

Bra Små Avlopp vid Bornsjön

Resultat från 15 enskilda anläggningar



Innehåll

Förord	3
Höga krav på Bra Små Avlopp	4
Minireningsverk	
Alfa/Baga RVBK5 och Alfa MRCP	6
BioTrap	8
Biovac	10
Upoclean	12
Sorterande anläggningar	
Toalettstol Ecovac och Clever samt WM-filter	14
Urinsortering med Dubbletten samt markbädd	16
Kemisk fällning och markbädd	
EkoTreat och Kemira	18
Filterbädd	
Filtralite	20
Hur har anläggningarna klarat kraven?	22
Slutsatser för olika anläggningstyper	26
Tillverkare	27

Förord

PROJEKTET BRA SMÅ AVLOPP genomfördes åren 2000–2002 vid Bornsjön som är Stockholm Vattens reservvattentäkt sedan mer än hundra år tillbaka. Syftet var att utvärdera och demonstrera nya lösningar för att minska utsläppen från enskilda avlopp. Femton anläggningar från åtta leverantörer valdes ut efter en tekniktävling. Utanför projektet Bra Små Avlopp utvärderas vid Bornsjön också en filterbädd från maxit Group. Kontaktuppgifter för tillverkarna finns på sidan 27.

Leverantörerna ställde anläggningarna till förfogande kostnadsfritt under projektiden. Anläggningarna installerades vid Stockholm Vattens fastigheter kring Bornsjön. Provtagning och utvärdering genomfördes av personal från Stockholm Vatten, och Lennart Qvarnström var projektledare. För utvärderingen svarade Daniel Hellström och Lena Jonsson. Utvärderingen finns redovisad i rapporten ”Bra Små Avlopp, Slutrapport, Utvärdering av 15 enskilda avloppsanläggningar” som Daniel Hellström och Lena Jonsson har skrivit tillsammans med Maria Sjöström. Rapporten går att ladda ner som pdf-fil från www.stockholmvatten.se. Den här broschyren är en populärversion av rapporten.

SYFTET MED BROSCHYREN är att redovisa resultaten från projektet Bra Små Avlopp, det vill säga utfallet för just de anläggningar som testades inom projektets ram. Utöver de femton anläggningarna i projektet redovisar broschyren också vissa resultat för filterbädden Filtralite som också har testats vid Bornsjön, fast under kortare tid och inte lika ingående som de övriga anläggningarna. Broschyren innehåller inget om kostnader för enskilda avlopp jämfört med samfällighetslösningar eller kommunal anslutning, och inte heller något om vilka myndighetskrav som kan förväntas framöver.

Stockholm Vatten AB, Miljöteknikdelegationen och Regionplane- och trafikkontoret (Stockholms läns landsting) har finansierat själva projektet Bra Små Avlopp, och Nordisk Industrifond har finansierat utvärderingen av maxit Groups anläggningar. Stockholm Vatten gör med stöd av Regionplane- och trafikkontoret en fortsatt uppföljning av anläggningarnas långsiktiga reningseffekt och driftstabilitet. Broschyren har bekostats av Lantbrukarnas Riksförbund, Regionplane- och trafikkontoret, Naturvårdsverket, Statens institut för ekologisk hållbarhet, Svenska Kommunförbundet, Stockholm Vatten AB och Svenskt Vatten.

Höga krav på Bra Små Avlopp

Det finns ungefär 850 000 hushåll med enskilda avlopp i Sverige, avlopp som inte är anslutna till kommunala reningsverk. Trekammarbrunn med markinfiltration är en vanlig lösning för de här hushållens avloppsvatten. Men många hus har bara en trekammarbrunn, och det är inte tillräckligt med dagens miljökrav.

Enskilda hushåll står för en betydande del av utsläppen av de övergödande ämnena fosfor och kväve till hav, sjöar och vattendrag. Därför är intresset för bra lösningar för enskilda avlopp mycket stort. Broschyren beskriver resultaten för ett antal avloppslösningar för just enskilda avlopp. Vissa av dem skulle kunna skalas upp för att användas i samfällighetslösningar, men detta redovisas inte i broschyren.

Testade under tre års tid

Femton anläggningar från åtta leverantörer ingick i projektet Bra Små Avlopp vid Bornsjön: sju minireningsverk, fyra sorterande anläggningar och fyra med kemisk fällning som komplement till markbäddar. Anläggningarna testades under tre års tid.

Men projektet blev också ett utvecklingsprojekt genom att anläggningarna modifierades och förbättrades successivt. Den intensiva uppföljningen av drift-erfarenheter från anläggningarna gav både leverantörer och utvärderare ökad kunskap om vad som krävs för att få fram bra småskaliga avloppslösningar.

Tre anläggningsprinciper utvärderade

Tre anläggningsprinciper utvärderades, nämligen minireningsverk, sorterande anläggningar och kemisk fällning som komplement till markbädd (se tabellen).

Minireningsverk bygger på samma processer som finns i kommunala reningsverk. Sedi-mentering används för att avskilja partiklar från avloppsvatten, biologisk rening för att ta bort organiskt material och kväve, och kemikalier för utfällning av fosfor och små partiklar. Den biologiska reningen sker med aktiva mikroorganismer, främst bakterier,

som förekommer som ett aktivt slam eller som bio-film på ett bärarmaterial, till exempel plastbitar. Med jämna mellanrum måste minireningsverken tömmas på slam. Avsikten är att anläggningarna ska producera ett slam av så god kvalitet att det kan användas som växtnäring i jordbruket.

I sorterande system hålls olika sorters avloppsvatten åtskilda och behandlas var för sig. Avloppsfraktioner med mycket näringsämnen, exempelvis urin, kan användas som gödning i jordbruket. Samtidigt blir de andra avloppsflödena lättare att behandla.

Befintliga anläggningar som består av slamavskiljare och markbädd eller infiltration kan kompletteras med en utrustning för kemisk fällning. Fällningskemikalien doseras automatiskt till avloppet inne i bostaden, och utfälld fosfor och småpartiklar sedimenterar i slamavskiljaren.

Tabellen innehåller de anläggningar som ingick i projektet Bra Små Avlopp.

Anläggning (antal)	Leverantör
Minireningsverk	
Alfa/Baga RVBK5 (1) Alfa MRCP (1)	ALFA Miljöteknik/BAGA International
BioTrap (2)	Ifö EcoTrap Avloppssystem/Anox AB
Biovac (2)	Miljö och Bioteknik – Biovac
Upoclean (1)	Uponor
Sorterande anläggningar	
Toalettstol Ecovac och Clever samt WM-filer (2)	Wost Man Ecology
Toalettstol Dubbletten och markbädd (2)	BB Innovation & Co
Kemisk fällning och markbädd	
EkoTreat (2)	EkoTreat
Kemira (2)	Kemira Kemi – Kemwater

Höga krav på anläggningarna

Framgångsrika avloppslösningar ska vara bra på att reducera fosfor, kväve, organiskt material och sjukdomsframkallande mikroorganismer. De ska dessutom helst leverera växtnäring i kretslopp, använda lite naturresurser, ha låga kostnader samt vara användarvänliga och robusta.

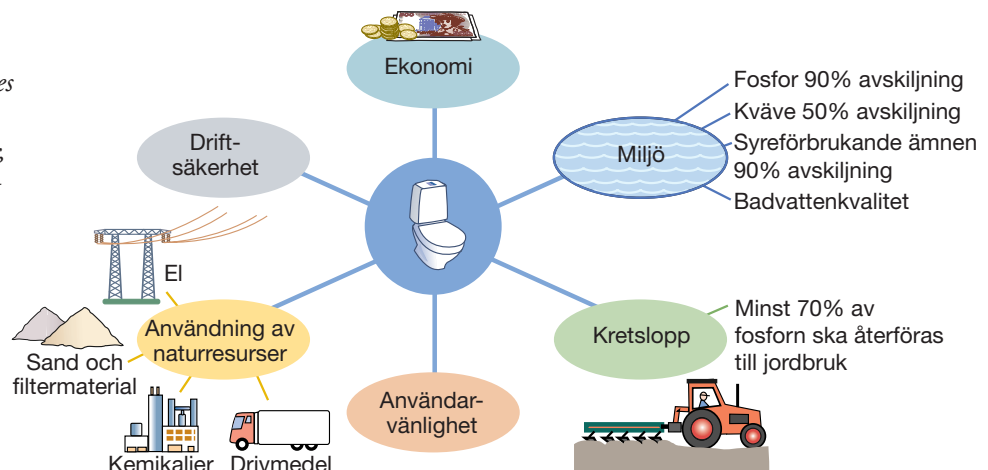
Målet var att få fram små reningsverk som är lika bra som stora reningsverk. De ska därför kunna avskilja:

- minst 70 procent och helst över 90 procent av fosfor
- helst 50 procent av kvävet, och utsläpp av kväve bör i så hög utsträckning som möjligt vara omvandlat till nitrat
- minst 70 procent men helst över 90 procent av syreförbrukande ämnen (organiskt material)

Förutom reningskraven ställdes även följande krav för anläggningarna i Bra Små Avlopp:

- Det reade avloppsvattnet ska helst uppfylla badvattenkvalitet.
- Återföring av växtnäring till jordbruket – minst 70 procent av fosfor.
- Restprodukter, till exempel slam, ska kunna hanteras på ett hygieniskt acceptabelt sätt.
- Anläggningarna ska hushålla med naturresurser (kemikalier, el, drivmedel, sand och filtermaterial).
- De ska vara ekonomiska.
- De ska vara användarvänliga.
- De ska vara driftsäkra.

Inom Bra Små Avlopp ställdes krav på miljö, kretslopp, användning av naturresurser, ekonomi, användarvänlighet och driftsäkerhet.



Hur klarar anläggningarna kraven?

Under projektet utvärderades hur väl anläggningarna uppfyller kraven på rening, hygien, kretsloppspotential, resursförbrukning, ekonomi, användarvänlighet och driftsäkerhet. Generellt kan man säga att samtliga anläggningar har visat potential att klara de höga krav som ställdes. Ett villkor är att det finns fungerande organisationer för tillsyn och drift. För att de sorterande anläggningarna ska ge låga utsläpp krävs det också att användarna är välinformerade och motiverade.

Mer om resultaten finns att läsa längre fram i broschyren, dels under varje anläggning, dels i en sammanfattning på sidan 22.

Förutsättningar och begränsningar

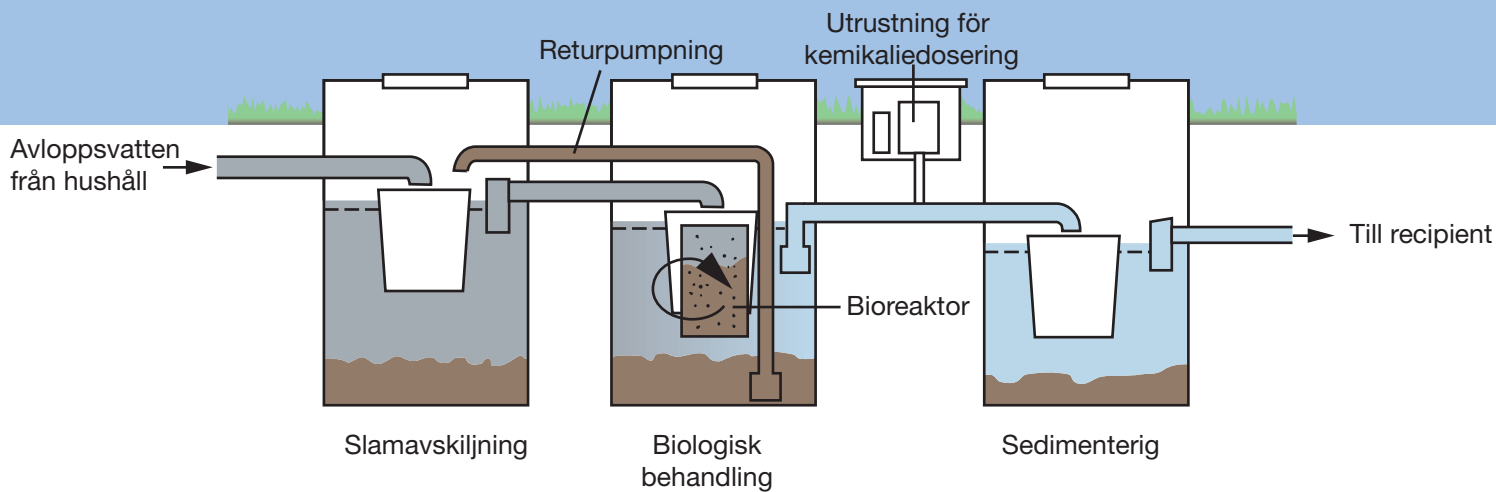
Inom projektet eftersträvades i första hand lösningar som är anpassade för ett hushåll med permanentboende. Samtliga flöden av spillvatten från hushållet skulle omhändertas och behandlas. Om källsorterande teknik användes, till exempel klosett- eller urinavskiljning, måste det också finnas lösningar för bad-, disk- och tvättvattnet, och för fekalerna vid urin-sortering. Dräneringsvatten och vatten från tak eller hårdgjorda ytor ingick inte i systemet. Eftersom systemet i samtliga fastigheter i projektet var vattenburet eftersträvades i första hand vattenburna lösningar.

