Alhagens våtmark i Nynäshamn kompletterar kommunens avloppsreningsverk med kväve-reduktion och är samtidigt ett natursköntrekreationsområde med ett rikt växt- och djurliv.
(Foto: Rebecka Gamboa)

3.3 Avlopp

I konventionell avloppsrening är tonvikten lagd på att undvika lukt och smitt-spridning i boendemiljön och att skydda sjöar och vattendrag från övergödning. I kretsloppsanpassade (ekologiska) avloppssystem eftersträvas också att hus-hålla och återvinna resurser (främst vatten, värme och näringsämnen). En utma-ning är att försöka ta vara på så mycket av näringsinnehållet i avloppen som möjligt samtidigt som farliga ämnen ska hindras från att göra skada.

3.3.0 Avlopp i kretslopp

Dagens avloppssystem har vuxit fram från och med 1960-talet, och 19 av 20 svenskar har idag anslutning till centrala avloppssystem. Dessa anläggningar har stegvis förbättrats men det finns problem med näringsförluster, och icke önskvärda ämnen som släpps ut i natur och samhälle.
I begreppet ekologisk teknik innefattas teknikområden där solenergi, och mark- och växtsystem för rening och uppbyggnad av nya resurser nyttjas.

Dagens avloppssystem

Fram till mitten 1950 talet var inriktningen för samhällets avloppshantering att på enklast möjliga sätt bortleda orenheter och vatten från bebyggelse. Först i mitten av 1960 talet inleddes arbetet med att bygga anläggningar för att rena avloppsvattnet. Det resulterade i att i stort sett alla större tätorter på kort tid (1970–1980) försågs med reningsverk.

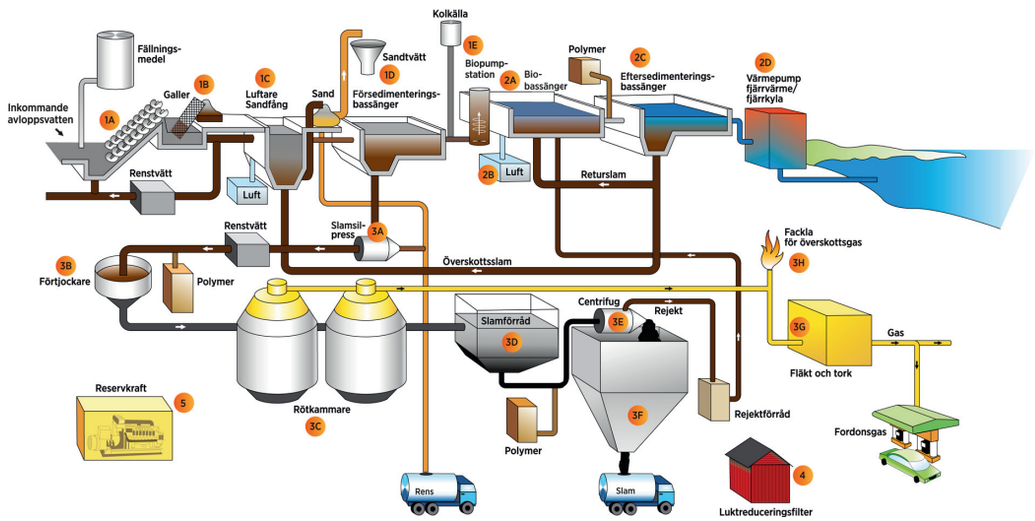
Med ledning av nya forskningsrön bestämdes snart att reningsverken förutom avskiljning av partiklar och syreförbrukande ämnen också skulle rena vattnet från fosfor. Den teknik som utvecklades i Sverige innebar att fosfor fälldes ut med järn eller aluminiumsalter. Länge användes restkemikalier från metallindustrin som fällningskemikalier men i dag används betydligt renare produkter.

Under början av 1990 togs ytterligare steg för att förbättra reningsverken och krav på kvävereduktion infördes för de stora kustnära reningsverken i Södra Sverige. Samtidigt började många ifrågasätta de fortsatta satsningarna på storskaliga vattenburna system. Man menade att dessa lösningar inte kunde lösa de verkliga miljöproblemen. Att blanda och späda ut föroreningar med stora mängder vatten och sen försöka avskilja och rena i slutet av röret är termodynamiskt bakvänt. Man menade också att restprodukter (slam och behandlat vatten), trots dyra reningsåtgärder, alltid kommer innehålla föroreningar som kan skada människor och miljön.

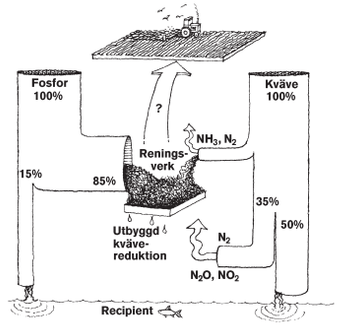
Nya risker med utsläpp av hormonliknande ämnen, läkemedelsrester och utveckling av antibiotikaresistenta bakterier i avloppssystem är risker som diskuteras. Marinbiologer har observerat moln i havet av mycket små plastfibrer som man tror kommer från tvättade textilier. Vilka effekter dessa naturfrämmande ämnen har på våra ekosystem är i mångt och mycket okänt.

I början av 1900-talet byggdes gemensamma ledningar för spillvatten och dagvatten men senare har stora ansträngningar gjorts för att bygga duplikatsystem (ett för spillvatten och ett för dagvatten). Fortfarande är idag tillrinning av ovidkommande vatten ett problem på många ställen, vilket gör att men tvingas brädda obehandlat eller delvis obehandlat avloppsvatten vid pumpstationer och reningsverken vid regn och snösmältning.

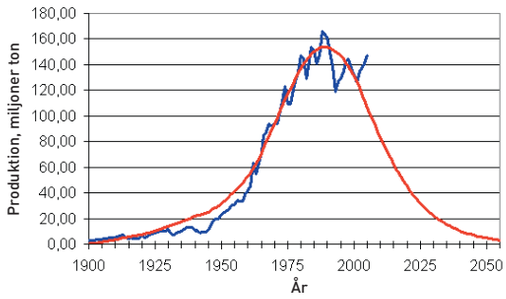
Reningsverken arbetar med mekanisk rening i form av rensgaller eller silar. För att avskilja syreförbrukande ämnen och fosfor används biologisk-rening och kemisk rening. I stort sett alla verk i Sverige är uppbyggda av en serie bassänger som steg för steg renar vattnet. Reningsprocesserna innebär att bakterier odlas i bassänger under tillförsel av luft (aktivslamprocess) och järn eller aluminium tillsätts för att erhålla flockar som kan sedimentera. Föroreningar bryts ned och ansamlas i slam som via sedimentation kan avskiljas från vattenfasen.



Så här kan processen i ett konventionellt reningsverk se ut. Fällningskemikalier, flockningskemikalier och klor tillsätts. Man får mekaniskt slam, biologiskt slam och kemiskt slam. Detta reningsverk producerar biogas som kan användas till fordonsbränsle.
(Källa: Mälarenergi)



Konventionella reningsverk är bra på att ta bort fosfor, men sämre på att ta bort kväve. Med utbyggd kvävereduktion tas 50–70 % av kvävet bort, resten rinner ut i recipienten. Biologisk kvävereduktion är energikrävande och ger en del utsläpp av klimatpåverkande lustgas.
(Källa: Peter Ridderstolpe, WRS Uppsala AB. Illustration: Peter Bonde)



90 % av global fosforproduktion går till konstgödsel. Störst producenter av fosfor ur berg är Marocko och Västsahara. Europa köper mestparten fosfor därifrån. Kina är också storproducent, men mest för eget behov. Sverige köper ofta fosfor från Finland som anses ha hög kvalitet. Det storskaliga jordbruket är helt beroende av gruvbruten fosfor. Vi når dock "peak phosphorus". Utvecklingen måste vända i annan riktning så att fosfor ingår i kretslopp.
(Källa: www.azimuthproject.org)

Reningsverken är byggda för att ta bort större partiklar, syreförbrukande ämnen och fosfor. Kvävereduktion förekommer på större kustnära anläggningar och innebär att växtnäringskväve med hjälp av bakterier omvandlas till luftkväve. I de flesta reningsverk drivs kvävereningen som en del i det biologiska steget. De verk som byggt ut kvävereduktionen på detta sätt har fått skapa större bassängvolymer och mer blåsmaskiner för syresättning. För att kvävereduktionen ska fungera fullt ut behövs ofta kolkälla i form av metanol, socker eller liknande tillsättas. I några verk i Sverige är kvävereduktionen förlagd utomhus i form av våtmarker. Här drivs kvävereduktionen med gravitation, solljus och naturlig växtproduktion.

Trots alla reningssteg som byggts in i svenska reningsverk kan inte alla föroreningar tas bort. Läkemedelsrester, hormonliknande ämnen och mycket små partiklar som virus, plastfibrer och restfosfor passerar fortfarande igenom. Nya reningstekniker som membranfiltrering, ozon och aktivt kol prövas. Resultat av försök i Käppalaverket i Stockholm visar att det är möjligt att reducera halter av läkemedelsrester men att det är dyrt och energikrävande.

I Sverige finns över 700 000 enskilda wc-avlopp. 20 % av dessa saknar helt rening, men flertalet är försedda med en typ av markbaserad rening (markbädd eller infiltration). Många anläggningar är gamla och har därför nedsatt fosforrening.

Vad är rimlig kostnad för avlopp?

WHO har slagit fast att en rimlig kostnad för sanitet och avlopp är cirka 2 % av hushållets inkomst. Erfarenheten i Sverige är att vid nyproduktion kostar avloppshanteringen, beroende på vilka krav som ställs och platsens förutsättningar, mellan 100 000 och 400 000 kronor. Årskostnad (avskrivning av kapital, drift, underhåll och egenkontroll) brukar i nyproduktion hamna mellan 4 000-8 000 kronor per fastighet, enligt avloppsexperten Peter Ridderstolpe, WRS.

Med stöd av lagstiftning, dagens kunskap om risker och miljöpåverkan vid avloppshantering och beprövad teknik föreslår avloppsexperten Peter Ridderstolpe (WRS Uppsala AB) dessa kriterier som grundkrav för ett uthålligt avloppssystem (förkortad version).

Hygien – hälsoskydd
- Vattentäkter får ej förorenas.
- Störande lukt får ej förekomma.
- Skydd mot smittspridning och spridning av antibiotikaresistens erhålls genom att flera skyddsbarriärer skapas. Dessa är i ordning:

1) Utsortering av fekalt mtrl vid källa (om så är möjligt).
2) Reduktion av smittämnen samt utjämning av halt/flöden* i behandlingsanläggning avstängd för allmänheten.
3) Efterbehandling i avskärmat mark/vattenområde innan utsläpp till recipient.
4) Placering av utsläppspunkt så att exponering för människor minimeras.

- Skötsel och underhåll ska kunna ske enligt arbetsmiljöregler.
- Restprodukter ska hanteras smittsäkert och utan luktolägenheter.

Recipientskydd
- Recipienter skyddas genom skyddsbarriärer, enligt samma principer som för smittskydd,
- BOD_7: >90 % ska avskiljas över anläggning.
- Fosfor: >70 % avskiljs över anläggning.
(dvs sammanräknat utsortering och rening).
- Kväve: >50 % nitrifikation och 30 % totalreduktion (sammanräknat utsortering och rening).
- Skyddsåtgärder ska reducera utsläpp av läkemedelsrester, hormonliknade ämnen.

Hushållning och återvinning
Om möjligt ska värme, energi och näringsämnen återvinnas. System ska skapa förutsättnnigar för att återvinna 50 % av fosfor, eller 25 % av samtliga växtnäringsämnen.

Ekonomi
- Anläggningar ska vara kostnadseffektiva. Investerings- och driftkostnader ska vara rimliga visavi miljönyttan.
- Investering bör inte överstiga 120 000 kr/fastighet och driftkostnaden bör inte överstiga 6 000 kr/fastighet.
- Systemet ska inte förbruka onödigt mycket resurser i form av material, el, kemikalier och drivmedel.
- Teknik som begränsar användningen av vatten, till exempel vattensnåla armaturer, används.

Brukaraspekter
- Systemet ska vara användarvänligt för alla användare.
- Anläggningar ska inte begränsa fastighetens nyttjande.

Teknik
- Teknik ska vara (be)prövad och tillgänglig.
- Systemet ska vara robust och fungera året runt och i varierande belastningssituationer.
- Driftavbrott får inte utgöra risk för människors hälsa eller skada miljön.
- Systemet ska kunna kompletteras exempelvis för ökad belastning, bättre rening eller resursåtervinning.

Organisation och tillsyn
- En tydlig ansvarsfördelning för drift och tillsyn/kontroll av anläggningar ska finnas.
- Skötsel och drift ska om möjligt garanteras genom avtal. Skötselinstruktion ska finnas.
- Långsiktig drift ska säkerställas genom myndighetstillsyn. Riskbaserad tillsyn ska tillämpas.
- Organisationen ska vara juridiskt, socialt och praktiskt genomförbar.
- Det ska gå att skydda vattentäkt långsiktigt.

3.3.1 Sortera avloppen

En lösning som kan uppfylla alla krav på uthållig avloppshantering är att sortera avloppen så att toalettavfallet tas om hand för sig och BDT vatten för sig. Toalettavfallet kan utsorteras genom till exempel urinsorterande torrtoalett eller med extremt snålspolande vakuumtoalett. På detta sätt avskiljs nästan all näring och alla smittämnen redan vid källan vilket minskar risker och förenklar rening av det återstående spillvatten (BDT vatten).

Avloppens innehåll

Mycket näring i avloppet

- Allt toalettvatten innehåller näringsämnen som är värdefulla för matjordar.
- En person lämnar varje år i från sig:
  5,7 kg kväve
  0,6 kg fosfor
  1,2 kg kalium.
- Detta motsvarar näringsbehovet för 250 kg spannmål.

Avlopp innehåller föroreningar, men också dolda resurser. Förr benämndes avlopp ibland för ”smutsguld”. Föroreningarna är smittämnen (sjukdomsframkallande bakterier, virus och parasiter), tungmetaller och organiska miljögifter. Till de dolda resurserna hör framförallt näringsämnen men också själva vattnet och värmeenergin i vattnet. Dolda resurserna kan bli föroreningar om de hamnar på fel ställe, till exempel då näringen och organiska ämnen hamnar i vattendragen istället för på åkern.

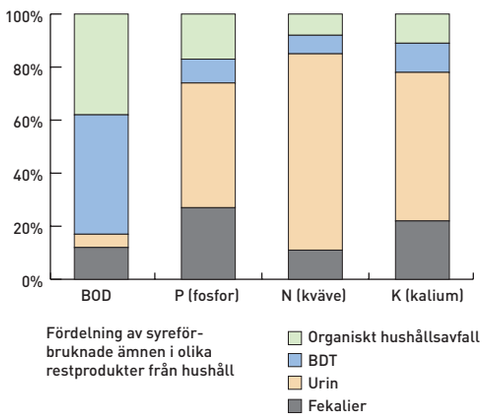
Bland näringsämnena är fosfor kanske det viktigaste då utsläpp av fosfor orsakar övergödning men också då fosfor är en ändlig resurs.. I Sverige stoppades fosfater i tvättmedel 2008 och i maskindiskmedel 2011. Därmed minskade fosforutsläppen från avlopp med ungefär 25 % och BDT-vattnet blev i stort sett befriat från fosfor och därför enklare att ta rena.

Fosforförbudet innebar också att i stort sett all näring i våra avlopp kommer från toalettavfallet. Med sorterande teknik (toaletter som utsorterar av urin och/eller urin och fekalier) kan i stort sett all näring som tillförs våra avlopp återvinnas som gödningsmedel. Merparten av näringen finns i urinen (se figur).

Mängden organiska substanser i avloppsvatten brukar mätas i BOD (Biochemical Oxygen Demand, biokemisk syreförbrukning), vilket är ett mått på organiska ämnens syreförbrukning vid nedbrytning av mikroorganismer. En stor belastning av organiskt material i spillvattnet och därmed ett högt BOD innebär risk för lukt och syrebrist i små recipienter. Mängden BOD i ett orenat avloppsvatten ligger normalt på 300–400 mg/l vilket innebär att syrebrist och kraftig lukt uppkommer snabbt om vattnet inte renas eller späds ut i recipienten.

Via urin och fekalier utsöndras hormoner och läkemedelsrester. Dessa ämnen är av ondo för vattenlevande organismer när avlopp släpps ut i vatten. Om toalettvatten istället får gå till mark blir nedbrytningen av sådana ämnen väsentligt effektivare. En kubikmeter jord innehåller mikroorganismer som kan bryta ner hormoner och läkemedelsrester i samma skala som en kubikkilometer vatten!

