgsgatan i Hallsberg ungefär två timmar längre tid att montera än konventionella toaletter.

Erfarenheten hos den personal som ansvarar för drift och underhåll är att de urinsorterande toaletterna även kräver mer skötsel än konventionella toaletter. De främsta anledningarna till den större skötselinsatsen är upprepade stopp i ledningarna från toalettstolar till urin- och komposttankar samt dålig lukt.

Andra exempel på drift- och underhållsproblem är att gångjärnen i sitsarna glappar, skruvarna i stötdämparna i träsitsarna orsakar skador i porslinet och att träet i sitsarna inte tål vatten utan spricker.

Vissa förslitningsdetaljer finns inte i standardsortimentet, vilket försvårar anskaffning av reservdelar. Originalknappen för urinspolning är exempel på en sådan detalj. Packningar och andra reservdelar har också varit svåra att få tag på och dyra att anskaffa.

5.2. Separat omhändertagande av urin

Separat hantering av urin förekommer vid elva fastigheter. Vid fem av dem (flerfamiljshuset Ekoporten samt skolorna Elias Fries, Ekopiloterna, Överjärva gård och Laggarbergs skola) hanteras även fekalier och spillvatten separat.

5.2.1. Urinledningar och urintankar

De urintankar som har installerats är på mellan 6 och 15 m³ och tillverkade av glasfiber, glasfiberarmerad plast eller av betong. Ledningarna mellan toalettstolarna och urintankarna är av plast, mässing eller gjutjärn. Plastledningar och andra plastdetaljer missfärgas lätt och är svåra att hålla rena eftersom smuts lätt fastnar i repor och sprickor. Detta gör att de kan upplevas som ohygieniska.

Vid sju av de elva fastigheter som har urinsortering har urintankarna utrustats med bräddavlopp till det kommunala avloppsledningsnätet eller till en lokal reningsanläggning. Tre av dessa fastigheter har låtit urinen bräddas till det kommunala nätet på grund av att man hittills inte har kunnat hitta någon användare för urinen.

Dålig lukt

Som nämnts ovan, förekommer klagomål på att toaletterna luktar illa. I många fall beror den dåliga lukten på stopp i ledningar och läckage från ledningar och tankar. Problem med dålig lukt förekommer också omkring urintankarna, framför allt under sommaren.

Stopp i urinledningar

Stopp i urinledningarna förekommer i större eller mindre omfattning i nästan alla studerade fastigheter. Stoppen har oftast orsakats av att ledningarna satts igen på grund av utfällning. Åtta av elva utvärderade fastigheter hade problem med utfällning av olika ämnen i urinen.

Problemet med stopp i urinledningar hanteras på olika sätt. Exempel på åtgärder är rensning med rensband genom toalettstolen, bortmontering av toalettstolen och rensning av ledningar, upplösning av urinutfällningar med hjälp av citronsyra eller liknande samt ökad spolvattenmängd för att minska risken för igensättning.

Läckage

Anslutningen av urinledningen från toaletten till stamledningen i väggen eller i golvet har inte slutit tätt på flera toaletter, vilket orsakat problem med läckage och dålig lukt. Problemen har dock ofta kunnat rättas till i efterhand. I de fall som röranslutningarna har varit inbyggda, har detta dock varit svårt.

Packningar vid anslutningarna av fekalie- eller urinledningar till stamledningar i väggen har inte slutit tätt på flera toaletter på Nytorgsgatan i Hallsberg och på Stiernhööksgymnasiet, vilket orsakat problem med läckage och dålig lukt. Ett sätt som föreslås för att underlätta skarvningen och byte av packningar är att ledningsskarven läggs utanför istället för inne i väggen.

5.2.2. Användning av urin som gödsel

Grundtanken med urinsortering är att sortera ut urin och fekalier samt att efter viss förbehandling (hygienisering) sprida urinen, och ibland även fekalierna, lokalt på egna odlingar eller i närbelägna jordbruk. Urinens och fekaliernas innehåll av växtnäring gör dessa produkter lämpliga som gödsel. Proportionerna mellan näringsämnen som kväve, fosfor, kalium, spårämnen är ungefär desamma som i stallgödsel. Innehållet av mullbildande organiskt material kan utnyttjas för jordförbättring (förbättrar jordens struktur och ökar bördigheten i marken).

Ett absolut krav för en hållbar utveckling är att hushålla så mycket som möjligt med den livsnödvändiga (essentiella) och icke förnybara resursen fosfor. Från resurshushållnings- och kretsloppssynpunkt bör fosfor i såväl urin som fekalier återföras till jordbruket, och där ersätta handelsgödsel. Det är önskvärt – men inte absolut nödvändigt – att också de andra näringsämnena återförs till jordbruket (Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift nr 18, 1999, och Naturvårdsverket Rapport 4765).

Det har dock framförts vissa osäkerheter kring urinanvändning i jordbruk. Förutom näring innehåller urinen könshormoner och ibland även läkemedelsrester. Riskerna med att sprida hormoner och läkemedelsrester i miljön är inte fullständigt utredda ännu, men Naturvårdsverket och Läkemedelsverket bedömer att riskerna för negativa miljöeffekter är små (Naturvårdsverket Rapport 4660).

Den årliga mängden urin och urinspolvatten har uppmätts vid Ekoporten till ca 1 100 liter per lägenhet och år. Kvaliteten på den uppsamlade urin/vattenblandningen i urintankarna har undersökts i sex av de studerade fastigheterna: Ekoporten, Palsternackan, Hushagen, Nytorpgatan, Laggärbergs skola och Elias Fries skola. Resultatet av undersökningarna visas i nedanstående tabell.

Tabell 5.1. Näringsinnehåll i uppsamlad urin/vattenblandning

Näringsämne	Halt	Mängd	
	gram per liter	gram per person och dygn	
	5 fastigheter	Uppmätt hos Palsternackan	Naturvårdsverket Rapport 4425
Totalkväve*	2,4 – 4,7	4,2	11
Totalfosfor	0,1 – 0,3	0,4	1
Kalium	0,1 – 2,5	1,1	2,5

*) över 95% av kvävet föreligger som ammoniumkväve

Mängderna uttryckta som gram per person och dygn uppmättes i Palsternackan. Som jämförelse ges i kolumnen längst till höger Naturvårdsverkets uppgifter om hur mycket näringsämnen som en person totalt sett utsöndrar via urin. Enligt Håkan Jönsson vid SLU motsvarar de mängder som uppmättes i Palsternackan 60 – 80 procent av vad som kan förväntas, om man utgår från Naturvårdsverkets schablonvärden och justerar dessa för hur länge brukarna befinner sig i fastigheten och för andelen barn. Enligt Jönsson låg kvävehalten i urinen i nivå med kvävehalten i djururin som används i jordbruket.

Urin/vattenblandningen från Ekoporten har även analyserats med avseende på tungmetaller vid ett tillfälle år 1997. Kadmiumhalten var då 4,5 µg/l. Ett vanligt mått på ett gödselmiddels kvalitet är förhållandet mellan medlets kadmium- och fosforhalt. Detta förhållande var

ca 16 mg kadmium/kg fosfor, vilket är i samma storleksordning som kadmium– fosforförhållandet i svenskt handelsgödsel fosfor (medelvärde var 15 mg kadmium/kg fosfor enligt Jordbruksverkets statistik för 1997/98).

Även bakteriehalten i urinen analyserades vid det tillfället. SABO Utveckling, som utvärderat Ekoporten, bedömer halten fekala koliforma bakterier och E. coli som låg (1 700 bakterier/100 ml urin) och halten fekala streptokocker som normal (5 miljoner per 100 ml). Förekomst av Salmonella har inte kunnat påvisas.

Ammoniakavgången från urintankar har mätts vid Ekoporten vid ett tillfälle. Ammoniakhalten i luften i urintanken strax ovanför urinytan uppmättes till 80 ppm. SABO Utveckling bedömer att avgången av ammoniak är låg, och i nivå med undersökningar som gjorts i andra urinsorteringssystem

Den uppsamlade urinen mellanlagras i sex månader för att hygieniseras, det vill säga för att sjukdomsalstrande bakterier, virus och parasiter ska avdödas eller kraftigt reduceras till antal. Urinen från en av de studerade fastigheterna mellanlagras hos den som tar emot urinen, medan urinen från de övriga fastigheterna mellanlagras vid fastigheten.

Urinen har inte kunnat användas som gödselmedel i den utsträckning som det var tänkt från början. Endast sex av de elva fastigheter som har separat urinhäntering har hittills fått avsättning för sin urin i jordbruket: Ekopiloterna, Ekoporten, Elias Fries skola, Laggarbergs skola, Nytorgsgatan och Palsternackan. Urinen från Hushagen har spridits på kommunala gräsytor. De fyra återstående fastigheterna, som inte lyckats få någon användning för sin urin i jordbruk eller på gräsytor, har antingen låtit urinen bräddas över från urintanken till det kommunala avloppsnätet eller transporterat urinen med bil till ett kommunalt avloppsreningsverk.

Den urin som använts i jordbruket har spritts på betesmark eller på åkermark med vallfodergrödor, spannmål och energigrödor. Transportavståndet till jordbruksmarken har varierat mellan 1 och 30 kilometer. I de flesta fall har man låtit undersöka urinens gödselvärde innan den spritts på jordbruksmark.

En av anledningarna till att urinen inte har kunnat användas i jordbruket är att den tilltänkta lantbrukaren antingen bedriver ekologiskt lantbruk (Hushagen) eller planerar att gå över till ekologiskt lantbruk (Liljan 2). Enligt de regler som gäller för ekologisk odling inom EU, är det inte tillåtet att använda urin från människor om man vill kunna sälja sina produkter som ekologiska (i Sverige märks dessa med KRAV-märket, eller, om de är biodynamiskt odlade, med Demeterförbundets märke) och få arealbidrag. Inte heller är det tillåtet att använda fekalier från människor eller slam från trekammarbrunnar eller annat avloppsslam i ekologisk odling (KRAV-regler 1999).

En av fastighetsägarna påpekade att det är mycket viktigt att avsättningsfrågan löses. Det urinsorteringssystemet måste fungera storskaligt med mottagare som har tillräckligt stor lagringskapacitet. Samtidigt får avsättningen inte medföra alltför långa transportavstånd.

5.3. Separat omhändertagande av fekalier

Vid fem fastigheter (Ekopiloterna, Ekoporten, Elias Fries, Laggarbergs skola och Överjärva gård) hanteras såväl fekalier, urin som spillvatten separat. Fekalierna avskiljs från spillvattnet med hjälp av centrifugalkraften i en separator av märket Aquatron och hamnar i en tank eller behållare där de komposteras.

Komposttankarna i de studerade fastigheterna är av rostfritt stål eller plast. Överskottsvätska från tankarna dräneras och avleds till den lokala reningsanläggningen eller till det kommunala avloppsnätet. I botten av komposttankarna vid några av de studerade fastigheterna har man lagt ett dräneringslager av grus, sand, flis eller bark för att underlätta dräneringen.

Vid alla fastigheter utom en (Elias Fries skola) var kompostutrymmena ventilerade för att förebygga problem med lukt och flugor.

För att fördela materialet jämt i tanken, eller för att lufta och vända komposten har olika metoder använts. Vid Laggarbergs skola har komposttankarna utrustat med en vipa, vid Ekoporten roterande skruvar, och vid Elias Fries skola lutar tankens ena vägg inåt.

Efter uppsamlingen i komposttankar, efterkomposteras fekaliekomposten mellan sex månader och ett år för att hygieniseras. Avsikten är att de komposterade fekalierna, precis som urin, ska användas lokalt som gödsel eller jordförbättringsmedel.

Spillvattnet, det vill säga BDT-vatten, vätskefas som separerats från fekalier, samt dräneringsvatten från komposttankar renas i egna reningsanläggningar (markbäddar, infiltrationsanläggning, rotzonsanläggning eller minireningsverk) vid fyra av de studerade fastigheterna. Vid den femte, Laggarbergs skola, leds spillvattnet till det kommunalt nätet.

I Vibyåsen har man valt konventionella toaletter istället för urinsorterande. Där har man separata system för KL- och BDT-vatten. KL-vattnet, som kommer från toaletterna, bedöms motsvara ca 7 procent av den totala spillvattenmängden. Enligt Naturvårdsverket finns ca 75 procent av fosfor och ca 90 procent av kvävet i "normalt" hushållsspillvatten i KL-vattnet (Naturvårdsverket Rapport 4425). Den utsorterade KL-fraktionen i Vibyåsen separeras i en vätskefas och en fast fas, där avsikten är att den fasta fasen ska kunna användas för gödning eller jordförbättring. BDT-vattnet behandlas i en egen reningsanläggning, där bland annat markbäddar ingår.