En annan begränsning i projektet var att det inte skedde någon uppföljning när det gäller användning av växtnäringen i jordbruket. Utvärderingen av systemet för behandling och eventuell korttidslagring av restprodukter avgränsades i princip av fastighetsgränsen.

Alfa/Baga

RVBK5 och Alfa MRCP

Anläggningen är levererad i två varianter av Alfa Miljöteknik/Baga International. Bilden visar Alfa/Baga RVBK5 som har tre tankar; Alfa MRCP har bara två.



Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har testats i projektet Bra Små Avlopp. Från Alfa/Baga testades två olika minireningsverk som båda har en dränkt biobädd kompletterad med kemisk fällning. Alfa/Baga RVBK5 är ansluten till ett hushåll med fem personer, och Alfa MRCP till ett hushåll med två personer. Tankarna är nedgrävda i marken.

Så här fungerar det

RVBK5 serieproduceras i både betong och glasfiberarmerad plast. Den består av tre stående cylindriska tankar med en volym på sammanlagt 9–10 m³. Den första används för slamavskiljning, den andra för biologisk behandling och den sista för kemisk behandling och sedimentering av fosfor och partiklar.

Bioreaktorn är ett block på 0,5 m³. Den har rörformigt bärarmaterial med en specifik yta på 200 m²/m³ där mikroorganismer arbetar med den biologiska reningen. Styr- och reglerutrustning samt kemikaliedosering sitter i en servicebox ovanför bio-steget. Fällningskemikalien är aluminiumbaserad.

Biosteget luftas, och det medför en viss nitrifikation av ammonium till nitrat. För att möjliggöra denitrifikation till kvävgas pumpas slam och avloppsvatten regelbundet tillbaka till den första tanken. Vid en viss fyllnadsnivå i bioreaktorn pumpas vattnet till kemikaliedosering och sedimentering i tank tre. Det behandlade avloppsvattnet leds därefter till ett dike i närheten.

MRCP är en pilotanläggning som inte finns i produktion. Den har till skillnad från RVBK5 bara två tankar. Doseringen av fällningskemikalie sker i bio-steget som simultanfällning, och allt slam återförs till slamavskiljaren.

Hur bra skyddas miljön?

På grund av driftstörningar och problem med bland annat kemikaliedoseringen klarade anläggningarna bara periodvis kravet på mer än 90 procent fosforreduktion. Men de har bevisat potentialen och får därför godkänt. När det gäller reduktion av syreförbrukande ämnen (organiskt material) är anläggningarna väl godkända; kravet är även där mer än 90 procent reduktion.

Kravet på 50 procent kvävereduktion var svårare att nå. Kvävereningen kom igång efter det att luftfiltret i kompressorn hade bytts hösten 2002. Allt tyder på att kvävekravet uppnås om luftfiltret byts regelbundet. När det gäller bakterier uppnåddes badvattenkvalitet för RVBK5 bara under den senare delen av försöksperioden, det vill säga efter bytet av luftfiltret. MRCP låg hela tiden över gränsvärdet för badvattenkvalitet.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Det slam som bildas under behandlingen töms och transporteras till ett kommunalt reningsverk för vidare behandling. Slamavskiljarslammet innehöll ganska mycket tungmetaller i förhållande till fosforinnehållet, medan kemslammet i den sista tanken var relativt rent. Totalt låg tungmetallinnehållet under de värden som finns i slammet från Stockholm Vattens reningsverk i Bromma vars slam har använts i jordbruket inom det så kallade ReVAQ-projektet. Alfa/Baga-anläggningarna kan anses klara kravet på återföring av fosfor till jordbruk om det finns lantbrukare som kan acceptera produkten.

Hur mycket resurser går det åt?

Jämfört med övriga minireningsverk använder Alfa/Bagas anläggningar relativt mycket el för driften. Elanvändningen är 550 kWh/år. För produktionen av de cirka 100 kg kemikalier som går åt varje år behövs det ungefär 125 kWh. Energibehovet för att transportera och behandla slammet är knappt 100 kWh/år vid en slamproduktion på 6 m³.

Vad kostar det?

Totala investeringskostnaden låg i samma storleksordning som för de övriga anläggningarna. Inköpspriset för RVBK5 var 66 000 kr, inklusive slamavskiljaren. Installationskostnaden låg runt 50 000 kr, och var något lägre för MRCP. Totalt kostade en RVBK5-anläggning uppåt 115 000 kr.

Till driftkostnaderna hör el och kemikalier för mellan 1 500 och 1 600 kr per år. Slamtömning sker 1–2 gånger om året till en kostnad av mellan 1 800 och 2 400 kr; det lägre priset gäller för RVBK5 som har större slamlagringsvolym.

Investeringskostnader för Alfa/Bagas minireningsverk RVBK5

Kostnadsslag	Kronor inkl. moms
Anläggningen	66 000
Installation	45 000–50 000
SUMMA	111 000–116 000

Driftkostnader för Alfa/Bagas minireningsverk

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Slamtömning	1 800
El och kemikalier	1 500–1 600
Service och tillsyn	2 400
SUMMA	5 700–5 800

Vad tycker användarna?

Användarna hade inga anmärkningar mot RVBK5 och MRCP. En fördel är att de inte kräver någon förändring inomhus och inte ger några olägenheter. Användaren måste själv bevaka larmfunktionen och byta dunk för fällningskemikalier.

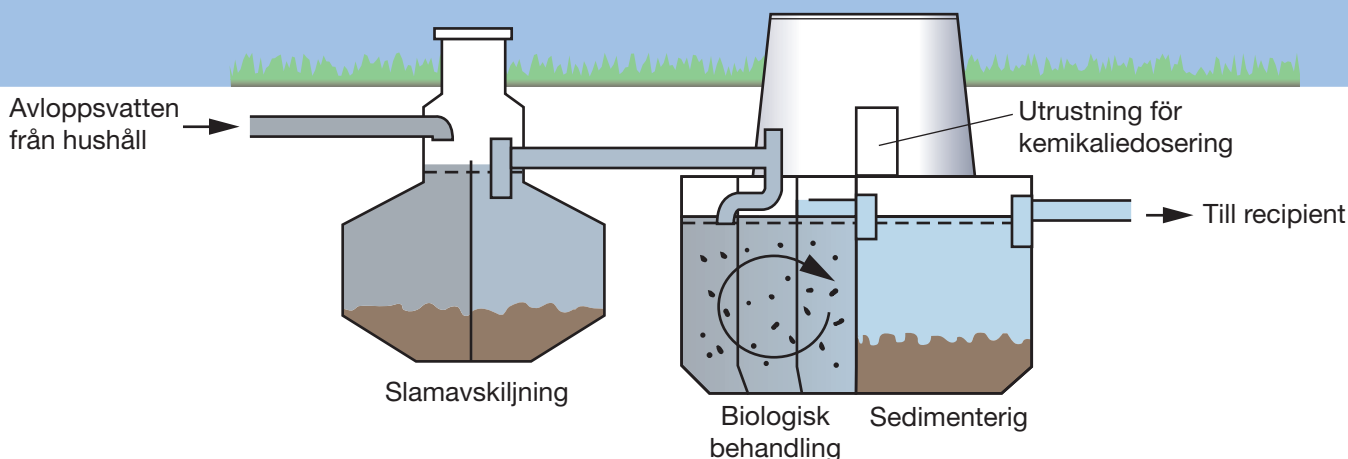
Hur driftsäkert är det?

Driftstörningarna var ganska många under försöksperioden. Alfa/Baga åtgärdade problemen successivt så att anläggningarna kom att fungera utan anmärkning innan försöksperioden var slut. Driftstörningarna gällde främst kemikaliedosering, pumpning och slamtömning. Det är nödvändigt med regelbunden professionell tillsyn för att säkerställa att anläggningarna klarar reningskraven. Anläggningarna har normalt larm för recirkulationspump och luftpump.

Serviceavtalet gäller normalt två år i taget; det inkluderar ett besök om året samt telefonsupport och kontroll av att egenkontrollprogrammet följs av fastighetsägaren. Kostnaden är 2 400 kr/år. Vid servicemannens besök kontrolleras reningsverkets funktion, larmet, styr- och reglerutrustning, pumpar, kompressor, dosering och slamavskiljning. Det utfärdas besiktningsprotokoll vid varje besök.

BioTrap

BioTrap är ett reningsverk med rörligt bärrmaterial i den biologiska processen, kompletterat med kemisk fällning. Det består av en cylindrisk cistern på 4 m³ som ska installeras efter en slamavskiljare.



Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har testats i projektet Bra Små Avlopp. Ifö Sanitär AB/Anox AB bidrog med två minireningsverk av modellen BioTrap. Det ena är anslutet till ett hushåll med två vuxna, det andra till ett hushåll med två vuxna och två tonåringar. Behandlingsmetoden baseras på dränkt suspenderad biobädd. Det innebär att bärrmaterialet inte bara har stor yta utan även låg densitet som gör att det kan hållas i suspension.

Så här fungerar det

BioTrap består av en slamavskiljare på 2–4 m³ där avloppsvattnet förbehandlas, och ett efterföljande minireningsverk för biologisk och kemisk behandling. Minireningsverkets totala volym är 4 m³, fördelat lika mellan biologisk bädd och sedimentering. Materialet i tanken är glasfiberarmerad polyester. Bärrmaterialet i den biologiska bädden heter Natrix. Det består av koniska bitar av formsprutad polyetenplast. Bitarna är cirka 3 cm höga och har en diameter på ungefär 3,5 cm. Deras specifika yta är 330 m²/m³.

Den biologiska processen är uppdelad i tre steg: 1) denitrifikation i syrefri miljö, 2) luftning, varvid organiskt material bryts ner av bakterier som trivs i syrerik miljö, samt 3) nitrifikation i syrerik miljö under luftning. Från det tredje stegat pumpas vattnet vidare till den kemiska behandlingen som är uppdelad i ett doseringssteg och ett sedimenteringssteg. Fällningskemikalien är aluminiumbaserad. Det rena vattnet leds ut i ett näraliggande dike.

Slammet som bildas transporteras efter slamtömning till ett kommunalt reningsverk. Slamtömning rekommenderas två gånger per år.

Båda anläggningarna har haft problem. Den ena byttes ut på grund av inläckage och sättningar mot en ny med samma utformning; den nya anläggningen förankrades med betongblock, spännband och sand både i botten och ovanpå för att öka stabiliteten. Den andra byttes mot en ny som är utformad som en stående cylinder med välvd botten. Slamavskiljaren har bytts i båda anläggningarna, den ena i samband med projektstarten och den andra i samband med byte av BioTrap-anläggningen.

Hur bra skyddas miljön?

Reduktionen av organiskt material var god för båda anläggningarna. Om reduktionen över slamavskiljaren räknas in har avskiljningen av organiskt material varit mer än de 90 procent som krävs.

Anläggningarna hade problem med dosering av fällningskemikalie. Vid den ena anläggningen varierade därför fosforreduktionen kraftigt. Efter utbyte av den andra anläggningen blev fosforreduktionen där relativt god och stabil och låg då runt de 90 procent som krävs. Sett över hela perioden klarade anläggningarna inte kravet på 90 procent fosforreduktion. Däremot klarade den nya modellen av BioTrap fosforkravet.

Kvävereduktionen varierade kraftigt, vid den ena anläggningen mellan 60 och 90 procent, vid den

andra mellan 35 och 70 procent (med 50 procent som medelvärde under 2002). Anläggningarna klarade alltså kravet på 50 procent kvävereduktion.

BioTrap är det enda av minireningsverken som klarade gränsvärdet för badvattenkvalitet i utgående vatten.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Slammet som erhålls från anläggningarna har varierande kvalitet. Slamavskiljarslammet innehåller ganska mycket tungmetaller i förhållande till fosforinnehållet, medan processlammet är relativt rent. Anläggningarna kan klara kravet på återföring av 70 procent fosfor till jordbruk, förutsatt att det finns lantbrukare som accepterar produkten.

Hur mycket resurser går det åt?

Av de testade anläggningarna är BioTrap den anläggning som använder mest högvärdig energi för driften. För luftningen av det andra och tredje biosteget finns en kompressor med en effekt på 100 W. Kompressorn driver också mammutpumpar som pumpar avloppsvattnet mellan processtegen i reningsverket. Kompressorn går 24 timmar om dygnet. Kemikaliedoseringspumpen använder försumbart med energi. Elanvändningen totalt är 880 kWh/år.

Under perioder med god fosforreduktion låg medeldosen av kemikalier på cirka 460 g/m³. Vid ett flöde på 500 liter/dygn gav det en förbrukning på 84 kg/år som krävde 104 kWh/år för produktionen. För att transportera och behandla slammet gick det åt 16–17 kWh/m³ eller knappt 100 kWh/år vid en slamproduktion på 6 m³.

