



Sveriges
lantbruksuniversitet

Enskilda avlopp i väntan på kommunal anslutning

On-site sewage systems while waiting for
municipal wastewater

Anders Håkansson

REFERAT

Enskilda avlopp i väntan på kommunal anslutning

Anders Håkansson

Undermåliga enskilda avlopp i Östersjöns närområden bidrar till både övergödning och förorening av havsvattnet. En av orsakerna är att sommarstugeområden i allt högre grad övergår till åretruntboende. Denna successiva förändring, skapar så kallade omvandlingsområden, med i många fall otillräckliga avloppssystem. I takt med att fler väljer att bosätta sig permanent i dessa områden ökar belastningen på avloppen och därmed risken för läckage och föroreningar.

Ett sätt att minska utsläppen är att bygga ut det kommunala avloppsledningsnätet till omvandlingsområdena. Problemet är att det kan ta 5 – 10 år från planering av utbyggnad fram tills inkoppling av kommunalt avlopp kan ske på berörda fastigheter. Under den tiden behövs tillfälliga avloppssystem som kan användas som övergångslösningar, ersätta bristfälliga enskilda avlopp och förbättra miljön. Syftet med projektet var att jämföra olika tänkbara tillfälliga avloppssystem med avseende på utsläpp, möjligt kretslopp, energianvändning, ekonomi och juridik. Målet var att hitta ett eller flera alternativ som var lämpliga som tillfälliga avloppssystem.

Metodiken som användes var en form av livscykelanalys (LCA), kostnadsanalys samt studier av lagar och tidigare domar i liknande fall från miljööverdomstolen. VeVa-verktyget användes för miljösystemanalysen och kostnadsanalysen. VeVa står för ”Verktyg för hållbarhetsbedömning av VA-system i omvandlingsområden” och är ett Excelbaserat verktyg. Resultaten pekade på att urinsorterande torrtoalett med bad, disk och tvättvatten (BDT-vatten) till kompaktfiler och minireningsverk för 25 personekvivalenter (pe) blev de minst kostsamma systemen. Urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler visade sig kunna återföra både fosfor och kväve till odlingsbar mark i hög grad och släppa ut minst fosfor och kväve av de analyserade systemen. Slutsatsen var att urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler var lämpligt som tillfälligt avloppssystem. Även minireningsverk för 25 pe visade sig lämpligt ekonomiskt och energimässigt om ledningsdragningen kunde hållas kort och samma ledningar användas efter utbyggnad av kommunalt avlopp.

Nyckelord: Tillfälliga avloppssystem, omvandlingsområde, miljösystemanalys, VeVa

*Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet,
Ulls väg 30 A, SE-756 51 Uppsala, Sverige
ISSN 1401-5765*

ABSTRACT

On-site sewage systems while waiting for municipal wastewater

Anders Håkansson

Substandard on-site sewage systems in coastal areas contribute to eutrophication and pollution of the Baltic Sea. So-called transition areas often have problems with inadequate sewage systems. A transition area is an area that has a changing character from predominantly summer cottages to more permanent housing. One way to reduce discharges is to extend the municipal sewer network to the transition areas. The problem is that it can take 5 - 10 years from the planning of the establishment until the transition to municipal wastewater can be done on the property. During that time, temporary sewage systems need to replace sub-standard on-site systems to reduce the impact on the environment. The project aimed to compare different possible temporary sewage system with respect to emissions and possible recycling, energy use, economic and legal aspects. The goal was to find one or more options that were suitable as temporary sewage systems.

The methodology used was LCA, which is a form of environmental systems analysis, cost analysis as well as a review of previous judgments of similar cases from the Environmental Court. The VeVa-tool was used for environmental systems analysis and cost analysis. VeVa is short for "Tool for sustainability assessment of wastewater systems in transition areas" and is an Excel-based tool. The result suggests that urine-diverting dry toilets with greywater to compact filters and a small scale sewage treatment plant for 25 person equivalent (pe) were the cheapest systems. Urine-diverting dry toilets with greywater treated in a compact filter proved to be the best system to enable high recycling of phosphorous and nitrogen to arable land combined with the greatest reduction of discharge of phosphorous, nitrogen and BOD7. It was concluded that urine-diverting dry toilet with greywater treated in a compact filter was suitable as a temporary sewer system. The small-scale treatment plant for 25 pe is also an economically and viable system as the piping system could be kept short and the same pipes could be used when switching to municipal sewage.

Key words: Temporary sewage systems, transitions areas, environmental systems analysis, VeVa

*Department of energy and technology, Swedish university of agricultural sciences,
Ulls väg 30 A, SE-756 51 Uppsala, Sweden
ISSN 1401-5765*

FÖRORD

Examensarbetet har initierats av CIT Urban Water Management AB tillsammans med Norrtälje kommun.

Handledare var Erik Kärrman, VD på CIT Urban Water Management AB.

Ämnesgranskare för arbetet var Håkan Jönsson, institutionen för energi och teknik, SLU Uppsala och examinator Allan Rodhe, Uppsala universitet.

Tack till Erik Kärrman för kommentarer och svar under arbetets gång, till Håkan Jönsson för tips under rapportskrivningen. Tack även till Frida Pettersson på Urban Water för en bra introduktion till VeVa-verktyget, till Jane Hjelmqvist för hjälp med juridiken och till Malin Denninger på Norrtälje kommun för snabba svar. Ett tack riktas också till Avloppsguiden och Aquatron för tillåtelse att använda bilder från respektive hemsida.

Anders Håkansson

Uppsala, september 2011

Copyright © Anders Håkansson och Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet

UPTEC W11023, ISSN 1401-5765

Tryckt hos Institutionen för geovetenskaper, Geotryckeriet, Uppsala Universitet, Uppsala, 2011

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Enskilda avlopp i väntan på kommunal anslutning

Östersjön lider av övergödning och giftiga ämnen orsakade av främst mänskliga utsläpp från till exempel avlopp och jordbruk. Ämnen som bidrar till övergödning, vilket i förlängningen kan leda till algblooming och döda bottenar, är fosfor och kväve. En stor källa till utsläpp av fosfor och kväve är undermåliga enskilda avlopp längs kusterna. Enskilda avlopp är oftast belägna utanför det kommunala avloppsnätet och reningen sker antingen för varje enskild fastighet eller genom ett samarbete mellan fastigheter, kallat gemensamhetssystem. Områden som ofta har problem med undermåliga enskilda avlopp är omvandlingsområden. Ett omvandlingsområde är ett tidigare sommarstugeområde på minst 10 fastigheter som ligger nära varandra och där en ökning sker av antalet permanentboende. När fler väljer att bosätta sig året runt i sina tidigare sommarstugor ökar belastningen på avloppen som ofta är dimensionerade för att klara enstaka besök under sommaren men inte permanentboende. Ett sätt för kommunerna att lösa dessa problem är att bygga ut avloppsnätet till de berörda områdena och därmed kunna rena dessa avlopp i det kommunala avloppsreningsverket. Det kan dock dröja många år från planeringsstadiet fram tills kommunalt avlopp är utbyggt och kan kopplas in. Under den tiden hinner stora utsläpp ske om inte en förbättring sker av underdimensionerade avlopp.

Projektet utfördes åt CIT Urban Water Management AB på uppdrag av Norrtälje kommun. Norrtälje kommun har flest enskilda avlopp, ca 40 000, av alla Sveriges kommuner och har flera omvandlingsområden dit utbyggnad av kommunalt avlopp planeras.

Syftet med detta projekt var att jämföra olika avloppssystem som kan införas tillfälligt på enskilda fastigheter i väntan på utbyggnad av kommunalt avloppsnät. Ett urval av fem avloppssystem gjordes utifrån tillgängliga system på avloppsmarknaden. Dessa fem system jämfördes sedan sinsemellan. De fem utvalda avloppssystemen var: minireningsverk för ett hushåll (1), vakuumtoalett och toalettvattnet till en tank och BDT-vattnet till ett kompaktfilter (2), kompaktfilterrening för allt hushållsspillvatten (3), urinsorterande torrtoalett med BDT-vattnet till kompaktfilter (4) och minireningsverk för 25 personer (5). Jämförelsen mellan systemen gjordes med avseende på miljö, ekonomi och juridik. Miljön och ekonomin analyserades med livscykelanalys (LCA) som är en form av miljösystemanalys. LCA innebär att ett system, i det här fallet avloppssystem, inom förutbestämda gränser analyseras med avseende på alla ingående komponenter och deras påverkan på omgivningen. VeVa-verktyget användes för att utföra analysen. VeVa betyder ”Verktyg för hållbarhetsbedömning av vatten- och avloppssystem i omvandlingsområden” och är uppbyggt i datorprogrammet Excel. De miljöaspekter som analyserades var hur mycket fosfor, kväve, kadmium och organiskt material som släpptes ut till sjöar och hav (recipient) respektive kunde återföras till odlingsbar mark. Energianvändningen vid nedgrävning och drift, inklusive transporter, av systemen studerades. Även energianvändningen vid tillverkning av delarna som ingick i varje system analyserades.

Ekonomin för de olika systemen jämfördes efter en sammanställning av alla ingående kostnader. Juridiken som studerades var lagar och tidigare domar i liknande fall från miljööverdomstolen som skulle kunna användas som stöd för beslutsfattare på kommuner.

Resultaten visade att systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler reducerade utsläppen av fosfor och kväve bäst och även kunde återföra dessa till åkermark i hög grad jämfört med de andra systemen. Energin beräknades för två fall, 5 eller 10 års drift av de tillfälliga systemen. Den totala energianvändningen för respektive system vid tillverkning av alla ingående delar, nedgrävning, drift och transporter blev minst för minireningsverk för 25 personer och störst för systemet med vakuumtoalett och toalettvattnet till tank och BDT till kompaktfiler. Detta visade bland annat betydelsen av att minska antalet transporter och fördelen med att många tillsammans utnyttjar ett system.