Vid Ekoporten komposteras fekalierna tillsammans med komposterbart hushållsavfall och sågspån.

5.3.1. Drifterfarenheter

Vid alla studerade fastigheter med separat fekaliehanteringen har det förekommit problem av olika slag. Dessa beskrivs nedan (på begäran från Sollentuna kommuns stadsbyggnadskontor ingår inte Vibyåsen i denna redovisning av drifterfarenheter – se vidare under rubriken "Allmän beskrivning" i avsnitt 4.6 "Vibyåsen i Sollentuna").

Problem med separering av fast och flytande fas

För att separatorn effektivt ska avskilja vätskefasen från den fasta fasen krävs att separatorns lodlinje är rätt inställd, det vill säga att separatorn inte lutar för mycket, och att led-

ningarna till och från separatorn ligger i rätt lutning (enligt projektören av avloppssystemet hos Ekopiloterna bör lutningen vara mellan 8 och 12 promille).

Friktionsförluster i skarvar och väggar i gjutjärnsledningarna, i kombination med snålspolande toaletter, har resulterat i igensättningar i ledningarna vid Ekopiloterna. Separatoren chockbelastades när igensättningarna lossnade och vätska rann ned i komposttanken, vilket orsakade översvämningar. Problemet har åtgärdats genom att spolvattenmängderna har ökats. Liknande erfarenheter har gjorts i Ekoporten.

Ett annat problem som förekommit är att fekaliedelen inte avskiljs ordentligt i separatorn då fekalierna är lösa (som ett resultat av diarré eller liknande).

Läckage

Vid Elias Fries skola har en del av de ledningar som leder fekalier till kompostutrymmena, och en del av de som leder bort dräneringsvatten därifrån, varit otäta. Detta gjorde att grundvatten läckte in i kompostutrymmena, vilket i sin tur gav problem med förekomst av flugor.

Dålig lukt och flugor

Hos fyra av de studerade fastigheter som har separat hantering av fekalier förekom problem med dålig lukt och riklig förekomst av flugor. Problemen orsakas av brister i komposteringsprocessen. Dålig lukt sprids via ventilationen eller via dåligt fungerande vattenlås. Flugor kläcks i kompostutrymmena och kan därifrån sprida sig in i lägenheterna.

Ett exempel på fastigheter med flugproblem är Ekopiloterna. Flugorna har troligen kommit i samband med översvämningar som förekom vid starten som en följd av chockbelastningen av separatorn.

Vid Överjärva Gård och Laggarbergsskolan spreds dålig lukt och flugor från kompostutrymmena in i husen på grund av olämpligt utformad ventilation. Detta berodde på att man i början hade anslutit kompostutrymmena till avloppssystemets allmänna ventilation. Ventilationen har byggts om, vilket gjort att luktproblemen har försvunnit och den rikliga förekomsten av flugor minskat. Överjärva har nu en separat ventilation för kompostutrymmena som mynnar ovan tak. Laggarbergsskolan har byggt in vattenlås i förbindelsen mellan toalettstolar och komposttankar, samt installerat separata luftningsrör för komposttankarna.

Sedan Elias Fries skola har åtgärdat inläckaget av grundvattnet (se ovan), och justerat temperaturen till mellan 18°C och 22°C med hjälp av värmeelement, har skolans problem med flugor minskat. Värmeelementen hjälper också till att hålla en optimal komposteringstemperatur. Trots att kompostutrymmena inte varit försedda med fläkt har det inte förekommit några luktproblem.

Bristande kompostering

Vid Ekopiloterna, Ekoporten, Elias Fries skola och vid Laggarbergs skola har man haft problem med att fekaliekomposten antingen blev för blöt eller för torr. Orsakerna har varit att separatorn inte fungerat optimalt eller att grundvatten trängt in i kompostutrymmena (se ovan). Om komposten blir för blöt kan syre inte tränga ned, vilket gör att det materialet

ruttnar istället för att komposteras. Samtidigt bildas ett överskott av lakvatten, som måste dräneras bort.

Från början fanns det endast en komposttank per hus vid Elias Fries skola. Det visade sig dock att komposten behövde efterkomposteras innan den kunde användas som gödsel eller jordförbättringsmedel. För att möjliggöra detta har komposttankarna dubblerats. Liknande komplettering har gjorts vid Laggarbergs skola.

Skötsel och underhåll

Skötseln av kompostutrymmen och tömning av kompost är i vissa fall tidskrävande och tungt. Två exempel på detta är Elias Fries skola och Laggarbergs skola där komposttankarna töms manuellt genom en frontlucka med hjälp av spadar. Därefter bärs komposten i hinkar upp för stegar och ut ur byggnaderna

Vid Ekoporten har man istället valt att maskinellt hissa upp komposttanken till marknivån.

5.3.2. Användning av fekalier som jordförbättringsmedel och gödsel

Liksom urin innehåller fekalier fosfor och andra näringsämnen, vilket gör att de efter kompostering eller annan hygienisering kan användas som gödsel i jordbruket. Dessutom innehåller fekalier organiskt material, som kan utnyttjas för jordförbättring, till exempel på gräsytor eller i rabatter.

Av de fem studerade fastigheter som har separat hantering av fekalier, har en – Laggarbergs skola – levererat fekalerna till ett närliggande jordbruk, tre har använt fekalerna i egna rabatter, och en har transporterat dem till ett kommunalt avloppsreningsverk.

Innehållet av näring och bakterier i kompost från en av de utvärderade fastigheterna, Ekoporten, har undersökts. Kompostmaterialet består av fekalier, hushållsavfall och sågspån. Resultatet av mätningarna redovisas nedan. Näringshalten i komposten från Ekoporten jämförs med halten i komposterat park- och trädgårdsavfall, komposterat källsorterat organiskt hushållsavfall (värden från AFR-report 197, omräknade till procent av TS) och med medelhalten i svenskt avloppsslam (SCB, 1997). Bakteriehålden jämförs med gränsvärdena i EU:s miljömärkningsregler för jordförbättringsmedel (EU:s miljömärke) och med riktvärdena i Renhållningsverksföreningens (RVF) och Avfallsforskningsrådets (AFR) förslag till certifieringssystem för komposter och rötresten (AFR-report 216).

Tabell 5.2. Näringsinnehåll i komposterade fekalier

Näringsämne	Kompost från Ekoporten	Exempel på park- & trädgårdskompost	Exempel på kompost av hushållsavfall	Svenskt avloppsslam
Halt, procent av torrsubstans (TS)				
Totalkväve	1,6	0,3 – 0,6	0,6 – 1,1	3,4
Totalfosfor	0,6	0,05 – 0,2	0,01 – 0,24	2,8
Kalium	0,6	–	–	(0,1 – 0,3)
Torrsubstans	35,2	60 – 70	55 – 70	(20 – 30)

Tabell 5.3. Bakterier i komposterade fekalier

Bakterier	Kompost från Ekoporten	Krav för EU:s miljömärke Antal/gram	Certifieringsregler enl. RVF/AFR
E. coli	< 100	< 1 000	–
Salmonella	Ej påvisat	Får ej påvisas	Får ej påvisas

Näringshalten i Ekoportens kompost är högre än i näringshalten i de exempel på komposter som redovisas i tabellerna ovan, men lägre än i avloppsslam. Halten E. coli och Salmonella uppfyller kraven för att få märkas med EU:s miljömärke och de krav som föreslås i RVF:s och AFR:s certifieringsregler för avfallsbehandlingsanläggningar som tar emot animaliskt avfall.

5.4. Reningsanläggningar

Det spillvatten som uppstår vid Ekoporten, Elias Fries skola, Ekopiloterna, Vibyåsen och Överjärva Gård (BDT-vatten, vatten från Aquatronseparatorer och dräneringsvatten från komposttankar m.m.) behandlas i egna reningsanläggningar. Vilka typer av reningsanläggningar som används framgår av nedanstående tabell.

Tabell 5.4. Typ och antal reningsanläggningar

Typ av reningsanläggning	Antal
Markbädd	2
Infiltration	1
Minireningsverk	1
Rotzonsanläggning	1
Damm eller våtmark	2
som polering efter markbädd resp. minireningsverk	

5.4.1. Markbäddar och infiltrationsanläggningar

Spillvattnet från Ekopiloterna och Vibyåsen behandlas lokalt i markbäddar, medan spillvattnet från Elias Fries skola behandlas i infiltrationsanläggningar.

I en infiltrationsanläggning renas vattnet under perkolation genom naturliga jordlager och avleds diffust till grundvattnet. En markbädd är en anläggning där spillvattnet renas i en sandbädd, varefter det uppsamlas och avleds till en recipient (i vanliga fall en ytvattenrecipient, men vid Ekopiloterna leds vattnet till en markrecipient). Markbäddar används i huvudsak i de fall som de naturliga jordarterna inte är genomsläppliga nog för att vara lämpliga för infiltration.

Elias Fries infiltrationsanläggning överbelastas på grund av olämplig lokalisering. Vid hög ytavrinning från omgivande höjder och hög grundvattenyta klarar infiltrationsanläggningen inte att ta emot vattnet från trekammarbrunnen. Detta ska man försöka åtgärda genom att gräva ett avskärande dike.

Markbäddarna vid Ekopiloterna verkar ha fungerat utan anmärkning. Förutom några enstaka analyser av utgående vatten från markbäddarna har det inte utförts några kontroller av markbäddarnas funktion. Föroreningshalten har vid dessa mätningar varit i nivå med utgå-

ende vatten från kommunens avloppsreningsverk, utom när det gäller kvävehalten. Kvävehalten i vattnet från markbäddarna var högre än från avloppsreningsverket. Markbäddarnas funktion vid Vibyåsen har på begäran från Sollentuna Stadsbyggnadskontor inte utvärderats, utan här hänvisas till kommunens kommande rapportering till NUTEK senare under 1999.

5.4.2. Minireningsverk (SBR)

På Överjärva gård behandlas BDT-vattnet tillsammans med den separerade vätskefasen från toaletterna i ett biologiskt-kemiskt minireningsverk av SBR-typ (Sequential Batch Reactor).

SBR-processen kännetecknas av att avloppsvattnet renas anaerobt (eller anoxiskt) och aerobt (eller oxiskt) i olika faser, med dosering av fällningsmedel (polyaluminiumklorid) under processens gång och sedimentering. Efter sedimenteringen dekanteras klarfasen (det renade avloppsvattnet) ur reaktorn. Därefter tas överskottsslammet ut genom övertryck. Huvuddelen av det aktiva slammet behålls inne i reaktorn. Överskottsslammet överförs till ett slamlager. Avloppsvattnet beskickas satsvis till reaktorn, och processförloppet upprepas. När slamlagret blir fullt, pumpas överskottsslammet till en slamavskiljare.

Minireningsverket har varit mycket lågt belastat. Därför går det inte att utifrån hittills gjorda erfarenheter dra några långtgående slutsatser om hur reningsanläggningen fungerar vid normal drift. Utgående avloppsvatten har hittills haft högre totalfosforhalt än de krav som ställts från kommunens miljönämnd. Anledningen till att man inte uppfyller de ställda utsläppskraven kan vara den mycket låga belastningen på minireningsverket. En låg belastning medför att slamåldern blir hög, vilket i sin tur gör att slammet mineraliseras och att fosfor går i lösning. Det finns anledning att misstänka att en sekundär fosforutlösning kan medföra att den kemiska fällningen försvåras.

5.4.3. Rotzonsanläggning

En rotzonsanläggning för behandling av spillvatten är oftast utförd med tät botten för att förhindra infiltration till grundvattnet. Näringsämnena i spillvattnet tas upp av våtmarksväxter. Organiskt material bryts ned och fosfor fastläggs i bottensedimentet. Det sker också en betydande avdunstning tack vare växterna.

BDT-vatten från Ekoporten i Norrköping leds tillsammans med vätskefasen från Aquatron-separatorerna och dräneringsvatten från komposttrumman till en trekammarbrunn för slamavskiljning och vidare till en rotzonsanläggning. Anläggningen är planterad med bland annat bladvass, älggräs och rödvide. Bottenmaterialet är sand och leca.

Rotzonsanläggningen har inte fungerat på avsett sätt. Detta uppges bero på att man inte har lyckats upprätthålla vattennivån i rotzonen och att vattnet har fått alltför kort uppehållstid i anläggningen.