Avloppen innehåller all näring som vi konsumerar. För att få en uthålligt livsmedelsproduktion och för att klara klimatmål, övergödningsproblematik och hushållning av resurser måste näringen tillbaka i kretslopp. Med minskade fosforresurser och ökande priser på naturgas står världen inför utmaningar med minskad livsmedelsproduktion och stigande livsmedelspriser.



Fördelning av syreförbrukande ämnen (BOD), fosfor, kväve och kalium i olika restprodukter från hushåll.
(Källa: Håkan Jönsson, SLU)

Kemikalieanvändning

Mängden kemikalier i avloppsvatten från våra bostäder beror på valet av hushållskemikalier, och vad vi häller ut i avloppen. Det är förbjudet att hälla överblivna kemikalier i avloppet. De ska tas om hand på annat sätt.

Ett sätt att minimera användningen av hushållskemikalier är att använda torra städmetoder, eller städmaskiner med ånga. Ytterligare en faktor att tänka på är vad vi väljer för ytmaterial och ytbehandling eftersom sådana genom städning och rengöring så småningom hamnar i avloppen.

Ett växande problem är läkemedelsrester och hormonstörande ämnen. Läkemedel kastas i avlopp och läcker ut, till stor del via urin. Inom sjukvården och läkemedelsindustrin har dessa problem uppmärksammats. Alla apotek tar numera emot outnyttjade läkemedel och inom läkemedelsindustrin tänker man i dag även på

miljökonsekvenser då nya läkemedel tas fram. Det är inte osannolikt att krav kommer ställas på reningsverken för att ta bort läkemedelsrester och andra kemikalier för att värna känsliga sjöar och vattendrag. Med sorterande system och spridning av urin eller klosettvatten på åkermark kan en del läkemedelsrester och olika kemikalier brytas ner lättare än i vatten.

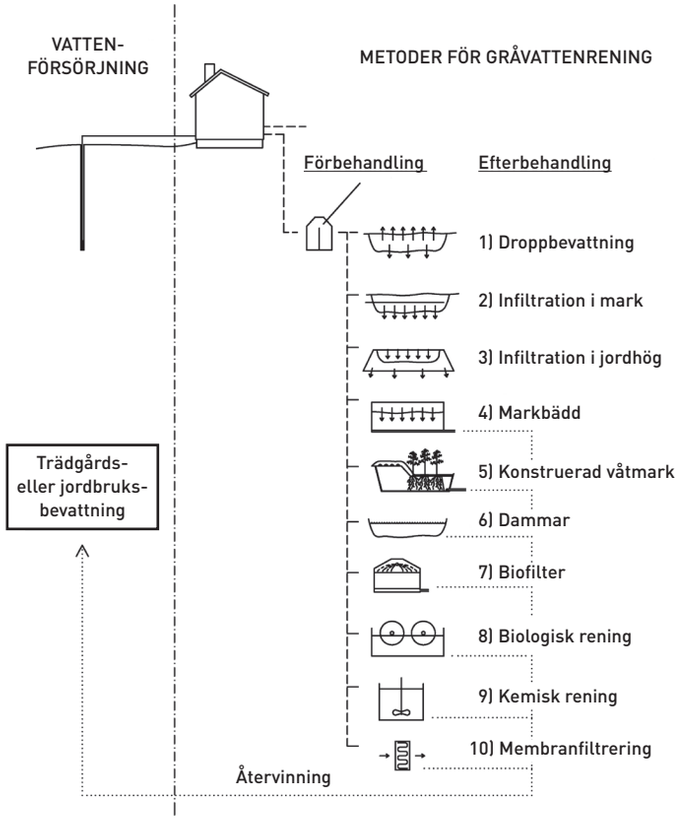
Slamdebatten

Man försöker ta vara på näringsämnena i konventionella avloppsreningsverk genom slamåterföring till jordbruket. Ett av problemen är att slammet förutom fosfor är fattigt på andra näringsämnen. En mindre andel av avloppets kväve, kalium, svavel och mikroämnen avskiljs visserligen till slammet men pressas tillbaka till vattenfasen då slammet avvattnas. Ett sätt att förbättra slammets gödselvärde (och verkets reningskapacitet) är därför undvika avvattning och i stället transportera och sprida slammet som våtslam.

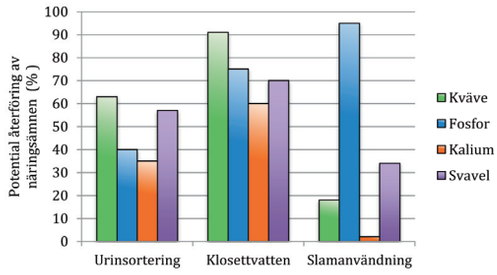
Kommunerna i Sverige har målmedvetet arbetat för att se till att ovidkommande vatten (vatten som inte är sanitärt vatten) inte ansluts till spillvattensystemen. Om avloppsvatten från andra verksamheter (tvätthallar, soptippar, tandläkarmottagningar etcetera) tas emot ställs i regel hårda krav på internrening. På nationell nivå har man också arbetat för att fasa ut farliga ämnen.

Tack vare detta uppströmsarbete har Sverige idag världens renaste avloppsvatten. Fortfarande innehåller dock slammet tungmetaller och organiska miljögifter och andra ämnen som inte hör hemma på åkermarken. Tidvis har det förekommit en hätsk debatt mellan kommunerna, som vill bli av med slammet, LRF (Lantmännens Riksförbund) och SNF (Svenska Naturskyddsföreningen), som värnar om åkermarken Bönderna ställer idag krav på certifiering av slammet (till exempel enligt Revac) men är ändå ovilliga att lägga ut slammet på åkrarna. Ungefär 25 % av avloppsslammet sprids på åkrarna. Det mesta av slammet används för tillverkning av så kallad anläggningsjord och mycket har kunnat avsättas för täckning av gamla varp- och sligtippar från gruvor. Stora mängder slam har också kunna avsättas vid sluttäckning av soptippar.

I framtiden måste avsättningen av slammet lösas på annat sätt. Stora resurser satsas idag på att utveckla metoder för att bli av med slammet genom till exempel förbränning. Förhoppningen är att då även kunna extrahera fram och återvinna fosfor och fällningskemikalier. Än så länge har ingen sådan teknik visat sig fungera praktiskt och ekonomiskt.



Olika systemmöjligheter för avloppsrening. Det sorterade avloppet kan renas med olika metoder eller genom kombinationer av dessa. (Källa: Peter Jenssen, UMB, Norge)



Potentiell näringsåterföring med sorterande avloppssystem respektive vid slamanvändning från konventionell avloppshantering. En extra fördel med sorterande system är att fosfor och kväve då förekommer i mer växttillgänglig form än i konventionellt avloppsslam.
(Källa: Återforing av näring från små avlopp – Urban water, 2012)

Farligt silver

• I ett antal konsumentprodukter finns tillsatser av silverjoner, vilka även i låga halter är akut giftiga för vattenlevande organismer. Fisk och små kräftdjur, som vattenloppor, är extra känsliga. Utsläpp i miljön ska undvikas.

ÅTGÄRDER I HUSET	FÖRBEHANDLING	RENING, TEKNISK	RENING, NATURLIK	EFTERBEHANDLING, HYGIENISERING	NÄRINGSÅTERFÖRING
Sortera i toaletten	Slamavskiljare	Kompaktfilter	Dammar med växter	Lagring Kompostering	Bevattning
Spara vatten	Separator vått-torrt	Minireningsverk	Våtmarker Rotzoner	Våtreaktor aerob	Gödsling
Välja bra kemikalier	Sandfång Sandfilter	Kemisk fällning	Mark som översilas	Biogas anaerob	Resorption

En kretsloppsanpassad avloppshantering innebär att avloppshanteringen i samhället länkas samman med näringsåterföring inom jordbruket. Man kan identifiera sex bärande länkar i ett sådant system i.

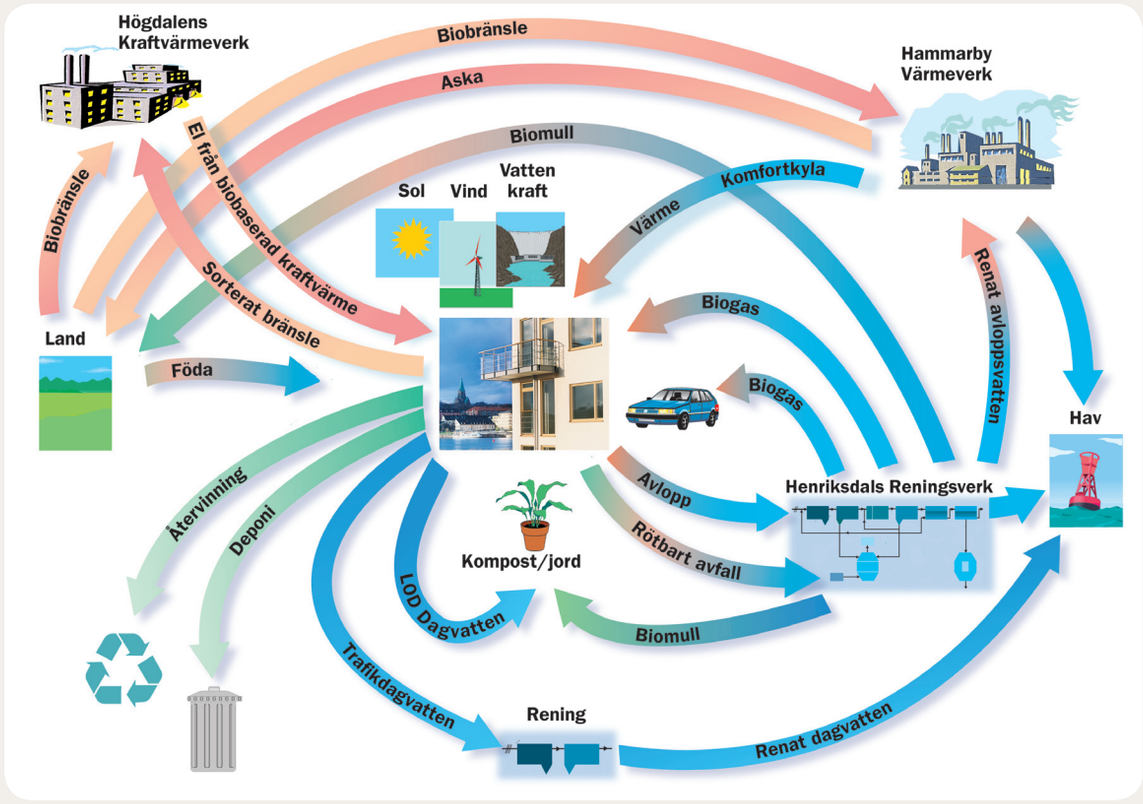
3.3 Storskalig sortering av avloppen – exempel

Hammarby Sjöstad i Stockholm är en stadsdel där spillvatten sorteras i olika fraktioner. Dagvattnet hålls rent genom val av miljöskonsamma fasad- och takmaterial, och tas om hand lokalt. Trafikvatten samlas upp och renas i speciella filter. Avloppsvattnet från bostäderna blandas inte med annat avlopp utan renas i ett särskilt reningsverk, vilket ska ge ett renare slam. Slammet jäses i en biogasanläggning tillsammans med organiskt (rötbart) avfall och ger en energirik gas som kan användas i köksspisarna i bostäderna och som biobränsle.

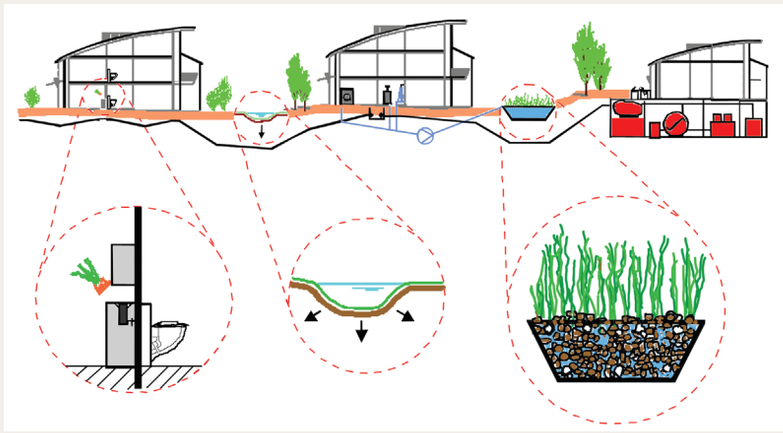
Slammet från reningsverket (del i Henriksdals reningsverk) ger en biomull som dels används som kompostjord, dels körs ut som ett högkvalitativt slam till energiodlingar. Det renade avloppet går till Hammarby värmeverk där en stor värmepump tar energi ur avloppsvattnet och ger energi till fjärrvärmen som värmer Hammarby Sjöstad.

Sjövattnet i stadsdelen cirkuleras och syresätts i vattentrappor, vilket gör att vattnet i sjön hålls renare och friskare, och att vatten förs in mellan husen som ett estetiskt element.

Andra områden där man använder storskalig sortering av spillvatten är Jenfelder Au, Hamburg, Lübeck -Flinten-breite (Tyskland), samt i Sneek Noorderhoek (Nederländerna).



Ovan: De olika flödena av vatten, energi och biologiskt material i Hammarby Sjöstad i Stockholm där den första etappen invigdes 2002.
(Källa: www.hammarbysjostad.se)



Till höger: Svartvattensystem i bostadsområdet Lübeck-Flintenbreite (Tyskland) byggt 2003, ett system dimensionerat för 350 personer. Avloppen delas in i tre fraktioner: ett för svartvatten och organiskt köksavfall, ett för BDT-vatten (gråvatten) och ett för dagvatten. Svartvatten och organiskt avfall förs i ett vakuumsystem till en biogasanläggning där det behandlas. BDT-vattnet renas i en konstgjord våtmark och dagvattnet tas om hand lokalt (LOD).

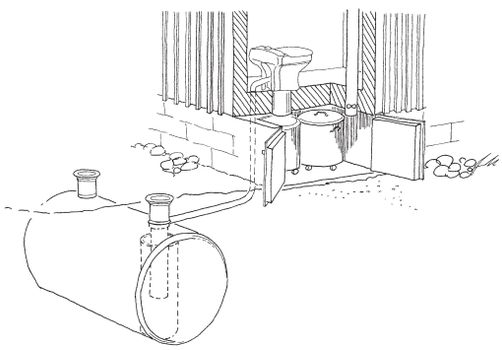
Toaletter

2,6 av totalt 7 miljarder människor på jorden saknar toalett, och 1,5 miljarder människor bor i slum.

En av de allra enklaste lösningarna för att kunna sköta toalettbestyr på har forskarna Annika Nordin och Björn Vinnerås (SLU) utvecklat i form av Peepoo. Det är en smal påse med en inre tratt som när den viks ut blir större. Den helt återvinningsbara påsen används en gång för att uträtta sina behov i. En naturlig kemisk process förvandlar innehållet till ett ofarligt och näringsrikt gödsel på ett par veckor. Sjukdomar som kolera och salmonella oskadliggörs om temperaturen är över 20°C i en vecka. Målsättningen är att slutprodukten, gödslet, ska vara mer värt än vad det kostar att köpa påsen.

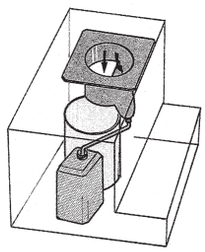
Torrtoaletter (tc, torrdass) kan vara en praktisk lösning i vissa sammanhang. Torrtoaletter bör ha en ventilationskanal från förmultningsfacket för att undvika lukt och kan ha en anordning för att förenkla tömning. Där grundvatten kan förorenas bör de vara utrustade med en tät botten för att fånga upp läckage. Latrinet från en torrtoalett måste efterkomposteras särskilt, i ett år i en latrinkompost. Det finns också torrtoaletter med två fack, där det ena används och det andra stängs av för efterkompostering under ett år.

Urinsorterande torrtoaletter är i princip en vanliga torrtoaletter som utrustas med en insats för urinsortering. Det finns också många specialdesignade torrtoaletter med urinsortering. Urinsortering innebär att fekalier tar mindre plats, luktar mindre, blir mer lätthanterligt och kan samlas upp någorlunda torrt i slutna behållare. Urinet samlas lämpligen upp i tank och används för bevattning i trädgården eller i större system på odlingsmark. De flesta toelatter med urinsortering används av fritidsboende och i sådana fall kan det vara en enkel och mijömässigt acceptabel lösning att infiltrera urinet i marken. Om BDT vattnet renas i en välfungerande markbaserad anläggning kan urinet föras till detta system.



Läkaren Mats Wolgast (Wost-Man Ecology AB) utvecklade urinsorterande torrtoaletter.