Vad kostar det?

Totalkostnaden för BioTrap ligger i samma storleksordning som för flertalet av de andra anläggningarna. Själva reningsverket BioTrap kostar 57 000 kr inklusive moms. Priset på slamavskiljaren ligger mellan 9 000 och 10 000 kr. Installationen kostar 30 000–40 000 kr. Det gör att den totala investeringskostnaden slutar på mellan 97 000 och 107 000 kr. Driftkostnaden landar på ungefär 6 000 kr/år, varav slamtömning två gånger står för 2 400 kr/år, service och tillsyn för 1 900 kr/år, samt el och kemikalier för mellan 1 700 och 1 800 kr/år.

Investeringskostnad för BioTrap

Kostnadsslag	Kr inkl. moms
BioTrap	57 000
Slamavskiljare	9 000–10 000
Installationskostnad, totalt	30 000–40 000
SUMMA	97 000–107 000

Driftkostnader för BioTrap

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Slamtömning	2 400
El och kemikalier	1 700–1 800
Service och tillsyn	1 900
SUMMA	6 000–6 100

Vad tycker användarna?

Hyresgästerna var positiva till anläggningarna och trodde på tekniken. I början av projektet var det ofta problem med dålig lukt från anläggningen, särskilt i samband med spolning. Senare upphörde luktproblemen i stort sett, med undantag av den lukt som kom från mätbrunnen i samband med provtagning. Luktproblemen förklaras delvis av lokala klimatförhållanden och anläggningens placering.

Anläggningsägaren måste själv bevaka larmindikatorn samt byta dunk för fällningskemikalie.

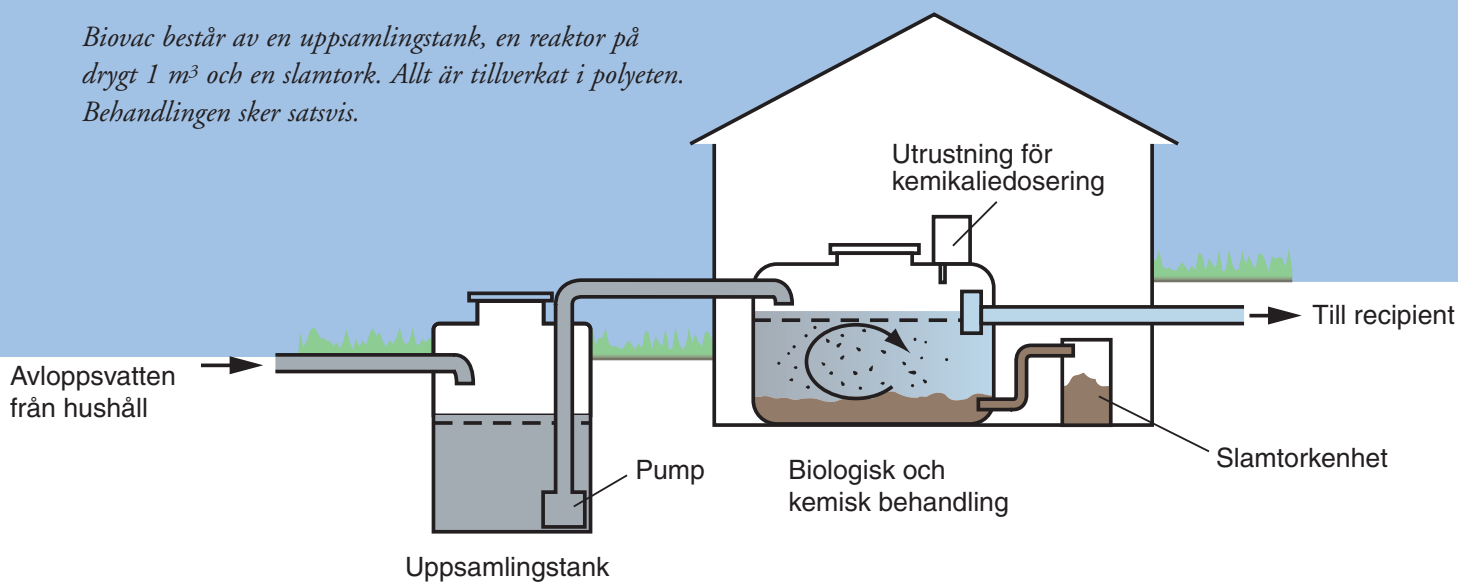
Hur driftsäkert är det?

Båda anläggningarna byttes ut under projekttidens gång. För den ursprungliga modellen av BioTrap noterades flera mer eller mindre allvarliga drift- och anläggningstekniska problem. Inledningsvis fungerade doseringen av fällningskemikalie dåligt vid båda anläggningarna, men problemen åtgärdades genom byte av styrenhet och kempump. Det förekom också problem med recirkulation av avloppsvatten inom det biologiska reningssteget. Den nya modellen har haft stabil drift och inga större störningar. Larm finns men har inte varit inkopplat på testanläggningarna.

Garantitiden är två år. Serviceavtalet betalas från och med år tre. Avtalet gäller normalt tre år i taget, och i det ingår ett besök per år. Ifö gör tekniska förbättringar på anläggningen utan kostnad för kunden.

Biovac

Biovac består av en uppsamlingstank, en reaktor på drygt 1 m³ och en slamtork. Allt är tillverkat i polyeten. Behandlingen sker satsvis.



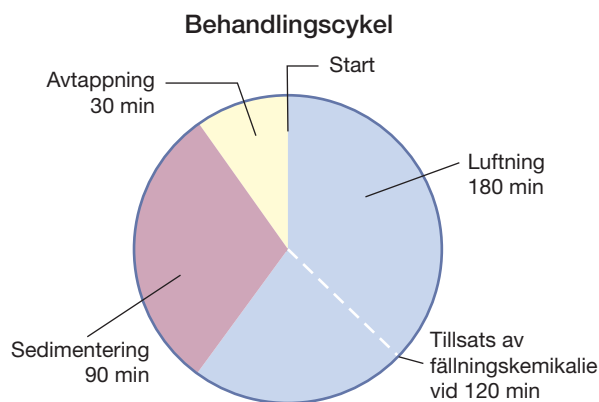
Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har testats i projektet Bra Små Avlopp. Miljö & Bioteknik i Stockholm HB bidrog med två anläggningar av modellen Biovac 5 pe som är dimensionerad för fem personer. De båda anläggningarna är identiska, utom när det gäller placeringen av uppsamlingstanken som i det ena fallet är nergrävd och i det andra fallet är installerad i samma källarutrymme som reaktorn. Till det här reningsverket behövs det ett uppvärmt utrymme på minst 5 m².

Så här fungerar det

Reningsverket består av en uppsamlingstank på minst 1 m³, en reaktor på drygt 1 m³ och två kärl för slamtorkning på vardera 80 liter, allt i polyeten. Behandlingen sker satsvis, det vill säga inte kontinuerligt. En behandlingscykel tar ungefär 5 timmar och behandlar cirka 250 liter avloppsvatten.

Från hushållet leds avloppsvattnet till uppsamlingstanken. Det pumpas sedan av en matarpump till reaktorn och blandas med hjälp av luft med det aktiva slam som finns där. Därefter startar luftning som gör att avloppsvatten och slam blandas om så att den biologiska processen startar. I slutet av luftningsfasen som pågår tre timmar doseras fällningskemikalie för fosforfällningen. Efter luftningen sedimenterar slammet i reaktorn. Efter sedimenteringen tappas det behandlade avloppsvattnet via en ventil ut i en gammal infiltrationsanläggning eller i ett dike.

Överskottsslammet från reningsprocessen pumpas till slamtorkenheten där det lagras. Resten av slammet får stanna kvar i reaktorn för att medverka i nästa behandlingscykel. Torkenheten består av två plasttunnor med en insats av filterpåsar som används växelvis. I den ena dräneras slammet, i den andra torkas det. Torkningen sker genom att luft sugas genom tunnorna med hjälp av den pump som används för luftning av reaktorn. Det torkade slammet kan användas som jordförbättringsmedel.



En behandlingscykel för Biovac tar cirka fem timmar och behandlar 250 liter avloppsvatten.

Hur bra skyddas miljön?

På grund av driftstörningar hade utgående vatten i början av försöksperioden rätt höga halter av organiskt material och fosfor. Den dåliga avskiljningen av organiskt material berodde på för hög slamhalt i reaktorn. Den dåliga avskiljningen av fosfor hade att göra med för låg dosering av fällningskemikalie. Efter den inledande fasen förbättrades avskiljningen av organiskt material och låg då över 90 procent. Det var svårt att få en stabil fosforavskiljning, men när anläggningarna fungerade klarade de kravet på 90 procent fosforreduktion. Kväveavskiljningen har periodvis legat över de 50 procent som krävs.

Biovac uppnår inte badvattenkvalitet när det gäller bakteriehalt i utgående vatten.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Anläggningen levererar ett torkat slam som efter kompostering kan användas som jordförbättringsmedel och fosforgödsel. Torrsubstanshalten i det avvattnade slammet var mellan 12 och 14 procent. När anläggningen fungerar som den ska uppfylls kravet att minst 70 procent av fosfor ska fastläggas i slammet. Om fosfor verkligen kan återföras till jordbruket beror på om det finns lantbrukare som accepterar slammet.

Hur mycket resurser går det åt?

Behovet av högvärdig elenergi och kemikalier är relativt lågt jämfört med övriga minireningsverk. El används framför allt för luftning. Kompressorn använder 310–420 kWh per år. El används också för inloppspumpen och för kemikaliedosering, men det är försumbart jämfört med elbehovet för luftningen.

Förbrukningen av kemikalier ligger på cirka 58 kg per år vid ett flöde på 500 liter per dygn. För att producera den kemikaliemängden krävs det cirka 73 kWh elenergi per år. Slammet avvattnas lokalt och används som jordförbättring på plats. Det sker alltså inga slamtransporter.

Vad kostar det?

Vid nyinvestering, det vill säga då det inte finns någon anläggning tidigare, är Biovac den anläggning som har lägsta totalkostnaden av de testade anläggningarna. Det förutsätter att användaren själv är beredd att hantera det avvattnade slammet.

Själva reningsverket kostar 72 000 kr. Det behövs ingen slamavskiljare, däremot ett utrymme för anläggningen. Installationskostnaden är så låg som

7 000 kr. Den totala investeringskostnaden slutar på mellan 89 000 och 109 000 kr. Driftkostnaden är förhållandevis låg, runt 3 000 kr per år. Slamtömningskostnaden har satts till noll, men detta kräver som sagt eget arbete.

Investeringskostnad för Biovac

Kostnadsslag	Kr inkl. moms
Anläggningen	72 000
Utrymme för anläggning	10 000–30 000
Installationskostnad	7 000
SUMMA	89 000–109 000

Driftkostnader för Biovac

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Slamtömning	0
El och kemikalier	900–1 000
Service och tillsyn	2 000
SUMMA	2 900–3 000

Vad tycker användarna?

Vid en av anläggningarna luktar det illa från den befintliga uppsamlingsstanken när man går förbi den, men detta upplevs inte som något större problem. Kompressorn har ett brummande ljud som hörs i hela huset, men det är ett dovt ljud som inte upplevs som störande. Anläggningen är enkel att installera och anpassa till de förutsättningar som finns.

Anläggningen larmar vid driftstörning. Det är mycket lätt att byta kemikaliedunk. Det är också lätt att ta hand om slammet. Hyresgästerna är positiva till att använda slammet i den egna trädgården.

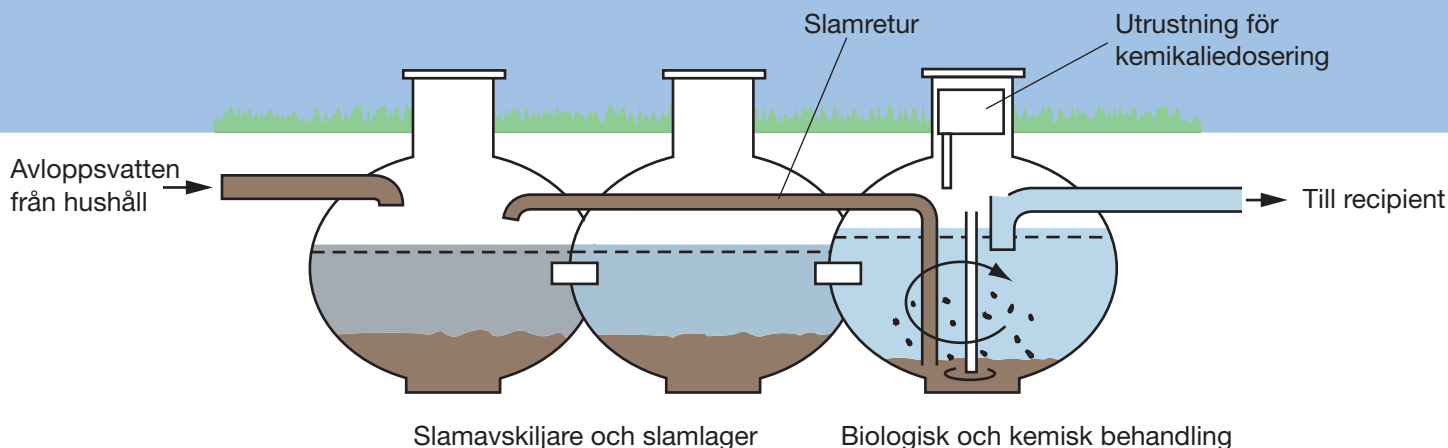
Hur driftsäkert är det?