Även ekonomin beräknades för 5 eller 10 års drift av de tillfälliga systemen. Vid 5 års drift blev systemet med minireningsverk för 25 personer minst kostsamt och urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler hamnade på ungefär samma nivå. Det mest kostsamma systemet blev vakuumtoalett och toalettvattnet till tank och BDT till kompaktfiler både vid 5 och 10 års drift. Minst kostsamt vid 10 års drift blev systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler. Detta tydde bland annat på att system med många tömningar blev kostsamt och att ett gemensamhetssystem, där korta ledningsdragningar mellan fastigheterna behövde göras, blev mindre kostsamt. Resultaten studerades även med ändrade värden på ledningslängden för gemensamhetssystemet, vilket visade att kostnaden ökade kraftigt med ökad längd. Resultaten visade även att en torr toalettlösning med kompaktfiler för BDT-vattnet var ett system med låga kostnader.

Studier av lagar visade bland annat att enskilda avlopp som varit i drift kortare tid än 10 år kunde ersättas ekonomiskt av kommunen när det kommunala avloppsnätet byggts ut och de inte behövdes längre. En avskrivning av investeringskostnaden för fastighetsägaren på 10 % per år var standard i en del kommuner. Som exempel utgick ersättning med 50 % av investeringskostnaden om systemet varit i drift i 5 år. Det var dock inte alla typer system som ersattes. I Norrtälje ersattes till exempel minireningsverk, sluten tank och infiltrationsanläggningar för allt avloppsvatten. Det kan vara viktigt pedagogiskt för fastighetsägare att kommuner skiljer på system som är tillfälliga juridiskt (tidsbegränsat tillstånd) och tillfälliga socialt (inte fullgod bekvämlighet, till exempel systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4)).

Slutsatsen är att systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) var lämpligt som tillfälligt alternativ på grund av fördelar juridiskt, ekonomiskt och miljömässigt. Även gemensamhetssystemet minireningsverk för 25 personer visade sig lämpligt ekonomiskt och energimässigt om fastigheterna som skulle ingå låg nära varandra och korta ledningar, i det här fallet 500 meter totalt, kunde läggas.

ORDFÖRKLARINGAR

Avloppsfraktion = Del av hushållsspillvattnet, till exempel klosettavfallet eller bad-, disk- och tvättvatten.

Avloppsrester = Kvarvarande produkt efter avloppsrening, till exempel slam eller filtermaterial.

BDT-lösning = Del av ett helt avloppssystem som tar hand om enbart bad-, disk- och tvättvattnet (BDT-vattnet).

BOD₇ = Mått på organisk substans vilket representeras av mängden syre som förbrukas vid aerob biologisk nedbrytning av organiska ämnen under 7 dagar.

Centralt system = Avloppsreningssystem som är anslutet till kommunalt reningsverk.

Dagvatten = Tillfälligt rinnande vatten på hårdgjorda ytor eller hustak och liknande vid regn eller snösmältning.

Enskilda avlopp = Avloppssystem för en eller flera enskilda fastigheter utanför kommunalt VA-verksamhetsområde.

Gemensamhetssystem = Ett lokalt avloppsreningssystem, som ligger utanför kommunalt verksamhetsområde, där minst två fastighetsägare gått samman.

Klosettlösning = Del av ett helt avloppssystem som tar hand om enbart klosettavfallet.

Kompaktfilter = Filter genom vilket avloppsvattnet renas. På filtermaterialet bildas en tunn hinna med bakterier som bryter ned organiska ämnen, patogener och oxiderar ammoniumkväve till nitrat.

LTA = Lätt tryckavlopp, trycksatt avloppssystem som till exempel kan användas i kuperade områden.

Näringsflöden = Flöden av näringsämnen som fosfor och kväve.

Patogener = Smittämnen som virus, bakterier eller svampar.

Prejudicerande dom = Tidigare juridisk dom i liknande fall som kan användas som vägledning.

Recipient = Hav, sjö, vattendrag eller grundvatten dit renat avloppsvatten släpps ut.

Tot-N = Total-kväve, inkluderar både kväve bundet till partiklar och löst i vatten.

Tot-P = Total-fosfor, inkluderar både fosfor bundet till partiklar och löst i vatten.

Trekammarbrunn = Slamavskiljare med tre kammare

TS-halt = Torrsubstanshalt, andel torrsubstans av totala mängden.

Tvåkammarbrunn = Slamavskiljare med två kammare

Innehåll

REFERAT	I
ABSTRACT	II
FÖRORD	III
POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING	IV
ORDFÖRKLARINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE	2
1.3 AVGRÄNSNINGAR	2
2 TIDIGARE STUDIER	3
3 TEORI	4
3.1 JURIDISKA ASPEKTER	4
3.1.1 Miljöbalken	4
3.1.2 Anläggningslagen	4
3.1.3 Vattentjänstlagen	5
3.1.4 Naturvårdsverkets allmänna råd	5
3.2 VEVA-VERKTYGET	5
4 METOD	7
4.1 INSAMLING AV ERFARENHETER	7
4.2 MARKNADSÖVERSIKT OCH URVAL	7
4.3 JURIDIK	8
4.4 MILJÖSYSTEMANALYS	8
4.4.1 Funktionell enhet	9
4.4.2 Systemavgränsningar mot natursystem och andra produkter	9
4.4.3 Tidsmässiga och geografiska avgränsningar	10
4.4.4 Övriga avgränsningar	10
4.5 EKONOMI	10
4.6 KÄNSLIGHETSANALYS	10
5 RESULTAT - ERFARENHETER HOS KOMMUNER	11
6 URVAL	13
6.1 MARKNADSÖVERSIKT	13
6.1.1 Vakuumtoalett och sluten tank	13
6.1.2 Urinsortering vattentoilet med urintank	14
6.1.3 Urinsortering torrtoalett	14

6.1.4	Aquatron.....	14
6.1.5	Multrum.....	15
6.1.6	Förbränningstolett.....	16
6.1.7	Sprayfilter.....	16
6.1.8	Vanlig infiltration.....	17
6.1.9	Kompaktfilter	17
6.1.10	Minireningsverk	18
6.1.11	Markbädd	18
6.2	URVALSKRITERIER	19
6.3	ANALYS OCH URVAL	19
6.3.1	BDT-lösningar.....	19
6.3.2	Klosettlösningar	21
6.3.3	BDT- + klosettlösningar.....	22
6.4	SYSTEMBESKRIVNING AV UTVALDA AVLOPPSYSTEM.....	24
6.4.1	(1) Minireningsverk (5 pe)	24
6.4.2	(2) Vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfilter för BDT.....	24
6.4.3	(3) Kompaktfilter i box	25
6.4.4	(4) Urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfilter.....	26
6.4.5	(5) Minireningsverk (25 pe)	27
7	TILLSTÅND OCH TIDIGARE DOMAR.....	28
7.1	BEHOV AV TILLSTÅND	28
7.2	PREJUDICERANDE DOMAR	28
8	ANTAGANDEN OCH BERÄKNINGAR	30
8.1	OMRÅDET BALTORA	30
8.2	GENERELLT.....	30
8.3	UTSLÄPP	31
8.4	ENERGI.....	34
8.4.1	Produktion	34
8.4.2	Anläggning	35
8.4.3	Drift	35
8.4.4	Energibesparing.....	36
8.5	EKONOMI.....	36
9	MILJÖSYSTEMANALYS	38
9.1	UTSLÄPP	38
9.2	ENERGIANVÄNDNING	43

10	EKONOMI	46
11	KÄNSLIGHETSANALYS	51
12	DISKUSSION	53
12.1	JURIDIK	53
12.2	MILJÖ	54
12.3	EKONOMI	55
12.4	ÖVRIGT	55
12.5	OSÄKERHET	55
12.6	FORTSATTA STUDIER	56
13	SLUTSATSER	57
14	REFERENSER	58
	BILAGOR	63

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Östersjön har stora problem med övergödning och utsläpp av farliga ämnen som till exempel tungmetaller. Den 15:e november 2007 enades därför länderna som omgärdar Östersjön om en åtgärdsplan kallad Baltic Sea Action Plan (BSAP). Huvudmålet med planen är att år 2021 ha uppnått god miljöstatus i Östersjön, Kattegatt och Öresund. Respektive land har skapat nationella åtgärdsplaner och i Sverige har Naturvårdsverket och Jordbruksverket tillsammans med andra berörda parter stått för utvecklingen av planen. Åtgärdsbeskrivningen har fördjupning inom övergödning, farliga ämnen, biologisk mångfald och sjöfart. Under respektive fördjupning finns ett antal förgreningar och inom övergödning finns bland annat krav på åtgärder för enskilda avlopp och avloppsreningsverk. För enskilda avlopp är det framförallt rening av fosfor som prioriteras för att åtgärda övergödning. I Östersjön motsvarar utsläppen av fosfor från enskilda avlopp 13 % av totala mängden (Naturvårdsverket, 2009). Det är dock osäkra siffror eftersom det inte är fastställt exakt hur många enskilda avlopp som finns i Sverige. En förbättring av enskilda avlopp nära kusten till minst 90 % fosforrening per avlopp till år 2016 är målet enligt BSAP. En svårighet att uppnå målet ligger i att fastighetsägaren är ansvarig för sitt eget enskilda avlopp och ofta inte känner till sitt ansvar eller har tillräcklig kunskap för att åtgärda det. Det kan behövas stimulans för fastighetsägarna genom exempelvis bidrag för att uppnå BSAP:s mål (Naturvårdsverket, 2009).