Enligt SABO Utvecklings undersökningar har reningseffekten för syreförbrukande material (BOD_7) och totalfosfor varierat mellan 70 och 95 procent de två första åren. Reningseffekten för totalkväve varierade mellan 50 och 75 procent. Detta är i nivå med vad som kan uppnås i en markbädd, om man jämför med uppgifterna i Naturvårdsverket Rapport 4896 "Markbäddars funktion" (reningseffekter i markbäddar för några undersökta flerfamiljshus och skolor var: BOD_7 : 95-98 (65) procent, P: 70-90 (80) procent, N: 65-85 (80) procent –

siffran inom parentes avser endast BDT-vatten, medan övriga siffror gäller BDT- och KL-vatten).

Halten BOD₇ och totalfosfor i utgående vatten överskred tillståndsmyndighetens utsläppskrav med ungefär det dubbla (kraven var desamma som utsläppsvillkoren för kommunens centrala avloppsreningsverk; 15 respektive 0,5 mg/l som årsmedelvärde). Utsläppskraven för totalkväve uppfylldes däremot med god marginal.

För att uppnå en bättre rening ska anläggningen vid Ekoporten kompletteras/byggas om med infiltration.

5.4.4. Dammar/våtmarker

Vid Vibyåsen och Överjärva gård används dammar eller våtmarker för slutpolering av vattnet från de lokala reningsanläggningarna. Reningseffekten i dammarna eller våtmarkerna har dock inte undersökts.

5.4.5. Omhändertagande av slam från slamavskiljare

De slamavskiljare (två- eller trekammarbrunnar) som är placerade före de lokala reningsanläggningarna töms regelbundet på slam.

Trekammarbrunnsslam innehåller mindre näring än urin, fekalier eller kommunalt avloppsslam. Slammet har ett visst gödselvärde, men dess främsta användningsområde är som jordförbättringsmedel.

Slammet från slamavskiljarna som hör till de studerade reningsanläggningarna har transporterats till de kommunala avloppsreningsverken i respektive kommun. Vid Överjärva gård har man dock planer på att använda trekammarbrunnsslammet som gödsel- eller jordförbättringsmedel.

5.5. Uppföljning och kontroll

Enligt den svenska miljö- och hälsoskyddslagstiftningen, som vid årsskiftet 1998/99 samlades i en särskild miljöbalk, ska den som ”bedriver verksamhet eller vidtar åtgärder som kan befaras medföra olägenheter för människors hälsa eller påverka miljön fortlöpande planera och kontrollera verksamheten för att motverka eller förebygga sådana verkningar”. Utsläpp av avloppsvatten och spridning av urin, fekalier, slam m.m. på mark är exempel på sådana verksamheter som i lagens mening betraktas som ”miljöfarliga”. Kontrollen kan ske genom att man gör egna undersökningar eller på annat sätt håller sig underrättad om verksamhetens påverkan på miljön. Om tillsynsmyndigheten – i de här fallen kommunens miljö- och hälsoskyddsnämnd – begär det ska kontrollen ske enligt ett kontrollprogram (19 §, 26 kapitlet miljöbalken).

Regelrätta kontrollprogram finns för fem fastigheter: Ekoporten, Liljan 2, Palsternackan, Vibyåsen och Överjärva gård. Vid ytterligare fem fastigheter görs sporadiska kontroller.

Resultatet av den kontroll som utförts vid de studerade fastigheterna har redovisats ovan under rubrikerna: 4 Beskrivning av fastigheterna och gjorda erfarenheter, 5.2 Separat omhändertagande av urin, 5.3 Separat omhändertagande av urin och 5.4 Reningsanläggningar.

Här ska redogöras kortfattat för hur kontrollen har gått till (för mer detaljerad information hänvisas till föregående avsnitt).

Omfattande kontroller har skett vid Ekoporten och Palsternackan. Vid Ekoporten mättes föroreningshalten i det behandlade avloppsvattnet från rotzonsanläggningen. Dessutom finns ett antal kontrollpunkter efter olika reningssteg. Därutöver mättes innehållet av näringsämnen och föroreningar i urin och fekaliekompost.

Vid Ekoporten och Vibyåsen analyseras bakteriehalten i spillvatten respektive kompost. Där har man valt sådana indikatorbakterier som används vid dricksvatten- och badvattenkontroll: *E. coli*, koliforma bakterier och fekala streptokocker. Sådana kontroller anses dock av smittskyddsexperter ha ett begränsat värde för att bedöma smittspridningsriskerna. Enligt Ann Albihn på Statens Veterinärmedicinska Anstalt och Thor Axel Stenström, Smittskyddsinstitutet, som arbetat mycket med hygienfrågor vid avloppsvatten- och restprodukthantering, kan man idag inte rekommendera några lämpliga indikatororganismer, som skulle kunna användas för att kontrollera den hygieniska statusen på spillvatten och organiska restprodukter. Detta innebär att det idag saknas helt tillförlitliga kontrollmetoder för att bedöma smittriskerna i alla avloppsflöden. Säkerheten från smittskyddssynpunkt måste därför garanteras genom att avloppssystemen konstrueras på ett sådant sätt att smittriskerna blir acceptabla (VA-FORSK RAPPORT 1998•16).

Palsternackan följs upp i forskningssyfte enligt ett frivilligt kontrollprogram. Uppföljningen görs inom ramen för ett projekt där Stockholm Vatten, Smittskyddsinstitutet och Jordbrukstekniska institutet (JTI) medverkar. Hela hanteringen av urin från urintank till spridning på åkermark undersöks. Faktorer som undersöks är urinens gödselverkan, bakteriehalt, eventuella innehåll av medicinrester och dess nedbrytning, samt ammoniakavgång och risk för nitratutlakning vid spridning på åkermark (odling av spannmål). Bland annat har det visat sig att näringsinnehållet i den utsorterade urlösningen från Palsternackan motsvarar 60 – 80 procent av vad som kan förväntas om man utgår från Naturvårdsverkets schablonvärden, justerade för de boendes hemmavaro och för andelen barn i området.

5.6. Brukaraspekter

Inställningen till de studerade avloppslösningarna varierar naturligt nog bland boende, dagis- och skolbarn, personal m.fl.

De boende i Hushagen tyckte till exempel att de urinseparerande toalettstolarna i huvudsak fungerade bra, bortsett från en del problem i början som man löst efterhand. På andra håll, bland annat på Nytorgsgatan i Hallsberg, är erfarenheterna hos servicepersonalen de rakt motsatta. Här förekommer ofta problem med igensättning av urinledningar på grund av utfällning samt med otäta packningar och sprickor i toalettstolarnas porslin (se vidare i avsnitt 5.1 – 5.4). Andra negativa erfarenheter är dålig lukt och att rester av fekalier ibland hamnar i urinskålen. Dessutom brukar de urinsorterande toaletterna upplevas som besvärligare att rengöra än konventionella toaletter.

Det förekommer också att de boende i en och samma fastighet upplever avloppslösningen på helt olika sätt. Medan en hyresgäst i fastigheten Liljan 2 inte alls hade bekymmer med toaletten, möjligtvis att den var krånglig att rengöra ordentligt, ansåg en annan att toaletten luktade illa och att avlagringar gjorde att toaletten såg ut att inte ha blivit ordentligt rengjord.

Vid några av de studerade skolorna gjorde olägenheterna med toaletterna att eleverna avstod från att använda dem för att istället vänta med att gå på toaletten tills de kom hem. Enligt skolpersonalen vid Elias Fries skola brukar det ta ett par månader innan barnen vänjer sig vid de urinsorterande toaletterna. När barnen börjar på skolan visar personalen hur avloppslösningen fungerar, hur de ska bära sig åt på de urinsorterande toaletterna och vad de ska tänka på när de använder dem; exempelvis att inte använda för mycket papper. Vid Stiernhööksgymnasiet minskade elevernas och personalens motivation när man inte lyckades få avsättning för urinen inom jordbruket som det var tänkt från början.

5.7. Kostnader

I föreliggande studie ha särskilt intresse ägnats de studerade fastigheternas investeringar samt drift- och underhållskostnader. Det har dock varit svårt att erhålla ekonomiska faktauppgifter, och därför kan en tillfredsställande redovisning av kostnaderna inte ges. Många av de avloppslösningar som studerats har byggts på totalentreprenad, vilket gör det svårt att i efterhand särskilja vilka kostnader, till exempel för schaktarbeten, som kan hänföras till de kompletterande avloppssystemen. På grund av dessa begränsningar presenteras en delvis bristfällig sammanställning av ekonomiska fakta, grundad på de ekonomiska uppgifter som erhållits.

5.7.1. Investering

Investeringskostnaderna för de studerade kompletterande avloppslösningarna var högre än för konventionella avloppslösningar. De högre kostnaderna beror på det större antalet ingående delsystem och komponenter, och på att den nya tekniken har fått anpassats i varje enskilt fall. Troligen kan kostnaderna bli lägre i framtida projekt, i takt med att tekniska lösningar och komponenter vidareutvecklas.

Redovisade investeringskostnader har kostat varierar mycket från fastighet till fastighet. Uppgifterna är inte lätt jämförbara med varandra. Exempelvis kan man ibland inte uppges om uppgifterna inkluderar moms eller ej.

Vi har därför valt att redovisa två exempel på redovisningar:

- 1) Hushagen, som tar omhand urinen lokalt, men leder fekalier och BDT-vatten till kommunalt avloppsreningsverk, redovisar kostnaderna exklusive moms och
- 2) Ekoporten, som hanterar såväl urin, fekalier som spillvatten separat, redovisar sina kostnader inklusive moms.

I båda fallen var det fråga om renovering av fastigheterna, då man bland annat bytte ut befintliga konventionella toaletter mot urinsorterande.

Installationen av avloppslösningen i fastigheten Hushagen uppges ha kostat totalt omkring 40 000 kronor per toalett exklusive moms. Kostnaden inkluderar material, utrustning, erforderliga ombyggnadsåtgärder, ledningar, urintankar och markarbeten.

För Ekoporten har man delat upp kostnaderna för investeringarna i delposter enligt nedanstående tabell.

Tabell 5.5. Totala investeringskostnader inklusive moms – Exempel från Ekoporten (separat hantering av urin, fekalier och spillvatten)

Åtgärd:	Entreprenadkostnad inkl. moms:
	Kronor
Urinsortrande toaletter (Dubbletten)	11 000 kr
Rörledningar och slitsar för BDT-avlopp och urinavlopp (extra stam, håltagning och brandtätning)	21 000 kr
Kompostrum med belysningsanläggning och elmatningar till apparater	7 000 kr
Utrustning i kompostrum såsom komposttrumma, separator, utjämnings tank, UV-enheter samt BDT- och urinavloppsledningar	17 000 kr
SBD- och urinledningar i mark exklusive anslutning (jämfört med konventionell avloppsservisledning)	2 000 kr
Urintankar och mellanlagringstank (exkl. markarbeten)	25 000 kr
Slamavskiljare	5 000 kr
Pumpbrunn med pumputrustning och elförsörjning	2 000 kr
Fördelningsbrunn	1 000 kr
Markarbeten i anslutning till ovanstående installationer	9 000 kr
Markbädd	5 000 kr
Summa	105 000 kr

När det gäller andra fastigheter har vi fått kostnadsuppgifter som gäller enskilda komponenter eller åtgärder. Dessa redovisas nedan.

Tabell 5.6. Exempel på investeringskostnader per komponent eller åtgärd (uppgifter från flera olika fastigheter)

Åtgärd:	Kostnad per styck
Aquatrontoilet (Överjärva gård)	10 000
Urinsorterande toaletter (normalkostnad för Dubbletten och WM Ekologen är 3 000 – 4 000)	3 000 – 8 000
Urin- och fekalietank, exkl. markarbeten (Laggarbergs skola, Ekopiloterna och Vallens skola)	30 000 – 40 000
Markarbeten för installation av en tank (Vallens och Laggarbergs skola)	15 000 – 50 000
Nivåalarm för urintank	8 000
Nivågivare och temperaturmätare för urintank (Vallens skola)	10 000
Fläkt i komposteringsutrymme (Ekopiloterna)	1 000
Merkostnad för extra ledningsdragning i hus (Ekopiloterna och Laggarbergs skola)	20 000 – 225 000
Markbädd (Ekopiloterna)	90 000
Minireningsverk (SBR; Överjärva, exkl. slamavskiljare, utjämningsmagasin och installation)	200 000

I några fastigheter har det varit nödvändigt att göra vissa justeringar av utrustningen. Bland annat har man på Vallens skola bytt ut originalspolknapparna mot automatiska spolknappar i form av s.k. ”touch-knappar”. Detta har man gjort för att man ska vara säker på att urinskålen och efterföljande ledningar spolas med tillräcklig mängd spolvatten. Spolningen styrs av magnetventiler på vattenledningarna i källaren. Touch-knappar och magnetventiler till 16 toaletter har totalt kostat ca 20 000 kr. Ombyggnation av ventilationen i två kompostutrymmen och installation av vattenlås på 13 toalettstolar vid Laggarbergsskolan har kostat totalt ca 20 000 kr.