Antalet driftstörningar var relativt stort och berodde bland annat på problem med kemikaliedoseringen, en lossnad slang, en lossnad rörskarv och igensatta ventiler. Det är nödvändigt med regelbunden professionell tillsyn för att man ska vara säker på att anläggningen klarar reningskraven.

Garantitiden är två år. Under den tiden ingår byte av utslitna delar. Serviceavtalet gäller normalt ett år i taget, och i det ingår tre besök då Biovac bland annat skiftar slamtorkar och kontrollerar pumpar, kompressor, doseringsutrustning och slammängd i reaktorn. I servicekontraktet ingår också besök vid oförutsedda driftproblem. Det finns också möjlighet till telefonsupport. Hyresgästen ska enligt avtalet göra egenkontroll av anläggningen och kan vid behov behöva tömma kärl för slamtorkning. Larm finns.

Upoclean

Upoclean har tre lika stora klotformade tankar som är tillverkade av rotationsgjuten polyetenplast. Hela volymen på anläggningen är 3 m³.



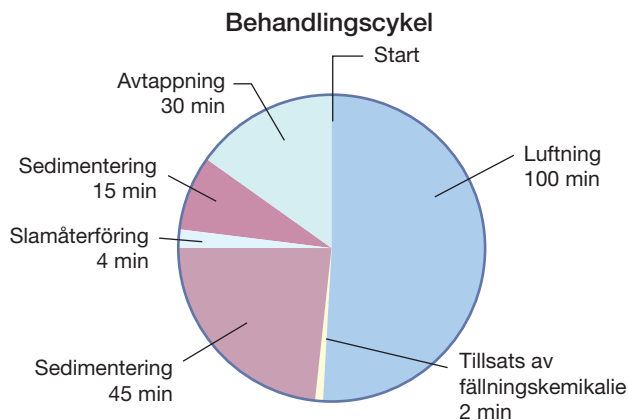
Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har testats i projektet Bra Små Avlopp. Uponor bidrog med minireningsverket Upoclean som behandlar avloppsvattnet satsvis, det vill säga inte kontinuerligt. Anläggningen behandlar avlopp från ett hushåll med två vuxna. Den är dimensionerad för fem personer. Intill anläggningen sitter ett automatikskåp med all elektronisk och mekanisk utrustning. Det finns inga mekaniska pumpar eller rörliga delar under marknivå.

Så här fungerar det

Anläggningen har tre sammankopplade tankar i polyeten, på vardera 1 m³. Den biologiska och kemiska behandlingen sker i den sista tanken. De två första fungerar som slamavskiljare, slamlager och uppsamlingsstankar för obehandlat avloppsvatten. Från den andra tanken pumpas vattnet med en mammutpump till själva reaktorn. I en mammutpump trycks luft ner så att man får en vatten- och luftblandning med lägre densitet; blandningen stiger därmed uppåt. Det finns alltså inga mekaniska pumpar nere i anläggningen utan all pumpning sker med hjälp av den luft som tillförs via kompressorn.

När vattnet har stigit till en viss nivå i reaktorn startar luftningen, avloppsvattnet blandas med det aktiva slam som redan finns i reaktorn, och den biologiska processen kan börja. Efter luftningsfasen sedimenterar mikroorganismer och utfälld fosfor. Till slut pumpas det behandlade vattnet ut i den gamla infiltrationsanläggningen, men det går också att släppa ut vattnet i ett dike. Överskottsslammet från reaktorn pumpas tillbaka till den första tanken för lagring.

Varje behandlingscykel tar drygt tre timmar. Det innebär att det maximala antalet cykler per dygn är sju stycken. Vid varje cykel behandlas 160 liter avloppsvatten. Om belastningen är mindre går styrprogrammet över i en viloperiod med underhållsluftning.



En behandlingscykel i Upoclean tar drygt tre timmar och behandlar 160 liter avloppsvatten.

Hur bra skyddas miljön?

Anläggningen har klarat kraven på 90 procent reduktion av fosfor och organiskt material. Fosforreduktionen var genomgående hög, över 95 procent. Periodvis klarade anläggningen 50 procent kväveavskiljning.

Kravet på badvattenkvalitet uppfylldes efter byte av utsläppsmodul.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Slammet är en blandning av slamavskiljarslam och processlam. Torrsubstanshalten har legat mellan 0,9 och 2,6 procent. Slammet transporteras till ett kommunalt reningsverk. Tömningen sker minst två gånger om året. Anläggningen kan klara kravet på 70 procent fosforåterföring om det finns lantbrukare som accepterar slammet.

Hur mycket resurser går det åt?

Upoclean kräver relativt lite el och kemikalier jämfört med övriga minireningsverk. En kompressor försörjer anläggningen med luft för luftning, avtappning, slamåterföring och dosering av fällningskemikalie. Under viloperioderna sker en underhållsluftning på 30 minuter per timme. Kompressorn går 12–16,5 timmar per dygn och drar 220–300 kWh el per år. Elanvändningen kan minskas genom att man minskar underhållsluftningen.

Användningen av fällningskemikalier är cirka 360 g/m³. Vid ett flöde på 500 liter per dygn blir det en förbrukning på 66 kg per år. Det går åt 82 kWh per år för att producera kemikalierna. Behovet av högvärdig energi för slamtransporter och slambehandling är 16–17 kWh/m³, eller knappt 100 kWh per år vid en slamproduktion på 6 m³.

Vad kostar det?

Vid nyinvestering, när det inte finns någon anläggning tidigare, är Upoclean den anläggning som har den lägsta investeringskostnaden och den näst lägsta totalkostnaden av de testade anläggningarna (efter Biovac). Själva reningsverket kostar cirka 55 000 kr. Totala investeringskostnaden ligger mellan 75 000 och 85 000 kr beroende på skillnader i installationskostnad. Driftkostnaderna ligger runt 5 200 kr

per år. Inga avgifter tas ut för servicebesök under första året. Garantitiden är två år.

Investeringskostnad för Upoclean

Kostnadsslag	Kr inkl. moms
Anläggningen	ca 55 000
Installationskostnad, totalt	20 000–30 000
SUMMA	75 000–85 000

Driftkostnader för Upoclean

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Slamtömning	2 400
El och kemikalier	900–1 000
Service och tillsyn	1 850
SUMMA	5 150–5 250

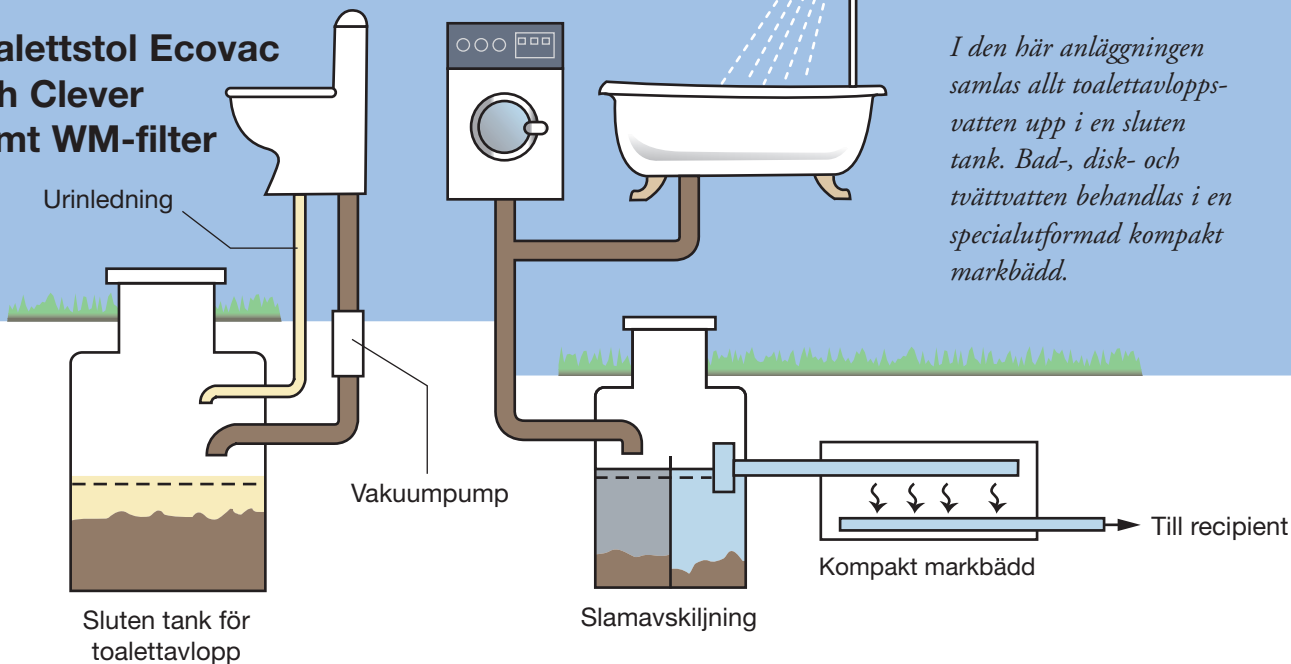
Vad tycker användarna?

Användaren har varit nöjd med anläggningen. Han anser att anläggningen är lättskött. En nackdel är att den kräver tätare slamtömning än en trekammarbrunn. Anläggningen kräver tillsyn så att inte utsläppen ökar. Användarens viktigaste insats är att bevaka larmindikatorn och fylla på fällningskemikalie 2–4 gånger om året. Anläggningen är enkel att installera. Styrenheten är lättåtkomlig. Tankarna har enkla och säkra lock.

Hur driftsäkert är det?

Efter vissa problem med dosering och luftning under intrimningsfasen har driften varit stabil och utan större störningar. Larm finns vid hög nivå i tank ett och två, om fällningskemikalie behöver fyllas på och vid elavbrott. Serviceavtal ska tecknas med tillverkaren för regelbunden service och support. Avtalet omfattar ett servicebesök om året, kontroll av slamnivån, funktionsprov av olika delar i processen samt utbyte av gummimembran i luftpumpen om det behövs. Tillverkaren kommer på besök vid oförutsedda problem, men kunden får betala detta separat.

Toalettstol Ecovac och Clever samt WM-filter



I den här anläggningen samlas allt toalettavloppsvatten upp i en sluten tank. Bad-, disk- och tvättvatten behandlas i en specialutformad kompakt markbädd.

Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har testats i projektet Bra Små Avlopp. Wost Man Ecology bidrog med två sorterande avloppsanläggningar som anslöts till hushåll med en eller två vuxna. Den ena anläggningen hade från början en snålspolande toalett, den andra en toalett som är både snålspolande och urinsorterande. I båda fallen samlas hela klosettavloppet upp i en sluten tank. Vinsten med urinsorteringen är i detta fall att den totala vattenåtgången minskar och att det blir enklare och billigare att hantera det uppsamlade klosettavloppet. Urinen kan även samlas upp separat.

Så här fungerar det

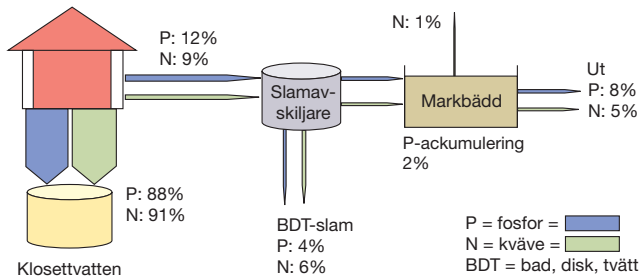
Den snålspolande urinsorterande toaletten har produktnamnet Ecovac. Den är golvmonterad och tillverkad i porslin. Den har två från varandra oberoende spolssystem. Fekalier (avföring) samlas upp i den bakre skålen och spolas med hjälp av ett mjukvakuum-system och 0,5–0,7 liter vatten. Urin samlas upp i den främre skålen och spolas med 0,1–0,2 liter vatten. Toaletten är förberedd för skålventilation som enligt tillverkaren kan ge mindre luktproblem än konventionella vattenklosetter. Den snålspolande vägghängda toaletten i den andra anläggningen har produktnamnet Clever. Den har en speciell vattenläskonstruktion som möjliggör den låga vattenförbrukningen (0,5 liter per spolning; ökades senare till 1,5 liter). Även Clever är förberedd för skålventilation. I båda anläggningarna samlas hela toalettavloppet upp i en sluten tank på 3 m³.