Områden som har problem med undermålig avloppsrening är ofta så kallade omvandlingsområden. En generell beskrivning av ett omvandlingsområde är minst 10 närliggande fastigheter, i ett sommarstugeområde, som går mot utbyggnad till permanenta bostäder (Törneke m.fl., 2008). När andelen permanentboende ökar i sådana områden, ofta känsliga och kustnära med begränsad sötvattentillgång, ökar också miljöpåverkan. Problem som då kan uppstå är till exempel övergödning, smittspridning och saltvatteninträngning i brunnar (Törneke m.fl., 2008). De gamla avloppen som anlades när fastigheterna var sommarstugor har blivit otillräckliga och behöver uppgraderas.

Ett alternativ för att lösa avloppsproblemen i omvandlingsområden är att bygga ut det kommunala Vatten och avlopps (VA)-nätet. För att göra det bestäms först hur det så kallade VA-verksamhetsområdet skall utökas, det vill säga vilket område och vilka fastigheter som skall få tillgång till kommunalt VA. Norrtälje kommun antog den 18 februari 2008 ett utvecklingsprogram för vatten och avlopp. Det övergripande målet för utvecklingsprogrammet är att klargöra en plan för kommunala VA-systemen och deras utveckling under åren 2007-2015 och med en horisont år 2030 (Morey Strömberg m.fl., 2008). Problemet är att det ofta kan dröja 5 till 10 år mellan identifieringen av problemet och själva införandet av kommunalt avlopp. De undermåliga enskilda avlopp som inte åtgärdas under denna period kan orsaka stor miljöpåverkan.

1.2 SYFTE

Syftet med arbetet var att jämföra olika avloppssystem som kan införas tillfälligt på enskilda fastigheter under perioden från beslut om att de kommer att ingå i ett VA-verksamhetsområde fram tills kommunalt VA blivit utbyggt och kan kopplas in. De aspekter som analyseras är kostnader för avloppssystemen och miljöpåverkan i form av utsläpp till vatten, energianvändning och kretslopp av näringsämnen. Dessutom studeras de juridiska aspekterna kring enskilda avlopp och tidigare domar i relevanta fall klarläggs.

Målet var att hitta ett eller flera avloppssystem som är lämpliga att installeras tillfälligt i väntan på anslutning till kommunalt VA-nät.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Endast avloppssystem som behandlar hushållspillvatten beaktas under examensarbetet, dricksvatten och dagvatten analyseras inte. Med hushållspillvatten menas både klosettwater och BDT-water från ett privat hushåll.

Både torr- och vattentoiletter analyseras, och hela systemet från brukare till eventuell spridning av avloppsprodukten på odlingsbar mark och utsläpp till recipient studeras.

Baltora, i Norrtälje kommun, är området som används vid beräkningar av transportavstånd samt andel permanentboende.

2 TIDIGARE STUDIER

Det har inte gjorts några tidigare studier inom VA-området där fokus har varit tillfälliga avloppssystem. Däremot har miljösystemanalyser utförts på möjliga VA-system inom omvandlingsområden.

Erlandsson (2007) jämför sex olika avloppssystem som ska passa omvandlingsområden nära kusten. Systemen är markbädd, filterbädd, urinsortering + filterbädd, lokalt avloppsreningsverk, membran bioreaktor + omvänd osmos och centralt avloppsreningsverk. Resultaten visar att, förutom markbädd, klarar avloppssystemen åtminstone 90 % reduktion av fosfor och kan även bidra till kretsloppet av näringsämnen. De tre avloppssystem som har högre energianvändning (filterbädd, urinsortering + filterbädd och membran bioreaktor + omvänd osmos) relativt de andra systemen kan vara bättre och få mer kompakta avloppsrester.

Eveborn (2010) har i sin avhandling undersökt hur en förbättring av fosforreningen från enskilda avlopp kan göras så miljövänlig som möjligt. Några slutsatser från resultatet är att energianvändningen måste minskas genom till exempel effektivare rening eller nya filtermaterial. Reduktionskapaciteten för infiltrationssystem över en längre tid kan ha varit överskattad i äldre studier från Sverige, mer forskning krävs på området.

Tibbelin (2010) gör en miljösystemanalys på våtkompost, kommunalt avloppsreningsverk, lokalt avloppsreningsverk och de enskilda systemen sluten tank och markbädd för ett fallstudieområde i Norrtälje kommun. I resultaten visas att samtliga system förutom lokalt avloppsreningsverk klarar hög skyddsnivå när det gäller reduktion av fosfor och kväve. När det gäller kretsloppet återförs fosfor till åkermark från alla system, men våtkompostsystemet är det enda som kan återföra kväve i högre utsträckning. En jämförelse gjordes mellan avloppsslam från reningsverk och våtkomposterat avfall. Den visade att våtkomposterat avfall hade lägre halt av kadmium och mer växttillgänglig näring. Ekonomianalysen visar att anslutning till kommunalt avloppsreningsverk blir dyrast samt att våtkompost är näst dyrast av de jämförda systemen.

Holm (2008) analyserar enskilda, lokala och centrala system i en fallstudie vid Sävjaån. Resultaten pekar på att om enskilda avlopp åtgärdas ger det störst effekt på reduktion av BOD₇ och fosfor. Reduktionen av kväve och kadmium ökar däremot väldigt lite. Om alla avlopp åtgärdas och uppnår hög skyddsnivå sker en halvering av fosforutsläppen till Sävjaån.

Weiss m.fl. (2007) jämförde fyra olika alternativ för enskilda avlopp. Alternativen var infiltration, kemisk fällning och fosforrening med Filtra-P och Filtralite P. Systemet med kemisk fällning visade sig ha störst fördelar ur ett miljö- och resursmässigt perspektiv. Både Filtra-P och Filtralite P reducerade övergödande ämnen i hög grad men krävde hög energianvändning.

3 TEORI

3.1 JURIDISKA ASPEKTER

De lagar och regler som styr VA-system och dess utbyggnad har tillkommit efter behov under en lång tidsperiod. Det är således inget enhetligt lagsystem som ligger till grund för beslutsfattare. De mest aktuella lagarna när det gäller ansvarsfördelning är Lagen (2006:412) om allmänna vattentjänster (vattentjänstlagen) och Anläggningslagen (1973:1149). Miljöbalken (1998:808) är styrande när det gäller försiktighetsprinciper (lokalisering av avloppsanläggningar och skyldighet för den ansvarige att skaffa sig tillräcklig kunskap och liknande) för alla olika typer av avloppssystem.

Anläggningslagen tillämpas när ansvaret kring gemensamhetsanläggningar ska klarläggas och vattentjänstlagen används när VA behövs i ett större sammanhang (Christensen m.fl., 2008). Med ett större sammanhang menas minst 20-30 fastigheter som ligger samlade och har avlopps- och, eller, vattenbehov. (Christensen m.fl., 2008). För enskilda avlopp är det fastighetsägaren själv som blir ansvarig över sitt eget avlopp (Christensen m.fl., 2008).

Det är kommunernas miljönämnder som ansvarar för tillståndsansökningar och tillsyn på enskilda avlopp enligt miljöbalken (Avloppsguiden, 2011). Ansökningar enligt anläggningslagen hanteras av lantmäterimyndigheten som ofta är kommunal (Justitiedepartementet, 1973). Länsstyrelsen ser till att kommuner ordnar med avlopp om det behövs i ett större sammanhang (Socialdepartementet, 2006)

I Förordningen om miljöfarlig och hälsoskydd (1998:899) styrs vilka avloppssystem som kräver tillstånd eller endast en anmälan hos kommunen (Miljödepartementet 1998). Det är viktigt att, enligt MB 2 kap 3§, bedöma varje enskilt fall utifrån hur känslig omgivningen är (Naturvårdsverket, 2008b).

3.1.1 Miljöbalken

Det är fastighetsägaren själv som blir ansvarig vid installation av enskilt avlopp. Om undermåliga enskilda avlopp inte åtgärdas riskerar fastighetsägaren att få böter. När det gäller försiktighetsprinciper för samtliga avlopp är det miljöbalken som är styrande (Christensen m.fl., 2008). Andra kapitlet i miljöbalken beskriver de allmänna hänsynsreglerna, däribland försiktighetsprinciperna. Dessa är grundläggande och ska följas av alla som bedriver en verksamhet eller utför någonting som har betydelse i det enskilda fallet, till exempel enskilt avlopp.

3.1.2 Anläggningslagen

Denna lag, tillsammans med Lagen (1973:1150) om förvaltning av samfälligheter, styr alltså ansvarsfördelningen kring gemensamma VA-anläggningar. Grunden i anläggningslagen är ett frivilligt samarbete mellan berörda parter. Det finns tre villkor som ska uppfyllas för att en gemensam VA-anläggning ska kunna initieras. Det första är att fastigheten ska ha ett väsentligt intresse att delta i samarbetet. Det andra villkoret är att de ekonomiska fördelarna väger tyngre än till exempel olägenheter för grannar.

Opinionsvillkoret är det tredje villkoret som innebär att de berörda fastighetsägarna ska vara positivt inställda till anläggningen (Christensen m.fl., 2008).

3.1.3 Vattentjänstlagen

Denna lag, som efterträdde lagen om allmänna vatten och avloppsanläggningar 1 januari 2007, gäller vatten och avlopp inom ett av kommunen bestämt verksamhetsområde. Lagen ska säkra vatten- och avloppsförsörjning när det behövs i ett större sammanhang och reglera huvudmannens (kommunens) och fastighetsägarens rättigheter och skyldigheter. Huvudmannen ansvarar för vatten och avloppsledningarna fram till förbindelsepunkten. Den placeras i närheten av fastigheter som kopplas in på kommunala VA-nät och ledningarna från fastigheten till förbindelsepunkten är fastighetsägarens ansvar (Christensen m.fl., 2008). Enligt vattentjänstlagen får huvudmannen inte ta ut avgifter som överstiger kostnaden för avloppsanläggningen, det vill säga ingen vinst får tas ut (Socialdepartementet, 2006).