Stora multrum behandlar fekalier och urin tillsammans med organiskt köksavfall. För att få en god förmultning krävs lagom fuktighet och en bra kol/kvävebalans. Därför måste organiskt material tillsättas, till exempel i form av träspån. Multrum måste placeras varmt (inomhus) helst rakt under toalettstolarna och vara ventilerade. De är dyra och kräver stor plats. Om de inte sköts minutiöst kan de orsaka problem med lukt, flugor och översvämning, därför börjar de också försvinna. Clivus Multrum, ett av de mer välfungerande, har en tank för lakvatten under förmultningskammaren för att ta hand om vätskeöverskott. I Tyskland, där multrum är vanligare än i Sverige, används inte sällan kompostmaskar för att underlätta komposteringen.

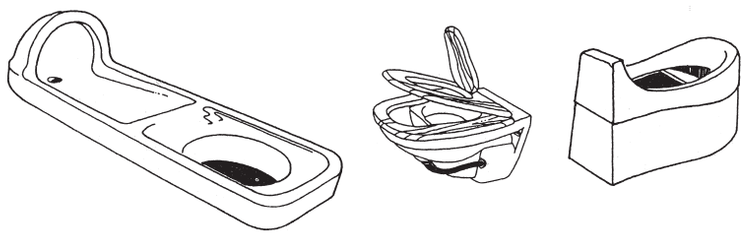


Det finns insatser för urinsortering som även kan installeras i befintliga torrtaletter, här "Dass-Isak".

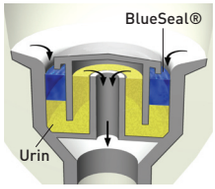
Urinsorterande multrum har flera fördelar framför stora multrumstoaletter. De fungerar bättre och ger inte problem med översvämning, lukt och flugor. De är små och billiga, och behållaren får plats i en krypgrund. Man har två kärl, det ena fylls medan det andra står för efterkompostering. Urintanken grävs ner i marken utanför huset. Ventilation med fläkt krävs i de flesta fall. Det finns också mindre modeller, framför allt för fritidshus, där behållaren placeras under stolen i toalettrummet.

Den urinsorterande vattentoaletten Dubbletten. Den här har två skålar och två spolknappar, en för det "stora" och en för det "lilla". Den har också ett extra lock som kan fällas ner, så att den också kan användas av barn. Rören för urin behöver rengöras speciellt då de kan sättas igen av urinkristaller.
(Uppfinning och utveckling: Bibbi Söderberg)

En flicka i Kibera, Kenya, med en peepoople-påse. En sådan ger inte minst barn och kvinnor trygghet när de kan uträtta sina behov i påsen i eller vid hemmet i stället för att gå i väg och riskera att bli utsatta för våld.
(Foto: Camilla Wirseen)



Tre typer av urinsorterande toaletter. Längst till vänster en från Beijing (Kina). I mitten en svensk vägghängd urinsorterande vattentoalett. Längst till höger är en mexikansk modell. (Källa: "World Toilet Summit 2003", Taiwan, Proceedings)



Tvärsnitt av en urinal som inte förbrukar något vatten. En speciell vätska, i det här fallet Blueseal, lägger sig ovanpå urinen.

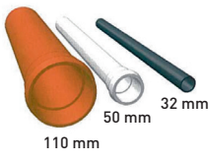
(Källa: Waterless Co. Illustration: Leif Kindgren)

Urinsorterande vattentoaletter (wc) utvecklades i Sverige i början av 1990-talet för att kunna erbjuda urinsortering för en bredare marknad. Många människor vill inte ha torrtoaletter och då kan urinsorterande wc vara en lämplig lösning. Man slipper ventilera toalettstolen och slipper fläktljud. Urinen leds till en tank. Det är viktigt att vattenmängderna hålls låga, framför allt vid urinspolning, för att slippa stora urintankar. Man måste också vara observant på att vattenlåset från urinskålen inte täpper igen. Toaletterna använder 3,5–5 liter vatten för stor spolning och cirka 0,2 liter för liten spolning.

Vakuumtoaletter kan användas både för enskilda hushåll och större områden.

Vakuumtoaletter liknar vanliga toaletter och används där man vill spola med extremt lite vatten. Tack vare att spolningen sker med undertryck kan vattenmängderna hållas väldigt låga. Normalt används 0,5–0,7 liter per spolning. Vatten tillförs efter spolning för att hålla toalettskålen ren och undvika stopp i ledningar. Ett system (till exempel från Jets) har en vakuumpump inom 12 meters sugledning från wc-stol, och flera wc kan kopplas till samma motor. Företag som Fann och Wostman har vakuummotorn i uppsamlingstank ute, och man har en wc per motor.

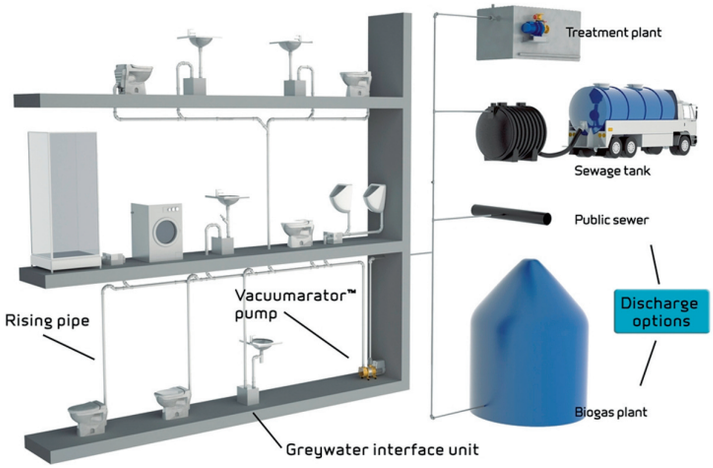
Från färjor och flyg har många erfarenheter av vakuumtoaletter med smällande och kraftigt ljud vid spolning. De toaletter man använder för bostadshus arbetar med lägre undertryck och de bullrar därför mindre. En utveckling har också skett under senare år för att göra ljudet mindre störande.



Till vakuumtoaletter används små rördimensioner. Till vänster ett rör för en vanlig wc (110 mm), till höger två rör för vakuumsystem (50 och 32 mm).

(Källa: Jets/Combutech)

Vakuumtoaletter med urinsortering är ytterligare ett sätt att minska vattenmängderna i avloppsvattnet. Det finns olika varianter på urinsorterande vakuumtoaletter, dels sådana som har både stor och liten spolning (0,5–1,9 liter för stor spolning och cirka 0,2 liter vid liten), dels sådana där urinen tas om hand helt utan vatten (där stor spolning kräver sex liter).

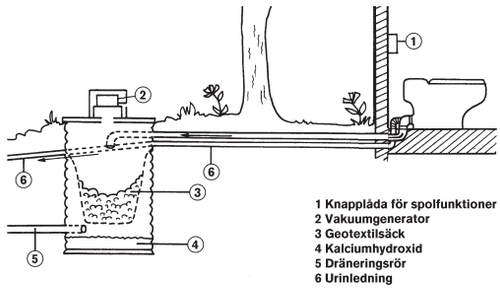


Vakuumtoaletter måste alltid vara försedda med en eller flera vakuumgeneratorer.

(Källa: Jets/Combutech)

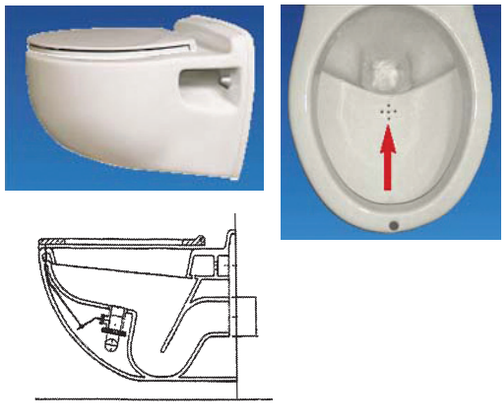
Urinaler är ett sätt att minska vatteninblandning i urin vid urinsortering. Det finns ett antal urinaler som inte använder vatten. De är försedda med luktbarriärer i form av flottörer eller små vattenlås med speciell spärrvätska (som är lättare än urin).

Förbränningstoaletter är toaletter där urin och fekalier bränns vid hög temperatur med hjälp av el eller gasol. Restprodukten är aska. En nackdel är att näringsämnen inte kan återvinnas i hög grad. Energiåtgången ligger på cirka 1–2 kWh per toalettbesök. I kombination med urinsortering, till exempel en urinal, kan denna toaletteknik bli ett intressant alternativ för både fritids- och permanenthus.



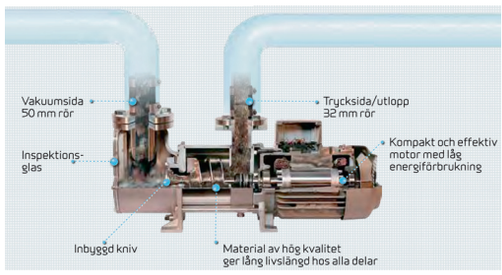
Tysta lågvakuumtoaletter, med eller utan urinsortering, är det senaste inom sorterande avloppssystem. De kan användas både till svartvattensystem eller urinsorterande system med fekalieavskiljning.

(Källa: Wost-Man Ecology AB)



Urinsorterande vakuumtoaletter är under utveckling. Denna toastol har två avlopp, urin rinner ner genom det främre utloppet och transporteras i väg outspätt, fekalier faller ner i det bakre utloppet. Så fort toaletten spolas stängs locket till urinavloppet.

(Källa: Roevac No Mix Toilet från Roediger)



En sugande, malande och tryckande vakuumpump (Vakuumarator™-pumpen). Den kan placeras inbyggd bakom en wc-stol. (Källa: Jets)

Jämförelser mellan avloppsanläggningar respektive toaletter

Avloppsanläggningar

	Infiltration	Kemisk fällning och markbädd/ infiltration/kompaktfilter	Minireningsverk och efterbehandling	Markbädd och litet fosforfilter
Kort beskrivning	Avloppsvattnet leds från huset till en slamavskiljare och därefter till en infiltration. Reningen sker i marken och det renade avloppsvattnet går ut i grundvattnet.	Kemikalier doseras till ledningssystemet, till exempel i tvättstugan eller under diskbänken, i toaletten eller vid slamavskiljaren. Kemisk fällning sker sedan i slamavskiljaren innan vattnet leds till en markbädd, infiltration eller kompaktfilter. Att komplettera med kemfällning är ett bra sätt att uppgradera en befintlig, fungerande, anläggning. Viktigt att tänka på att man måste ha en större slamavskiljare än vanligt.	Avloppsvattnet leds till ett minireningsverk och vidare till efterbehandling. Efterbehandling behövs för att smittskyddet ska bli tillräckligt bra. Minireningsverket bör ha mekanisk, biologisk och kemisk behandling. Reningsgraden skiljer sig åt mellan olika fabrikat, titta därför efter anläggningar som genomgått någon form av oberoende utvärdering.	Avloppsvattnet leds till en slamavskiljare, vidare till en markbädd som följs av en fosforfälla med fosforbindande material. För att vattnet från markbädden ska gå till fosforfiltret bör markbädden vara tät i botten. Det fosforbindande materialet måste bytas ut efter ca 2–3 år (tidsintervallet kan variera mellan olika fabrikat och beroende på mängden filtermaterial).
Vad krävs inne i huset?	Vanlig WC.	Kemdoseringsenhet (för vissa fabrikat). Vanlig WC.	Vanlig WC.	Vanlig WC.
Vad krävs utanför huset?	Slamavskiljare. Infiltration. OBS! Markförhållandena måste vara lämpliga för infiltration.	Slamavskiljare. Markbädd, infiltration eller kompaktfilter.	Minireningsverk. Efterbehandling i form av resorptionsdike, mindre markbädd/infiltration el. dyl.	Slamavskiljare. Markbädd med tät duk. Fosforfilter som placeras så att den är åtkomlig för kranbil eller slamsugbil.
Drift och skötsel	Slamtömning 1 gång/år.	Påfyllnad kemikalier. Slamtömning 1–2 gånger/år. Service på fällningsenhet 1 gång/år.	Påfyllnad kemikalier. Slamtömning 1–2 ggr/år. Service av sakkunnig ca 1–4 ggr/år. Egen kontroll av verket, ca varje – varannan vecka.	Slamtömning 1 ggr/år. Byte av filterkassett/filtermassa, en gång vartannat – vart tredje år.
Fördelar	+ Billig att installera (kan dock bli dyrt med förundersökning). + Driftssäker.	+ Billigt sätt att uppgradera en befintlig markbädd eller infiltration (om slamavskiljaren är tillräckligt stor). + Om kemfällningen tillfälligt slutar fungera, fungerar markbädden eller infiltrationen som en buffert.	+ Kompakt, tar liten plats. + Lätt att kontrollera funktionen.	+ Driftssäker. + Bra smittskydd. + Bra fosforrening.
Nackdelar	- Risk för förorening av grundvattnet. - Kräver noggrann förundersökning för att säkert fungera. - Svårt att kontrollera att anläggningen fungerar. - Inget kretslopp.	- Inte så stora möjligheter till kretslopp. - Om du glömmer att fylla på kemikalier fungerar inte fosforreningen.	- Känslig teknik, kräver regelbunden service och underhåll av sakkunnig. - Relativt dyr drift. - Inte så stora möjligheter till kretslopp, om man inte kan kompostera slammet själv och använda det på tomten.	- Hämtning av filtermaterial fungerar inte i alla kommuner. - Vissa filtermaterial är energikrävande att tillverka.
Tänk på	Viktigt med bra förundersökning för att veta att marken verkligen passar för infiltration. En dåligt anlagd infiltration kan förorena din eller grannarnas brunn.	Slamavskiljaren ska helst vara minst 4 m^3, eftersom det blir mer slam. Det är viktigt att komma ihåg att fylla på kemikalier, annars fungerar inte fosforreningen.	Viktigt att reningsverket du köper har utvärderats i en oberoende utvärdering. Utan efterbehandling är inte smittskyddet tillräckligt.	Filtermassan måste bytas vartannat år, annars fungerar inte fosforreningen och det finns risk för att filtret sätter igen. Om markbädden inte är tät infiltreras det mesta av vattnet istället för att gå igenom fosforfiltret.