Bad-, disk- och tvättvattnet behandlas i slamavskiljare och en specialutformad kompakt markbädd. Slamavskiljaren är på 0,7–3 m³. Markbädden har arean 6 m² och höjden 0,8 m. Markbädden har produktnamnet WM-filter. Den innehåller en spridarledning och en uppsamlingsledning. De biologiska processerna i markbädden sker över ett artificiellt infiltrationslager som uppifrån består av 17 cm bärramaterial av polyetenplast (Bioblock), 40 cm markbäddssand, 20 cm singel och 2 cm rörgravsgrus.

Hur bra skyddas miljön?

Anläggningen som helhet (klosettavlopp och markbädd) avskiljer totalt över 95 procent organiskt material. Lokalt avskiljs över 90 procent kväve, det allra mesta via klosettavloppet. Eftersom klosettavloppet transporteras till ett reningsverk avgörs den totala kvävereduktionen av hur bra reningsverket är på att avskilja kväve. Avskiljningen av fosfor är också över 90 procent, men bara om användarna använder toaletten på rätt sätt och om de använder tvätt- och diskmedel som inte innehåller fosfor. Markbädden avskiljer nämligen rätt lite fosfor. Flödena av fosfor och kväve framgår av skissen på nästa sida.

Wost Man Ecologys system klarar gränsvärdet för badvattenkvalitet när det gäller bakterier.



I Wost Man Ecologys anläggning hamnar mycket fosfor och kväve i klosettavloppet. Bara lite avskiljs i markbädden. Totalt blir reningsgraden över 90 procent för både kväve och fosfor. Det här gäller för en anläggning där man har låga fosforhalter i bad-, disk- och tvättvattnet. Hushållet använder troligen fosfatfria tvätt- och diskmedel.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Klosettavloppet och det slam som bildas i slamavskiljaren transporteras efter tömning till ett kommunalt reningsverk för vidare behandling. Bäst möjligheter till återföring har Wost Man Ecologys system om klosettavloppet behandlas i en särskild anläggning, till exempel våtkompostering som hygieniserar produkten. I projektet transporterades innehållet i den slutna tanken till ett större reningsverk. Därför fick systemet ungefär samma återföringspotential som ett minireningsverk, det vill säga det klarade gränsen på 70 procent återföring av fosfor.

Hur mycket resurser går det åt?

Wost Man Ecologys anläggningar har mycket låg elanvändning och behöver inga kemikalier. Jämfört med minireningsverken har de låg förbrukning av både högvärdig energi och råvaror. Mjukvakuumsystemet i den urinsorterande toaletten minimerar elåtgången. Vakuumgeneratoren är en fläkt på 1,1–1,2 kW som arbetar 3–5 sekunder vid varje ”stor” spolning. För tio stora spolningar per dygn behövs det 6 kWh per år för att driva systemet.

Behovet av högvärdig energi för transporter antas uppgå till runt 11 kWh/m³ för både klosettavlopp och slamavskiljar slam. Ett hushåll med tre personer genererar ungefär 14 m³ klosettavlopp och cirka 1 m³ slam per år. För transporterna av dessa mängder går det åt mellan 150 och 170 kWh. Det skulle också gå att behandla klosettavloppet i en våtkompost. Elbehovet för en sådan process uppskattas till 30 kWh/m³, det vill säga 420 kWh/år för ett hushåll på tre personer.

Filtersanden i markbädden mäts med tiden med fosfor, men räknas inte som förbrukningsvara eftersom markbädden inte är avsedd för fosforavskiljning.

Vad kostar det?

Totalkostnaden ligger i samma storleksordning som för flertalet av de testade anläggningarna (tabellerna). Tömning av den slutna tanken sker när den är full, oftast två gånger per år. Tömning av slamavskiljaren rekommenderas ske minst en gång per år.

Investeringskostnad för Wost Man Ecologys avloppssystem

Kostnadslag	Kr inkl. moms
Markbädd och slamavskiljare (BDT-vatten)	ca 50 000 ¹⁾
Toalett, ledning, tank (klosettavlopp)	ca 20 000
Installation	25 000–35 000 ²⁾
SUMMA	95 000–105 000

1) Installationskostnaden är inkluderad.

2) Inklusive installationskostnaden för tank, toalett och extra avloppsrör.

Driftkostnader för Wost Man Ecologys avloppssystem

Kostnadslag	Kr/år inkl. moms
Tömning av slutna tank och slamavskiljare	ca 6 000
El och kemikalier	<10
Service och tillsyn	0
SUMMA	ca 6 000

Vad tycker användarna?

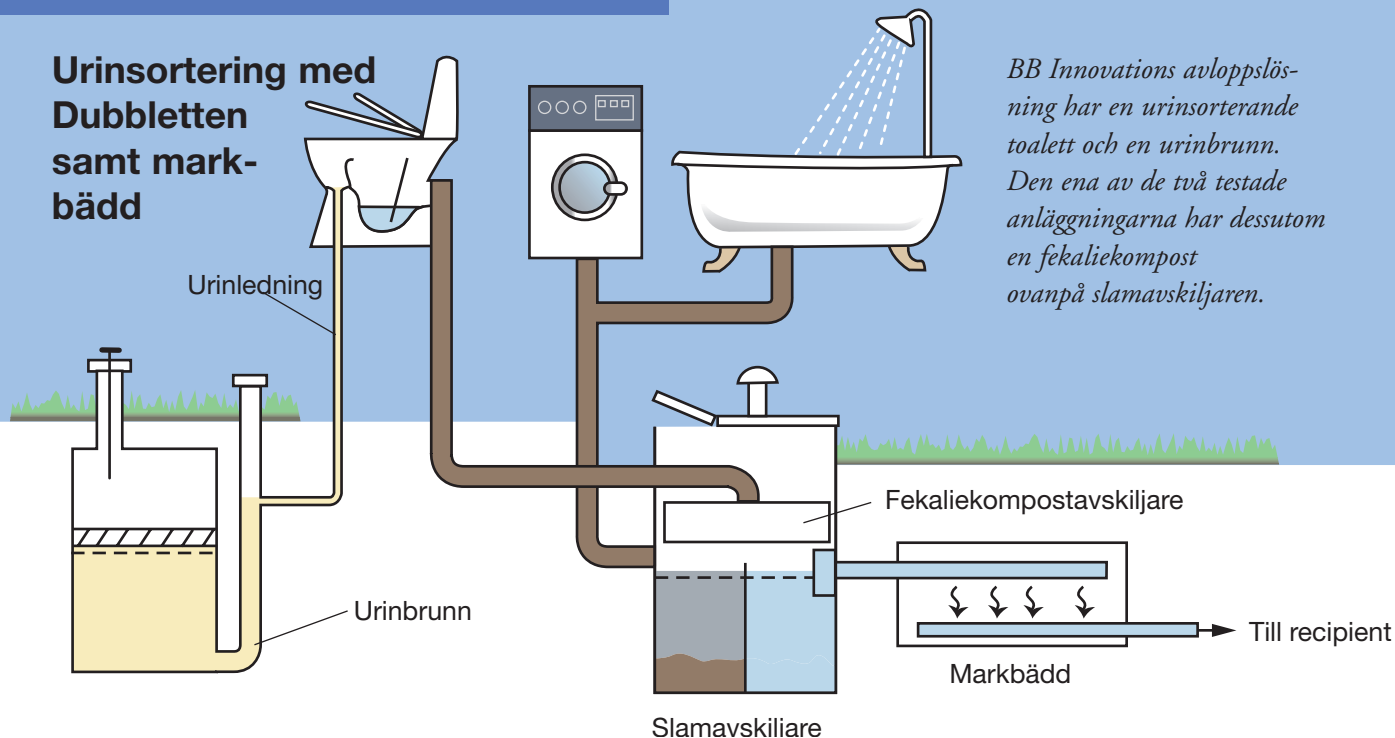
Hyresgästerna var inte nöjda med toaletterna. För Ecovac uppgavs det att spolningen trasslade, och att det var besvärande att förklara för gäster hur de skulle använda toaletten. Kvinnor måste sitta i en konstig ställning när de skulle använda urinskålen. Toaletterna var svåra att rengöra. Det var också trassel i samband med installationen.

Hyresgäst som använde Clever-toaletten hade stora problem med lukt, och toaletten fick så småningom bytas ut mot en WM-DS (dubbelspolande vattentoalett).

Hur driftsäkert är det?

Förutom problemen med toaletterna har anläggningarna varit driftsäkra. Nivån i den slutna tanken måste kontrolleras så att tömning sker vid rätt tidpunkt. Garantitiden är två år. Service och tillsyn sköts av användarna.

Urinsortering med Dubbletten samt markbädd



BB Innovations avloppslösning har en urinsortande toalett och en urinbrunn. Den ena av de två testade anläggningarna har dessutom en fekaliekompost ovanpå slamavskiljaren.

Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har ingått i projektet Bra Små Avlopp. Två varianter av BB Innovations system har testats. Den ena anläggningen har förutom urinsortande toalett och urinbrunn även en fekaliekompostavskiljare med underliggande slamavskiljare, före en markbädd. Den andra har vid sidan av urinsorteringen kompletterats med en befintlig slamavskiljare och en markbädd. De två hushållen består av två vuxna, respektive två vuxna och ett barn.

Så här fungerar det

Båda anläggningarna har snålspolande urinsortande toaletter av porslin med produktnamnet Dubbletten, den ena golvstående och den andra vägghängd. Spolmängden är 2 dl vatten vid urinspolning och 4–6 liter vid fekaliespolning. Till fekaliespolningen tas vatten från toalettens spolcistern, till urinspolningen kommer vattnet direkt från inkommande vattenledning. Toaletsitsen av trä har ett extra lock som kan fällas upp så att barnen når den bakre skålen, vilket är väsentligt för sorteringen.

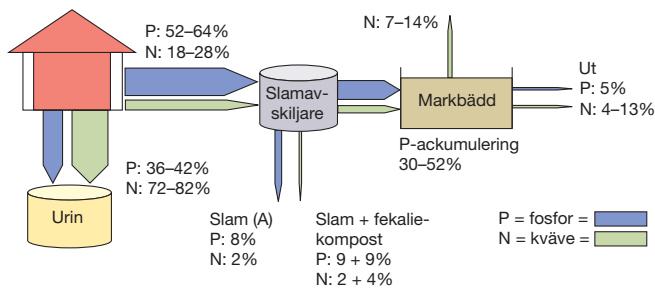
Urina leds till en sluten uppsamlingstank i betong med ett flottörsystem som är konstruerat för att minska kväveavgången till luften. Urintanken har två kamrar och en total volym på 2,2 m³. Kamrarna används växelvis; urin kan lagras i den ena medan den andra fylls upp. I praktiken har båda kamrarna fyllts samtidigt eftersom väggen mellan kamrarna har varit otät.

Det övriga klosettavloppet samt bad-, disk- och tvättvattnet (BDT-vattnet) leds i anläggning A till en begagnad slamavskiljare på 1 m³, följd av en nyanlagd markbädd med en yta på 50 m². (Slamavskiljaren och markbädden ingår inte i BB Innovations bidrag.) Markbäddens botten och överdel är tätad med armerad vävplastduk. Från toppen och nedåt är den uppbyggd av 40 cm singel, 80 cm markbäddssand, 40 cm singel och 5 cm rörgravsgrus.

I anläggning B leds klosettavloppet (utom urinen) till en fekaliekompostavskiljare i rostfritt stål och på 350 liter. Avskiljaren består av två perforerade behållare som används växelvis så att den ena fungerar för uppsamling och den andra för kompostering. Avskiljaren är placerad alldeles ovanför en slamavskiljare med två kamrar. Till den första kammaren leds även BDT-vattnet. Det behandlade avloppsvattnet leds i båda anläggningarna till ett näraliggande dike.

Hur bra skyddas miljön?

När urinen avskiljs och leds till urinbrunnen följer mycket fosfor och kväve med. Det innebär att anläggningen klarar kravet på 50 procent kvävereduktion. När det gäller fosfor finns det en risk att anläggningen på sikt inte klarar 90 procent reduktion. Det krävs att de boende använder fosfatfria tvätt- och rengöringsmedel samt att sorteringen i toaletten fungerar bra. Reduktionen av organiskt material har varit mycket god. Samtliga stickprov klarade kravet på badvattenkvalitet.



I BB Innovations anläggning samlas knappt 40 procent av fosfor och cirka 75 procent av kvävet i urintanken. Bara lite avskiljs i markbädden. Bara små mängder avskiljs i slam och fekaliekompost. En hel del fosfor ackumuleras i markbädden.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Från urintankarna transporteras urin till ett mellanlager för att därefter spridas på åkermark. Det slam som bildas i slamavskiljaren transporteras till ett kommunalt reningsverk för vidare behandling. Det färdigkomposterade materialet i fekalieavskiljaren kan blandas med strö eller kutterspån och användas som jordförbättringsmedel; tömning sker två gånger om året.