3.1.4 Naturvårdsverkets allmänna råd

Naturvårdsverket gav ut de allmänna råden 2006 (NFS 2006:7). De allmänna råden är Naturvårdsverkets förslag på hur miljöbalken och förordningen om miljöfarlig verksamhet (1998:899) ska tolkas för enskilda avlopp. Råden gäller för enskilda avlopp och gemensamhetssystem för upp till 25 pe (Naturvårdsverket, 2006). Det är dock miljömyndigheten på kommunen som i slutänden bedömer varje fall enskilt.

Normal och hög skyddsnivå för miljö och hälsa beskrivs och det är upp till miljönämnden i kommunen att bedöma utifrån lokala förutsättningar vilken skyddsnivå som bör uppnås i respektive fall. När det gäller normal skyddsnivå för miljö ska VA-lösningar vara vattensparande och möjliggöra kretslopp av näringsämnen. BOD₇ ska renas med 90 % och totalfosfor (Tot-P) med 70 %. För att uppnå hög skyddsnivå ska Tot-P reduceras med 90 % och totalkväve (Tot-N) med 50 % utöver 90 % för BOD₇ (Naturvårdsverket, 2006).

Normal skyddsnivå för hälsa uppnås genom att utsläppen inte bidrar till en stor ökning av riskerna för smittspridning eller lukt som kan påverka människor. Hygienisk hantering av restprodukter ska ske på den berörda fastigheten. Om fler skyddsåtgärder än den vanliga reningen utförs, till exempel genom att lägga till ett steg till reningsprocessen, kan hög skyddsnivå för hälsa uppnås (Naturvårdsverket, 2006). Ett extra reningssteg kan till exempel vara ett fosforabsorberande filter eller en UV-behandling som reducerar antalet patogener.

3.2 VEVA-VERKTYGET

VeVa-verktyget användes vid miljö- och kostnadsanalysen. VeVa är en förkortning för ”Verktyg för hållbarhetsbedömning av VA-system i omvandlingsområden”. I detta Excelbaserade verktyg jämförs enskilda, gemensamma och centrala VA-system med avseende på ekonomi och miljö. De aspekter som kan analyseras är utsläpp av kväve, fosfor, BOD₇ och kadmium till recipient samt hur stor del av dessa ämnen som återförs till åkermark. Även energiåtgång för VA-systemen samt kapitalkostnad och kostnad för drift och underhåll kan studeras. Analyserna utförs ur ett så kallat livscykelperspektiv

där hela system, inom vissa givna gränser, följs under hela sin livstid. VeVa är tänkt som ett hjälpmedel för alla som jobbar med VA-planering och vill jämföra olika system för att kunna välja den bäst lämpade lösningen för ett specifikt område (Erlandsson m.fl. 2010).

VeVa består i Excel av följande flikar, färgsatta efter vilket ämne de berör.

- Introduktion/innehåll
- Indata för området
- Indata ekonomi och miljö
- Beräkningar
- Jämförelse
- Figurer
- Indata gödsel, avlopp m.m.

Under indata för området kan områdesspecifika data läggas in eller ändras. Till exempel antal hushåll som analysen utförs på, andel hushåll med permanentboende, längd på ledningar och avstånd för transporter (Erlandsson, Pettersson, Norström och Kärman 2010).

Indata för ekonomiberäkningar som förs in är alla investeringskostnader som ingår för ett avloppssystem samt kostnader för drift och underhåll. Reduktionsgrad av kväve, fosfor, BOD₇ och kadmium läggs in under indata miljö och används vid analysen av flöden genom systemen. Energianvändning vid drift och ingående komponenter och deras material och vikt läggs in under miljöfliken och används vid energianalysen.

4 METOD

4.1 INSAMLING AV ERFARENHETER

Under första delen av examensarbetet utfördes en mindre undersökning där det klargjordes vilka tidigare erfarenheter andra kommuner hade av tillfälliga VA-system. Frågan ställdes till kommuner som liknar Norrtälje, det vill säga kustnära kommuner med omvandlingsområden.

4.2 MARKNADSÖVERSIKT OCH URVAL

En översiktlig undersökning av avloppsmarknaden utfördes inledningsvis. För att systemen skulle kunna analyseras fullständigt valdes bland beprövade system med dokumenterade egenskaper. Ett första urval gjordes bland klosettlösningar och BDT-lösningar och hela system där kravet var att de skulle fungera för en permanentboende familj på 5 personer.

Klosettlösningarna, BDT-lösningarna och hela avloppssystemen beskrevs därefter närmare med fokus på teknisk funktion, smittskydd, kretslopp och belastning på lokala miljön.

För att begränsa projektets omfattning gjordes sedan ett urval utifrån den tidigare utförda marknadsöversikten. Några avloppssystem renade BDT och klosettavfall för sig. Andra blandade dessa fraktioner och renade allt gemensamt. För att kunna jämföra fullständiga avloppssystem med varandra valdes därför en och samma BDT-lösning till de system som sorterade hushållspillvattnet. Detta för att kunna kombinera samma BDT-lösning med de olika klosettlösningarna. Fem olika avloppssystem valdes att ingå i den slutliga analysen.

Urvalskriterier bestämdes och tonvikt lades på att omvandlingsområden och kustnära områden oftast är extra känsliga för utsläpp av patogener och näringsämnen.

För varje urvalskriterium gavs lösningarna eller systemen betygen +, 0 eller – beroende på egenskaper. En utslagning skedde efter varje steg, där de som hade fått högst betyg fortsatt fanns med bland potentiella tillfälliga avloppssystem. I tur och ordning bedömdes följande aspekter:

- Skyddsnivå hälsa
- Skyddsnivå miljö
- Flexibilitet vid installation/anslutning till kommunalt VA
- Kretslopp av näringsämnen

Vattenklosetter och övrig vattenarmatur antogs vara snålspolande eller vakuumpolande och vattensnål armatur togs därmed inte med som ett urvalskriterium. Uppskattningar av kostnader ansågs bli för grova innan en fullständig analys av systemen skett och ingick därför inte heller som ett urvalskriterium.

Bland klosettlösningarna jämfördes våta och torra lösningar för sig och ett alternativ av varje valdes ut. Bland de fullständiga avloppssystemen som tog hand om allt

hushållsspillvatten studerades system där reningen skedde inuti en box, för att på så sätt få flexibla system som lätt kan flyttas och är möjliga att sälja vidare på andrahandsmarknaden.

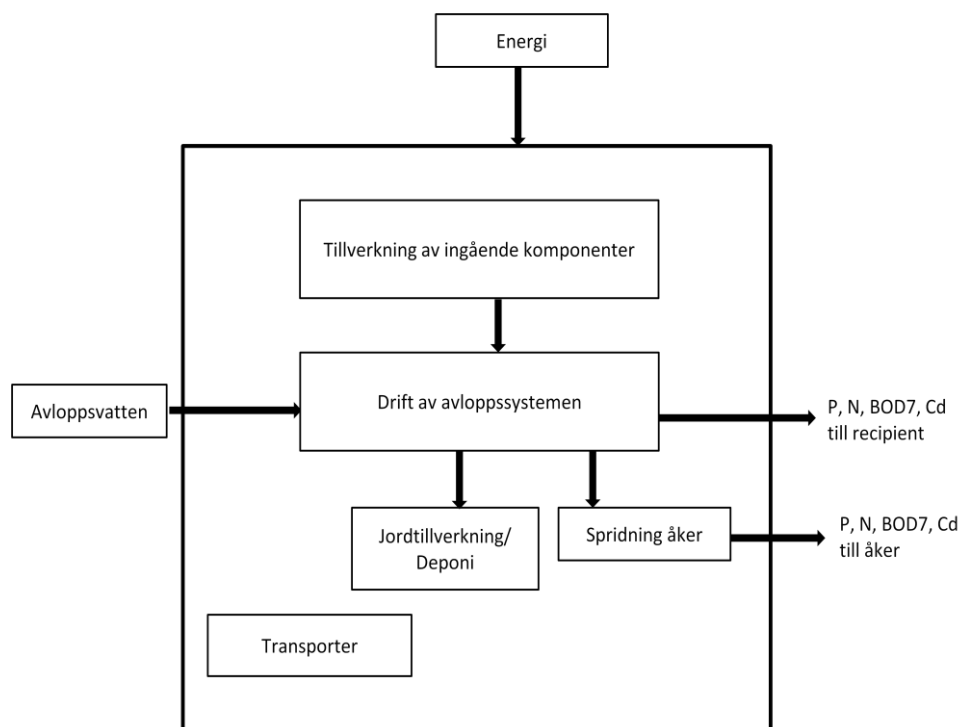
4.3 JURIDIK

Behovet av tillstånd för respektive avloppssystem klargjordes utifrån studier av gällande lagar. Juridiken studerades ur både fastighetsägarens och kommunens perspektiv. Tidigare domar i liknande fall klargjordes och pekade på vad kommunen bör tänka på vid tillståndsprocessen och utbyggnaden av kommunalt VA. Endast domar från högsta instans, det vill säga miljööverdomstolen (MÖD), studerades. Diskussionen kring juridiken bygger både avsnitt 4.1 insamling av erfarenheter, 3 teoriavsnittet och 7 tillstånd och tidigare domar.

4.4 MILJÖSYSTEMANALYS

För att jämföra avloppssystemen med avseende på miljöpåverkan utfördes en miljösystemanalys med LCA-tankegångar. LCA står för livscykelanalys och tar hänsyn till en produkts påverkan på resurser och miljö under dess livstid. Standarden för LCA är baserad på en mall bestående av flera steg. Stegen är syfte, mål, avgränsning, insamling av data, bedömning av miljöpåverkan, tolkning och slutsats. (Rydh m.fl., 2002).