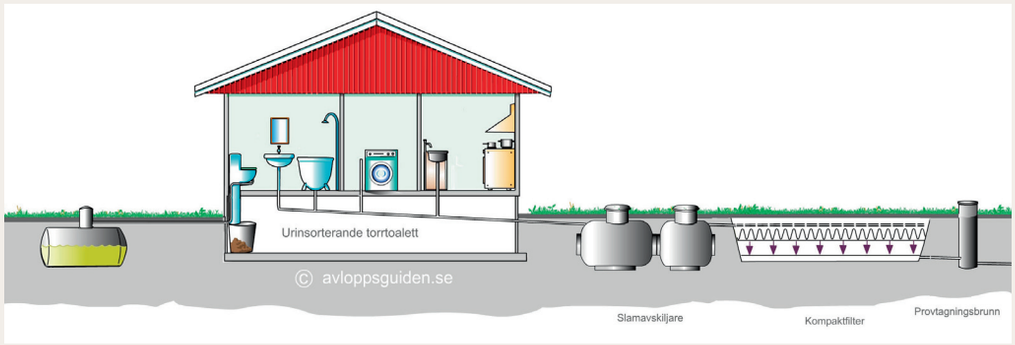
Toaletter

	Multrum (stor biologisk-/torrtoalett)	Mulltoa (liten biologisk-/torrtoalett)	Urinsorterande torrtoa	Förbränningstoalett	Urinsorterande vattentoalett	Vakuumtoalett	Konventionell vattentoalett
Kort beskrivning	I multrummet samlas avfallet i en stor behållare under toaletten där det bryts ner biologiskt. Systemet kan även ta hand om det komposterbara hushållsavfallet.	Mulltoaletten har en mindre behållare för toaavfallet i anslutning till toalettstolen.	Har ett utlopp för urin i den främre delen av toaletten. Fekalier och papper faller från den bakre delen av toaletten och samlas upp i en behållare i eller under toaletten.	Urin och fekalier förbränns vid hög temperatur. Restprodukten är aska, några dl per person och månad. Drivs med elektricitet eller med gasol.	En urinsorterande vattentoalett har två tack. I det främre facket spolas urinen ned med en liten mängd vatten och leds till en tank på fastigheten.	I vakuumtoaletter sker spolning via undertryck i ledningarna, vatten används bara för att skölja toalettskålen.	En vanlig vattentoalett spolar med ganska stora mängder vatten varför den inte är lämplig att leda till sluten tank.
Vad krävs inne i huset?	Källare för placering av multrummet, el till fläkt.	El till fläkt.	El till fläkt. Ledning för urin.	Elektricitet	Separat ledning för urin.	Separat ledning för klosettvatten.	Avloppsledningar (oftast gemensamma med övrigt vatten).
Vad krävs utanför huset?	Reningsanläggning för bdt-vatten.	Reningsanläggning för bdt-vatten.	Tank för uppsamling av urin. Reningsanläggning för bdt-vatten.	Reningsanläggning för bdt-vatten.	Tank för uppsamling av urin. Reningsanläggning för resten av avloppet.	Tank för uppsamling av klosettvatten. Reningsanläggning för bdt-vatten.	En godkänd avloppsanläggning för blandat avloppsvatten.
Spolmängd	Ingen spolning.	Ingen spolning.	Ingen spolning av fekalier. Ingen eller liten spolning av urinskålen.	Ingen spolning.	Spolning av fekalieskålen (stor spolning) ca 3–4 liter, spolning av urinskål (liten spolning) 2–7 dl.	Vakuumspolning, ca 5–6 dl/spolning.	Vanligt är 2+4 l/per spolning eller 6 l/ spolning.
Drift och skötsel	Ev. omrörning. Tömning efter ett antal år. Efterkompostering t.ex. i latrinkompost.	Regelbunden tömning av kompostbehållaren. Efterkompostering t.ex. i latrinkompost.	Regelbunden tömning av fekaliebehållaren. Efterkompostering av fekalier i latrinkompost. Tömning av urintanken (själv el. av entreprenör).	Regelbunden tömning av aska i förbränningskärlet.	Tömning av urintanken (av boende el. entreprenör).	Tömning av den slutna tanken (utförs av entreprenör).	Skötsel av avloppsanläggningen.
Möjlighet till kretslopp	Ja, kan användas på tomten.	Ja, kan användas på tomten efter efterkompostering.	Ja, urin kan användas på tomten eller i stort system. Fekalier kan, efter kompostering, användas på tomten.	Liten möjlighet. Den näring som finns i askan men är bunden i en form som inte kan tas upp av växterna.	Ja, urin kan användas på tomten eller i stort system.	Ja, toalettvattnet kan användas i stort system efter hygienisering.	Eventuellt, beroende på vilken avloppsanläggning man väljer.
Fördelar	+ Multrum tillsammans med en bra bdt-rening kan uppnå hög skyddsnivå. + Tömning behövs ganska sällan. + Möjlighet till kretslopp. + Inga transporter krävs.	+ Mulltoalett tillsammans med en bra bdt-rening kan uppnå hög skyddsnivå. + Möjlighet till kretslopp. + Inga transporter krävs. + Kan placeras nästan var som helst.	+ Urinsorterande torrtoalett tillsammans med en bra bdt-rening uppnår hög skyddsnivå. + Möjlighet till kretslopp. + Urin är bra gödselmedel i trädgården.	+ Förbränningstoalett tillsammans med en bra bdt-rening kan uppnå hög skyddsnivå. + Inga transporter krävs.	+ Uppnår normal skyddsnivå tillsammans med t.ex. en markbädd. + Möjlighet till kretslopp. + Urin är ett utmärkt gödselmedel i trädgården.	+ Uppnår hög skyddsnivå tillsammans med en bra bdt-rening. + Vattentoalett utan utsläpp lokalt. + Få transporter jämfört med vanlig WC till tank. + Frihet att placera tanken på tomten, ej beroende av självfall.	+ Många olika toaletter att välja mellan.
Nackdelar	- Måste skötas annars risk för lukt och flugor. - Tar stor plats i källaren. - Risk att en stor del av kvävet förloras.	- Måste skötas annars risk för lukt och flugor. - Risk att en stor del av kvävet förloras. - Kräver mer skötsel än ett multrum, oftare tömning.	- Måste skötas.	- Elförbrukning vid varje toalettbesök. - Liten möjlighet till kretslopp.	- Näringen i fekalierna samlas inte upp.	- Transporter krävs.	- Krävs ofta en kostsam avloppsanläggning för att uppnå hög skyddsnivå. - Liten möjlighet till kretslopp av näring.

Ur "Marknadsöversikt–Produkter för enskilt avlopp", 2011, Avloppsguiden och Kunskapscentrum Små Avlopp, med stöd av Naturvårdsverkets havsmiljöanslag

3.3 Sex systemlösningar för att rena små lokala avlopp

1) Urinsortering med torr fekaliehantering, BDT i kompaktfilter



Detta system bygger på en urinsorterande torrtoalett. Urinen samlas upp i en tank som bör vara nergrävd i marken. Då sänks temperaturen och därmed ammoniakavgången, vilket betyder att kväve stannar kvar. Urinen hämtas av entreprenör. Fekalierna faller ner i ett litet ventilerat multrum under toaletten där det komposteras. BDT-vattnet går med självfall till en slamavskiljare och därefter till ett slutet kompaktfilter (prefabricerade filter) och/eller en våtmark där det renas innan det släpps ut i naturen.

Tillstånd krävs

• Kontakta alltid kommunens miljökontor innan du väljer avloppsanläggning. Du behöver tillstånd från kommunens miljönämnd för att anlägga ett enskilt avlopp (för vissa anläggningar räcker en anmälan).

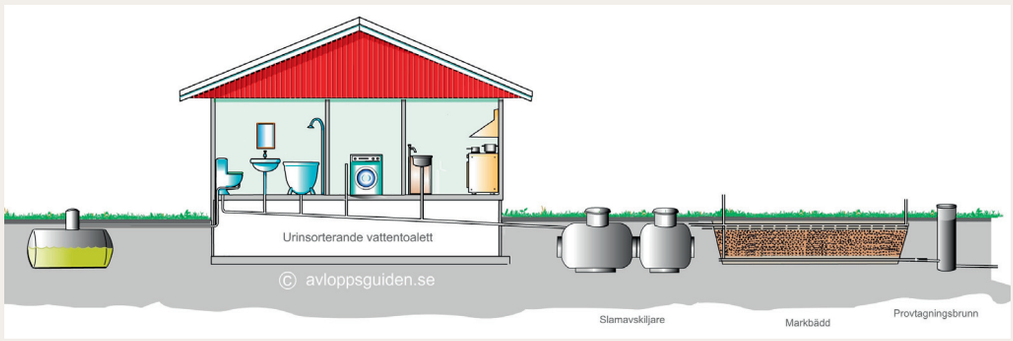
• Det ställs krav på vilken rening som avloppsanläggningen ska uppnå. Kraven finns i två nivåer, normal nivå, som är en grundnivå, och hög nivå, som gäller i känsliga områden.

• Om du vill sprida urin och fekalier på tomten behöver du minst 30 m^2 bevuxen mark per permanentboende person.

Med urinen från en permanentboende kan man försörja en 300–400 m^2 grönodling eller gräsmatta med tillräcklig mängd näring.

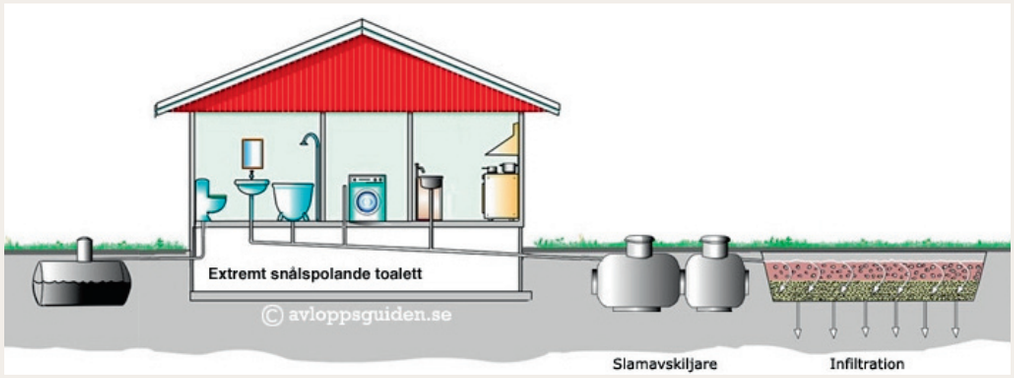
• En del anläggningar mår inte bra av att de används sällan, exempelvis vissa minireningsverk.

2) Urinsortering med vattentoalett (fekalier) + BDT till mark



Detta system har en urinsorterande vattentoalett. Urinen samlas upp i en tank som bör vara nergrävd i marken. Urinen hämtas av entreprenör. Fekalier, spolvatten plus BDT-vatten slamavskiljs och renas lämpligen i markbädd, infiltration eller annat markbaserat filter.

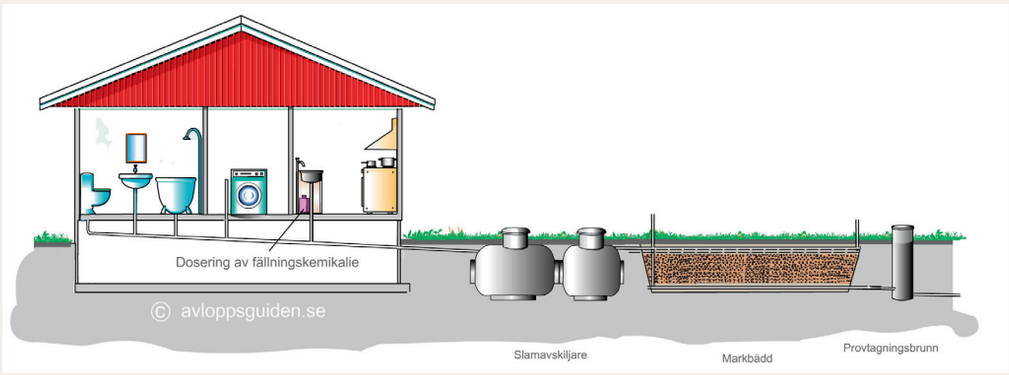
3) Klosettvattensortering och BDT till infiltration



I detta system används svartvattensortering, även kallat klosettvattensortering. Då går urin, fekalier och spolvatten till en sluten tank (nergrävd i mark). Vakuumtoaletter används för att minska vattenmängden i svartvattnet. Man kan också ha en urinsorterande vakuumtoalett (typ Eco VAC) som medger att urin och fekalier uppsamlas var för sig. Organiskt avfall kan tillföras via avfallskvarn. Svartvattnet hämtas, behandlas och hygieniseras aerobt i våtreaktorer eller anaerobt i biogasanläggningar (rötning). BDT-vattnet behandlas lokalt lämpligen med någon form av markbaserad rening (till exempel slamavskiljning och infiltration).

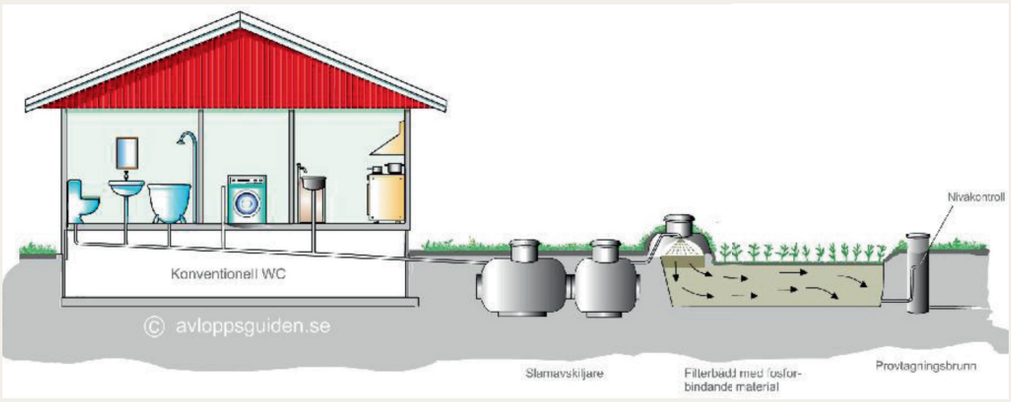
(Källa: www.avloppsguiden.se)

4) Kemisk fällning i blandat avloppsvatten



Många enskilda avlopp på landsbygden har slamavskiljare och infiltrering i mark. Om man vill få en effektivare rening kan man komplettera med en doseringsenhet för kemisk fällning. Slammängden kommer att öka, men fosforläckaget att minska. Nästa steg blir att förbättra infiltrationsanläggningen, till exempel genom att komplettera med kompaktfilterenheter. Andra möjligheter är att bygga ett minireningsverk och/eller att installera urinsortering. Fällningskemikalierna kan tillsättas på olika ställen: I tvättstugan, under diskbänken, i toaletten eller vid slamavskiljaren. Den kemiska fällningen sker därefter i slamavskiljaren, som behöver vara större än vanligt.

5) Blandat avloppsvatten till spray- och fosforfilter

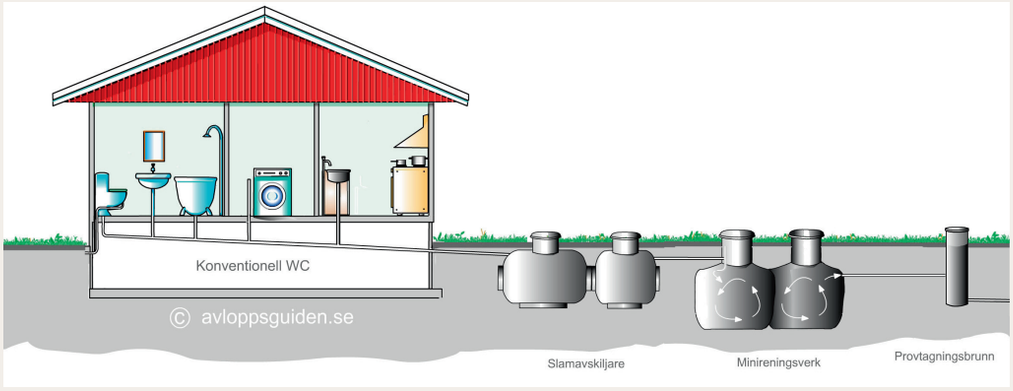


Sprayfilter med spraydysor inrymda i täckkåpor före fosforfilter.

(Källa: Filtralite/Optiroc, beskuren bild)

Sprayfilter och fosforfilter (reaktivt filter) för blandat avloppsvatten används i en avloppsanordning där avloppsvattnet först leds till en slamavskiljare och därefter vidare genom ett sprayfilter. I detta sprayfilter sker en huvudsaklig reduktion av syreförbrukande ämnen (BOD). Därefter avskiljs fosfor i ett fosforfilter, som ofta består av ett kalkhaltigt material. Anläggningen skiljer effektivt av kväve när omvandling av ammoniumkväve till nitrat (nitrifikation) sker i sprayfiltret, och omvandling av nitrat till kvävgas (denitrifikation) sker i fosforfiltret.

6) Blandat avloppsvatten till minireningsverk



Så här kan ett minireningsverk se ut ovan jord. Här i ekobyn Smeden, Jönköping.

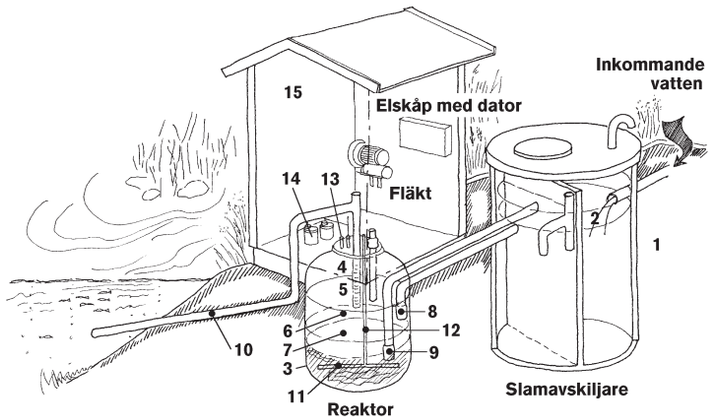
I detta system slamavskiljs vattnet innan det når minireningsverket. I ett minireningsverk brukar avloppet behandlas biologiskt, mekaniskt och kemiskt. Inuti minireningsverket sker den biologiska behandlingen i en biobädd. I de flesta minireningsverk sker också en mekanisk behandling (slamavskiljning).
För att uppnå tillräcklig fosforreduktion fälls fosfor ut med fällningskemikalier.