5.7.2. Kostnader för drift och underhåll

De flesta av de urinsorterande system som studerats fordrar mer underhåll än ett konventionellt avloppssystem, vilket medför högre underhållskostnader. Den sammanlagda tidsåtgången för underhållsarbetet har varierat från ett par timmar per månad till en arbetsdag i månaden. Vid en fastighet (Vallens skola) menar man dock att driften och skötseln inte kräver större insatser än vad som är normalt för ett konventionellt system.

Rensning eller utbyte av urinledningar

Vid Palsternackan i Enskede (51 lägenheter och 130 hyresgäster) har stopp i urinledningarna krävt ca 60 servicebesök per år under de två år som avloppslösningen varit i drift. På Nytorgsgatan i Hallsberg (40 lägenheter och ca 100 hyresgäster), har man rengjort eller bytt ut urinledningar på toaletterna en till två gånger i veckan, vilket motsvarar något fler servicebesök per lägenhet än vid Palsternackan.

Med en genomsnittlig åtgärds tid om 1,5 timme och en kostnad för servicepersonalen om 250 kr/timme har Stockholms hem beräknat kostnaden för servicebesöken på Palsternackan till ca 375 kr/tillfälle. På årsbasis motsvarar det en kostnad på 22 500 kr. Enligt Stockholms hem kräver en konventionell toalett normalt ett servicebesök vart femte eller vart sjätte år. Med Palsternackans 75 toaletter skulle detta motsvara omkring femton besök per år, till en kostnad av ca 5 500 kr per år. Med detta sätt att räkna blir mellanskillnaden ca 17 000 kronor per år.

Tömning av tankar m.m.

Kostnaderna för tömning av urintankar har varierat mellan 1 000 och 2 000 kronor per år (uppgiften gäller en tömning per år vid Ekopiloterna och Laggarbergs skola). Tömning av trekammarbrunn har kostat omkring 1 500 kr/år (Elias Fries skola).

Minskad vattenförbrukning (reducerad VA-taxa)

I några fall har man fått reducerad kommunal VA-taxa tack vare minskad vattenförbrukning. På Elias Fries skola, som har ca 400 elever och personal, har taxan reducerats med 16 000 kr/år.

Vid Laggarbergsskolan har man uppskattat att vattenförbrukningen är ca 40 procent lägre än vattenförbrukningen på andra skolor i kommunen. Detta har beräknats motsvara en besparing på ca 5 000 kr/år. Eftersom skolan tar hand om urin och fekalier har VA-taxan och anslutningsavgiften för tillbyggnaderna reducerats med ca 20 procent: 1 400 kr/år i lägre VA-taxa och ca 27 000 kronor i lägre anslutningsavgift.

På Nytorgsgatan uppges att VA-taxan sänkts endast marginellt. För tre andra fastigheter (Palsternackan, Stiernhööksgymnasiet och Vallens skola) har VA-taxan inte reducerats alls.

6 **UTVÄRDERING OCH DISKUSSION**

Samliga fastigheter som studerats ligger inom kommunala verksamhetsområden för vatten och avlopp. De studerade avloppslösningarna bör därför jämföras med ett konventionellt avloppssystem, det vill säga med konventionella vattenspolande toaletter, avledning av ett samlat hushållsspillvatten till ett kommunalt avloppsreningsverk och användning av avloppsslam i jordbruket.

Faktum är att det kommunala avloppssystemet för närvarande delvis utnyttjas av samtliga studerade fastigheter utom en. Vibyåsens avloppssystem är det enda där all hantering av avlopp sker helt skilt från den existerande kommunala anläggningen. I övriga fastigheter utnyttjas den kommunala anläggningen för omhändertagande av delar av avloppet, till exempel för omhändertagande av BDT-vatten eller slam från slamavskiljare.

I studien har det inte ingått att, för varje fastighet med kompletterande avloppslösning, studera den kommunala avloppsanläggning som skulle ha utnyttjats om den kompletterande avloppslösningen inte hade byggts. Jämförelsen mellan de kompletterande lösningarna och ett konventionellt avloppssystem måste därför göras gentemot en genomsnittlig svensk kommunal avloppsanläggning. Uppgifter om till exempel kostnader, reningsgrader, slamhantering etc. för kommunala avloppsanläggningar baseras därför på ett "riksgenomsnitt", baserat på sammanställningar som utförts av Svenska Vatten- och avloppsverksföreningen (VAV) och Naturvårdsverket.

För att underlätta jämförelser har ambitionen i denna studie varit att i möjligaste mån utvärdera aktuella avloppslösningar enligt samma kriterier som användes i VA-Projekts tidigare utvärdering av tretton ekobyar (VA-FORSK RAPPORT 1997•1).

Dessa kriterier har valts så att det ska vara möjligt att göra en så objektiv utvärdering som möjligt av olika avloppslösningar ur en rad viktiga aspekter. Kriterierna baseras delvis på Naturvårdsverkets rapport "Miljöanpassade vatten- och avloppssystem, Förslag till bedömningsgrunder" (Naturvårdsverket Rapport 4429). Sedan denna rapport kom ut har Naturvårdsverket, VAV, Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) och Svenska Kommunförbundet kommit överens om vilka kriterier som de anser ska gälla för ett hållbart avloppssystem. Kriterierna redovisas i "Avlopp för kretslopp - samverkan stad och land" (Naturvårdsverket Rapport 4926). I sak överensstämmer de olika uppsättningarna kriterier med varandra, även om de delvis är strukturerade och formulerade på olika sätt.

De utvärderingskriterier som används här har grupperats i fyra huvudgrupper:

1. Funktionskriterier.
2. Tekniska kriterier.
3. Ekonomiska kriterier.
4. Brukaraspekter.

Dessa huvudgrupper har i sin tur delats upp i underkriterier enligt följande.

Funktionskriterierna indelas i:

- Smittspridning och sanitära förhållanden (i samtliga hanteringsled)
- Miljöpåverkan (utsläpp till mark och vatten)
- Resurshushållning (framför allt näringsämnen och organiskt mullbildande material)

Funktionskriterierna representerar grundläggande svenska krav på ett avloppssystem. Hygienfrågorna var starten för utbyggnaden av våra vattenförsörjnings- och avloppsreningsystem. Miljöfrågorna uppmärksammades några decennier senare. Idag ställs allt högre krav på resurshushållning och långsiktigt hållbara avloppssystem.

De **tekniska kriterierna** belyser avloppslösningens tekniska egenskaper. Flera av de tekniska aspekterna kan återverka på andra kriterier, till exempel på miljöfrågorna och ekonomin. De tekniska kriterierna är:

- Tillförlitlighet, driftsäkerhet och driftstabilitet
- Behov av skötsel och underhåll
- Teknisk livslängd
- Komplexitet – kompetensbehov
- Kontrollerbarhet

De **ekonomiska kriterierna** utgörs av:

- Investeringskostnader
- Driftkostnader
- Kostnader för underhålls- och förnyelseinsatser

Med **brukaraspekter** avses sådana faktorer som kan påverka folks vilja och upplevelse av att använda ett visst avloppssystem. Brukaraspekterna är högst subjektiva och varierande. Värderingarna kan påverkas av en rad faktorer som till exempel ålder, utbildningsnivå, ekonomiska förhållanden och engagemang.

De brukaraspekter som belyses i denna studie är:

- Användarens upplevelse av den aktuella avloppslösningen (funktion och bekvämlighet)
- Arbetsinsats för drift och underhåll
- Betalningsvilja
- Ansvarsförhållanden

Tyngdpunkten vid utvärderingen ligger på funktionskriterierna. Utvärderingen baseras huvudsakligen på de erfarenheter som beskrivit i kapitel 4.

Liksom vid den tidigare utvärderingen av VA-lösningar i ekobyar har det varit svårt att få fram all den information om de studerade avloppslösningarna som är nödvändig för att göra en fullständig utvärdering enligt samtliga kriterier.

I detta kapitel görs en utvärdering av de studerade avloppslösningarna enligt angivna kriterier. Jämförelser görs med ett genomsnittligt konventionellt avloppssystem.

6.1 Funktionskriterier

6.1.1 Smittspridning och sanitära förhållanden

Samtliga typer av spillvatten och organiska restprodukter, såsom fekalier, avloppsslam och urin, kan innehålla sjukdomsalstrande mikroorganismer (patogener): bakterier, virus och parasiter. Hantering och återföring av dessa restprodukter till odling kan därför innebära en ökad risk för smittspridning, om restprodukterna inte hanteras på rätt sätt. Några svenska dokumenterade fall av sjukdomsutbrott på grund av att urin, fekalier och slam spritts på odlad mark finns dock inte. Det finns heller inget i denna utvärdering som tyder på att människorna i de studerade fastigheterna skulle ha blivit sjuka av sin avloppshantering.

Risk för smittspridning

I smittrisksammanhang skiljer man på begreppen direkt och indirekt smittspridning. Den direkta smittspridningen inträffar då människor eller djur kommer i direkt kontakt med olika smittämnen. Indirekt smittspridning kan äga rum efter det att fekalier, urin och slam har använts som gödsel eller jordförbättringsmedel på mark. Smittan kan då föras vidare till husdjur och vilt som betar från den mark som restprodukterna spritts på, eller som ges foder som odlats där. Djur som dricker av vatten som avrunnit från markytan kan också smittas. Vidare kan smitta också föras vidare till djurbesättningar och foderlager i närheten via flugor och andra flygande insekter, råttor, fåglar etc. (vektordjur).

Smitta kan spridas i alla led i hanteringen. Riskerna är störst vid hantering av material med hög halt sjukdomsalstrande organismer, det vill säga framför allt i obehandlade fekalier samt i obehandlat spillvatten och obehandlat slam. Risken för smitta kan minskas genom hygienisering av urin, fekalier, spillvatten och slam.

Den direkta smittspridningsrisken beror till stor del på hur många människor som kommer i kontakt med potentiellt smittbärande material, och hur ofta denna kontakt sker. Smittrisen beror också på vilka typer av bakterier, virus eller parasiter som finns i materialet, hur hög halten av dem är och i vilken grad materialet har hygieniserats. Som mått på smittrisk i denna utvärdering används dels antal boende, skolelever, driftpersonal och lantbrukare som kommer i kontakt med potentiellt smittat material och hur ofta kontakt kan ske, dels i vilken grad hygienisering sker av spillvatten och restprodukter.

Riskerna för indirekt smittspridning vid spridning av urin som lagrats i sex månader är troligen relativt liten. De indirekta riskerna vid spridning av en fekaliekompost från de studerade fastigheterna bedöms vara ungefär desamma som de indirekta smittriskerna vid konventionell avloppshantering (behandling av spillvatten inklusive urin och fekalier i ett kommunalt avloppsreningsverk och användning av rötat slam i jordbruket).

Generellt kan sägas att risken för smittspridning ökat under senare decennier i takt med ett ökat resande till utlandet där allt fler människor exponeras för nya typer av sjukdomar. Nya sjukdomar förs även in i landet via import av husdjur, gödsel m.m. En del av dessa sjukdomar kan sprida sig från djur till människor och tvärtom.

Avloppssystem med separat hantering av urin

Urinen från friska människor är steril så länge den är kvar inne i urinblåsan, men förorenas då den lämnar kroppen. Urin från sjuka eller smittbärande personer kan innehålla såväl bakterier som parasiter och virus (Naturvårdsverket Rapport 4683). Kunskapen om vilka

sjukdomar som kan spridas via urin är bristfällig, men Smittskyddsinstitutet bedömer att denna risk är liten, under förutsättning att urinen hanteras slutet och mellanlagras minst 6 månader före spridning. De sjukdomsframkallande bakterier som hittills har undersökts har en relativ snabb avdödning, bland annat tack vare urinens höga pH-värde; däremot reduceras inte bakteriofager, som är en typ av virus (Johansson, Jönsson och Höglund 1998).

I de studerade systemen för urinsortering är risken påtaglig för förorening av urinen med fekalier. Anledningen är de urinsorterande toalettstolarnas konstruktion. Skiljeväggen mellan urin- och fekaliedelen är inte tillräcklig för att undvika blandning av misstag. Risken för fekalieförorening ökar också markant om den som använder toaletten är magsjuk. Den lilla mängden vatten som används vid spolning av urinskålen gör att halten smittämnen från felsorterade fekalier i utsorterad urin kan bli hög.