VeVa-verktyget användes för analysen. LCA-standarderna följdes inte exakt men systemen analyserades, med den som utgångspunkt, under hela sina livscykler. Energianvändningen för respektive system studerades från produktionen av ingående komponenter, vidare till anläggningsarbetet av systemet, transporter av avloppsrester och driften av systemen. Flöden av ämnena fosfor och kväve, BOD₇ och kadmium följdes från hushållet via avloppssystemen och vidare till recipient eller åkermark, se figur 1. Avloppssystemen skulle vara i drift under en kortare period och delar av systemen skulle i teorin kunna säljas vidare i andra hand och fortsätta användas. I denna analys togs inte den aspekten med i beräkningarna utan livslängden för alla delar av systemen antogs vara lika med tiden i drift.



Figur 1. Generell bild över systemet som ingår i miljösystemanalysen.

Data för näringsflöden, reningsgrad och energianvändning för respektive system samlades in från tester utförda av oberoende part där det saknades i VeVa.

4.4.1 Funktionell enhet

För att kunna göra en jämförelse behövdes samma enhet, kallad funktionell enhet, för alla system. Behandling av avloppsvatten för en boende under ett år till godkänd kvalitet användes som funktionell enhet i detta projekt. Med godkänd kvalitet menas, i detta fall, att hög skyddsnivå för hälsa och miljö uppnås.

4.4.2 Systemavgränsningar mot natursystem och andra produkter

Vid återföring av näringsämnen till åkermark och recipient beaktades endast hur stor mängd av P, N, Cd och BOD₇ som återfördes och inte eventuella positiva eller negativa effekter som ämnena hade.

Produktion av toalettstolar, badkar eller annan vattenarmatur togs inte med i beräkningarna. Tillverkning och underhåll av fordon och grävmaskiner som behövdes vid anläggningen ingick inte heller i miljösystemanalysen.

Utsläpp av växthusgaser togs inte med i analysen. Däremot ingick energianvändning vid transporter som en del av energianalysen och kunde därmed ge en bild av hur mycket fordonsbränsle i form av fossil energi som användes för respektive system.

4.4.3 Tidsmässiga och geografiska avgränsningar

Livslängden för tillfälliga avloppssystem antogs vara 5 och 10 år. Dessa värden antogs vid beräkningen av energianvändningen och systemen studerades parallellt för båda alternativen.

Baltora, i Norrtälje kommun, var det område från vilket transportavstånd beräknades.

4.4.4 Övriga avgränsningar

Ett av avloppssystemen inkluderade våtkompost vilket krävde ett komplement till klosettvattnet för få rätt TS-halt och komposteringen skulle bli välfungerande. Matavfall valdes som komplement. För att kunna jämföra systemen togs lika stor mängd matavfall med i beräkningarna för avloppssystemen som saknade våtkompost, där det gick till förbränning istället. Behållare för matavfallet eller material till förbränningsugnen togs inte med i beräkningarna, utan endast själva avfallet, utvinningen av el från förbränningen samt behovet av transporter.

4.5 EKONOMI

Även ekonomin jämfördes med hjälp av VeVa-verktyget. Kapitalkostnaden och kostnaden för drift och underhåll för hela avloppssystemen beräknades. Data samlades in för varje avloppssystem utifrån kontakt med entreprenörer, Norrtälje kommun och relevant ny litteratur. I vissa fall användes befintliga värden i VeVa som ansågs gälla generellt.

Resultaten gavs i enheten kronor per person och år, det vill säga genomsnittskostnaden per år delat med antalet personer som använde det aktuella avloppssystemet.

4.6 KÄNSLIGHETSANALYS

För att få en bild av hur mycket systemen påverkades av ingående parametrar gjordes en känslighetsanalys där indata ändrades och förändringen av resultatet studerades. De värden som ändrades var avståndet mellan fastigheterna i ett gemensamhetsområde och transportavstånd till det centrala avloppsreningsverket och våtkomposten.

5 RESULTAT - ERFARENHETER HOS KOMMUNER

Frågan vilka erfarenheter kring tillfälliga VA-system som fanns skickades ut till 13 kustnära kommuner och svar inkom från 12. I bilaga 4 redovisas vilka kommuner som mottog frågan samt vilka som svarade. Av svaren som inkom att döma är tillfälliga VA-system någonting nytt för många kommuner, men flertalet har ändå en plan eller förslag på hur man ska lösa frågan. I ett par kommuner, till exempel i Simrishamn, tillåts de befintliga systemen under en kortare period (ca 5 år) fram till utbyggnaden av kommunala avloppssystemet. I något enstaka fall, när tidigare avloppssystem saknas som vid nybygge, löser kommunen det med pumpning till en tank på ett släp från vilken regelbunden tömning sker (Mårtensson, pers, 2011).

I Trosa kommun finns två omvandlingsområden, men kommunalt VA är inte aktuellt dit inom den närmaste framtiden. För att de boende ska kunna få utökade byggrätter som gör att de kan bosätta sig permanent i fastigheterna krävs anslutning till kommunalt avlopp eller till ett gemensamt lokalt reningsverk. Under övergångstiden tillåts snålspolande toaletter till slutna tank, alternativt torra lösningar. För BDT-avloppet tillåts lösningar med minst en tvåkamarbrunn med efterföljande infiltration (Sjöberg, K. pers, 2011)

Ett exempel på problem med tillfälliga VA-system har Eskilstuna kommun. I ett område längs Mälaren, dit utbyggnad av VA skulle ske, tillåts slutna tank för allt spillvatten. De boende gavs möjligheten att vänta några år innan de byggde, och många valde att bygga först ett par år innan VA var klart. Problemet som uppstod var att det kommunala VA-bolaget drog sig ur på grund av för höga kostnader. Många fick då inget bygglov eftersom förhandsbeskedet krävde anslutning till kommunalt VA. Andra fastighetsägare blev tvungna att fortsätta med slutna tank med höga tömningskostnader. Sedan det kom en dom från miljööverdomstolen (M 747-08) har kommunen inte gett några fler tillstånd för slutna tank för allt hushålls- och spillvatten (Sjöberg, S. pers, 2011).

Södertälje kommun ger maximalt 5 års tillstånd för slutna tankar för allt spillvatten för hushåll som ska kopplas in på kommunalt VA-nät (Kivimäki, muntligen, 2011). Även Helsingborg har principer för områden som inom max 5 år får tillgång till kommunalt VA. Där tillåts inga nya anläggningar av enskilda avlopp inom den tiden, men om det finns intresse att åtgärda ett befintligt dåligt enskilt avlopp i samma område kan en tillfällig lösning godkännas. Om tiden fram till kommunalt VA överstiger 5 år ges tillstånd för lösningar som är godkända ur miljösynpunkt (Peetz, pers, 2011)

Västerviks kommun har inte så stor erfarenhet av tillfälliga VA-system, men accepterar enskilda lösningar för BDT-vattnet i deras tätbebyggda fritidsområden och ger tillstånd för dessa under 10 år. Slutna tank godkänns inte längre som tillfälligt VA-system eftersom erfarenheten i kommunen säger att tillfälliga lösningar tenderar att bli permanenta (Fröberg, pers, 2011)

Sammanfattningsvis, från de svar som inkom, godkänner en del kommuner slutna tank som tillfälligt avloppssystem. Tidsbegränsningar på 5 år för slutna tank har införts i en

kommun. Två andra kommuner helt har förbjudit sluten tank för allt hushållspillvatten som tillfälligt avloppssystem på grund av det stora transportbehovet. I enstaka fall har en kommun låtit bygga en pumpstation som pumpar till en mobil tank på ett släp som töms regelbundet. Det gäller vid nybyggnation då tidigare avlopp saknas och under en begränsad tid. Torrtoalett har också godkänts som tillfällig klosettlösning och för BDT-avlopp har tillstånd getts för infiltrationer med tidsbegränsning.

De tillfrågade kommunerna tolkar tillfälligt system på olika sätt. Vissa kommuner godkänner system är tillfälliga miljömässigt som sluten tank. Andra har valt att även göra systemen tillfälliga rent juridiskt genom att tidsbegränsa tillståndet. Även torrtoalett har godkänts och får ses som en tillfällig lösning socialt eftersom den inte uppnår samma bekvämlighet för användaren som ett system med vattenklosett gör.

6 URVAL

6.1 MARKNADSÖVERSIKT

Marknaden för enskilt avlopp undersöktes översiktligt och följande klosettlösningar, BDT-lösningar och fullständiga avloppssystem bedömdes vara aktuella att ingå i det första urvalet.

6.1.1 Vakuumtoalett och sluten tank

En vakuumtoalett kopplas till en sluten tank dit det, om vakuumsystem används, inte behöver vara fall på ledningen. Den slutna tanken behöver tömmas med jämna mellanrum, ungefär 1 gång/år, lite beroende på tankstorlek och spolvattenmängd. Med vakuumtoalett blir tiden mellan tömningarna längre eftersom det enda vatten som förbrukas vid varje spolning är det som används för att skölja ur skålen. Med så kallad mjukvakuum aktiveras vakuumgeneratoren bara när toaletten används och man sparar på så sätt energi. En fördel är att nästan alla smittämnen samlas upp och kan avdödas och belastar således inte den lokala miljön. En annan fördel med sluten tank är att större delen av näringsämnena i hushållsavloppet samlas upp och man har på så sätt möjlighet att sluta kretsloppet (Avloppsguiden, 2011). En vakuumtoalett ser ut som ungefär som en vanlig vattentoalett, se figur 2.



Figur 2. Modell av vakuumtoalett (Avloppsguiden, 2011)

6.1.2 Urinsorterande vattentoalett med urintank

Urinen och fekalerna avskiljs från varandra i toalettstolen, se figur 3. Urindelen har en liten spolning och separat ledning till en sluten urintank. Urinen kan användas som gödselmedel i trädgården. Fekalierna och toapapperet behandlas tillsammans med BDT-vattnet. Med uppsamling av urinen finns möjlighet till kretslopp av näringsämnen eftersom ungefär 80% av kvävet och över 50% av fosfor från hushållsavloppet avskiljs (Avloppsguiden, 2011). Belastningen på den lokala miljön blir därmed mindre än det hade blivit utan urinsortering. Eftersom större delen av alla patogener finns i fekalerna sker ingen större avskiljning av smittämnen genom urinsorteringen, utan de måste reduceras i reningen tillsammans med BDT-vattnet. (Hårsmar, 2005).