(Källa: www.avloppsguiden.se)

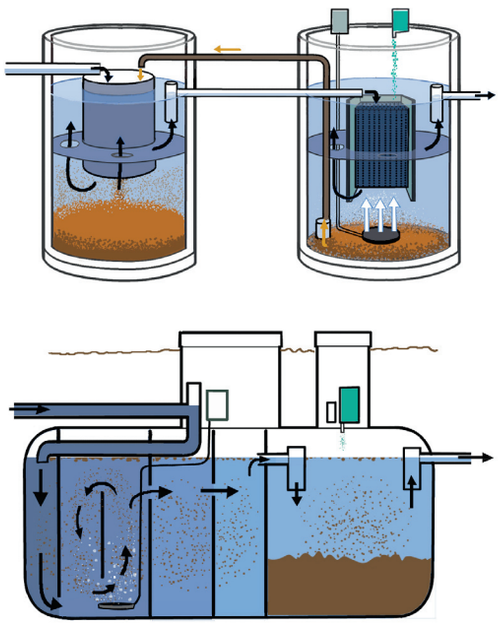
3.3.2 Småskalig rening

Infiltration eller markbäddar är vanligast vid småskalig rening. De är robusta och effektiva, skyddar mot lukt, smittspridning och uppkomst av försumpning och syrebrist, men ger begränsad reduktion av fosfor och återanvändning av näringsämnen. För att uppnå dessa krav kan markbaserad rening kombineras med källsortering alternativt förfällning eller reaktiva filter. Många sådana komplement till markbaserad rening har utvecklats. En annan teknik för att effektivisera markbaserad rening är artificiella filter. Sådana fungerar som spridarlager och som bärare av biofilm. En förklaring till att minireningsverk blivit vanligare är att ökade krav har ställts på fosforrening men också att de är lättinstallerade och att pengar finns att tjäna i form av service och underhåll.

Prefabricerad reningsteknik



Minireningsverk med satsvis behandling.
1) Slamavskiljare med två kamrar 2) Buffertvolym 3) Reaktortank 4) Luftvolym
5) Renvattenzon 6) Säkerhetszon 7) Aktivtslamzon 8) Intag från slamavskiljare
9) Återpressning av överskottsslam 10) Utpressningsrör för renat vatten
11) Bottenluftare för biologisk nedbrytning 12) Luftledning för bottenluftare
13) Tilluft för bl a utpressning av renvatten 14) Uppsamlingskärl för vattenprover
15) Överbyggnad för fläkt, dosering samt automatik.



Två typer av kontinuerliga minireningsverk. Den ena (Alfa) består av två enheter, varav den vänstra enheten är en slamavskiljare. Bioreaktorn som luftas sitter i mitten av den andra behållaren, där också fällningskemikalier kan tillföras. Överskottsslam pumpas tillbaka till slamavskiljaren. Den andra (Biotrap) föregås av en separat slamavskiljare, men det bildas även slam i reaktorn som måste slamsugas med jämna mellanrum.

(Illustration: Ingela Jondell)

Med prefabricerad teknik är hela reningsanläggningen fabriksbyggd. Fördelen är att alla komponenter då är exakt utförda enligt en uttänkt idé för dimensionering och utförande. Platsens förutsättningar blir mindre avgörande för reningsprocessens funktion än för platsanpassade tekniker så som markbäddar.

I detta avsnitt beskrivs främst prefabricerad teknik i form av minireningsverk, det vill säga anläggningar med reningsprocess för både mekanisk, biologisk och kemisk rening. Se även www.avloppsguiden.se

Minireningsverk

I minireningsverk sker reningen med prefabricerad teknik och på liknande sätt som i kommunala reningsverk. Mekanisk rening i form av sedimentering används för att avskilja fast material, till exempel i en slamavskiljare. Biologisk behandling av organiskt material och kväve sker med hjälp av mikroorganismer, främst bakterier, som förekommer i form av aktivt slam eller som biofilm på ett bärarmaterial. Fällning med kemikalier används för att avskilja fosfor och suspenderat material (finfördelat fast material uppslammat i avloppsvattnet). De flesta minireningsverk har alla de tre stegen, medan vissa bara har mekanisk/biologisk eller mekanisk/kemisk rening.

Det finns många olika minireningsverk att köpa. De levereras med reaktortank, styrutrustning etcetera och är färdiga att använda. De är ofta anpassade för normalhushåll (fem personer) men många tillverkare har även större storlekar för ett flertal hushåll. Minireningsverk grävs ofta ner i marken, men det finns även sådana som ska placeras inomhus, så som i källaren. De senare är lättare att kontrollera och underhålla.

Behandlingen kan ske antingen satsvis med så kallad SBR-teknik (Sequencing Batch Reactor), vilket innebär att en bestämd volym avloppsvatten behandlas åt gången, eller som ett kontinuerligt flöde i dränkta biobäddar.

Minireningsverk med satsvis behandling är ett system där avloppsvattnet först samlas upp i en bufferttank. En viss mängd avloppsvatten pumpas sedan in i reaktortanken. Reaktorn luftas, varvid mikroorganismer bryter ner organiskt material. Därefter stängs luftflödet av och slammet sjunker mot botten medan det renade vattnet blir kvar i den övre delen av reaktortanken. Det renade vattnet tappas ur tanken. Överskottsslam pumpas ut ur reaktorn och en ny omgång kan börja. Fördelen med denna teknik är att den är mindre känslig för variationer i flöden och belastningar och att allt vatten får samma behandling.

Minireningsverk med kontinuerligt flöde har en slamavskiljning innan vattnet går till reaktortanken. De biologiska processerna sker på ett artificiellt bärarmaterial i reaktortanken, till exempel perforerade plastbitar. Bärarmaterialet är utformat så att det bildas så stor yta som möjligt för mikroorganismerna att leva på. Reaktortanken luftas och avloppsvattnet cirkuleras över bärarmaterialet. Mikroorganismerna bryter ner organiskt material och samtidigt sker en viss nitrifikation. För att möjliggöra denitrifikation cirkuleras vattnet ofta till en oluftad kammare (varvid kväve avgår till luften). Slam bildas både i slamavskiljaren och i sedimenteringstanken. Därför placeras ofta ytterligare en slamavskiljare efter reaktortanken.

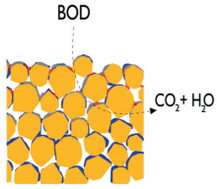
Biovacs minireningsverk, med satsvis behandling, placerat åtkomligt i en källare. (Foto: Maria Block)

Markbaserad rening

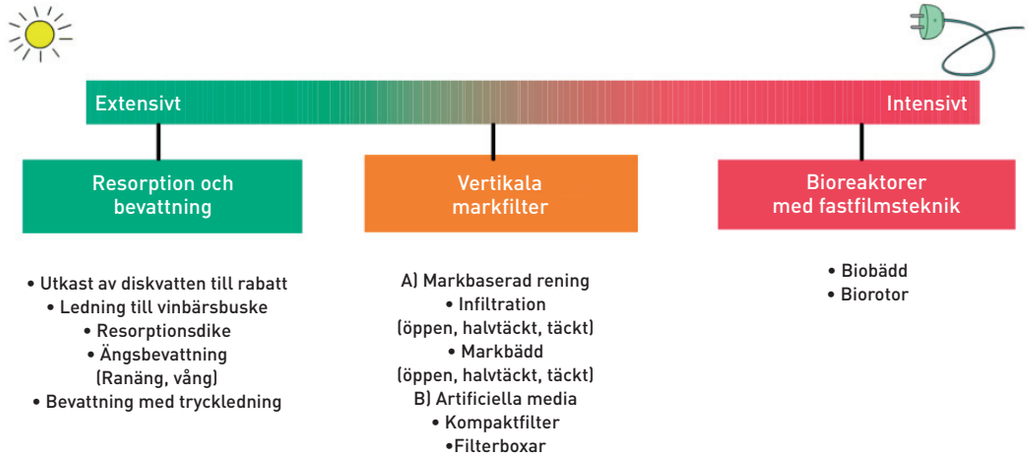
Med markbaserad rening avses behandlingstekniker där en väsentlig del av reningen bärs upp av naturlig mark. Detta är den vanligaste formen av småskalig avloppsrening och används idag i mer eller mindre kontrollerad form av många miljarder människor. Mest utbredd och använd är markbaserad rening i USA och Kanada. I Sverige introducerades tekniken med markbaserad rening genom satsningar som genomfördes under 1970- och 80-talen. Denna satsning har resulterat i att ungefär 400 000 hushåll i Sverige har rening i form av infiltration eller markbädd. Erfarenheten har visat visar att markbaserad rening ger ett mycket bra skydd mot lukt och smittspridning och ett bra grundskydd för recipienter. I kombination med sorterande toaletter, metoder för aktiv fosforavskiljning (tex kemisk fällning eller reaktiva filter) och olika hjälptekniker (tex för spridning av vatten) kommer sannolikt markbaserad rening vara grunden för avloppshantering i den lilla skalan även i framtiden.

Principer för rening

Både markbädd och infiltration bygger på principen att avloppsvatten först förbehandlas för att sedan möjliggöra filtrering och rening i mark. En viktig gemensam nämnare för all markbaserad rening är att vattenrörelsen är uppifrån och ned och att vattnet rinner genom marken med en i huvudsak omättad strömning. I utländsk litteratur benämns markbäddar och infiltrationer ofta under samlingsbegreppet vertikala jordfilter, vertical soil filter systems. Vid omättad strömning rinner vattnet hygroskopiskt över partiklarnas ytor samtidigt som mellanrummen mellan partiklarna är fyllda med luft. Processtekniskt är detta en stor skillnad mot om vattnet rinner under mättade förhållanden. Under omättade förhållanden är filtrering av partiklar och syreförsörjning till den biologiska processen långt effektivare än under mättade förhållanden.



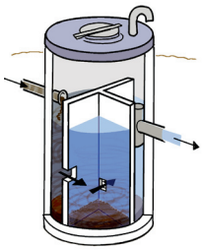
Principen för markbaserad rening är att vattnet rinner genom en mark i omättad strömning, det vill säga vattnet rör sig på partikelytorna medan porerna mellan partiklarna är fyllda med luft. På detta vis erhålls effektiv filtrering och syreförsörjning för nedbrytning av organiskt material (BOD).



Filter för avloppsrening kan inordnas i ett kontinuum från intensiv till extensiv rening.

Intensiva reningstekniker är ytsnåla men har nackdelen att kräva mycket hjälpenergi (el) och producerar också ett slam som måste tas om hand.

Extensiva system (naturnära system) karaktäriseras av att de är energisnåla och att inget eller mycket litet slam bildas.



Slamavskiljning kan ske på ett effektivt sätt i en trekammarbrunn av betong, men de flesta moderna slamavskiljare är tillverkade i plast.

(Illustration: Ingela Jondell)

Förbehandling med slamavskiljare

Den vanligaste och enklaste metoden för förbehandling är att använda slamavskiljare. I slamavskiljaren separeras partiklar från vattnet genom att endera får sjunka till botten eller flyta upp till ytan. I Sverige används ofta en utformning med tre kammare, därav begreppet trekammarbrunn. Det är viktigt att slamavskiljaren är tillräckligt stor och att den regelbundet töms på slam. För blandat avloppsvatten från ett hushåll bör en slamavskiljare ha en effektiv våtvolym på 3–4 m^3. Kostnaden för en extra kubikmeter som säkerhet mot slamflykt är en bra investering i det långa loppet.

BDT-vatten kan vara svårt att slamavskilja. Det beror på att BDT-vatten ofta är varmt och dessutom kan det innehålla mycket tvål och rengöringsmedel. Oljor och fetter förblir därför lätt i emulsion och blir svåra att avskilja. En slamavskiljare för BDT-vatten bör därför medge lång uppehållstid för vattnet där flytslam kan lagras och gärna vara försedd med ett utloppsfilter.

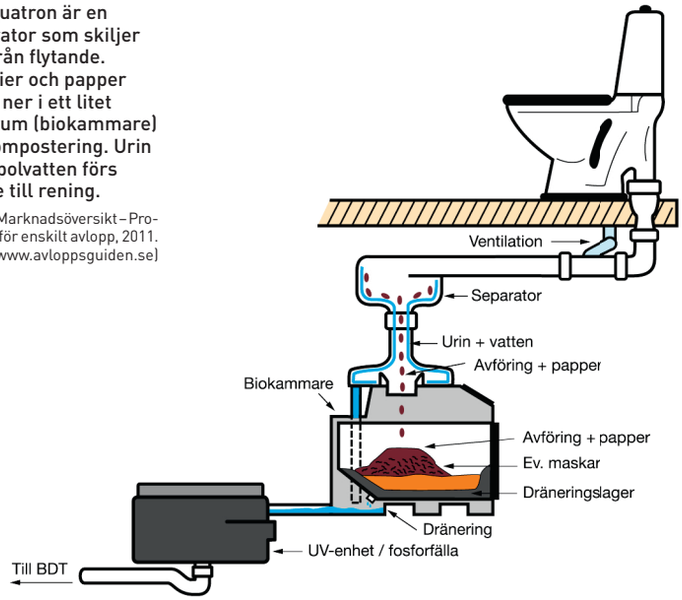
I Sverige har kommunen ansvar för tömning av slam från slamavskiljare vilket normalt görs en gång per år i permanentboenden.

Andra metoder för förbehandling

Det finns tekniker som gör det möjligt att ha vattentoalett utan att behöva slamtömning med bil. Aquatron är en separator utan rörliga delar som avskiljer fasta fraktioner från flytande. I aquatronen sätts avloppsvattnet i spiralrörelse i ett snäckformat rör som vidgar sig nedåt. Vätskan skiljs av genom ytspänning (det vill säga vätskan följer behållarens väggar), medan fekalier och toapapper faller rakt ner i en förmultningskammare (biokammare). För att skynda på förmultningsprocessen kan man ha torvmull och kompostmaskar i biokammaren. Spolvatten, urin och lakvatten från biokammaren leds vidare till rening i en BDT-reningsanläggning.

En aquatron är en separator som skiljer fast från flytande. Fekalier och papper faller ner i ett litet multrum (biokammare) för kompostering. Urin och spolvatten förs vidare till rening.

(Källa: Marknadsöversikt – Produkter för enskilt avlopp, 2011. www.avloppsguiden.se)



Självfall från WC till systemet krävs. Även aquatronen behöver kompletteras med en slamavskiljare för att få bort slampartiklar ur spillvattnet.

Kompostfiltrering fungerar i varmare klimatområden. Utan förbehandling applicerar man sitt hushållspillvatten på filterbädden. Fördelningen av vattnet sker över en kompostjord där partiklar filtreras och äts upp av nedbrytarorganismer. I vissa applikationer används tekniken i små kompakta filterboxar där även organiskt matavfall omhändertas (Biolytix och Black&Grey). I Sverige finns leverantörer som erbjuder tekniken för omhändertagande av BDT-vatten för sommarhus. Med ett sådant system kan BDT-vattnet renas och bortledas via mark utan slamavskiljare och särskild markbädd.

Rening i filterbäddar – svensk praxis

En typisk svensk markbaserad anläggning är uppbyggd med självfall, trekammarbrunn och spridning av vatten via en fördelningsbrunn och två fördelningsledningar som fördelar ut vattnet över en stor sammanhängande infiltrerande bädd. En sådan anläggning kallas infiltration. Om marken är för tät förses bädden med ett särskilt filterlager som traditionellt byggs upp av natursand. En sådan anläggning benämns markbädd.

I praktiken fungerar även markbäddar nästan alltid som infiltrationer då markbäddar normalt byggs med öppen botten. Sådana markbäddar bör benämnas förstärkta infiltrationer med bräddavlopp. Markbäddar kan också byggas med tätbotten, till exempel för att skydda grundvatten mot påverkan eller för att möjliggöra provtagning. En sådan benämns innesluten markbädd.
För att en filterbädd ska fungera krävs att vattnet verkligen fördelas ut över filterytan.

Ett annat sätt att sprida ut vattnet är genom pulsning vilket enklast sker med en pump. Pumpbeskickning har också fördelen att bädden kan placeras ytligt och på valfri plats på tomten. Att placera bädden ytligt har många fördelar. Med en ytligt eller upphöjd bädd erhålls större skyddsavstånd mot grundvatten och syreförsörjningen blir bättre.

I pumpbeskickade bäddar kan också öppna eller halvtäckta bäddar anläggas. Fördelen med detta är att processen lättare kan övervakas och fel rättas till. Planterade med växter kan också bädden fungera bättre för nedbrytning av organiskt material och för kväveredukton. Vanligen används öppna markbäddar för lite större anläggningar.

Med pumpbeskickning öppnas många möjligheter att sprida vattnet mer effektivt än bara genom hål i slangar. En teknik som utvecklats i Norge är att spreja ut vattnet över filterytan. Genom att vattnet kastas ut på filterytan kan betydligt grövre material användas som filtermedia. Ofta används lättklinker som är ett poröst lermaterial med stor effektiv yta.

Artificiella spridarlager och bärare av biofilm

Under senare år har olika typer av artificiella filtermaterial, så kallade kompaktfilter, blivit populära i Sverige. Tanken med dessa filter är att skapa större yta och bättre syreförsörjning för den biologiska filterprocessen. Vissa produkter, till exempel Infiltra, sägs även förbättra reningen genom att jämna ut flöden och sprida ett delvis biologiskt behandlat vatten över underliggande mark. Den mest kända produkten av kompaktfilter är Indrän som idag finns i många tusen antal anläggningar i Sverige.