Risken för direkt smittspridning vid hantering av urin är ändå troligen ganska liten vid de flesta av de studerade fastigheterna. Anledningen är att den vidare hanteringen av urinen: uppsamling i tankar, transport och mellanlagring, i stort sett sker i slutna system med liten risk för direkt kontakt. Förutsatt att hela urin- och urinspolvattenmängden mellanlagras i minst 6 månader kan också risken för indirekt smitta troligen bedömas som liten i samband med spridning av urin på jordbruksmark. Det senare villkoret är uppfyllt vid de flesta av de studerade fastigheterna.

Avloppssystem med separat hantering av fekalier

Liksom VA-Projekts tidigare utvärdering av tretton ekobyar, visar denna utvärdering att det har varit svårt att kombinera god sanitär standard med separat hantering av fekalier. Hygienproblemen är dock generellt mindre i de studerade fastigheterna jämfört med ekobyarna. Anledningen är dels att inga torra lösningar utnyttjas, dels att fekaliekompostering sker mer centraliserat och sköts av ett färre antal personer. Dessa personer är dessutom anställda för att bland annat sköta VA-systemen.

De problem som ändå förekommer är att dålig lukt och flugor sprider sig från kompostutrymmena via ventilationen och ibland in i lägenheterna. Förekomst av flugor är ett ofta förekommande problem vid bristfällig kompostering. Detta innebär ytterligare ökad risk för spridning av sjukdomsalstrande organismer.

Den kompostering som tillämpas sker under relativt okontrollerade betingelser vid alla studerade fastigheter utom Vibyåsen. För att kompostering ska ge en långtgående hygienisering måste allt material i komposten ha uppnått minst 55 °C under en viss tid (enligt RVF:s och AFR:s förslag till certifieringsregler ska komposteringen pågå mellan 10 dygn och tre veckor, beroende på om den sker öppet eller i kompostreaktorer). Det material som ska komposteras måste också ha god syretillgång för att komposteringen ska vara effektiv. Materialet måste därför vändas eller röras om regelbundet. Komposteringsprocessen måste övervakas genom täta temperaturmätningar (AFR-report 216). Enligt de uppgifter som vi har fått, är det emellertid endast komposteringen av den fasta fasen från Vibyåsens KL-vatten, som uppfyller dessa krav.

Då komposteringen normalt inte sköts och fungerar helt tillfredställande i de studerade områdena finns en påtaglig risk för både direkt och indirekt smittspridning i samband med efterkompostering och spridning av fekaliekompost.

Avloppssystem med separata reningsanläggningar.

Användningen av mindre reningsanläggningar av olika slag innebär i samtliga fall en ökad risk för smittspridning. Riskökningen är störst med öppna reningsanläggningar, till exempel våtmarker och rotzonsanläggningar, där risk för direkt eller indirekt kontakt via flugor och andra vektordjur förekommer. Ett konventionellt avloppssystem är normalt slutet och få människor riskerar att komma i kontakt med spillvattnet. Personalen vid kommunala avloppsreningsverk är speciellt utbildad för sin uppgift och arbetar enligt särskilda skydds-föreskrifter, vilket minimerar de direkta smittriskerna.

Sammanfattande slutsatser

Sammanfattningsvis innebär samtliga kompletterande system en ökad risk för smittspridning jämfört med det konventionella avloppssystemet. Enbart urinsortering innebär dock en liten ökad risk som med korrekt hantering och lagring av urinen bör kunna minimeras och göras acceptabel från smittskyddssynpunkt. Separat hantering av fekalier, liksom lokal behandling av spillvatten, innebär större risker. Dessa risker bedöms dessutom vara svårare att komma till rätta med.

6.1.2 Miljöpåverkan och resurshushållning

Näringsämnen fosfor och kväve och det organiska materialet (mäts som BOD₇) i spillvattnen kan påverka miljön negativt om de släpps ut i yt- eller grundvatten. Om innehållet av näringsämnen och organiskt material i avloppet istället kan fångas upp kan de utnyttjas som resurser, till exempel i jordbruket.

Vid utsläpp till vattendrag och insjöar från kommunala avloppsanläggningar ställs regelmässigt krav på att utsläppen av fosfor och BOD ska begränsas. Vid utsläpp till Östersjöns och Västerhavets kustområden ställs det dessutom krav på begränsning av kväveutsläpp från stora och medelstora avloppsreningsverk.

För att bedöma miljöpåverkan och resurshushållning i denna studie har vi valt att begränsa oss till att enbart bedöma utsläpp av organiskt material, kväve och fosfor till recipienten och möjligheten till återvinning av kväve och fosfor. Den viktigaste resursen i spillvattnet är fosfor. Fosfor är en ändlig naturresurs som måste importeras till Sverige. Det mesta, ca 20 000 ton/år, används i jordbruket i form av handelsgödsel. De kända tillgängliga och brytvärda fosfortillgångarna beräknas räcka ca 100 – 200 år med nuvarande användningstakt (Naturvårdsverket Rapport 4730).

Övriga miljöeffekter och resursanvändning, till exempel till följd av energiförbrukning, transporter och markbehov, tas inte upp till bedömning. Detta dels beroende på att faktiska uppgifter från studerade fastigheter saknas, dels beroende på att dessa faktorer kan bedömas relativt likvärdiga mellan de kompletterande lösningarna och ett konventionellt avloppssystem.

Bedömningen av utsläpp och återvinning av fosfor och kväve måste baseras på schablonberäkningar. Det faktiska innehållet av kväve och fosfor i avskild urin och fekalier, liksom reningseffekter i aktuella reningsanläggningar, är bristfälligt undersökta.

Beräkningsexempel

För att kunna jämföra de kompletterande avloppslösningar som studerats i denna utredning från miljö- och resurssynpunkt med ett konventionellt avloppssystem måste beräkningar baserade på vissa antaganden genomföras.

I detta räkneexempel antas att ca 100 personer i varierande grad utnyttjar olika typer av kompletterande avloppslösningar. Exemplet är konstruerat så att urinsortering och fekaliesortering stegvis introduceras i ett kommunalt avloppssystem. Frågan är hur det möjliga resursutnyttjandet och den resulterande miljöpåverkan påverkas vid den stegvisa introduktionen av kompletterande avloppslösningar.

Det samlade hushållsspillvattnets innehåll av organiskt material, kväve och fosfor har av Naturvårdsverket angetts till ca 48 g BOD₇, 2,1 g totalfosfor och 13,5 g totalkväve per person och dygn (g/pe,d). Ämnena fördelar sig mellan BDT-vatten, urin och fekalier som anges i tabell 6.1.

Tabell 6.1. Spillvattnets innehåll av BOD₇, totalfosfor och totalkväve per person och dygn (g/pe,d) enligt Naturvårdsverket rapport 4425

	<i>BDT-vatten</i>	<i>Urin</i>	<i>Fekalier</i>	<i>Totalt</i>
BOD ₇ g/pe,d	28,0	*	20,0*	48,0
Totalfosfor "	0,6	1,0	0,5	2,1
Totalkväve "	1,0	11,0	1,5	13,5

*) Urin och fekalier redovisas inte separat

Som framgår av tabellen härrör den största andelen av spillvattnets innehåll av kväve från urinen, medan innehållet av fosfor och BOD₇ är mer jämt fördelade mellan avloppsfraktionerna.

De totala årsmängderna av ämnen i spillvattnet från 100 personer kan beräknas utifrån värdena i tabell 6.1. Resultatet redovisas i tabell 6.2.

Tabell 6.2. Beräknat innehåll av BOD₇, totalfosfor och totalkväve i avloppet från 100 personer (kg/år)

	<i>BDT-vatten</i>	<i>Urin</i>	<i>Fekalier</i>	<i>Totalt</i>
BOD ₇ kg/år	1 022	*	730 *	1 752
Totalfosfor "	22	36	18	76
Totalkväve "	36	401	55	492

*) Urin och fekalier redovisas inte separat

Beräknat resursutnyttjande och miljöpåverkan som redovisas i tabellerna 6.3 – 6.5 baseras på följande bedömningar och beräkningar:

- 100 personer utnyttjar avloppssystemet varje dag året runt.
- Vid urinsortering antas att 75 procent av urinen hamnar i urintank, resterande mängd hamnar i det andra avloppet ("felsortering").
- Vid kompostering av fekalier förloras 40 procent av kvävet via lakvatten och ammoniakavgång till luft.

- Fördelning av BOD₇ mellan urin och fekalier kan inte preciseras, huvuddelen av det organiska materialet finns dock i fekalerna. I beräkningarna har antagits att ca 60 procent återfinns i fekaliefractionen.
- Utnyttjande av urinsortering och fekaliekompostering leder till små minskningar av det samlade spillvattenflödet.
- Reningseffekten i ett kommunalt avloppsreningsverk uppgår till 90 procent för BOD₇ (resthalt i utgående vatten: 15 mg/l), 95 procent för fosfor (resthalt i utgående vatten: 0,5 mg/l) och till 20 procent för kväve. De avskilda mängderna kväve och fosfor återfinns i det rötade slammet. Det organiska materialet bryts i hög grad ned till koldioxid och vatten.

Resurshushållning

Tabellerna 6.3, 6.4 och 6.5 redovisar beräknade avskiljda mängder fosfor och kväve i restprodukter vid omhändertagande av spillvattnet enligt följande situationer:

- Rening av allt spillvatten i ett kommunalt avloppsreningsverk.
- Utsortering av urin och rening av resterande avlopp (fekalier och BDT-vatten) i ett kommunalt avloppsreningsverk.
- Utsortering av urin och fekalier och rening av resterande avlopp i ett kommunalt avloppsreningsverk.

Det är inte möjligt att beräkna den mängd organiskt material som kommer att finnas i de olika avloppsfraktionerna, huvuddelen bryts ned i samband med rening och hygienisering.

Tabell 6.3. Beräknat möjligt resursutnyttjande vid konventionell rening av spillvatten från 100 personer (kg/år)

	<i>Utsorterad urin</i>	<i>Utsorterad urin+fekalier</i>	<i>Avskiljt slam</i>	<i>Totalt</i>
Totalfosfor kg/år	-	-	72	72
Totalkväve kg/år	-	-	98	98

Tabell 6.4. Beräknat möjligt resursutnyttjande vid införande av urinsortering i ett avloppssystem med konventionell rening av spillvatten från 100 personer (kg/år)

	<i>Utsorterad urin</i>	<i>Utsorterad urin+fekalier</i>	<i>Avskiljt slam</i>	<i>Totalt</i>
Totalfosfor kg/år	27	-	47	74
Totalkväve kg/år	301	-	38	339

Tabell 6.5. Beräknat möjligt resursutnyttjande vid införande av urinsortering och fekaliekompostering i ett avloppssystem med konventionell rening av spillvatten från 100 personer (kg/år)

	<i>Utsorterad urin</i>	<i>Utsorterad urin+fekalier</i>	<i>Avskilt slam</i>	<i>Totalt</i>
Totalfosfor kg/år	-	46	29	75
Totalkväve kg/år	-	334	27	361

Som framgår av tabellerna ovan finns det förutsättningar att framförallt öka återvinningsgraden av kväve genom kompletterande avloppslösningar. Vid urinsortering kan återvinningsgraden öka från 98 till 339 kg/år eller motsvarande ca 350 procent, medan urin- och fekaliesortering ökar den möjliga återvinningsgraden med ca 370 procent.

Den ökade återvinningsgraden för fosfor är dock liten, vid urinsortering ökar den med 2 kg eller motsvarande ca 2,7 procent och vid urin- och fekaliesortering ökar återvinningsgraden med ca 4,1 procent.

Den möjliga återvinningsgraden av kväve och fosfor bedöms vara sämre i samtliga studerade lokala avloppsreningsanläggningar jämfört med ett konventionellt reningsverk, beroende på lägre avskiljningsgrad. Utnyttjande av annan reningsteknik för BDT-vatten kan därför endast leda till ett lägre resursutnyttjande.

Urinsortering

Urin innehåller lägre halter av metaller och miljöfarliga organiska ämnen än avloppsslam, och det skulle därför kunna vara lättare att få avsättning för urin i jordbruket än för avloppsslam. Av den anledningen har urinsortering framhållits som ett sätt att öka återföringen av fosfor till jordbruket och att minska föroreningsbelastningen på åkermarken. Samtidigt pågår en diskussion om risken för spridning av könshormon och läkemedelsrester i urin.