Figur 3. Sorterande vattentoalett med separat spolning av urindel och fekaliedel (Avloppsguiden, 2011)

6.1.3 Urinsorterande torrtoalett

En urinsorterande toalett, se figur 4, med urindelen kopplad till en sluten tank och där fekalerna samlas upp i ett kärl under toaletten visas i figur 5. Urinen kan spridas i trädgården och fekalerna kan efter kompostering användas som gödsel. Denna lösning ger, genom avskiljningen av allt klosettavfall, en bra reduktion av näringsämnen till recipient och därmed till den lokala miljön. Det innehåller ungefär 90 % av kvävet och 90 % av fosfor från hushållsspillvattnet om fosfatfria tvättmedel används (Jönsson m.fl., 2005). Eftersom urinen och komposten sprids i trädgården fås ett kretslopp i lokal skala. Med uppsamling av allt klosettavfall, och hygienisering innan spridning, fås en god reduktion av smittämnen. (Avloppsguiden, 2011).

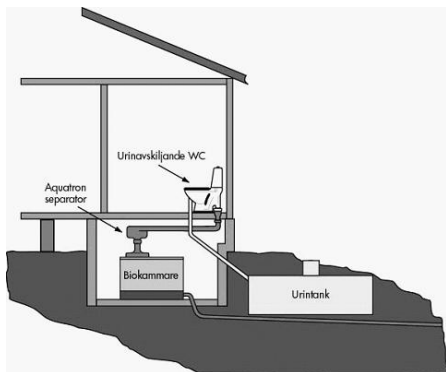


Figur 4. Torrtoalett med fläkrör längst bak, fekalier samlas upp i behållare inuti toaletten och urinen leds till sluten tank (Avloppsguiden, 2011).

6.1.4 Aquatron

Urinen kan separeras och leds då till en sluten tank, se figur 5. Fekalier och toalett-papperet avskiljs från spolvattnet i aquatron med hjälp av centrifugalkraften, ytspänning och gravitationskraften och samlas upp. Spolvattnet tillsammans med BDT-

vattnet förs vidare till slamavskiljare och därefter till infiltration i marken. Urinen och det avskilda fasta materialet kan användas som gödselmedel i trädgården och bidrar på så sätt till ett kretslopp. För att uppnå hög skyddsnivå för hälsa kan ett UV-filter behövas som komplement (Aquatron, 2011).



Figur 5. Urinsorterande variant av aquatronsystemet (Aquatron, 2011).

6.1.5 Multrum

En torrtoalettlösning används i detta fall, se figur 6. Toalettavfallet samlas upp i en större behållare i vilken det sedan förmultnar. Det är möjligt att blanda ned kompostavfall i ett multrum. Omrörning ska ske med jämna mellanrum för att få en väl fungerande förmultningsprocess. Multrummet tar stor plats och bör vara uppvärmt under vinterhalvåret. Spridning av kompostmaterialet kan ske i trädgården och då är det bra att komplettera med efterkompostering för att hygienisera mullen. Eftersom allt klosettavfall samlas upp hindras spridningen av smittämnen, om fullgod hygienisering sker under efterkomposteringen, till de lokala omgivningarna. (Avloppsguiden, 2011).



Figur 6. Mulltoalett, behållaren för multrummet placeras i ett våningsplan under toaletten (Avloppsguiden, 2011).

6.1.6 Förbränningstoalett

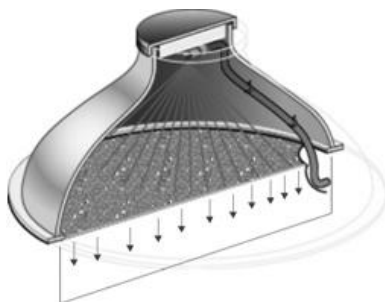
Toalettavfallet förbränns och lämnar en liten mängd aska kvar i en behållare under toaletten, se figur 7. Askan kan sedan spridas i trädgården. Förbränningen drivs vanligen av el eller gasol och utsläppen är likvärdiga med en nytillverkad vedpanna. Risker för spridning av patogener till omgivningen är liten eftersom de dör vid bränningsprocessen. Nackdelen med förbränningen är att kretsloppet av näringsämnen bryts eftersom kvävet avges till luft och fosfor blir svår att ta upp för växterna. (Avloppsguiden, 2011).



Figur 7. Modell av torr förbränningstoalett, askan hamnar i en behållare längst ned (Avloppsguiden, 2011).

6.1.7 Sprayfilter

Fungerar som en markbädd med den skillnaden att vattnet sprids jämnt över hela bädden med hjälp av en spraydysa, se figur 8. Sprayfiltret kan installeras innesluten i en box med bäddmaterialet i botten och dysan placerad längst upp. Även här sker reningen med hjälp av mekaniska, kemiska och biologiska processer i filtret. För att uppnå högre rening av fosfor krävs att ett fosforfilter installeras efter sprayfiltret. Från använt fosforfilter kan fosfor återföras till åkermark men från sprayfiltret kan inget kretslopp ske. (Avloppsguiden, 2011). Reduktionen av patogener i sprayfilter är god (Naturvårdsverket, 2008a).

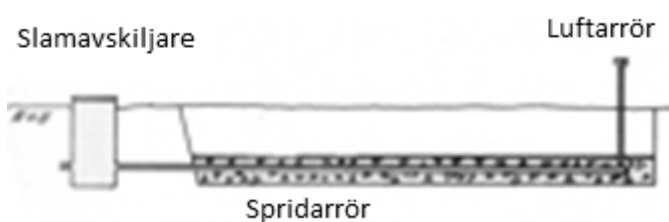


Figur 8. Sprayfilter innesluten i en box med dysa som sprider ut avloppsvattnet längst upp (Avloppsguiden, 2011).

6.1.8 Vanlig infiltration

Avloppsvattnet leds till en slamavskiljare och därefter vidare till infiltration i marken, se figur 9. Vattnet renas samtidigt som det sipprar genom marken till grundvattnet.

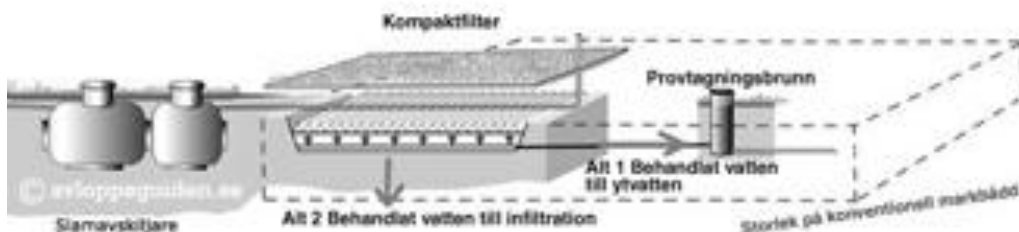
Slamavskiljaren behöver tömmas ungefär 1 gång varje år. Infiltrationsanläggningen behöver tillsyn 1 gång per år men är annars självgående. Infiltration kan vara svårt i tätbyggda områden eller platser med litet avstånd till grundvattnet. Eftersom vattnet går ut till grundvattnet kan det uppstå problem med dricksvattnet, om inte tillräcklig rening sker. Vattnet kan sprida patogener och närsalter till omgivningen. Med infiltration är det inte möjligt att återföra näringsämnen till åkermark (Avloppsguiden, 2011).



Figur 9. Skiss över infiltrationsanläggning med spridarrör och luftningsrör (Avloppsguiden, 2011).

6.1.9 Kompaktfilter

Reningen av avloppsvattnet sker i slamavskiljare och kompaktfilter, se figur 10. I filtret renas vattnet genom biologiska processer, det vill säga bakterier som bidrar till rening av patogener och organiskt material samt omvandling av ammonium till nitrat via oxidation. Kompaktfilter kan vara komprimerade inuti boxar som grävs ned i marken, de kan även bestå av moduler genom vilka infiltration sker. Reningen av fosfor i kompaktfiltret är liten och beroende av lagret av till exempel sand som följer efter. En fosforfälla kan också anslutas som sista reningssteg, och från den finns det möjlighet att återföra fosfor till åkermark. (Avloppsguiden, 2011). Med en korrekt byggd anläggning ges ett bra skydd mot patogenspridning (Palm m.fl., 2002).



Figur 10. Schematisk bild över ett kompaktfilter som föregås av slamavskiljare och följs av infiltration eller ytvattenutsläpp (Avloppsguiden, 2011)

6.1.10 Minireningsverk

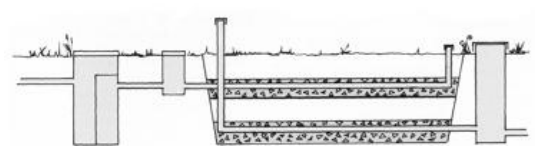
Allt avloppsvatten renas i slamavskiljaren och ett minireningsverk, se figur 11. Reningstekniken är i stort sett samma som i stora reningsverk med sedimentering följt av biologisk rening och sedan kemisk fällning. Reningsresultaten av fosfor, kväve och BOD₇ uppfyller generellt hög skyddsnivå för miljö. Med hälsoskyddet är det mer osäkert och ytterligare behandling krävs ofta, ett exempel är att fosforfilter läggs till som komplement. Om fosforfilter eller kemisk fällning används kan filtermaterialet eller slammet återföras till åkermark och man får ett kretslopp av framförallt fosfor. Ett minireningsverk kräver kontroll och eventuellt underhåll av fackman för att det ska fungera optimalt. (Avloppsguiden, 2011).



Figur 11. Exempel på ett minireningsverk placerat ovan mark inuti byggnad (Avloppsguiden, 2011).