Filterboxar

En nackdel med platsbyggda anläggningar som markbäddar och infiltration är att de kräver förundersökningar och entreprenörer som förstår tekniken och bygger rätt. Utvecklingen med artificiella spridarlager och förstärkningslager är ett sätt att förenkla anläggningsarbetet men också göra bäddarna mindre och mer effektiva. Ett ytterligare steg i den riktningen är att leverera helt färdiga bäddar som bara behöver kopplas in på utgående ledning. Flera olika filterboxar har också introducerats på marknaden under senare år. Bland dessa återfinns till exempel Ekobox som lanserat sin produkt under benämningen ”markbädd på burk”.

Filterboxar kan fungera bra som biologiska filter och lämpar sig därför för förslagsvis rening av BDT-vatten. De är dock mindre robusta än platsbyggda anläggningar och kräver för att klara högre krav på smittskydd och fosforrening någon form av kompletterande rening.

Reaktiva filter (fosforfällor)

Med reaktiva filter avses filter som har uppgiften att binda in fosfor. Dessa filter placeras som ett efterföljande reningssteg till exempelvis en innesluten markbädd eller en filterbox. Vattnet passerar filtermassan i mättad strömning (alla porer fyllda med vatten), i stora bäddar från sida till sida i små prefabricerade boxar nedifrån och upp. För att fosforreningen ska kunna vidmakthållas krävs att materialet regelbundet byts ut. Samtliga reaktiva filter som finns på marknaden använder (bränd) kalk för att fälla ut och fastlägga fosforn. Processen ger samtidigt en pH-höjning vilket innebär en reduktion av bakterier och virus. Förbrukat filtermaterial kan läggas ut på åkrar som kalkförbättring och fosforgödning.

Rotzonsteknik

Rotzonstekniken lanserades som en ny och ekologisk teknik för avloppsrening under 1990-talet. Till en rotzonsanläggning tillförs vattnet från ena sidan och tas ut ur den andra och hela bädden är dränkt med vatten. Det innebär att avskiljning av partiklar och kapacitet för biologisk rening är betydligt sämre än exempelvis i en markbädd där vattnet rinner i omättad strömning.

Erfarenheterna från anläggningar som byggdes under 1990-talet var också att reningen blev betydligt sämre än vid vanlig markbaserad rening. Inte sällan satte anläggningarna igen och vattnet bräddade ovanför bädden direkt till utloppet. Som ett slutsteg för fosforinbindning kan dock rotzonstekniken motiveras. Filterbädden måste då byggas upp av ett kalkbaserat material (jmfr reaktiva filter tidigare).

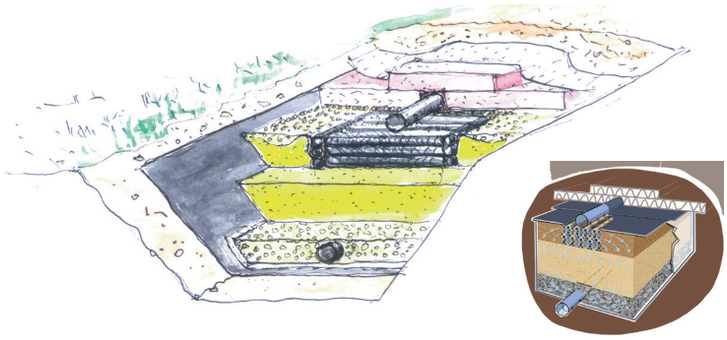
Kemisk fällning

Kemisk fällning förekommer i minireningsverk, men kan också användas som komplement till markbaserad rening. Vid kemisk fällning tillsätts ett fällningsmedel i avloppsvattnet varvid fosfor fälls ut och gelatinösa flockar bildas. Den utfällda fosforn är bunden till flockarna, vilka sedimenterar i slamavskiljaren. Fällningsmedlet bidrar också till medfällning av suspenderad substans samt adsorption av lösta ämnen. Doseringen av fällningsmedlet kan ske tidsstyrt eller kopplat till toalettspolning eller hydrofor. I och med att slammängden ökar krävs en större slamavskiljare eller frekventare slamtömning. Kemisk fällning måste kompletteras med annan rening.

Avloppsbevattning

Det finns ett antal större bevattningsanläggningar. Kända är bevattningsanläggningarna på Gotland där vattnet efter sex månaders lagring bevattnas ut på vanliga jordbruksgrödor. I Skåne på en del andra ställen finns också anläggningar där metoden används som kompletterin vid reningsverk.

I kvarteret Klosteregna i Oslo har man valt vakuumtoaletter och behandling av BDT-vatten på gården. Under lekställningen döljer sig ett sprayfilter och den nedanförliggande våtmarken är uppbyggd av ett reaktivt filter.
(Foto: Petter Jenssen, NMBU)



Olika fabrikat finns för kompaktfilter, men gemensamt för dem är att funktionen är kontrollerad och att de har utlopp på ett enda ställe. Till vänster Infiltra kompaktfilter.
(Källa: Swedenviro, Peter Ridderstolpe, WRS Uppsala AB)

Kompaktfilter, Sundby gård, Sörmland. Det fosforbindande materialet är Polonite.

Splitbox

Splitbox är en teknik under utveckling som kombinerar ventilationssystemet med avloppssystemet och husets värmesystem.

Systemet ventilerar huset, värmer huset, producerar varmvatten och renar avloppet på ett kretsloppsanpassat sätt, så att näringsämnen enkelt kan återföras som gödsel och jordförbättringsmedel till odlingsmarken.

Men systemet är tekniskt komplicerat, det kräver skötsel och underhåll.

3.3.3 Rening i odlingsinriktade system

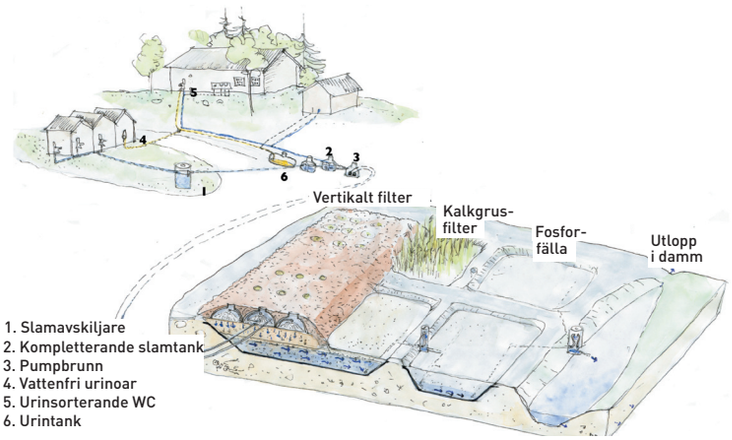
I naturen cirkulerar ämnen i olika kretslopp. I de naturliga kretsloppen finns organismer som utvecklats för att så effektivt som möjligt ta till vara energi- och materialtillgångar. Den levande jorden med dess bakterier, svampar, maskar och andra småkryp äter upp och bryter ned organiska restprodukter. Växterna som får sin energi från solen tar tillvara näringsämnen, och vatten tillför marken kol som gynnar mikroliv och porositet. Detta i sin tur ger marken en god vattenhållande förmåga och en bra syreförsörjning.

Rening i mark–växtsystem

I de markbaserade reningssystemen nyttjas markens naturliga egenskaper för att filtrera, bryta, fastlägga och omsätta föroreningar i avloppsvattnet till harmlösa restämnen. Inkluderas också växter i dessa system kan reningsprocesserna effektiviseras ytterligare samtidigt som ny värdefull biomassa kan produceras.

Även vattenmiljöer kan användas i avloppsrening men sådana system har dålig förmåga att syreförsörja reningsprocesser. I första hand används dammar och våtmarker därför som slutrening eller polering av redan (biologiskt) behandlat vatten.

I föregående avsnitt beskrivs hur avloppsvatten kan renas med markbaserad rening och att sådana system också kan förses med växter som bidrar till reningsprocessen. System där växterna utgör en avgörande roll för rening och resurshushållning benämns mark–växtsystem. Bevattningssystem är en extensiv form av mark–växtsystem där systemet utformas och belastas i första hand för produktion av biomassa.



Ett effektivt och robust system för avloppsrening är en filterbädd med inledande bädd med omättad vertikal strömning och en bädd med horisontell strömning. I detta fall drivs den biologiska reningen i ett så kallat sprayfilter och inbindningen av fosfor sker i ett reaktivt filter (fosforfälla).

Anläggningen som försörjer en större rastplats (Ångerssjöns rastplats) och en mindre restaurang är dessutom försedd med urinsorterande toaletter. Frånsett att toaletternas vattenlås har visat sig svåra att hålla öppna har systemet fungerat mycket bra.En uppföljning av de första fyra åren i drift visade att systemet reducerar 97 % av BOD, 90 % av fosfor och 65 % av kvävet. Bakterier är eliminerade till 99,9 %. Urinsorteringen bidrar till 40 % av fosfor- och kvävereduktionen.

(Källa: WRS AB, Uppsala/Peter Ridderstolpe.)

Sorption och bevattning

För sommarhus och kolonistugor finns möjlighet att bygga enkla system för att omhänderta BDT vatten som bygger på rening och bortledning i mark–växtsystem. Den gamla tekniken med ”stenkista” är det enklaste tänkbara systemet som fungerar bra så länge den inte belastas med för mycket vatten. Ett mer utvecklat system för rening och bortledning av BDT-vatten via mark och växter är teknik med så kallade mullfilter som bygger på kompostfiltrering och resorption.

Slamavskilt eller filtrerat BDT-vatten kan användas för bevattning i eget växthus. För att undvika lukt bör vattnet spridas ut markytan, exempelvis i ett lager med makadam överlagrat med torv eller flis.

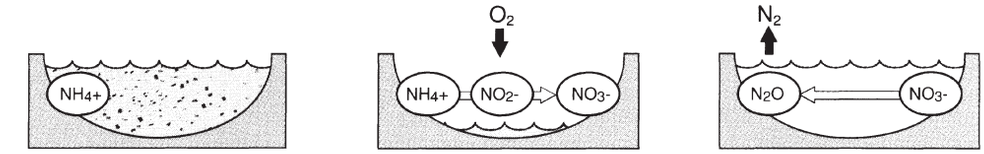
Bevattning med avloppsvatten förser växterna med det vatten och den näring de behöver, samtidigt som avloppsvattnet renas. Ett problem är att växtsäsongen är begränsad i Sverige medan avloppsvatten bildas hela tiden. Lösningen kan vara att lagra avloppsvattnet i en damm över vinterhalvåret för att sedan använda till bevattning under sommarhalvåret. Eftersom man är orolig för smittämnen rekommenderas att fördela ut vattnet via ledningar på mark under lågt tryck, och i givor som snabbt sugs upp av jorden. Både för att utestänga människor och djur är det bra att förse fältet med staket.

Torra våtmarker (översilning, överdämningskärr och pulskärr)

Ett sätt att möjliggöra en god spridning av vattnet över en yta och samtidigt underlätta syreförsörjning för biologiska processer är att pulsa ut vattnet. Tekniker för detta har i avsnittet markbaserad rening beskrivits för små system. I större anläggningar kan liknande tekniker användas.

Våtmarken i Oxelösund som var den första storskaliga våtmarken för kväverening i Sverige, använder sig av tekniken med att fylla och tömma grunda dammar, benämnda överdämningskärr.

Med denna enkla och innovativa teknik drevs under många år hela den biologiska processen,



Avloppsvattnet innehåller kväve i form av ammonium. När våtmarken fylls fastnar ammoniet på markpartiklar och växtdelar.

När våtmarken töms på vatten tillförs syre från luften och ammoniet omvandlas till nitrat (nitrifikation).

När våtmarken återigen fyllts med vatten uppstår syrebrist. De nedbrytande bakterierna använder då nitrat istället för syrgas när de andas. På så sätt omvandlas växtnäringskvävet till vanligt luftkväve (denitrifikation).

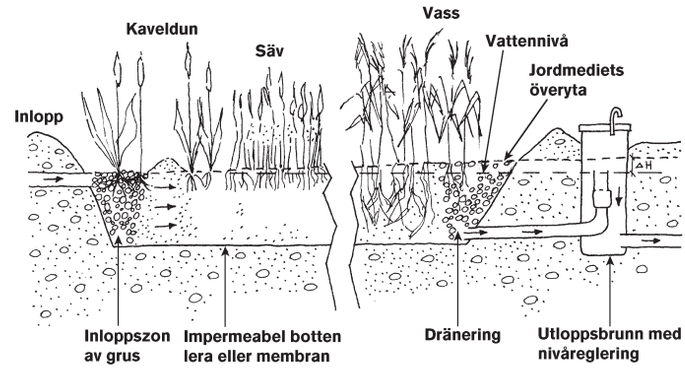
Konstgjord våtmark i Oxelösund, som bildar det sista steget på Oxelösunds avloppsreningsverk. Här reduceras kväve samtidigt som man har fått en vacker våtmarkspark med rikt fågelliv.
(Illustration: Fritz Ridderstolpe)

inklusive mineralisering av BOD, nitrifikation och denitrifikation av kväve. Andra kända spillvattenvåtmarker som byggts med liknade teknik är våtmarkerna i Nynäshamn och Trosa kommuner. I de senare anläggningarna byggdes den torra våtmarken som en översilningsyta.

Reningsdammar

Dammar kan användas för rening av avloppsvatten. Reningen sker genom att slam sedimenterar på dammens botten och genom att mikroorganismer i dammen bryter ner föroreningar. Genom luftning av vattnet ökar mängden syre och då sker nitrifikation. Kväve i form av ammonium omvandlas då av växterna till nitrat.

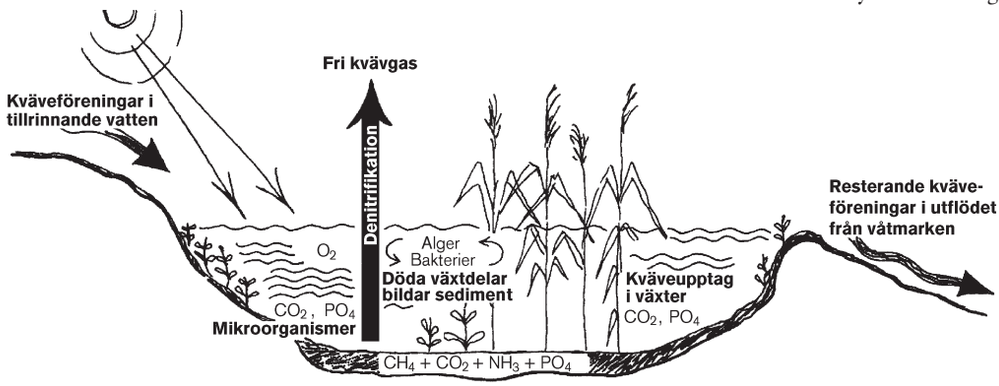
I syrefattigare delar av dammen sker denitrifikation varvid kväve avgår som kvävgas till luften. Vattenväxter bidrar till reningen genom att ta upp näringsämnen och stimulera mikroorganismernas liv. En rad dammar kan kopplas till varandra, vattnet blir då allt renare för varje damm.



Rotzon med horisontell vattenströmning.

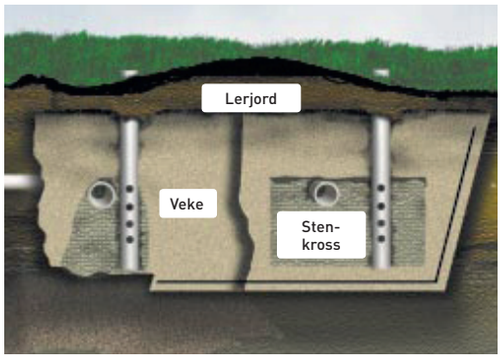
Våtmarker och dammar

Vattenfyllda system är visserligen enkla bygga men fungerar dåligt som biologiska filter, det vill säga för nedbrytning av organiskt material. Det beror på att gasutbytet i en vattenmiljö går oerhört mycket långsammare än i en landmiljö. För att en våtmark eller damm inte ska drabbas av syrebrist, lukt och förgiftning krävs därför att vattnet endera först renas biologiskt (exempelvis i en markbädd) alternativ att dammen belastas mycket försiktigt.

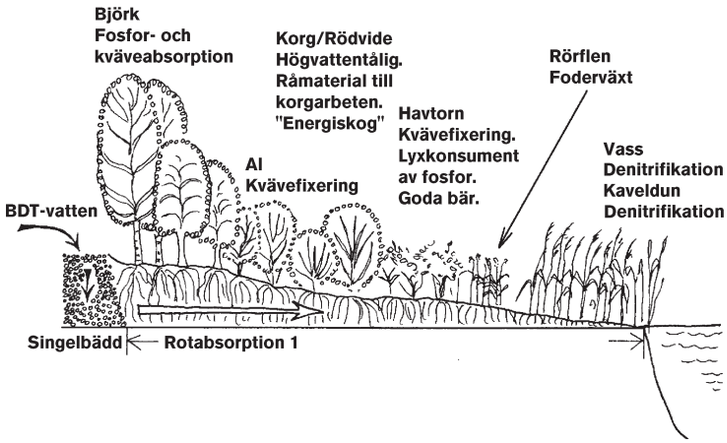


Så här fungerar en damm vid rening av avlopp.