Tungmetallhalten i urin och urinspolvatten har analyserats vid ett tillfälle vid en av de studerade fastigheterna: Ekoporten. Kvoten mellan urin/spolvattenblandningens kadmiumhalt och fosforhalt motsvarade medelvärdet för denna kvot i svenskt handelsgödsel fosfor (15 mg kadmium/kg fosfor enligt Jordbruksverkets statistik för 1997/98). Urin/spolvattenblandningens kvot var lägre än kadmium- och fosforkvoten i det slam som klarar nu gällande kvalitetskrav för att få användas i jordbruket, vilken är ca 45 mg kadmium/kg fosfor (1996). Då undersökningen vid Ekoporten endast genomfördes vid ett tillfälle kan man inte dra några långtgående slutsatser utifrån detta resultat. Däremot ger det en indikation på att kadmiumhalten i urin är relativt låg.

I de beräkningar av möjligt resursutnyttjande som redovisats ovan antas att samtliga 100 personer utnyttjar respektive avloppssystem dygnet runt året runt. I beräkningarna ingår en faktor för "felsortering" av urin på 25 procent.

Antagandena baseras på undersökningar som utförts vid de fastigheterna som ingår i denna studie och på andra håll. Dessa visar att all näring i urin inte tas tillvara vid urinsortering. Anledningen till detta är att en stor del av näringen hamnar i kommunala avloppsreningsverk under den tid då boende, skolelever och skolpersonal inte använder de urinsorterande toaletterna. Enligt Dalarnas forskningsråds undersökning i fastigheten Hushagen var de boende hemma i genomsnitt 16 timmar per dygn, vilket motsvarar ungefär två tredjedelar

av dygnet. Eleverna och personalen på de skolor som studerats tillbringar ännu mindre del av sin tid på skolan än så, uppskattningsvis 10 – 20 procent av tiden, beroende på om skolan används för fritidsverksamhet eller inte.

Faktiskt resursutnyttjande

I räkneexemplet ovan har vi räknat med att 100 procent av utsorterad urin, fekalier och avloppsslam utnyttjas som gödsel i jordbruket. Om den ökade möjliga återvinningsgraden faktiskt leder till ett ökat resursutnyttjande beror på den vidare hanteringen av avskild urin, fekaliekompost och slam. För att ett faktiskt resursutnyttjande skall ske måste de olika fraktionerna utnyttjas vid odling och där helt eller delvis ersätta användningen av handelsgödsel.

I Sverige användes 1996 ca 40 procent av det svenska avloppslammet som gödselmedel i jordbruket. Användningen har ökat under 1990-talet. Kvaliteten på slammet har stadigt ökat och acceptansen bland lantbrukare och livsmedelsindustri ökar. Detta talar för en ytterligare ökad slamanvändning.

Nyttiggörandet av näringsämnen i urin vid jordbruksanvändning är svår att avgöra utifrån dagens kunskapsnivå och undersöks för närvarande i olika forskningsprojekt. Denna forskning är bland annat inriktad på kostnads/nytta-analyser och att utveckla spridningstekniker för att undvika ammoniakavgång i samband med spridningen. Om ammoniak sprids till luften innebär detta ett minskat resursutnyttjande och en ökad miljöpåverkan. Ammoniakavgången kan beroende på spridningsteknik och spridningstid variera från ett par procent upp till nära 100 procent. Om urinen hanteras i slutna system, sprids på våren och myllas ned omedelbart, eller högst 4 timmar efter spridningen, kan ammoniakförlusterna begränsas till 5 – 20 procent (Johansson, Jönsson, Höglund 1998, Jordbruksinformation 15-1995).

Vid fastigheterna i denna studie har man endast vid hälften av fallen lyckats få avsättning för urinen i jordbruket, trädgårdsodlingar eller på grönområden. Fyra av de fem fastigheter som har separat hantering även av fekalier har däremot i hög grad använt fekalier som gödsel- eller jordförbättringsmedel. I vilken mån användningen av urin och fekalier har använts i lämpliga givor och faktiskt ersatt användningen av handelsgödsel har inte kunnat klarläggas. Användning av fekaliekompost lokalt på fastigheternas rabatter kan ifrågasättas. Beräkningsmässigt innehåller fekaliekompost från 100 personer en fosformängd som motsvarar gödslingsbehovet under ett år av en hektar åkermark (ca 20 kg fosfor/ha enligt SCB 1996). Om fekaliekompost används i rabatter finns sannolikt en stor risk för övergödning och därmed näringsläckage.

En viktig slutsats av denna utvärdering är att avsättningen av urin och fekalier i jordbruk eller trädgårdsodling måste ordnas redan i planeringsstadiet.

Miljöpåverkan

Beräkningar av den resulterande miljöpåverkan i form av utsläpp av BOD₇, fosfor och kväve, enligt de bedömningar och antaganden som redovisats ovan, från exemplets olika avloppslösningar redovisas i tabellerna 6.6.

Tabell 6.6. Beräknade föroreningsutsläpp från 100 personer (kg/år)

	<i>Rening av allt spillvatten i kommunalt reningsverk</i>	<i>Rening av spillvatten i kommunalt reningsverk efter utsortering av urin</i>	<i>urin och fekalier</i>
BOD ₇ kg/år	175	175	175
Totalfosfor ”	3,8	3,8	3,8
Totalkväve ”	394	110	96

Som framgår av tabellen är den miljömässiga betydelsen av minskad belastning av fosfor och BOD₇ på kommunala avloppsreningsverk relativt begränsad eller obefintlig. I ett kommunalt avloppsreningsverk med kemisk fällning är halten fosfor i behandlat vatten relativt oberoende av halten i inkommande vatten. En minskad fosfortillförsel får därför endast liten eller ingen effekt på fosforutsläppen. I princip gäller ett liknande resonemang för reningen av BOD₇, här styrs reningsgraden av den mängd luft som tillförs spillvattnet. Den främsta effekten av minskad fosfor- och BOD₇-belastning är att användningen av energi samt förbrukningen av kemikalier för fällning och slambehandling kan minskas. Detta är framförallt positivt från ekonomisk och energisynpunkt.

Som också framgår av tabellerna innebär utsortering av främst urin men även av fekalier att utsläppet av kväve kan minska kraftigt. I räkneexemplet har antagits en kvävereduktion i det kommunala reningsverket på 20 procent. Kustbaserade reningsverk i södra och mellersta Sverige med en anslutning av fler än 10 000 personer har utbyggd kväverening motsvarande 50-70 procent kvävereduktion. Utsläppsminskningen av kväve blir i dessa fall mindre. Minskade utsläpp av kväve via spillvatten i kvävekänsliga kust- och havsområden har en stor positiv betydelse från miljösynpunkt.

De fastigheter som har egen spillvattenrening belastar yt- och grundvattenrecipienter mer än de som leder spillvattnet till ett kommunalt avloppsreningsverk. Reningseffekten i markbäddar, infiltrationsanläggningar, minireningsverk, rotzonsanläggningar och dammar är generellt sett lägre än i kommunala avloppsreningsverk, vilket framgår av nedanstående uppgifter som hämtats från Naturvårdsverket rapporter nr 4423 och 4595 samt från Naturvårdsverkets Allmänna råd 87:6.

Tabell 6.7. Reningseffekter i mindre avloppsanläggningar

<i>Reningsmetod</i>	<i>Procentuell reduktion</i>		
	<i>Fosfor</i>	<i>Kväve</i>	<i>BOD₇</i>
Enbart slamavskiljare	10	10	10 – 20
Slamavskiljare + markbädd/infiltration	25 – 80*	10 – 80	60 – 90
Minireningsverk (biologisk+biologisk rening)	70 – 90	20	70 – 90
Kommunalt avloppsreningsverk			
utan kväverening	80 – 98	20	85 – 98
med kväverening	- ”	50-70	- ”

*) reningseffekten för fosfor är högst i nyanlagda markbäddar

6.2 Tekniska kriterier

De tekniska kriterierna omfattar avloppslösningens:

- Tillförlitlighet, driftsäkerhet och driftstabilitet
- Behov av skötsel och underhåll
- Teknisk livslängd
- Komplexitet – kompetensbehov
- Kontrollerbarhet

De kompletterande avloppslösningar som ingår i denna studie utgörs av system för urinsortering, fekaliekompostering och anläggningar för lokal rening av spillvatten. Förutom den dagliga skötseln av de urinsorterande toaletterna sköts anläggningarna av anställd personal.

6.2.1 Urinsorterande system

Ett urinsorterande system består inom fastigheten av urinsorterande toaletter, rörledningar och uppsamlingstankar. Dessutom behövs transportfordon, mellanlagringstankar och spridningsutrustning för att systemet skall fungera tekniskt. De delar av de urinsorterande systemen har inte studerats inom ramen för denna utredning.

Avloppslösningar baserade på urinsortering är att betrakta som relativt oprövade. Antalet urinsorterande system är ännu relativt lågt, och erfarenheterna begränsar sig till 5 – 10 års drifttid. Detta gör att det är svårt att göra långtgående slutsatser om sådana systems tillförlitlighet och livslängd.

Vid de studerade fastigheterna har det relativt ofta förekommit problem i samband med installation, drift och skötsel av avloppslösningarna. Detta gäller särskilt de urinsorterande toaletterna och ledningarna inom fastigheterna.

En allmän slutsats är att de urinsorterande toalettstolarna måste bli bättre än idag, både när det gäller konstruktion och material. Liksom hos de tidigare utvärderade ekobyarna (VA-FORSK RAPPORT 1997•1) är det ofta stopp i toaletterna, framför allt på grund av utfällningar i urinledningarna, men också genom igensättningar på grund av hårstån och annat. Utfällningar i ledningarna är ett generellt problem som man ännu inte har hittat någon bra eller enkel lösning på. Det räcker inte alltid att rensa ledningar mekaniskt eller kemiskt. Relativt ofta har man varit tvungen att byta ut toalettstolarnas utanpåliggande urinledningar. Problem med utfällningar förekommer även i urinoarer på allmänna platser, men där har man i många fall lyckats minska problemen genom att ständigt låta spolvattnet rinna.

Andra problem med toalettstolarna och deras installation är att;

- Ledningar läcker och att packningar fräts sönder
- Dålig spolfunktion; knappen för urinspolning måste på vissa modeller hållas intryckt i 10 – 15 sekunder för att ge tillräcklig spolmängd
- Dålig lukt på grund av att de alltför små vattenlåsen torkar ut
- Bristfällig separering av urin och fekalier vilket orsakar låg utsorteringsgrad av urin, utspädning av urin och risk för förorening av urin med bakterier, virus etc.

Generellt sett är de urinsorterande toaletterna mer komplicerade och tidskrävande att montera än konventionella vattentoaletter, vilket har lett till högre monteringskostnader. De urinsorterande toaletterna kräver också generellt sett mer skötsel än konventionella. Vidare kan det vara svårt att få tag på vissa typer av förslitningsdetaljer, som inte finns i standardsortimentet.

Några problem med uppsamlingstankarna för urin, till exempel in- eller utläckage, har inte rapporterats från de studerade fastigheterna.

6.2.2 Fekaliesortering

Avskiljning av fekalier sker helt eller delvis i fem av de studerade fastigheterna. Fekalieavskiljningen sker i separatorer av fabrikatet Aquatron. Denna teknik har funnits på marknaden i ca 10 års tid, varför det är svårt att uttala sig om lösningens tekniska livslängd. Vibyåsen innebär ett specialfall, där "fekalieavskiljningen" sker ute hos en lantbrukare. Här sker ingen urinsortering, utan avsikten är att allt KL-vattnet från fastigheterna ska transporteras till lantbruket för att där separeras i en fast fas och en vätskefas.

Från några av de studerade fastigheterna rapporteras om svårigheter att få Aquatronseparatorerna att fungera på avsett sätt, vilket orsakat stopp och översvämningar. En korrekt och noggrann installation är mycket viktig för att kunna undvika denna typ av problem. I Aquatronseparatorn fungerar avskiljningen av fekalier inte bra om fekalierna är lösa (diarréer etc.). Vid en fastighet – Elias Fries skola – anser dock driftpersonalen att Aquatronseparatorerna fungerar förvånansvärt bra.

Även komposteringen av fekalier har varit problematisk med dålig dränering, bristande kompostering, flugor och dålig lukt. Problemen har i många fall främst förekommit initialt och kunnat åtgärdas efter hand.

Komposteringstekniken kräver en noggrann skötsel för att ge ett bra och stabilt resultat. Förutsatt att kompostanläggningarna sköts ordentligt (omrörning/luftning och dränering av lakvatten) förefaller komposteringen fungera väl. Generellt verkar komposteringen fungera bättre om den sker centraliserat.