6.1.11 Markbädd

Fungerar som vanlig infiltration med den skillnaden att vattnet rinner genom ett uppbyggt sandlager istället för genom befintligt marklager, se figur 12. Detta gör att markbädd kan användas i lite mer känsliga områden än vanlig infiltration. Reduktionen av patogener och BOD₇ är god, däremot når inte fosforreningen upp till hög skyddsnivå och kan även sjunka med tiden. Med ett kompletterande fosforfilter uppnås inte bara högre fosforreduktion utan även möjlighet till kretslopp av fosfor. (Avloppsguiden, 2011).



Figur 12. Markbädd med slamavskiljare och fördelningsbrunn till vänster och utloppsbrunn till höger (Avloppsguiden, 2011)

6.2 URVALSKRITERIER

Urvalskriterierna togs fram, med utgångspunkt att de tillfälliga systemen skulle installeras i områden med krav på hög skyddsnivå, och användes för att välja ut de fem avloppssystemen som senare ingick i miljösystemanalysen. Kriterierna var:

- Hög skyddsnivå för hälsa.
- Hög skyddsnivå för miljö.
- Flexibilitet, enkelt att installera/ta bort eller integrera vid den kommunala anslutningen.
- Möjlighet till kretslopp av näringsämnen

6.3 ANALYS OCH URVAL

Möjligheten till normal eller hög skyddsnivå samt kretslopp bedömdes för vad som var möjligt för ett helt avloppssystem där BDT- eller klosettlösningen ingick. För flexibiliteten gjordes bedömningen för varje del av systemet, det vill säga skilda för BDT- respektive klosettlösningarna. Kraven för varje att uppnå respektive urvalskriterium var samma för BDT-lösningarna, klosett-lösningarna och de fullständiga systemen utom för flexibiliteten.

6.3.1 BDT-lösningar

Eftersom avloppssystemen var tänkta för känsliga kustnära områden gjordes antagandet att de fyra infiltrationslösningarna inte var lämpliga för blandat hushållspillvatten utan endast för BDT-vatten. Sluten tank för BDT-vattnet ansågs inte heller vara ett miljömässigt bra alternativ på grund av att antalet tömningar av tanken skulle bli stort. Urvalet av en BDT-lösning gjordes därför bland infiltrationsanläggningarna, se tabell 1.

Tabell 1. Betyg för varje urvalskriterium för BDT-lösningarna.

	Skyddsnivå hälsa	Skyddsnivå miljö	Flexibilitet installation	Kretslopp
Markbädd för BDT	+	+	-	0
Sprayfilter för BDT	+	+	0	0
Kompaktfilter för BDT	+	+	+	0
Infiltration av BDT	+	+	-	0

Skyddsnivå hälsa:

+: Möjlighet att uppnå hög skyddsnivå

0: Möjlighet att uppnå normal skyddsnivå

-: Inte möjligt att uppnå normal skyddsnivå

Klosettvattnet innehåller mycket smittämnen och näringsämnen men liten mängd vatten, medan BDT-vattnet innehåller lite smittämnen och näringsämnen men mycket vatten och organiska ämnen (Avloppsguiden, 2011). Det finns inga givna gränser för de olika skyddsnivåerna för hälsa, men med antagandet att klosettvattnet togs omhand på annat sätt och inga smittämnen spreds från den processen finns goda möjligheter att hög skyddsnivå uppnås för alla markbaserade metoder ovan. För att vara på den säkra sidan bör ytterligare ett reningssteg läggas till, som till exempel fosforfilter, eftersom BDT-reningen enskilt ska kunna uppnå hög skyddsnivå (Naturvårdsverket, 2006).

Skyddsnivå miljö:

+: Möjlighet att uppnå hög skyddsnivå

0: Möjlighet att uppnå normal skyddsnivå

-: Inte möjligt att uppnå normal skyddsnivå

Eftersom dessa markbaserade reningsmetoder är tänkta för enbart BDT-vatten, kan alla uppnå hög skyddsnivå för miljö totalt sett. Om klosettvattnet renas enskilt, och inga näringsämnen antas gå till recipient från den reningen, innebär det att 55 % BOD₇, 89 % kväve och 90 % fosfor (om fosfatfria tvättmedel användes) av totala innehållet i hushållsspillvattnet tas bort (Jönsson m.fl., 2005; Naturvårdsverket, 1995). Detta innebär att reningen av kväve och fosfor redan har uppnått hög skyddsnivå. Reningen av BOD₇ uppgår till cirka 90 % för samtliga markbaserade reningsmetoder ovan och hög skyddsnivå uppnås därmed totalt sett (Avloppsguiden, 2011; Ek m.fl., 2011).

Flexibilitet:

+: Modul, krävde liten yta

0: Delvis flyttbar

-: Inte flyttbar, krävde stor yta

Vid bedömning av flexibilitet för de olika BDT-lösningarna betonades möjligheten att kunna flytta anläggningen samt hur stor yta som togs i anspråk. För att kunna flytta en anläggning antogs det bästa vara att den var innesluten i en tank eller liknande, en så kallad modul. Infiltration och markbädd bedömdes inte vara flyttbara eftersom de anläggs med grus och sandlager utan inneslutning. Både sprayfilter och kompaktfilter finns i modulform, med den skillnaden att för sprayfiltret måste en pump också installeras (Avloppsguiden, 2011). Detta gör att en större yta tas i anspråk på grund av att en pumpbrunn måste grävas.

Kretslopp:

+: Möjligt

0: Delvis

-: Inte möjligt

Kretslopp av näringsämnen från de markbaserade reningsmetoderna är endast möjligt delvis om fosforfilter används (Avloppsguiden, 2011).

6.3.2 Klosettlösningar

Klosettlösningarna delades upp i våta och torra lösningar och betygsattes för varje urvalskriterium, se tabell 2.

Tabell 2. Betyg för varje urvalskriterium för klosettlösningarna.

	Skyddsnivå hälsa	Skyddsnivå miljö	Flexibilitet installation	Kretslopp
Våta klosettlösningar				
Vakuumtoalett +sluten tank	+	+	0	+
Urinsortering, aquatron	0	+	0	+
Urinsorterande vattentoalett	0	0	0	+
Torra klosettlösningar				
Urinsorterande torrtoalett	+	+	0	+
Multrum	+	+	-	+
Förbränningstoilet	+	+	0	-

Skyddsnivå hälsa:

För klosettlösningarna aquatron och urinsorterande vattentoalett blir smittskyddet lite osäkrare än för de andra alternativen. Detta beror på att fekaliedelen som innehåller mest patogener inte avskiljs helt, utan måste renas tillsammans med övrigt avloppsvatten och risken för patogener till recipient ökar. Ungefär 70 % av fekaliedelen kan sorteras bort med aquatron, resten måste renas med BDT-vattnet (Vinnerås, 2001). Normal skyddsnivå kan dock uppnås av urinsorterande klosettlösningar (Avloppsguiden, 2011).

Skyddsnivå miljö:

För urinsorterande vattentoalett kan inte hög skyddsnivå för fosforreningen uppnås men däremot för kvävereningen (Avloppsguiden, 2011). För aquatron med urinsortering avskiljs ungefär 67-68 % av kvävet och fosfor (Vinnerås, 2001). Med bra infiltration

för resterande avloppsvatten kan hög skyddsnivå uppnås. För övriga klosettlösningar antogs också hög skyddsnivå kunna uppnås med bra infiltrationsrening för BDT-vattnet.

Flexibilitet:

+: Samma ingrepp i huset som vid kommunalt avlopp, samma typ av ledningar kan användas som vid kommunalt avlopp.

0: Ingrepp i huset behövs utöver det som skulle ske vid kommunalt avlopp. Andra typer av ledningar behöver dras utöver de som skulle dragits vid kommunalt avlopp.

-: Stort ingrepp i huset utrymmesmässigt

Multrum kräver stort ingrepp i huset utrymmesmässigt och det behövs oftast tillgång till källare där behållaren kan placeras (Avloppsguiden, 2011). En torr förbränningstoalett behöver inga avloppsledningar, däremot måste en skorsten installeras (Avloppsguiden, 2011). Aquatron behöver speciella ledningar till separatorn samt till urintank om urinsortering används. Separatorn kräver också ett visst ingrepp i huset (Aquatron, 2011). Vakuumtoalett, och urinsorterande våt- och torrtoalett förutsätter alla tre att andra typer av ledningar används än vid kommunalt avlopp.

Kretslopp:

Kretslopp av näringsämnen var möjligt för alla klosettreningsmetoder utom för förbränningstoaletten där kväve försvinner till luft och fosfor i askan blir svårtillgänglig för växterna. Det krävs dock att klosettavfallet hygieniseras innan det återförs till jordbruk (Avloppsguiden, 2011).

6.3.3 BDT- + klosettlösningar

De fullständiga systemen med rening av allt hushållsspillvatten, var minireningsverk och kompaktfiler i box, se tabell 3.

Tabell 3. Betyg för varje urvalskriterium för hela avloppssystem som renade BDT och klosettfraktionerna tillsammans.

	Skyddsnivå hälsa	Skyddsnivå miljö	Flexibilitet installation	Kretslopp
Minireningsverk	+	+	+	0
Kompaktfiler i box	+	+	+	0

Skyddsnivå hälsa:

Det råder en viss osäkerhet kring smittskyddet för minireningsverk (Avloppsguiden, 2011). För att uppnå hög skyddsnivå krävs efterbehandling för både minireningsverk och kompaktfiler i box, som till exempel fosforfiler (Naturvårdsverket, 2006).

Skyddsnivå miljö:

Med efterbehandling kan hög skyddsnivå uppnås för både minireningsverk och kompaktfiler i box (Lymeus, 2010).

Flexibilitet:

+: Modul, kräver liten yta

0: Delvis flyttbar

-: Inte flyttbar, kräver stor yta

Både minireningsverk och kompaktfiler i box är inneslutna och kan således flyttas när de har tagits ur bruk.