Pilodling.
I Danmark är det vanligt att rena avlopp med hjälp av pil. Lösningen tar dock en del yta i anspråk. Man gräver gropar som är täta i bottnarna. Groparna fylls med jord. Pilar sätts och vattnas med avloppsvatten, via slamavskiljare, som leds ut under mark. Pilarna tar upp näring. Vätska sugs upp i löven. Pilarna skördas och eldas upp.



Rotzoner i genomskärning. Från jorden sker avdunstning och från växterna utdunstning. Avloppsanläggning med pilodling ser i princip ut på detta sättet, men växterna är högre och rotsystemen större. (Källa: www.ossf.tamu.edu)



Detalj av anläggning där vertikal filtrering kombineras med horisontell för att rena BDT-vatten till god ytvattenkvalitet. De olika växtarterna är valda för att tjäna flera olika syften i det uppbyggda ekosystemet. (Källa: Folke Günther)

Två exempel på rotzoner och dammanläggningar i kombination.

Rotzoner (horisontalfilter) är koncentrerade, konstgjorda våtmarker utan fria vattenytor. De består av vattenväxter i sandbädd. Processbiokemin är densamma som i våtmarker. Vattenväxternas funktion är framförallt att isolera bädden men anses också gynna den biologiska nedbrytningen av organiska föroreningar. Vattennivån regleras med utloppsbrunn, som bör ligga under jordytan för att undvika lukt. Avloppsvattnet kan föras in i ena ändan på rotzonen och tas ut i den andra (horisontell rotzon), eller föras in på ytan och tas ut i botten på rotzonen (vertikal rotzon).

Rotzonsanläggningar kan utformas för fosforrening. För att detta ska fungera krävs att vattnet först genomgått en högradig biologisk rening och att filtermaterialet har fosforbindande egenskaper. Rotzonesanläggningar uppbyggda av reaktivt material benämns ibland som Constructed wetlands(se ovan reaktiva filter)

Näringsämnen som binds i bottenbädd och växter kan föras tillbaka till odlingsmarkerna genom att bottenmaterialet byts ut och läggs på åkrarna, och genom skörd och kompostering av rotzonsväxterna.

Kärr och dammar

Kärr är grunda dammar med mycket vegetation. De fungerar bra som efterbehandling av spillvatten till exempel för denitrifikation av kväve. De kan också användas som extra skyddsbarriär innan utsläpp, exempelvis för att minska risk för smittspridning. De reningsprocesser man vill uppnå i en damm är framförallt uppehållstid för sedimentation av partiklar.

Odling av vass i vassbäddar i staden Culemburg i Holland. Före skörd (ovan) och efter skörd (nedan).

Akvaponik

Akvaponik är vattenbruk där uppfödning av vattendjur i kar (akvakultur) kombineras med odling av vattenväxter (hydroponik). Idén är att avlopp kan renas med samtidig produktion av värme, biomassa, fisk- och kräftdjur. Utveckling har skett i USA (New Alchemist Institute), och i Danmark (Thy, Kolding, Grynebakken). I Sverige har ett antal test/forskningsanläggningar byggts , bland annat vid Stensunds folkhögskola, Trosa, och på Överjärva gård, Solna. Anläggningar i Norden har dock varit dyra och svårskötta. Ny akvaponikforskning bedrivs vid KTH Haninge.

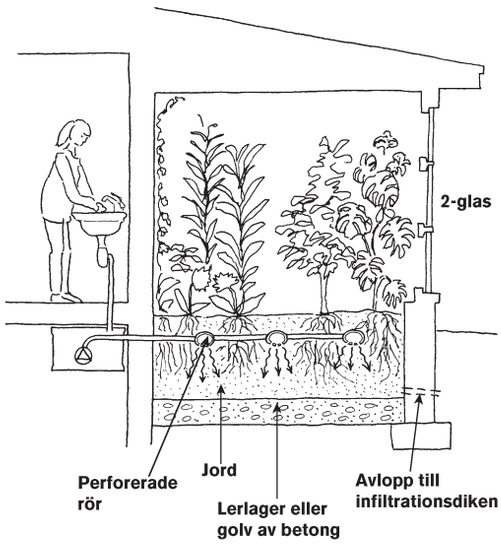
Hydrofonisk odling

Act Natural™ är ett system för rening av enskilda avlopp. Inga fällningskemikalier används och slamproduktionen är liten. Denna naturlika process är framtagen för att vara robust och lättskött med låga driftskostnader.

För att möjliggöra avskiljning av fosfor finns ett tillval med ett naturligt fosforadsorberande kalkmaterial: Polonite®. När filtermaterialet är mättat med fosfor kan det, liksom andra reaktiva filtermaterial, spridas på åkermark i närheten.

Mullfilter för rening av bad-, disk- och tvättvatten (gråvatten), innan vattnet infiltreras i marken.

(Illustration: Peter Ridderstolpe, Water Revival Systems)

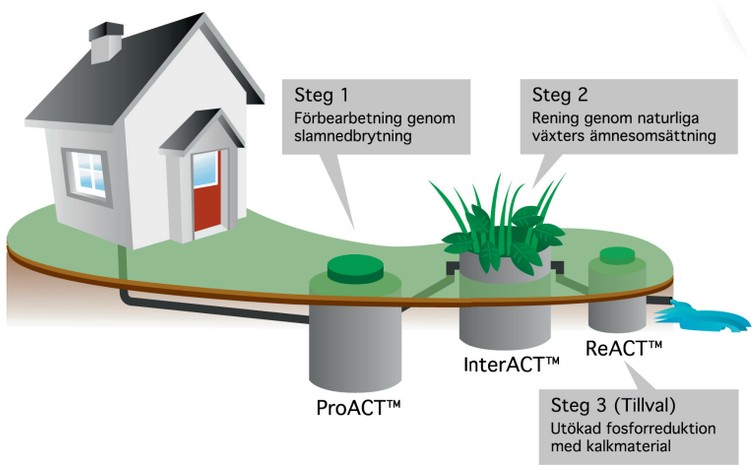


BDT-vatten kan renas, efter slamavskiljning, i växthus som byggts ihop med en byggnad. Det kan ske under större delen av året eftersom växthuset och spillvärmen från hus och avlopp förlänger växtsäsongen.

Rening av avlopp genom översilning i Kungslena, Västergötland.

Alnarp Cleanwater System i sammanfattning (t h) och bild på hur det kan se ut i verkligheten (ovan).

(Källa: www.alnarpcleanwater.se/)



3.3.4 Näringsåterföring

För att använda avloppsvatten eller dess fraktioner för odling krävs en behandling för att det ska anses vara hygieniskt acceptabelt. Det finns olika metoder för hygienisering. De flesta bygger på kombination av lagring (skapa uppehållstid), temperaturhöjning (till exempel kompostering) och pH-justering (till exempel ureabehandling).

Samarbete med bönder

För att skapa avloppssystem i kretslopp måste samarbete och utveckling ske tillsammans med bönderna. Först och främst måste avloppsslammet vara så rent att inte odlingsmarker förstörs, spridningsmetoder måste utvecklas där kväveavgång och lukt minskas, och gödslingsmetoder (på vilka grödor, under vilken tid, på vilket sätt) anpassas så att smittspridning och kväveläckage minimeras. Avlopp bör spridas i början av grödans livscykel när mest näring tas upp. Avloppsvätskan sprids via bevattning, resorption (bevattning under markytan via ledningar) eller på marken, till exempel med släpslangar eller genom nedmyllning.

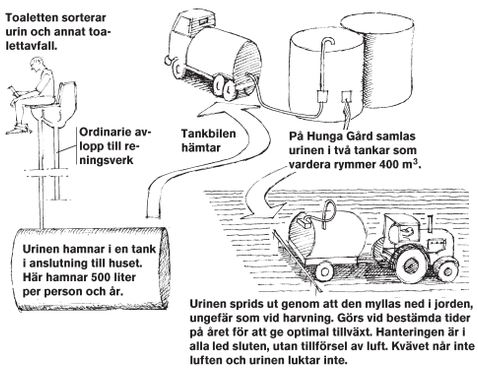
Biodynamiska odlare anser att föda för människor inte ska gödslas med avlopp från människor, utan det ska finnas en eller flera cykler emellan.

Det finns stora skillnader mellan olika slam. Avvattnat slam är till exempel mer näringsfattigt än våtslam. I ett kemiskt fällt slam ligger fosforn till stor del oåtkomlig för växterna. Ett slam som producerats från en Bio P-process (där bakterier binder in fosfor) är mer lättillgängligt för växter.

Södertäljemodellen

Södertäljemodellen är bra för både miljön och fastighetsägare. Den innebär bland annat:

- Minimering av utsläpp av näringsämnen
- 90 % av fosforn och kvävet till kretslopp
- Bra från hälsoskyddssynpunkt
- Eventuell transportminskning
- Spar dricksvatten (max 0,6 l vatten per spolning)
- Låga driftkostnader
- Robust anläggning
- Slippa ledning till allmänt VA med särtaxa.



Frå toa till limpa på en gård i Trosa. Omhändertagande av sorterat avlopp består av flera delar: transport, lagring, hygienisering och spridning. Det handlar om att finna lämpliga metoder för de olika delarna i hanteringen.

(Källa: DN 950511)

Näringsåterföring via släpslangar.

(Foto: Ebba af Petersens, WRS)

Våtkompostering & ureahygienisering

Enskilda avlopp i kretslopp med en kombinerad anläggning för våtkompostering och ureahygienisering har utvecklats i ”Södertäljemodellen”. Efter förlagring av toalettvatten i sluten tank hämtas det med tankbil. Urea tillsätts och materialet våtkomposteras. Sedan efterlagras det före spridning på åkermark. Det finns flera fördelar med denna kombination av tekniker, bland annat att: Substrat med lägre TS-halt (torrsubstans) kan behandlas, eventuellt utan inblandning av tilläggssubstrat. Behandlingstiden kan förkortas jämfört med ureahygienisering. Koncentrationen urea som behöver tillsättas är mindre eftersom processen även innebär styrning av temperatur. Våtkompostreaktorn behöver inte uppnå 55 °C (krävs annars för våtkompost). BDT-vatten renas för sig nära källan.

Slamhantering

Slam från enskilda hushåll är oftast renare än slam från stora reningsverk. Trekammarbrunnsslam innehåller dock mycket föroreningar och bör inte användas inom lantbruket. BDT- slam är ett mindre smittfarligt slam än slam från blandat avloppsvatten. Det innehåller mest lätt nedbrytbara ämnen och kan mineraliseras till en liten slamrest. Kemfällt slam har högt fosforinnehåll. Eftersom fosforn är kemiskt bunden är man osäker på växttillgängligheten och näringsinnehållet är obalanserat på grund av lågt kväve- och kaliuminnehåll. Genom slamdebatten har kemslam fått ett dåligt rykte.

Vanligtvis sker slamsugning av slamavskiljare varefter slammet körs till kommunala reningsverk, men det finns även metoder för lokal slamhantering. Man pumpar upp slam från slamavskiljaren till en behållare (till exempel ”Kaggen”). I denna finns ett filter som fungerar som ett stort ”melitta-filter”. I filtret avvattnas slammet och får sedan ligga kvar i filtret i behållaren för efterkomposteringen. Det finns minireningsverk där avvattnat slam samlas upp och lätt kan lyftas ut och komposteras. Slam kan också avvattnas och mineraliseras (komposteras) i en filterbädd. Sådana system kan förses med växter och kallas då vassbäddar.

Stora mängder avloppsslam, bland annat från Sveriges största reningsverk, Henriksdal i Stockholm, sprids sedan mer än tio år kring Bolidens gruvor i Aitik, Gällivare. Detta för att gräs på mark som har påverkats av gruvbrytningen ska kunna växa. En del forskare anser att näringsinnehållet riskerar att övergöda naturen runt omkring.

Gödsling med slam

Att återföra slam i kretsloppen är inte helt enkelt. Det pågår mycket forskning och försök vid lantbruksuniversiteten om vilka grödor som kan gödslas och när gödsling bör ske i odlingscykeln. Man undersöker även gödsling av energiodlingar och skogsmark. Ett sätt att minska risken för överföring av skadliga ämnen är att gödsla något som blir gröngödsel, till exempel brännnässlor eller baljväxter som i sin tur kan komposteras. Gröngödsel plöjs ner eller komposteras i en kompost för att bli till växtnäring.

Förbränning av slam

På vissa orter är slammet så förorenat att det innebär ett miljöproblem, till exempel i Falutrakten där läckage från gruvor och slagghögar för ut tungmetaller i vattnen. På sådana platser kan slammet deponeras under säkra förhållanden, till exempel i bergrum. Det utvecklas idag metoder för att bränna slam, utvinna näringsämnen och deponera giftig aska. Uppfinnare arbetar också med olika reningsprocesser för förorenat slam, till exempel med kalciumhydroxid för att lösa ut tungmetaller. Metoderna är dyra, men kanske nödvändiga.

Fekaliehantering

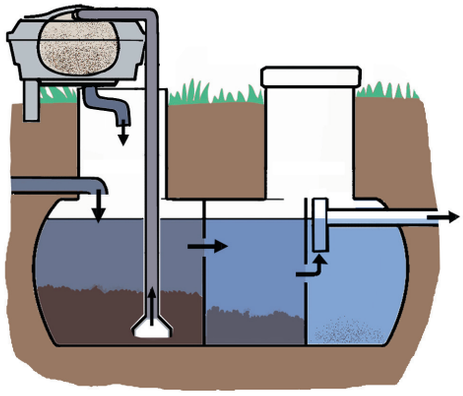
Latrin från torrtoaletter ska efterkomposteras i särskilda latrinkomposter. En sådan har två fack med luftgenomsläppliga sidor och regntätt lock. Botten utgörs av ett kar av vattentät betong eller plast så att inte infekterat lakvatten går ut i grundvattnet. I detta kan man ta hand om sin latrin själv. Man fyller ett fack medan det andra står och efterkomposteras. Processen tar minst sex månader.

Urinhantering

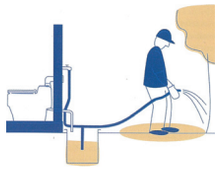
Urin är näringsrikt och har en för växter balanserad näring. Urin kan återföras till odlad mark eftersom den innehåller lite föroreningar och hygienisk risk bedöms vara liten. Lantbrukets existerande utrustning kan användas för spridning. Urinen kan lagras och hygieniseras i nedgrävd oventilerad tank så att den hålls kyld av jorden. Eftersom urinen i sig är antiseptisk sker en hygienisering vid lagring. Näringsämnena bibehålls och det sker nästan ingen kväveavgång. Tanken bör vara så stor att den bara behöver tömmas ett par gånger om året.

Urinen måste ofta mellanlagras eftersom den ska finnas tillgänglig i större lager för bönderna i god tid före spridning. För enskilda anläggningar kan närsaltlösningen nyttjas i den egna trädgården eller för skogsgödsling. Lösningen behöver spädas rejält. Sprid inte urin på sådant som ska ätas snart, dels för att kvävet inte gör någon nytta i den fasen, dels om det skulle finnas några bakterier och virus kvar.

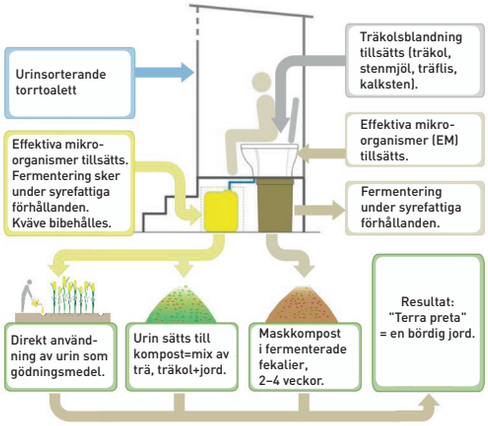
Biovacs minireningsverk har som sista steg torrslamtunnor där slammet indunstar. Ingen slamtömning behövs.
(Foto: Maria Block)



En slampump suger upp slammet till en filterenhet placerad ovanför brunnen. Genom gravitation urvattnas slammet. Därefter läggs den på kompost. Man slipper på så vis blanda slammet med annat i ett centralt reningsverk. (Illustration: Ingela Jondell)



En ejektortank för uppsamling av urin kan lätt anslutas till bevattningsslangen för gödsling av odlingarna.
(Källa: Separett AB)

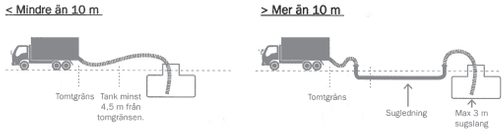


En Terra Preta anläggning. Här omvandlas komposterbart avfall till en bördig jord. Avfallet blandas med biokol, stenmjöl och bakteriekulturer innan det fermenteras i en anaerob mjölksyrningsprocess. Komposten med trä består av 80 % finfördelat trä, 10 % malen träkol och 10 % jord. Denna teknik är under utveckling framför allt i Tyskland men finns inte prövad i Sverige. Se även avsnittet Grönska och odling.