Tömningen av kompostbehållarna är ännu en outvecklad del vid många av fastigheterna. Exempelvis grävs komposten ut för hand. I några fastigheter bärs komposten med hjälp av hinkar och stegar ut ur byggnaderna.

6.2.3 Reningsanläggningar

De reningsanläggningar som finns vid de studerade fastigheterna har endast varit i drift under en begränsad tid, varför det är svårt att uttala sig om driftstabilitet och den tekniska livslängden etc.

Markbäddar och infiltrationsanläggningar

Markbäddar och infiltrationsanläggningar är beprövade och tämligen driftsäkra reningsmetoder, förutsatt att de är dimensionerade och utformade enligt Naturvårdsverkets Allmänna Råd 87:6. Skötselbehovet inskränker sig normalt till kontroll av slamnivå i slamavskiljaren. Markbäddarna vid de studerade fastigheterna verkar generellt sett ha fungerat utan anmärkning. Reningseffekten har dock inte undersökts.

En av de studerade fasigheterna (Elias Fries skola) utnyttjar infiltration för rening. Denna anläggning har överbelastats av mark- och grundvatten, på grund av en olämplig lokalisering, och fungerar därför inte bra.

Minireningsverk

Vid Överjärva gård renas spillvattnet i ett minireningsverk av SBR-typ. Minireningsverk är relativt komplicerade anläggningar, som kräver utbildad driftpersonal för att fungera optimalt. Tillsyn behöver i princip ske varje vecka. Reningen försvåras av att spillvattenflödet ofta är starkt varierande. Reningseffekten har inte undersökts vid Överjärva.

Våtmarker och dammar

Våtmarker eller dammar, som används för slutpolering vid två av de studerade fastigheterna, kräver normalt lite tillsyn och skötsel. Med några års mellanrum behöver dammarna tömmas på vatten och rensas från växtlighet och sediment. Reningseffekten har inte undersökts vid de studerade fastigheterna. Möjligheten att utnyttja sedimentet för gödsling och jordförbättring är dåligt utredda.

Rotzonsanläggningar

Spillvatten från Ekoporten behandlas i en rotzonsanläggning. Denna anläggning har inte fungerat bra med avseende på rening av fosfor och bakterier. Som orsak anges att man haft problem med att hålla en tillräckligt hög vattennivå i anläggningen. Den reningsnivå som uppnåtts är ungefär motsvarande den som uppnås i markbäddar.

Behov av drift- och skötselinsatser är normalt något större än för dammar och våtmarker.

6.3 Ekonomiska kriterier

Det har varit svårt att erhålla tillräckligt med ekonomiska uppgifter för att göra en faktabaserad utvärdering av kostnader för investering, drift och underhåll. Utifrån de uppgifter som erhållits kan konstateras att kompletterande avloppslösningar av den typ som har studerats har haft högre kostnader, än vad normalt är fallet vid en mer konventionell lösning. Däremot ger uppgifterna tyvärr inga möjligheter att på ett korrekt sätt kvantifiera merkostnaderna, jämfört med en konventionell lösning.

6.4 Brukaraspekter

6.4.1 Användarens upplevelse av den aktuella avloppslösningen

Inställningen till de kompletterande avloppslösningar som beskrivits ovan är högst varierande beroende på vem man pratar med. Vissa anger att man inte har några som helst negativa erfarenheter, medan till exempel en del skolelever upplever så stora problem, att de avstår från att använda toaletterna.

De praktiska erfarenheterna visar att de urinsorterande toalettstolarna bör göras bekvämare och lättare att hålla rena. Denna utvärdering visar att små barn ibland har svårt att sätta sig på de toaletter som har träsitsar. Utvärderingen visar också att även vuxna kan dra sig från att använda de urinsorterande toaletter, även om de flesta tycks vänja sig efterhand.

6.4.2 Ansvarsförhållanden och arbetsinsats för drift och underhåll

Vid de studerade fastigheterna sköts driften och underhållet av avloppsanläggningarna av fastighetsägarnas och skolornas driftpersonal eller av inhyrd personal från något servicebolag. Det enda nya som de boende och skolelever normalt brukar märka av de kompletterande avloppslösningarna är de urinsorterande toaletterna.

En slutsats som kan dras utifrån intervjuerna är att de kompletterande avloppslösningar som beskrivits här kräver driftspersonal som klarar av att improvisera, som är intresserad av avloppslösningen, och som vid behov kan tänka ut lösningar på nya problem.

6.5 Diskussion

Denna studie har visat att det ännu finns en hel del tekniska ”barnsjukdomar” i de studerade avloppslösningarna, särskilt när det gäller urinsorterande och fekalieseparerande toaletter. Dessa barnsjukdomar är i hög grad de samma som noterades vid den tidigare utvärderingen av avloppslösningar i ekobyar. Exempel på problem är felaktiga spolmängder, läckage i röranslutningar, ”felsortering” etc.

Problemen ger upphov till såväl hygieniska problem som problem vid omhändertagande av avskilda restprodukter. Samtidigt visar studien att separat fekaliehantering fungerar bättre i flerfamiljshus jämfört med de enskilda hushåll som studerades i ekobystudien.

Rätt utfört torde det finnas möjligheter att minska föroreningsbelastningen på miljön och att spara naturresurser med en avloppslösning som bygger på urinsortering. Förutsättningen är att man redan från början säkerställer att urin och fekalier utnyttjas lokalt som gödsel, helst inom jordbruket. Utvärderingen av funktionskriterierna (smittspridning, miljöpåverkan och resurshushållning) visar dock att de studerade lösningarna inte ger ett lika gott resultat som ett konventionellt avloppssystem – åtminstone inte ännu. I och med att de studerade fastigheterna ligger inom kommunala verksamhetsområden för vatten och avlopp, bör de kompletterande avloppslösningarna vara minst lika bra som det konventionella systemet vid en utvärdering enligt funktionskriterierna.

Samtliga kompletterande avloppslösningar framstår som väsentligt dyrare än en konventionella avloppslösning. Detta gäller såväl investeringskostnader som drifts- och underhållskostnader.

När det gäller brukaraspekter har det förekommit väsentligt mindre problem vid de fastigheter som här har studerats, jämfört med ekobyarna. I de fastigheter som studerats i denna undersökning används vattentoaletter, vilket väsentligt minskar risken för dålig lukt och problem med flugor.

En större del av drift och underhåll, liksom all hantering av reningsanläggningar och restprodukter, sköts av fastighetsbolag eller liknande. Det tekniska såväl som det ekonomiska ansvaret för de kompletterande avloppslösningarna i denna studie ligger tydligt på bostadsföretag respektive kommun vilket, jämfört med de tidigare studerade ekobyarna, innebär en väsentligt större trygghet för brukarna. I ekobyarna låg ansvaret i hög grad på bostadsrättsföreningar, det vill säga på brukarna själva.

En mycket viktig erfarenhet rörande kompletterande avloppssystem, som också bekräftas av denna studie, är att de kompletterande avloppslösningarna är väsentligt mer komplexa

jämfört med det konventionella systemet. När avloppet delas upp i två eller flera fraktioner tillkommer både nya tekniska och hanteringsmässiga moment, liksom behov av kontrollerade avsättningsmöjligheter för avskilda restprodukter. Denna studie visar tydligt på att denna helhetssyn på avloppshantering i hög grad har saknats vid planeringen av avloppslösningarna. Detta gäller inte minst planeringen av hur utsorterade restprodukter skall omhändertas. Avtal och kontrakt med till exempel bönder har normalt inte varit lösta när avloppssystemen byggts.

7 ORDLISTA

ABVA	Med stöd av VA-lagen (SFS 1970:244) meddelar kommunen s.k. allmänna bestämmelser för brukande av kommunens allmänna vatten- och avloppsanläggning (ABVA). Bestämmelserna är till för att förebygga skador och störningar i ledningsnät, pumpstationer och reningsprocesser samt för att slammet ska kunna tas om hand på ett tillfredsställande sätt.
Avloppsvatten	Samlingsnamn för förorenat vatten som avleds i rörledning, dike eller dylikt. Avloppsvatten kan bestå av spillvatten, dagvatten, kylvatten och dräneringsvatten.
Avfall	Enligt den svenska miljö- och hälsoskyddslagstiftningen (Miljöbalken, SFS 1998:808) definieras avfall som ”varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med” (definitionen är densamma som EG:s avfallsdefinition). Urin, fekalier och avloppsslam är avfall i lagens mening (se vidare under ”Organiskt avfall”). De är också kemiska produkter.
BDT-vatten	Förkortning av bad-, disk- och tvättvatten, också kallat ”gråvatten”.
Biokemisk oxygenförbrukning BOD ₇	Ett ungefärligt mått på mängden biologiskt lättnedbrytbart organiskt material.
Dagvatten	Nederbördsvatten, dvs. regn- eller smältvatten (från hårdgjorda ytor, till exempel betong- och asfaltbanor), som inte tränger ned i marken, utan avrinner på markytan.
Gränsvärde	Ett värde som aldrig får överskridas eller – om det gäller minsta procentuella reduktion – aldrig får underskridas
Hantering	Användning, avledning till reningsverk, omhändertagande, lagring, behandling (avvattning, kompostering etc.), transport, spridning på mark, försäljning, överlåtelse m.m.
Hygienisering	Behandling för att inaktivera patogener (sjukdomsalstrande bakterier, virus och parasiter) eller att minska deras antal har under en specifik nivå. Exempel på hygieniseringsmetoder är långtidslagring (6 – 8 månader, beroende på klimat), kompostering, kalkning och uppvärmning.

KL-vatten	Förkortning av klosettwater, d.v.s. hushållsspillwater från toaletter (waterklosetter), även kallat "svartwater". KL-waterutgåendet utgör normalt ungefär en fjärdedel av spillwatermängden från hushåll (Naturvårdsverket AR 87:6). I KL-waterutgåendet finns ca 70 procent av fosfor och ca 90 procent av kvävet i "normalt" hushållsspillwater (Naturvårdsverket Rapport 4425).
Kompletterande avloppslösningar	Begreppet används genomgående i hela rapporten i stället för till exempel "alternativa avloppslösningar". Med kompletterande avloppslösningar menar vi att lösningarna för närvarande inte helt kan ersätta ett konventionellt system, utan att de delvis bygger på ett konventionellt avloppssystem för omhändertagande av spillwater, eller slam från slamavskiljare i de fall som fastigheterna har egna reningsanläggningar.
Kontroll, Kontrollprogram, Egenkontroll	Enligt den svenska miljö- och hälsoskyddslagstiftningen ska den som "bedriver verksamhet eller vidtar åtgärder som kan befaras medföra olägenheter för människors hälsa eller påverka miljön fortlöpande planera och kontrollera verksamheten för att motverka eller förebygga sådana verkningar". Utsläpp av avloppsvatten och spridning av urin, fekalier, slam m.m. på mark är exempel på sådana verksamheter som i lagens mening betraktas som "miljöfarliga". Kontrollen kan ske genom att man gör egna undersökningar eller på annat sätt håller sig underrättad om verksamhetens påverkan på miljön. Om tillsynsmyndigheten – i de här fallen kommunens miljö- och hälsoskyddsnämnd – begär det ska ett förslag till kontrollprogram lämnas in (19 §, 26 kapitlet miljöbalken).
Långtidslagring	En hygieniseringsmetod som innebär att materialet (t.ex. urin) lagras i 6 – 8 månader, beroende på klimat (se även "Hygienisering")
Organiskt avfall	Avfall som innehåller organiskt kol (Renhållningsförordningen, SFS 1998:902), t.ex. urin, fekalier, avloppsslam, hushållsavfall, plast.
Riktvärde	Ett värde som om det överskrids – eller underskrids om det gäller minsta procentuella reduktion – ska föranleda åtgärder för att förhindra att överskridandet respektive underskridandet upprepas.

Spillvatten	Förorenat vatten från hushåll, industrier, serviceanläggningar o.dyl. Exempel: BDT-vatten, KL-vatten, vatten från separator för fekaliedelen och dräneringsvatten från kompostbehållare.
Tillsynsmyndighet	Myndighet som utövar tillsyn enligt miljöbalken, i de här fallen i första hand miljö- och hälsoskyddsnämnden, miljönämnd eller någon annan kommunal nämnd som "fullgör uppgifter inom miljö- och hälsoskyddsområdet", men också länsstyrelserna, Naturvårdsverket m.fl. räknas hit.
VA	Vatten och avlopp
VA-anläggning	Vatten- och avloppsanläggning
VVS	Värme, ventilation och sanitet

8 LITTERATUR

Andersson, A (1992). *Metals in Agricultural Soils – Fluxes, Balances* Swedish Environmental Report 4077

Albihn, A och Stenström, T A (1998). *Systemanalys VA – Hygienstudie*. VA-Forsk RAPPORT 1998•16. ISBN 91-89182. ISSN 1102-5638.