Återföringen till jordbruk har fungerat i praktiken för de här anläggningarna genom att urin har spridits av jordbrukare vid Bornsjön. Men det var bara 40 procent av fosfor som återfördes via urinen. När det gäller kväve och kalium är möjligheterna till återföring betydligt större än för övriga testade system.

Hur mycket resurser går det åt?

Anläggningarna förbrukar ingen el och inga fällningskemikalier. Men de kräver mycket råvaror eftersom filtersanden i markbädden används för fosforering och därför måste bytas. Det går åt minst 700 liter sand per person och år. En normalbelastad markbädd har livslängden 15–20 år. Om transportavståndet till grustakten är cirka 50 km blir energibehovet i storleksordningen 80–100 kWh per år.

Det här systemet kräver annars minst högvärdig energi av samtliga testade lösningar. Den högvärdiga energi som går åt för transport och spridning av restprodukterna är mindre än den energi som skulle ha behövts för att producera motsvarande mängd handelsgödsel.

Vad kostar det?

Totalkostnaden för anläggningarna är i samma storleksordning som för flertalet av de testade anläggningarna. Slamavskiljaren töms minst en gång om året.

Investeringskostnad för BB Innovations avloppssystem

Kostnadsslag	Kr inkl. moms
Markbädd och slamavskiljare	ca 105 000 ¹⁾
Toalett, urinbrunn m.m.	ca 20 000
Installationskostnad	30 000–40 000
SUMMA	155 000–165 000

¹⁾ Markbäddarna är här 50 m² mot i vanliga fall 30–35 m². Skillnaden i kostnad är cirka 20 000 kr.

Driftkostnader för BB Innovations avloppssystem

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Tömning av urinbrunn och slamavskiljare	1 000–2 000
El och kemikalier	0
Service och tillsyn	0
SUMMA	1 000–2 000

Vad tycker användarna?

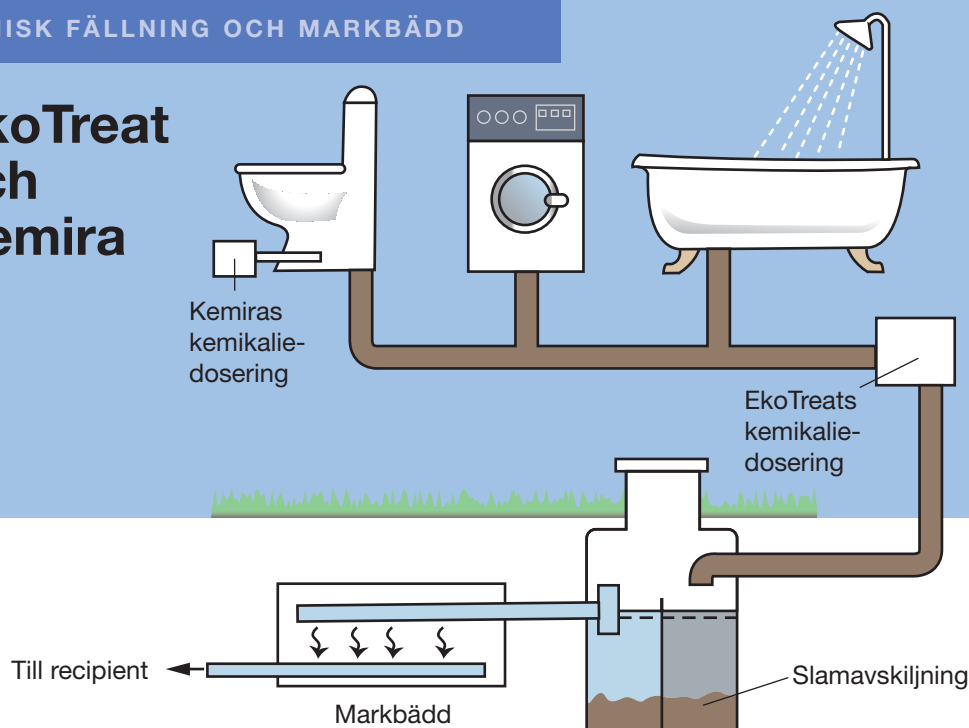
De boende har i stort sett varit nöjda med anläggningarna, men anser att toaletterna har vissa brister. Informationen från tillverkaren har inte varit tillfredsställande. Jämfört med konventionella toaletter anses Dubbletten svårare att hålla ren och att spola. Det har förekommit stopp både i urindelen av toaletten på grund av kristallisering och i urinledningen från huset till urinbrunnen på grund av frysning.

Urinrörets vattenlås måste rengöras med jämna mellanrum. Brukaren måste kontrollera nivån och tömma urintankarna vid behov. Fekalieavskiljaren måste skötas. Om man inte komposterar matavfall i fekaliekorgen måste man tillföra träspån varannan vecka. Att växla rör till urintankens kammare och att växla korg i fekaliekomposten kräver en engagerad brukare. Att lyfta ut och tömma fekaliekorgen för efterkompostering är ett tungt och besvärligt arbete som kräver flera personer. Anläggningen utan fekaliekorg är betydligt enklare för användaren.

Hur driftsäkert är det?

Anläggningarna har varit driftsäkra. Garantitiden är två år. Service och tillsyn sköts av fastighetsägaren.

EkoTreat och Kemira



Kemiras dosering av fällningskemikalier sker vid spolning av toalettstolen. EkoTreats utrustning kan tillsätta kemikalie till avloppsledningen på olika ställen, till exempel i tvättstugan eller från diskbänken.

Resultaten och beskrivningarna gäller för de anläggningar som har testats i projektet Bra Små Avlopp. EkoTreat och Kemira bidrog med utrustning som kan användas för att uppgradera befintliga avloppsanläggningar som har slamavskiljare och markbädd. Utrustningen möjliggör automatisk tillsats av fällningskemikalie i avloppssystemet inomhus. EkoTreat och Kemira har deltagit i projektet med vardera två anläggningar. Hushållens storlek har varit två vuxna och 1–3 barn.

Efter projektet Bra Små Avlopp har Kemira valt att inte kommersialisera sin produkt utan står för kunskandet kring flockningsmedel medan EkoTreat säljer och utvecklar utrustning.

Så här fungerar det

Befintliga anläggningar som består av slamavskiljare samt markbädd eller infiltration kan kompletteras med en utrustning för kemisk fällning. I projektet Bra Små Avlopp anlades dock nya relativt stora markbäddar i samband med installationen av utrustning för kemisk fällning. Vid kemisk fällning fälls fosfor ut, och det bildas flockar som sedimenterar i slamavskiljaren tillsammans med småpartiklar.

EkoTreats utrustning styr kemikaliedoseringen med hjälp av ett program som utgår från förväntad belastning från det aktuella hushållet. I den ena anläggningen tillsätts kemikalie till avloppsledningen från tvättstugan och i den andra från diskbänken. Kemiras utrustning tillsätter kemikalie vid spolning

av toalettstolen. Doseringen styrs av en elektronisk nivåavkännare placerad i toaletten. Fällningskemikalien i EkoTreats anläggningar är den aluminiumbaserade EkoTreat 801. Kemira använder antingen EcoP-100 som är en aluminiumsulfatblandning eller EcoP-200 som är aluminiumnitrat.

Avloppsvattnet med tillsatt kemikalie leds sedan till en slamavskiljare där fällningsreaktionen sker. Vattnet passerar också en markbädd innan det leds ut till ett närliggande dike. Markbädden på cirka 50 m² är byggd på traditionellt sätt.

Hur bra skyddas miljön?

Anläggningarna ger mycket god reduktion av organiskt material och fosfor, och målet 90 procent avskiljning har uppnåtts. Om kemikaliedoseringen inte fungerar sjunker fosforavskiljningen något, men eftersom även markbädden avskiljer fosfor blir effekten på utgående vatten inte lika stor som för minireningsverket.

EkoTreats anläggningar har periodvis klarat kravet på 50 procent kvävereduktion. Kemiras anläggningar har haft svårare att klara kravet på kvävereduktion, troligen på grund av hårdare belastning. Utgående vatten från anläggningarna har klarat kraven på badvattenkvalitet.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Det slam som bildas i slamavskiljaren transporteras efter tömning till ett kommunalt reningsverk för vidare behandling. EkoTreats anläggningar klarar kravet på 70 procent återföring av fosfor till jordbruket, förutsatt att det finns lantbrukare som accepterar produkten. Kemiras anläggningar kan eventuellt klara kravet.

Hur mycket resurser går det åt?

Anläggningarna förbrukar ganska små mängder hög-värdig energi. Kemikalieförbrukningen är ungefär lika stor som för minireningsverken. Till det kommer ett svåruppskattat behov av filtersand.

Det är bara transformatorn för kemikaliedoseringen som använder energi, och den drar 30 kWh/år hos EkoTreat och ungefär lika mycket hos Kemira-anläggningen. Vid ett flöde på 500 liter per dygn går det åt 125 kWh/år för att producera kemikalier till EkoTreatanläggningen. Den kemikalie som Kemira använder innehåller betydligt mindre aluminium, vilket gör att den kräver mindre el för produktionen. För att transportera och behandla slammet går det åt 100 kWh/år i reningsverket för båda anläggningstyperna.

Vad kostar det?

Vid nyinvestering ligger totalkostnaden för anläggningarna i samma storleksordning som för övriga testade anläggningar. Om det finns en fungerande markbädd eller infiltrationsanläggning men fosforeringen måste förbättras, är EkoTreats och Kemiras utrustningar kostnadseffektiva alternativ. Slamtömning sker 2–3 gånger om året.

Investeringskostnad för EkoTreats avloppssystem

Kostnadsslag	Kr inkl. moms
Markbädd och slamavskiljare	ca 105 000 ¹⁾
Doseringsutrustning inkl. installation	ca 15 000
SUMMA	ca 120 000

1) Markbäddarna är här 50 m² mot i vanliga fall 30–35 m². Skillnaden i kostnad är cirka 20 000 kr.

Driftkostnader för EkoTreats avloppssystem

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Tömning av slamavskiljare	2 000–3 000
El och kemikalier	1 000–1 100
Service och tillsyn	375
SUMMA	3 400–4 500

Investeringskostnad för Kemiras avloppssystem

Kostnadsslag	Kr inkl. moms
Markbädd och slamavskiljare	ca 105 000 ¹⁾
Doseringsutrustning inkl. installation	ca 15 000
SUMMA	ca 120 000

1) Markbäddarna är här 50 m² mot i vanliga fall 30–35 m². Skillnaden i kostnad är cirka 20 000 kr.

Driftkostnader för Kemiras avloppssystem

Kostnadsslag	Kr/år inkl. moms
Tömning av slamavskiljare	2 000–3 000
Service och tillsyn samt kemikalier och el	2 000–3 000
SUMMA	4 000–6 000

Vad tycker användarna?

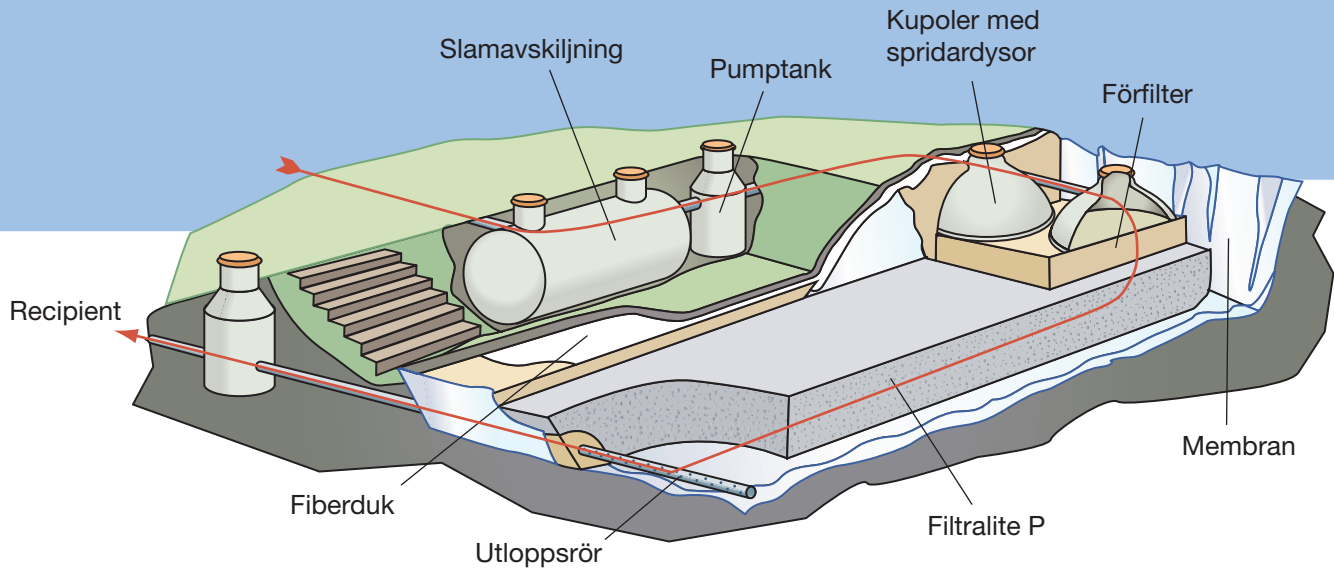
De boende har varit nöjda med Kemiras anläggningar. EkoTreat har fått klagomål på ett störande väsljud från doseringsutrustningen. Anläggningarna upplevs som enkla och lättskötta. Doseringsutrustningen är enkel att installera. Brukarens uppgift är att byta kemikaliedunk, vilket är mycket enkelt. Anläggningarna kräver regelbunden tillsyn och professionell personal för service och underhåll.