Latrinkompost av plast med ventilation.

Lagringstankar för humanurin vid Bornsjön, försöksanläggning påbörjad1996 som skötts av Stockholm Vatten. Tankarna fylls från tankbil genom självfall, de är tre till antalet och rymmer 150 m³ vardera.

Tankarna är placerade nära åkrar där urinen sprids med matarslang till vårkorn för användning som foder. (Foto: Maria Block)



Fastighetsägaren ansvarar för att det är maximalt 10 m till tankarna från tankbilen. Om avståndet är längre än så kan en "sugledning" anläggas fram till tanken/tankarna. (Källa: www.wostman.se)

Svartvatten

Avloppsanläggning på Hölö som fungerar enligt Södertälje-modellen. Modellen går ut på att få näring från enskilda avlopp att gå i kretslopp utan att orsaka övergödning i lokala vattendrag och Östersjö-området. Anläggningen behandlar 1 500 m³ toalettvatten från 500–700 hushåll per år. Toalettvattnet våtkomposteras och får ureatillsats, vilket höjer pH-värdet och leder till att bakterier dör. Provtagningar görs för att se om gödslet lever upp till de krav som finns inför spridning på åkermark.

(Se vidare www.telge.se / Vatten--avlopp)

Svartvatten består av fekalier, urin och lite spolvatten, det är näringsrikt och har ett för växterna välbalanserat näringsinnehåll. Idag finns olika metoder att hygienisera svartvatten: 1) I våtreaktor, blandat med avfall från livsmedel, eller livsmedelsindustri. 2) Man tillsätter urea, vilket gör att det bildas så mycket ammoniak i processen att det sker en hygienisering. 3) Latrinkompost (gäller mest torrtoaletter).

I framtiden kan också teknik komma där svartvatten rötas i biogasreaktorer.

Konventionell lantbruksteknik fungerar vid spridning.

Våtreaktor

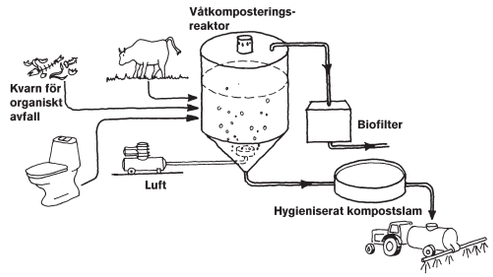
Skillnaden mellan en biogasanläggning och en våtreaktor är att biogasprocessen försiggår anaerobt (utan tillgång eller med lite tillgång på syre) medan våtreaktorn har en snabb aerob process (med tillgång till syre).

I våtreaktorn sker en kompostering, det vill säga nedbrytning sker i syresatt miljö. Systemet är billigt i förhållande till biogasanläggningar. Inblandning av annat avfall (livsmedel) gör att blandningen får bättre konsistens för behandling och att mindre mängd energi behöver tillsättas.

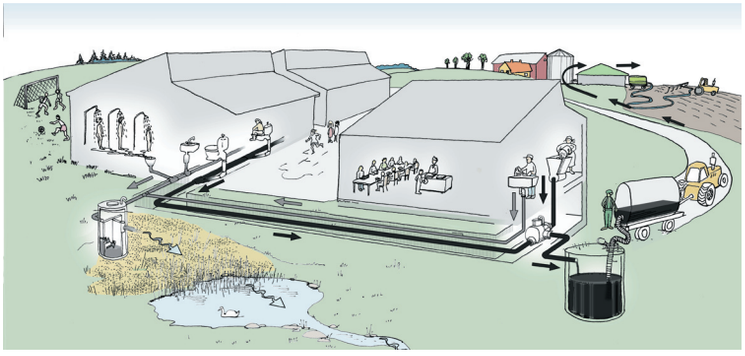
Biogasanläggningar

Biogas bildas då organiskt material bryts ner av mikroorganismer i anaerob miljö. Processen ger tre nyttigheter: gödsel, energirik gas och hygienisering av det rötade materialet.

Biogasprocessen kan användas för att behandla organiskt avfall. Det kan vara svartvatten från avloppsanläggningar, gödsel från jordbruket, komposterbart avfall från hushåll och restprodukter från livsmedelsindustri, samt reningsverkens avloppsslam. Se även avsnitt 2-4 Avfall.

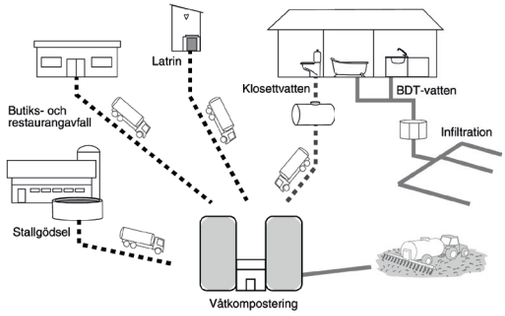


Vid Ås lantbrukshögskola utanför Oslo har man byggt elevbostäder med sorterande avloppssystem. Tysta lågvakuumtoaletter ger ett koncentrerat svartvatten. Svartvattnet leds till en våtkomposteringsreaktor och det våtkomposterade materialet används sedan i jordbruket.



Svartvattensystem som det fungerar vid Tegelviksskolan i Kvicksund utanför Eskilstuna.

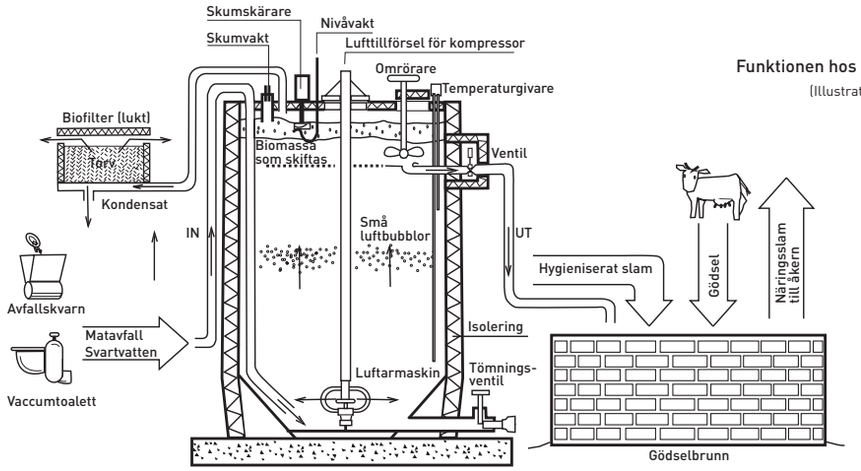
(Illustration: Leif Kindgren)



Övergripande systembeskrivning av ett våtkomposteringssystem i Norrtälje kommun.

(Källa: JTI-rapport, Kretslopp & Avfall 38, Våtkompostering för kretsloppsanpassning av enskilda avlopp i Norrtälje kommun, 2007)

Bondgård nära Tegelviksskolan i Kvicksund. Den svarta tanken är en våtkompostreaktor.



Funktionen hos en våtreaktor.

(Illustration: Leif Kindgren)

För att öka mängden torrsubstans i avloppssystemen kan organiskt hushållsavfall tillföras via avfallskvarnar. I biogasanläggningar i jordbruket kan energigrödor tillföras. Hygieniseringen är mycket effektiv. I stort sett alla patogena mikroorganismer slås ut vid behandlingen.

Rötningen sker i slutna behållare vid 35–40 °C (mezofil behandling), eller vid 50–60 °C (termofil behandling). Temperaturen i biogaskammaren bör vara jämn och stabil, pH-värdet bör vara neutralt och näringsbalansen C/N (kol/kväve) tillfredställande. Ingående blandning bör innehålla minst 65 % vatten. Uppehållstiden i rötkammaren är cirka 15–30 dygn.

Biogas används mest i större skala eftersom investeringarna är höga och det krävs driftkunnig personal.

Biogasen innehåller vanligen 55–65 volymprocent metan, 30–40 volymprocent koldioxid och i övrigt vatten, samt små mängder svavelväte och ammoniak. Gasen är energirik eftersom metan har ett bränslevärde på 50 MJ/kg eller 18–22 MJ/m^3. Översatt i andra termer kan grovt sägas att 1 m^3 biogas med ovannämnda sammansättning motsvarar 0,5 l olja. Biogas kan användas på många sätt i samhället (se nästa sida).

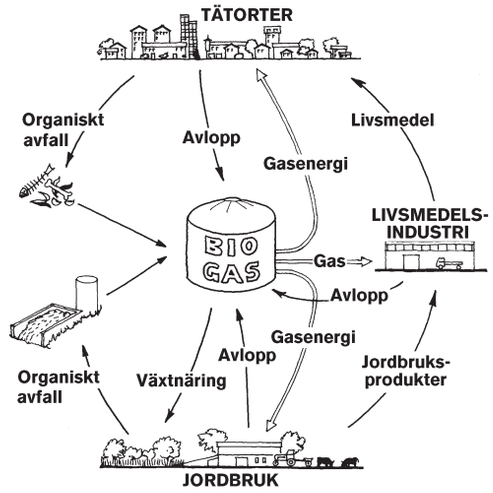
Rötresten kallas biogödsel eller rötslam (från avloppsreningsverk). Den avvattnas till cirka 35 % torrsubstanshalt. Genom att alla närsalter och spårämnen finns kvar har restprodukten ofta ett utmärkt gödselvärde. Detta förstärks av att humusämnen och annat biologiskt material återfinns i restprodukten. Dessutom är det luktfritt. Rötslammet kan komposteras tillsammans med annat organiskt material.

En viktig förutsättning för att slammet ska kunna användas som jordförbättringsmedel är att tungmetaller och andra gifter inte tillförs med ingående material. I sådana fall används det vid vägbyggen, golfbanor, täckmaterial (deponi) etc.

Restvattnet återanvänds till uppblötning av ingående material. Det vatten som inte kommer till användning leds till reningsverk. Restvattnet kan även användas som flytgödsel.

Potentialen för biogas är cirka 15 TWh i Sverige, detta genom att använda tillgängliga avfallsprodukter från avloppsreningsverk, hushåll, industri och jordbruk. Avfall från jordbruk är den största av dessa källor. Användningen av biogasteknik minskar mängden avgiven koldioxid, vilken annars uppstår då organiskt avfall bryts ner.

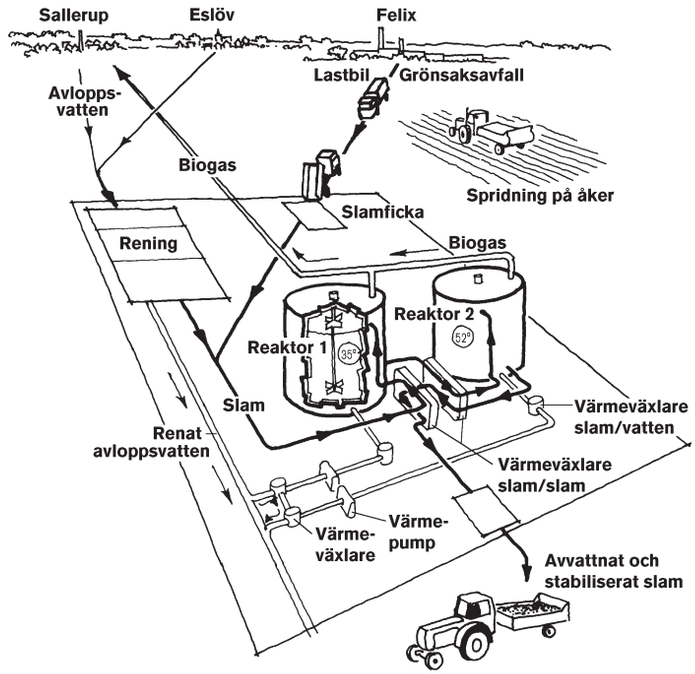
Vid utnyttjande av speciella energigrödor skulle energipotentialen utökas högst väsentligt. Om 500 000 ha åkermark används för biogasgrödor, skulle biogas motsvarande 10–30 TWh/år kunna utvinnas.



Till en biogasanläggning kan alla typer av organiskt avfall föras. Ut får man en energirik biogas (metangas) och ett näringsrikt gödsel.

En konstnärligt formgiven biogasanläggning, Ryaverken i Göteborg.

(Källa: Svenskt Gastekniskt Center)



Biogasanläggning i Skåne. Den tar hand om organiskt avfall från Felix livsmedelsindustri och avloppsslam ur avloppsvattnet från Salerup och Eslöv. Anläggningen värmer 700 hus och ger bränsle till 1 000 mil för 80 bilar på ett år.

3.3 Produktion och användning av biogas

ANLÄGGNINGSTYP	ANTAL	GWH/ÅR
Avloppsreningsverk	135	660
Deponier/bioceller	55	254*
Industriella avlopp	5	121
Samrötning avfall	21	507
Lantbruk	26	47
Totalt	**242**	**1 589**

*Uppsamlad energimängd. Produktion ej mätbar.

Biogasanläggningar och gasproduktion i Sverige 2012.
(Källa: Energimyndigheten och Biogasportalen)

Kommunala reningsverk

En vanlig användning av biogas i Sverige har varit slamstabilisering i kommunala reningsverk. Gasen nyttjas i motorer till småskalig kraftvärmeproduktion. En tredjedel av energin levereras som el, resten som värme. Reningsverket kan på så vis vara helt självförsörjande när det gäller energi. Rötslam från avloppsreningsverk är ofta mindre lämpligt som gödsel på grund av tungmetallinnehåll med mera.

Spillvatten från industrier

Biogasproduktion av spillvatten förekommer vid industrier som sockerbruk, brännerier och pappersbruk. Det primära målet är att åstadkomma en höggradig rening av koncentrerat spillvatten även om energiutvinningen spelar en viss roll.

Organiskt avfall

Källsorterat organiskt avfall från hushåll, restauranger och industrier kan behandlas i biogasanläggningar för att få ett biogödsel avsett för jordbruket. Det kan sambehandlas med avloppsslam för ökad gasproduktion. Källsorterat hushållsavfall kan rötas för att få ett jordförbättringsmedel med ett bredare användningsområde. Energigrödor kan utgöra utmärkta råvaror för biogasframställning. I biogasproducerande samrötningsanläggningar rötas olika sorters insamlat organiskt material. Det kan handla om slakteriavfall, gödsel, källsorterat matavfall och energigrödor – dock ej avloppsslam.

Deponigas

Spontant bildad gas i deponier samlas upp av miljöskäl, för att öka säkerheten och för att ta vara på energin.

Jordbruket

Tendensen i jordbruket har gått i riktning mot gemensamma anläggningar där 15–20 jordbrukare går samman om att leverera djurgödsel och annat rötbart material till en stor gemensam biogasanläggning, vilken producerar och levererar ström och värme till områdets invånare via el- och fjärrvärmenätet.

Avloppshantering

Biogasanläggningar som tar hand om komposterbart avfall och avloppet från toaletter är ett bra sätt att föra städernas biologiska avfall tillbaka i kretslopp. Biogasanläggningar blir lönsammare i större skala (bör vara för minst 200 personer).

Kombinerade anläggningar

Med biogasanläggningar kan kommuner försörja delar av samhället med värme och el ifrån kraftärmeanläggningar, samt producera bränsle till bussar. Bönderna uppmuntras att odla vall till biogasframställning och på så sätt bevaras det öppna odlingslandskapet. Även sorterat hushållsavfall och slam från avloppsnätet kan gå till biogasanläggningen.

Fordonsgas, drivmedel

Användningen av fordondgas växer snabbt. Biogasen måste då vara renad och uppgraderad till en hög metanhalt. Man kan även tillverka flytande biogas (LBG), vilken är lätt att transportera.

Produkter

Metan ur biogas kan användas som råvara vid tillverkning exempelvis av plaster, möbler, målarfärg, djurfoder och smörjoljor.

Svenska stamnätet

Västsveriges stamnät för gas har tidigare endast levererat fossil naturgas. Från och med 2014 leder verket i Jordberga, Skåne, biogas genom det befintliga stamnätet för leverans till Skånetrafikens stadsbussar i tio städer.

En av de största biogasanläggningen i Europa är den i Helsingör, Danmark. Där behandlas 20 000 ton avfall om året från 70 000 hushåll. De 3 miljoner m^3 gas som produceras kan värma 700–800 enfamiljshus per år.