Europeiska gemenskapernas råd (1991). *Rådets förordning (EEG) nr 2092/91 av den 24 juni 1991 om ekologisk produktion av jordbruksprodukter och uppgifter därom på jordbruksprodukter och livsmedel*. Europeiska gemenskapernas officiella tidning.

Haglund, J-E och Olofsson, B (1997). *Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar*. VA-FORSK RAPPORT 1997•1. ISBN 91-88392-13-9. ISSN 1102-5638.

Hult, M och Andersson, K. (1998). *Sammanfattning av boendeundersökning om miljöanpassningen i kv Palsternackan, Enskede*. Pm 1998-11-09 från White arkitektur AB och Yrkes- och miljömedicin i Örebro.

Johansson, M, Jönsson, H och Höglund, C (1998). *Urinsortering – en del i framtidens avloppssystem?* Gröna fakta 7/1998. ISSN 0284-9798.

Jordbruksverket (1995). *Ta vara på stallgödseln!*. Jordbruksinformation 15-1995.

Jordbruksverket (1996). *Regler för stallgödsel och grön mark*. Jordbruksinformation 4-1996.

Kommissionen (1998). *Kommissionens beslut av den 7 april 1998 om fastställande av ekologiska kriterier för tilldelning av gemenskapernas miljömärke till jordförbättringsmedel (98/488/EC)*. Europeiska gemenskapernas officiella tidning. EGT nr L 219/39

KRAV (1998). *Kravregler 1999*

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (1999). *Kretslopp stad/land. Rapport från en kommitté inom KSLA*. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift nr 18. ISBN 91-88780-56-6. ISSN 0023-5350

Lundeberg, S et al (1998). *Kvalitetssäkring av kompost och rötrest från organiskt avfall – Förstudie*. AFR-report 197. ISRN AFR-R-197-SE. ISSN 1102-6944

Lundeberg, S et al (1998). *Förslag till certifieringssystem för kompost och rötrest från organiskt avfall – Slutrapport*. AFR-report 216. ISRN AFR-R-216-SE. ISSN 1102-5638

Naturvårdsverket (1987). *Små avloppsanläggningar. Hushållsspillvatten från högst fem hushåll*. Naturvårdsverket Allmänna Råd 87:6.

Naturvårdsverket (1991). *Rening av hushållsspillvatten. Infiltrationsanläggningar och markbäddar för fler än 25 personer*. Naturvårdsverkets Allmänna Råd 91:2.

Naturvårdsverket (1994). *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket*. Naturvårdsverkets författningssamling SNFS 1994:2 (ändrade genom SNFS 1998:4)

Naturvårdsverket (1995). *Användning av avloppsslam i jordbruket*. Naturvårdsverket Rapport 4418. ISBN 91-620-4418-4. ISSN 0282-7298

Naturvårdsverket (1995). *Stora avloppsreningsverk. Slam & avloppsvatten. Aktuella förhållanden 1993*. Naturvårdsverket Rapport 4423. ISBN 91-620-4423-0. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1995). *Vad innehåller avlopp från hushåll?* Naturvårdsverket Rapport 4425. ISBN 91-620-4425-7. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1995) *Miljöanpassade vatten- och avloppssystem. Förslag till bedömningsgrunder*. Naturvårdsverket Rapport 4429. ISBN 91-620-4429-X. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1995). *Databasen EVA– Experimentella och miljöanpassade VA-projekt* (Databas som är tillgänglig hos Byggdok på Internet:
[http://anno.byggdok.se/externa/sokeva.nsf/\\$SearchForm](http://anno.byggdok.se/externa/sokeva.nsf/$SearchForm))

Naturvårdsverket (1996). *Läkemedel och miljön – förstudie om spridning av läkemedel och deras nedbrytningsprodukter i miljön*. Naturvårdsverket Rapport 4660. ISBN 91-620-4660-8. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1996). *Mål för särskilda avfallsslag – Aktionsplan Avfall*. Naturvårdsverket Rapport 4602. ISBN 91-620-4602-0. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1997). *Fosfor - livsnödvändigt, ändligt och ett miljöproblem*. Naturvårdsverket Rapport 4730. ISBN 91-620-4730-2. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1997). *Ren luft och gröna skogar. Förslag till nationella miljömål 1997*. Naturvårdsverket Rapport 4765. ISBN 91-620-4765-5. ISSN 1102-6944

Naturvårdsverket (1998). *Markbäddars funktion. Kontroll och utvärdering av markbäddar*. Naturvårdsverket Rapport 4895. ISBN: 91-620-4895-3. ISSN 0282-7298.

Naturvårdsverket (1998). *Avlopp för kretslopp – samverkan stad och land*. Naturvårdsverket Rapport 4926. ISBN: 91-620-4926-7. ISSN 0282-7298.

SCB (1996). *Gödselmedel i jordbruket 1994/95. Tillförsel till åkergrödor*. SCB:s statistiska meddelanden Na 30 SM 9602.

SCB (1997). *Utsläpp till vatten och slamproduktion 1995. Kommunala reningsverk samt viss kustindustri*. SCB:s statistiska meddelanden Na 22 SM 9701

Stenström, T-A (1996). *Sjukdomsframkallande mikroorganismer i avloppssystem. Riskvärdering av traditionella och alternativa avloppslösningar*. Naturvårdsverket, Smittskyddsinstitutet, Socialstyrelsen. Naturvårdsverket Rapport 4683. ISBN 91-620-4683-7. ISSN 0282-7298.

Thurell, S (1996). *SAR:s Ekoguide, 150 ekologiska byggnader i Sverige*. Byggförlaget, Stockholm. ISDN 91-7988-146-7.

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien fr o m 1995

- 1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Clæs Hernebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärrman*
- 1995-04 Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg – Processtekniska och mikrobiologiska aspekter, *Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Weland, Kjetill Østgaard*
- 1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
- 1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1995-07 Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
- 1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
- 1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
- 1995-11 Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Stål, Jörgen Rosenlöf*
- 1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
- 1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
- 1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
- 1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
- 1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legeth*
- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäringsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*
- 1996-03 Källsorterad humanurin i kretslopp – Förstudie i tre delar, *Håkan Jönsson, Anna Olsson, Thor Axel Stenström, Gunnel Dalhammar*
- 1996-04 VA sett på nytt sätt – Driftentreprenader i några kommuner, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1996-05 Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer, *Jan-Erik Gustafsson*
- 1996-06 Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät. Metodikmanual, *Ann-Marie Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1996-07 Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden, *Claes Hemebring*
- 1996-08 Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen, *Erik Levlin, Lars Westlund, Bengt Hultman*
- 1996-09 Kemikaliers effekter i VA-sammanhang. En datasammanställning, *Ingemar Dellien*
- 1996-10 Syrgas i kombination med luftinblåsning vid pilotförsök med kväverening vid Västerås reningsverk, *Hermann Wiklund, Kjell-Ivar Dahlqvist, Bernt Ericsson*
- 1996-11 Export av svenskt kommunalt VA-kunnande, *Gösta W Fredriksson, Åke Mattsson*
- 1996-12 Litteraturlöslös för grundvatten i urban miljö på Internet, *Chester Svensson*
- 1996-13 Konkurrensutsättning av VA-verksamheten, *Stig Tunestål*
- 1997-01 Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar, *J-E Haglund, B Olofsson*
- 1997-02 Aktivt stöd till fastighetsägare vid nybyggnad av VA-nät, *Roland Strandberg, Mårten Wärnö*
- 1997-03 Dosering av biokultur i en igensatt infiltrationsanläggning – En utvärdering, *Jenny Holmgren*
- 1997-04 Biogasanläggningar i Sverige, *Anna Lindberg*
- 1997-05 VA-försörjning i ny skepnad – Om konkurrens och strukturomvandling i Vaxholm, *Ola Mattisson*
- 1997-06 Fosfors växttillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska, *Kersti Linderholm*
- 1997-07 Dricksvatten och korrosion – En handbok för vattenverken, *Bo Berghult, Ann Elfström Broo, Torsten Hedberg*
- 1997-08 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Sammanfattande slutrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Majlis Stenberg*
- 1997-09 Analys av avloppssystem med datormodeller. Tillämpningsexempel med MOUSE-systemet, *Bo Granlund, Mats Andréasson*
- 1997-10 Läcköskning med hjälp av tryckslagsmätningar – Transientmetoden, *Lennart Jönsson, Anders Svensson*
- 1997-11 Modellering av ekologisk dagvattenhantering, *Cecilia Wennberg*
- 1997-12 Avvattningslaguner för slam från enskilda brunnar, *Erik Brydolf, Eric Rönnols*

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1998-01 Tryckslag i vattenledningsnät – några exempel, *Johan Spännare*
- 1998-02 Tryckslags inverkan på vattenledningsnät, *Jakob Büchert, Anders Svensson*
- 1998-03 Analys av redovisade kostnader enligt DRIVA Kostnadsjämförelser för åren 1993-1995, *Gilbert Svensson, Annika Malm*
- 1998-04 Långsamfilters reningspotential, *Essie Andersson*
- 1998-05 Kontaktfiltrering av ytvatten – en teknik på frammarsch, *Maria Byström*
- 1998-06 Utvärdering av WEFs CD kurs "Operations Training – Wastewater Treatment Course"
José-Ignacio Ramírez
- 1998-07 Nordisk konferens om kväverening och biologisk fosforering – 1997, *Bengt Göran Hellström, Anders Finnson*
- 1998-08 Toluen i avloppsslam – En studie av Lingsheds reningsverk, *Thomas Hellström, Hans Hedvall*
- 1998-09 Långtidseffekter av storskalig avloppsinfiltration – Erfarenheter från Berlin-Brandenburg,
Per-Arne Malmqvist, Viveka Ramstedt, Hans Björkman
- 1998-10 Struktur för ledningssystem VA, *Gunnar Mellström, Jan Adamsson*
- 1998-11 Ozonbehandling följt av långsamfiltrering vid dricksvattenframställning, *Anette Seger*
- 1998-12 Nitrifikationshämning i svenska kommunala avloppsvatten – Undersökningar med
screeningmetoden och renkulturer av nitrifikationsbakterier, *Karin Jönsson, Camilla Grunditz*
- 1998-13 Katjoniska polyakrylamider – Inverkan på markens mikrobiologi, *Mats Johansson, Nicklas Paxéus, Cajsa Wahlberg, Lennart Torstensson*
- 1998-14 Miljöledningssystem för avloppssystem – En handledning, *Ann-Carin Andersson, Ann-Charlotte Bauer*
- 1998-15 Dricksvattensituationen i Sverige, *Anders Hult*
- 1998-16 Systemanalys VA – Hygienstudie, *Ann Albiñ, Thor Axel Stenström*
- 1998-17 Hur tolkas en LCA-rapport? *Göran Svensson*
- 1999-01 Internationell sammanställning av erfarenheter med ekologisk dagvattenhantering,
Janusz Niemczynowicz
- 1999-02 Miljöföroreningar i dricksvatten, *Olof Bergstedt, Nicklas Paxéus, Henrik Rydberg*
- 1999-03 Processmodell för vattenverk – Tillämpning av Weasel på sju svenska vattenverk,
Claes Hernebring, Bengt Zagerholm
- 1999-04 Kundenkäter inom VA – handledning och förslag till frågeformulär, *Jan Lille*
- 1999-05 Bevattning av energiskog med biologiskt behandlat avloppsvatten, *Kenth Hasselgren*
- 1999-06 Kartläggning av retention av fosfor och metaller i kommunala slamdeponier – modellområde
Avan i Gävle, *Emil Rydin, Kristian Persson, Curt Forsberg*
- 1999-07 Utveckling av en biosensor för denitrifikationshämning, *Lena Gumaelius, Gunnel Dalhammar*
- 1999-08 VA-försörjning och avfallshantering i lokal Agenda 21 i Skåne – erfarenheter från 20 kommuner,
Peder Hjorth
- 1999-09 Köksavfallskvarnar – effekter på avloppsreningsverk. En studie från Surahammar, *Tina Karlberg, Erik Norin*
- 1999-10 Kompletterande avloppslösningar i flerfamiljshus och offentliga lokaler, *Jan-Erik Haglund, Birgitta Olofsson, Maria Rydén, Henrik Tideström*