Hur driftsäkert är det?

EkoTreats doseringsutrustning har drabbats av enstaka driftstörningar, bland annat på grund av över-spänning vid åska. Vid Kemiras anläggningar hade man intrimningsproblem, och det tog relativt lång tid innan kemikaliedoseringen började fungera. För övrigt har driftsäkerheten varit god. Det har också funnits tendenser till igensättning av avloppsröret i EkoTreats anläggningar där kemikalien har doserats före vattenläset.

Serviceavtal är nödvändiga under hela anläggningens livslängd. Erfarenheterna visar att leverantören bör ansvara för att rutinerna för påfyllning av kemikalie fungerar. Larmfunktionen bör bli bättre.

Filtralite



I en Filtraliteanläggning kommer spillvattnet först till slamavskiljaren till höger om trappan på bilden och går sedan via en pump till förfiltret där vattnet sprids med dysor i två kupoler. Huvudfiltret är fyllt med Filtralite P. Det kan täckas med fiberduk och besås med gräs.

Två filterbäddar med Filtralite från maxit Group testas av Stockholm Vatten vid Bornsjön utanför själva projektet Bra Små Avlopp. Anläggningarna togs i drift i december 2002. Provtagningen påbörjades i maj 2003 och ska pågå till maj 2005. När detta skrivs har filterbäddarna inte utvärderats lika länge som anläggningarna inom Bra Små Avlopp – och inte heller på samma omfattande sätt. Exempelvis saknas undersökningar av resursanvändning och brukarnas inställning.

Så här fungerar det

Testanläggningarna är byggda med filtermaterialet Filtralite som är en specialproducerad Lecaproduct och maxit Group's registrerade varumärke. Materialet kan ha olika storlek och form, och det kan krossas så att den sammanlagda ytan för biologisk växt blir större. Filtralite består av oxider av ämnen som kisel, aluminium, järn, magnesium och kalcium. Filtralite kan användas för att reducera kväve, organiskt material och fosfor.

I en Filtraliteanläggning passerar spillvattnet först en slamavskiljare. Därefter pumpas det till ett förfilter med Filtralite NR 2–4 mm, beläget under kupoler.

Spridardysor fördelar vattnet över förfiltret. I förfiltret blir vattnet av med en stor del av det organiska materialet. Efter förfiltret följer ett metertjockt lager av Filtralite P, som är ett krossat Filtralitematerial som binder fosfor mycket bra. Filtret lutar 1:100, och vattnet rinner horisontellt. Det renade vattnet samlas upp i ett perforerat utloppsrör och leds ut i en recipient som kan vara vatten eller jord. Väggarna och botten i bassängen måste vara täta. Det åstadkommer man genom att lägga ut ett membran. Ovanpå filtret placeras en fiberduk och lite jord så att gräs och plantor kan växa.

Hur bra skyddas miljön?

Fosforreduktionen har inledningsvis varit mycket god (> 99 procent), och mätvärdena ligger vid detektionsgränsen. Samma sak gäller fekala enterokocker (bakterier) som avdödas helt. Det organiska materialet reduceras med uppåt 95 procent; reduktionen blir bättre allteftersom biofilmen byggs upp. I fråga om kväve har mätvärdena varierat en del. Även kvävereduktionen blir bättre med tiden och kommer förmodligen att ligga runt 50 procent. Men det har förekommit mätvärden på över 75 procent kvävereduktion.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Det är tveksamt om Filtralite klarar kravet på 70 procent fosforåterföring till jordbruket. Tekniken att ta hand om filtermaterialet ska utvecklas i ett nordiskt utvecklingsprojekt. Produktkvaliteten är troligen acceptabel ur miljösynpunkt, men frågan är hur lantbrukarna ser på själva Filtralitematerialet.

Hur mycket resurser går det åt?

Erfarenheter från ett hundratal norska anläggningar där de äldsta har varit i drift i mer än tio år visar att livslängden på fosforeringen i filtret är 15–20 år. Anläggningen kräver inga kemikalier. Det är oklart hur mycket energi som används för att tillverka filtermaterialet.

Vad kostar det?

För ett enfamiljshus med krav på reduktion av fosfor behövs ett filter med 40 m³ Filtralite. Enligt Styrhytten AB som har tagit fram underlag för installationskostnader och markbäddar för anläggningar

som är med i Bra Små Avlopp bedöms den totala investeringskostnaden för anläggningen bli minst 150 000 kr. Enligt maxit Group visar erfarenheterna från Norge att en anläggning för ett hushåll kostar 87 000–150 000 kr beroende på de lokala förhållandena. Kostnaden per hushåll kan precis som för övriga anläggningar reduceras om flera familjer delar på en anläggning. För att sänka investeringskostnaden vill leverantören försöka minska volymen filtermaterial i anläggningen. Ambitionen är att göra filtermaterialet ännu effektivare.

Kostnaderna för drift och underhåll är låga. Filtret sköter sig självt, och det behövs inga kemikalier.

Hur driftsäkert är det?

Anläggningen är robust och enkel att sköta jämfört med exempelvis minireningsverk. Den har inga rörliga delar utom en pump, och inga kemikalier behöver doseras. När en filterbädd är färdig sticker endast några små synbara bevis upp över markytan. Det som måste kunna kontrolleras är pumpen och spridardysan.

Hur har anläggningarna klarat kraven?

De resultat som redovisas här gäller för just de anläggningar som medverkade i projektet Bra Små Avlopp. Flera av leverantörerna modifierade och förbättrade sina produkter under projektets gång. Samtliga anläggningar visade att de har potential att klara de krav som ställdes för Bra Små Avlopp. Men för att anläggningarna säkert ska klara kraven måste det finnas fungerande organisationer för tillsyn och drift, och för att de sorterande anläggningarna ska ge låga utsläpp måste användarna vara välinformerade och motiverade.



Foto Thomas Henriksson

Anläggningarna inom Bra Små Avlopp installerades runt Bornsjön som är Stockholm Vattens reservvattentäkt.

Hur bra skyddas miljön?

Anläggningarna ska kunna reducera övergödande (eutrofierande) ämnen som fosfor och kväve samt syreförbrukande ämnen som organiskt material och ammoniumkväve. Kvävereningen sker i två steg: först nitrifikation då ammoniumkväve övergår till nitrat, därefter denitrifikation då nitrat övergår till kvävgas. Minimikraven och hur de olika anläggningarna har klarat dem framgår av tabellen på nästa sida.

När det gäller fosfor och organiskt material har samtliga anläggningar klarat eller visat sig kunna klara kravet på minst 90 procent reduktion. Däremot har inte

alla visat sig kunna klara 50 procent kvävereduktion. Sett över hela utvärderingsperioden har minireningsverket Alfa/Baga RVBK5 och Kemiras fällningsanläggning med markbädd haft svårast att klara kvävekravet. För Alfa/Baga RVBK5 kan man anta att anläggningen klarar kvävekravet om luftfiltret i kompressorn byts regelbundet. Den sämre kvävereduktionen hos Kemiras anläggning jämfört med EkoTreat beror troligen på högre kvävebelastning i Kemiras anläggning.

Nitrifikationen har fungerat i samtliga markbäddar, och utsläppen av ammoniumkväve har varit låga från de fyra anläggningstyper som har markbäddar: BB Innovation, Wost Man Ecology, EkoTreat och Kemira. Inget av minireningsverken har klarat ammoniumkravet, utom BioTrap som klarade kravet periodvis.

Av minireningsverken var det bara BioTrap som klarade det hygieniska gränsvärdet för badvattenkvalitet i utgående vatten.

Upoclean klarade

gränsvärdet efter ombyggnad av utloppsmodulen, och Alfa/Baga RVBK 5 klarade det efter byte av luftfiltret i kompressorn. Samtliga anläggningar med markbäddar verkar kunna klara badvattenkvalitet. Bäst resultat hade en av Wost Man Ecologys anläggningar. Det är logiskt eftersom den bara släpper ut behandlat bad-, disk- och tvättvatten. Kemiras, EkoTreats och BB Innovations anläggningar är troligen lika bra ur hygiensynpunkt eftersom de samtliga behandlar ett blandat avloppsvatten i en stor markbädd. Att BB Innovation och Kemira inte fick två plus i tabellen beror på att antalet prov vid stabil drift var för litet.

Krav i projektet Bra Små Avlopp					
	Organiskt material > 90 % reduktion	Fosfor > 90 % reduktion	Kväve > 50 % reduktion	Ammoniumkväve < 5 mg/l i utgående vatten	Bakterier < 3 st/ml i utgående vatten
Alfa/Baga RVBK5 ¹⁾	++	+	+	–	+
Biovac	++	+	+	–	–
Bio Trap	++	+	++	+	++
Upoclean	++	++	+(+)	–	+
BB Innovation	+++	+	+++	++(+)	+(+)
Wost Man Ecology	+++	+	+++	++(+)	++
Eko Treat	+++	+++	+	+(+)	++
Kemira	+++	++(+)	(+)	+(+)	+(+)

Tabellen visar hur bra kraven i Bra Små Avlopp uppfylls för de åtta anläggningstyperna.

+++ = betydligt bättre än kraven (MVG)

++ = har klarat kraven (VG)

+ = har klarat kraven periodvis; har bevisat potentialen (G)

– = har inte klarat kraven (U)

1) Alfa MRCP finns inte med i sammanställningen eftersom den var en pilotanläggning och inte fanns i produktion under projektiden.

Filtralite

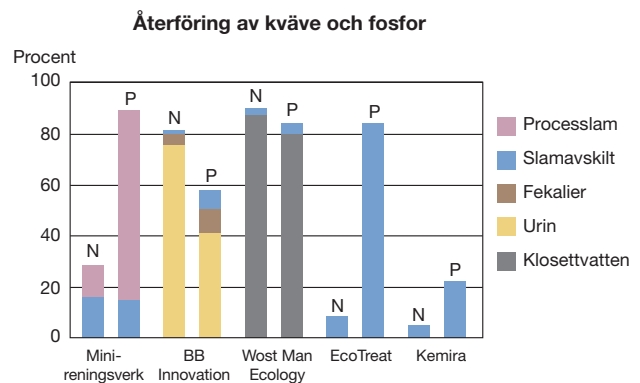
Filteranläggningen Filtralite hade efter halva testperioden visat sig klara kraven på organiskt material, fosfor, kväve och badvattenkvalitet. Potentialen att klara kraven finns när det gäller ammoniumkväve, men driftsäkerheten måste visas.

Kan fosfor återföras till jordbruket?

Samtliga anläggningar klarar kravet att möjliggöra återföring av fosfor till jordbruket, förutsatt att restprodukterna kan accepteras av lantbrukarna. Den enda anläggning där återföringen har fungerat i praktiken är BB Innovations urinsorterande system. De urinsorterande systemen har betydligt större möjligheter än övriga anläggningar att återföra även andra näringsämnen än fosfor, till exempel kväve och kalium, men det är bara omkring 40 procent av fosfor som återförs via urinen.

Bäst möjligheter till återföring har Wost Man Ecologys system om klosettavloppet kan behandlas i en särskild anläggning, exempelvis en våtkompostreaktor som hygieniserar produkten innan den används i jordbruket. Men klosettavlopp från slutna tankar transporteras för det mesta, precis som i det här projektet, till ett större reningsverk för fortsatt behandling. Med en sådan hantering har systemet ungefär samma återföringspotential som minireningsverk.

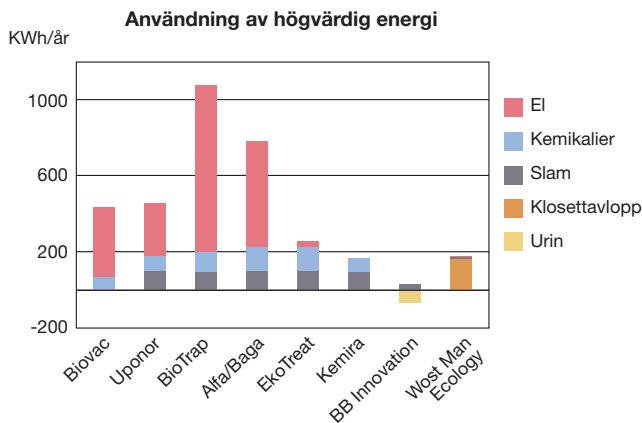
Minireningsverken och anläggningarna med kemisk fällning möjliggör i princip bara återföring av fosfor. Återföringspotentialen är något högre för minireningsverken än för anläggningarna med kemisk fällning eftersom en större andel av inkommande fosfor fastläggs i slammet. Men när kemikaliedoseringen inte fungerar är det bara en liten del av fosfor som fastläggs i slammet.



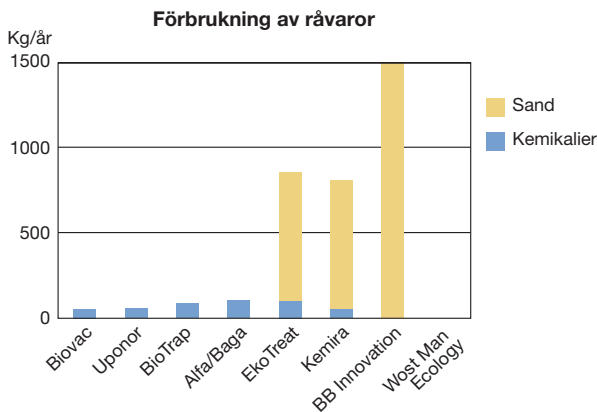
Kretsloppspotentialen varierar för anläggningarna. Den uttrycks i diagrammet i procent av det totala innehållet i avloppsvattnet. Kväve (N) och fosfor (P) fastläggs i olika avloppsfraktioner: slam, fekaliekompost och urin.

Hur mycket resurser går det åt?

När det gäller resursförbrukning beaktade utvärderingen bara förbrukning av högvärdig energi (exergi) och användning av råvaror under driftfasen. Den största användningen av högvärdig energi går till elanvändningen för drift av minireningsverken. Den enda anläggningen som är avsevärt bättre än övriga är Wost Man Ecologys system eftersom det har låg förbrukning av både högvärdig energi och råvaror. Men BB Innovations system förbrukar minst högvärdig energi; det förbrukar mindre energi än vad som återvinns via återföringen av urinen.



För driften av anläggningarna går det åt högvärdig energi (exergi) för transporter och för produktion av el och kemikalier.



Anläggningarna förbrukar olika mängder råvaror i form av sand och kemikalier. Wost Man Ecologys anläggning behöver vare sig det ena eller det andra.

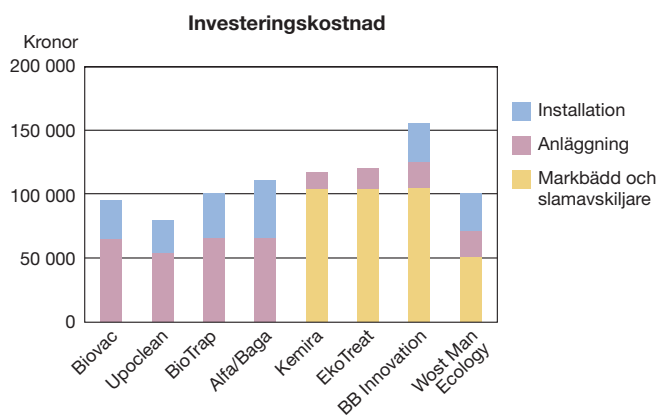
Vad kostar det?

De kostnadsberäkningar som redovisas i broschyren gäller för just de anläggningar som medverkade i Bra Små Avlopp. Installationspriset baseras på uppgifter från entreprenören Styrhytten AB. De flesta leverantörer anser att installationskostnaderna brukar vara betydligt lägre.

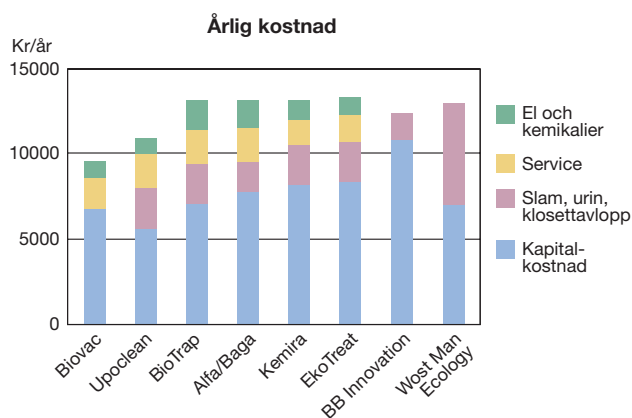
Markbäddarna i projektet var större än vad som är vanligt och dessutom försedda med en tät duk för att förhindra okontrollerat utsläpp till grundvattnet. Enligt uppskattning från Styrhytten AB kostar en hälften så stor markbädd 12 000–15 000 kronor mindre än vad som anges i tabellerna under respektive avloppslösning. Men med tanke på att livslängden är kortare för en mindre markbädd behöver inte totalkostnaden bli större för en större markbädd.

Den ekonomiska utvärderingen visar att Upoclean och Biovac har lägst totalkostnader när det behövs en nyinvestering. Doseringsutrustning från EkoTreat eller Kemira är ett kostnadseffektivt alternativ om det redan finns en fungerande markbädd eller infiltrationsanläggning och om fosforeringen måste förbättras. I diagrammet över investeringskostnader på nästa sida är värdena för de olika anläggningarna inte direkt jämförbara. Siffrorna för Kemiras och EkoTreats anläggningar omfattar bara utrustning för kemikaliedosering, medan BB Innovation omfattar toalettstol och urintank. Wost Man Ecology omfattar toalettstol och slutna tank.

Diagrammet över årlig kostnad visar att Biovacs anläggningar inte har någon slamtömningskostnad, eftersom de är utrustade med en lokal slamavvattningsutrustning. Men ägaren måste lägga ner arbetstid för att ta hand om slammet. Tömningskostnaden för Wost Man Ecologys system kan minskas avsevärt om man utnyttjar systemets möjligheter att använda mindre spolvatten. Vid beräkning av årlig kapitalkostnad har en annuitetsfaktor på 0,07 använts; det motsvarar 20 års avskrivning och 3,5 procent realränta. Kapitalkostnaden för Kemira, EkoTreat, BB Innovation och Wost Man Ecology minskar om det går att använda en befintlig markbädd.



Diagrammets totala investeringskostnader gäller när det inte finns någon befintlig anläggning som kan användas. Om det redan finns en välfungerande markbädd blir nyinvesteringskostnaden för system med kemisk fällning och sorterande anläggningar väsentligt lägre.



Vid uppskattningen av den årliga kostnaden har det förutsatts att el kostar 1 kr/kWh, kemikalier 10 kr/kg, service 2 000 kr för minireningsverken och 1 500 kr för anläggningar med kemisk fällning och markbädd. Tömning av slam, urin och klosettavlopp beräknas kosta 400 kr/m³ oavsett hur man väljer att hantera det. För Alfa/Baga antas det att slamtömningskostnaden är 300 kr/m³ på grund av större lagringsvolym och därmed färre tömningar.

*Lenart Quarnström,
Stockholm Vatten, har
varit projektledare för
Bra Små Avlopp.*

Vad tycker användarna?

Användarna hade inga anmärkningar på Alfa/Baga RVBK 5, Upoclean och Kemiras anläggningar. EkoTreat och BioTrap hade vissa problem med lukt, huvudsakligen beroende på anläggningarnas placering. EkoTreat fick klagomål på att doseringsutrustningen gav ifrån sig störande väsljud. Biovac fick inga större anmärkningar från hyresgästerna, men drabbades däremot av driftstörningar som orsakade besvär för fastighetsägaren. Hyresgästerna har inte varit helt nöjda med toaletterna från BB Innovation och Wost Man Ecology. Vid en av Wost Man Ecologys anläggningar var besvären så allvarliga att toalettstolen fick bytas ut mot en annan typ från samma företag. Den toalett som fick klagomål är numera borttagen ur sortimentet.

Hur driftsäkra är anläggningarna?

Upoclean, nya BioTrap och BB Innovations anläggningar visade god driftsäkerhet. Biovac och Alfa/Baga RVBK5 hade allvarliga driftstörningar. Men Alfa/Baga åtgärdade problemen, och anläggningen fungerade under senare delen av utvärderingsperioden utan anmärkningar. Biovacs problem kan antagligen avhjälpas genom bättre information till hyresgästerna och mer regelbunden tillsyn. Alfa/Baga RVBK5, Biovac, gamla BioTrap, EkoTreat och Kemira hade problem när det gäller doseringen av fällningskemikalie. Men samtliga leverantörer vidtog åtgärder så att kemikaliedoseringen blev allt bättre under projekt-tiden. Wost Man Ecologys anläggningar var driftsäkra, med undantag för toaletten Clever som inte fungerade och därför byttes ut i slutet av projektet.

Foto Thomas Henrikson



Slutsatser för olika anläggningstyper

Här presenteras de viktigaste slutsatserna för olika typer av anläggningar.

Minireningsverk

- Det finns tekniska lösningar som möjliggör god reduktion av syreförbrukande och eutrofierande ämnen och som ur utsläppssynpunkt är ett bättre alternativ än konventionella markbäddar.
- Kemikaliedoseringen är kritisk för att få god fosforreduktion. För flera anläggningar har doseringsutrustningen haft brister. Under projektiden förbättrade de flesta av tillverkarna utrustningen så att driftsäkerheten blev acceptabel.
- Det är nödvändigt med regelbunden professionell tillsyn.
- Det måste utvecklas larmfunktioner eller tydliga indikatorer på att processen fungerar.
- Det måste finnas säkra rutiner för slamtömning och påfyllning av fällningskemikalier.
- Serviceavtal är nödvändiga under anläggningens hela livslängd.

Sorterande anläggningar

- Kombinationen av konventionella markbäddar med antingen urinsortering eller sluten tank tillsammans med lokal rening av bad-, disk- och tvättvatten har gett goda resultat när det gäller syreförbrukande ämnen och kväve. Av de studerade systemen är det den här typen av anläggningar som ger de lägsta kväveutsläppen lokalt.
- Användarna måste vara utbildade och motiverade för att garantera små utsläpp av fosfor. Tvätt- och diskmedel får inte innehålla fosfor. De små markbäddarna som används för BDT-vattenrening har en mycket begränsad fosforrenande förmåga. De markbäddar som är anslutna till de urinsortande anläggningarna är relativt stora (cirka 50 m²), men det finns en tendens att fosforreduktionen försämrats under projektiden och att det på sikt kan bli svårt att klara 90 procent fosforreduktion.

Kemisk fällning och markbädd

- Anläggningarna ger mycket god reduktion av organiskt material och fosfor. När kemikaliedoseringen inte fungerar sjunker reduktionsgraden för fosfor något, men kombinationen med markbädd gör att effekten inte blir lika kraftig som för minireningsverken.
- Anläggningarna kräver regelbunden tillsyn samt professionell personal för service, underhåll och teknisk support. Det bör utvecklas larmfunktioner eller tydliga indikatorer på att doseringen fungerar.
- Det måste finnas säkra rutiner för slamtömning och påfyllning av fällningskemikalier.
- Serviceavtal är nödvändiga under anläggningens hela livslängd.



Foto Thomas Henrikson

Tillverkare

Baga International AB och Alfa Rör AB

Fiskhamnen 3
371 37 Karlskrona
Tfn 0455-61 61 50, fax 0455-20546
E-post info@baga.se
www.baga.se; www.alfaror.se

BB Innovation & Co AB

Marbäck Gåseryd Prästegård
578 94 Aneby
Tfn 0380-42103, fax 0380-42101
E-post bb.innovation@dubbletten.nu
www.dubbletten.nu

Ekotreat

Tjusta
197 93 Bro
Tfn 08-584 807 60, fax 08-584 807 71
E-post info@ekotreat.se
www.ekotreat.se

Ifö EcoTrap Avloppssystem

Box 140
295 22 Bromölla
Tfn 0456-48115, fax 0456-48125
E-post ecotrap@ifo.se
www.ifoecotrap.com

Kemira Kemi AB, Kemwater

Box 902
251 09 Helsingborg
Tfn 042-17 10 00
E-post magnus.mattsson@kemira.com
www.kemwater.se

Miljö- och Bioteknik-Biovac

Box 2120
141 02 Huddinge
Tfn 08-608 21 60, fax 08-779 80 42
E-post jan@mob.se
www.biovac.se

Uponor AB

513 81 Fristad
Tfn 033-17 25 00, fax 17 26 17
E-post infose@uponor.com
www.uponor.se

Wost Man Ecology AB

Sprängarvägen 18
132 38 Saltsjö-Boo
Tfn 08-715 13 20, 08-715 13 21
E-post info@wost-man-ecology.se
www.wost-man-ecology.se

maxit Group

P.O. Box 216
0614 Oslo, Norge
Tfn + 47 22 88 77 00, fax + 47 22 64 54 54
E-post info@filtralite.com
www.filtralite.com



Statens institut för ekologisk hållbarhet

www.ieh.se
090-786 9300



www.svekom.se
08-452 7100



Svenskt Vatten

www.svensktvatten.se
08-506 002 00



www.stockholmvatten.se
08-522 120 00



**LANTBRUKARNAS
RIKSFÖRBUND**

www.lrf.se
0771-573 573



Regionplane- och trafikkontoret

www.rtk.sll.se
08-737 2500