Kretslopp:

Slammet från slamavskiljaren och fosforfiltermaterialet kan återföras till åkermark och ett kretslopp kan således delvis uppnås (Avloppsguiden, 2011).

Den BDT-lösning som fick bäst betyg och valdes var kompaktfiler. För att få hela avloppssystem kombinerades denna lösning med den torra respektive våta klosettlösningen med bäst betyg vilka blev vakuumtoalett till slutna tank samt urinsorterande torrtoalett. Eftersom både minireningsverk och kompaktfiler i box fick bra betyg valdes båda att delta i analysen. Minireningsverk beslutades ingå i analysen både som enskilt, 5 vuxna användare (5 pe), och gemensamt (25 pe antogs) system eftersom det blev en intressant jämförelse.

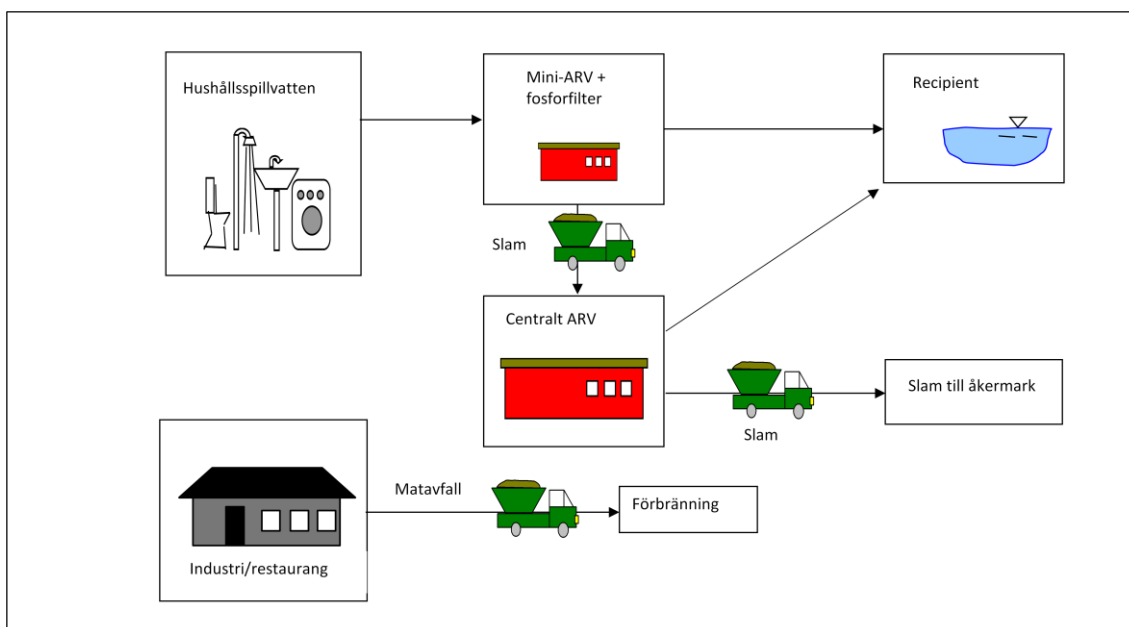
6.4 SYSTEMBESKRIVNING AV UTVALDA AVLOPPSYSTEM

Fem olika avloppssystem ingick i den slutgiltiga analysen, fyra stycken enskilda och en gemensamhetslösning. Systemen antogs behöva klara hög skyddsnivå för både hälsa och miljö och dimensionerades för det kravet. Extra reningssteg lades till där det krävdes för att uppnå detta. Eftersom alla utvalda system klarade hög skyddsnivå för hälsa och miljö studerades inte den aspekten vidare. Antaganden om återföring till åkermark baserades på nuvarande situation i Norrtälje.

6.4.1 (1) Minireningsverk (5 pe)

Slamavskiljare och minireningsverk utgör de första två stegen i reningsprocessen, där slam transporteras till centralt avloppsreningsverk och vidare till åkermark, se figur 13. Med fosforfilter efter minireningsverket kan hög skyddsnivå för hälsa uppnås (Avloppsguiden, 2011). Det renade vattnet släpps därefter ut till recipient.

Detta system passar bra på fastigheter med begränsat utrymme eftersom den inte tar så stor yta i anspråk.



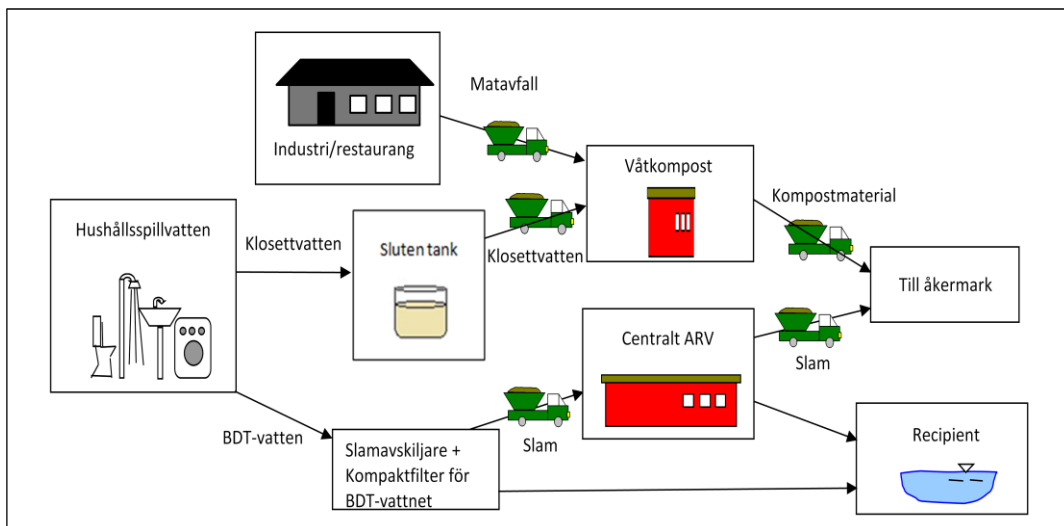
Figur 13. Systembild för alternativet med minireningsverk (5 pe).

6.4.2 (2) Vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfiler för BDT

Toalettavfallet förs till en sluten tank med hjälp av ett vakuumsystem. Tanken töms med tankbil och avfallet antas efter hygienisering i våtkompost föras vidare för spridning på åkermark, se figur 14. Om inte våtkompost finns tillgänglig i närheten är det möjligt att hygienisera toalettavfallet genom till exempel lagring.

BDT-vattnet går via självfallsledning till slamavskiljare där avskiljning sker av de största partiklarna. Nästkommande reningssteg är ett inneslutet kompaktfiler med utsläpp till recipient för det renade vattnet. Slamm från slamavskiljaren körs med tankbil till ett centralt reningsverk och sedan vidare till spridning på åkermark.

Detta avloppssystem passar bäst i känsliga områden, till exempel områden nära kusten. Det är även lämpligt i glesbygd där ett gemensamt system inte är genomförbar på grund av för stora avstånd. I befintliga fastigheter och särskilt vid nybyggnation är det enkelt att installera vakuumledningar (Palmér Riviera och af Petersens, 2010).

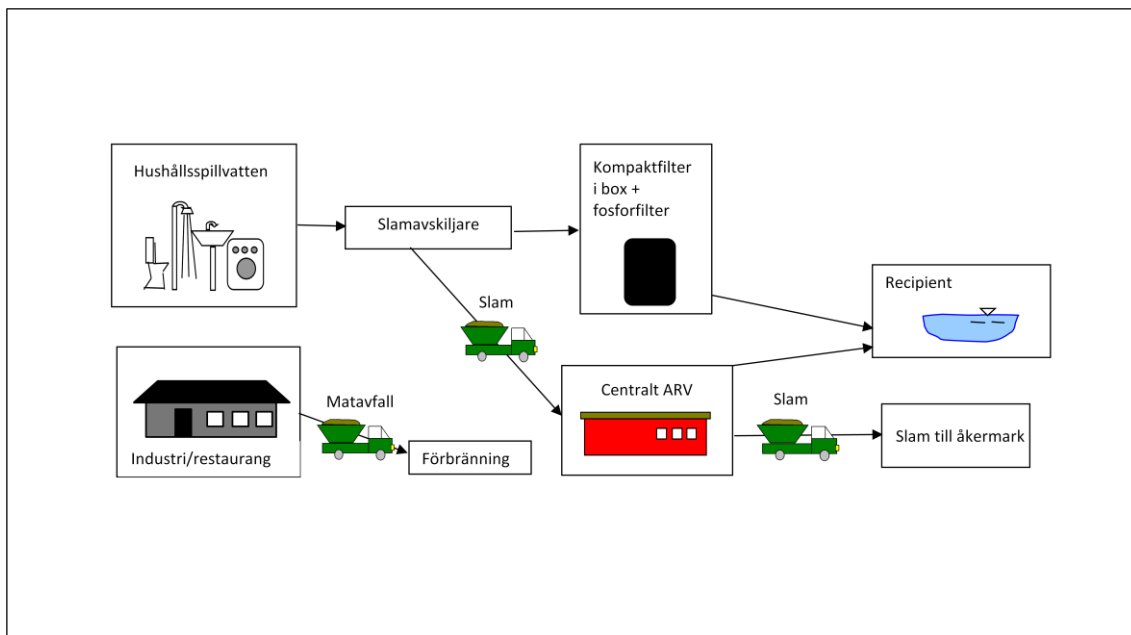


Figur 14. Systembild för alternativet med sluten tank och kompaktfilter.

6.4.3 (3) Kompaktfilter i box

Allt hushållsspillvatten antas gå med självfall till slamavskiljare där avskilt slam körs till centralt avloppsreningsverk och därefter vidare till åkermark. Efter slamavskiljaren förs avloppsvattnet vidare till ett kompaktfilter i box, se figur 15. Detta fungerar på samma sätt som en markbädd fast den är innesluten och har ett filtermaterial på vilket bakterier och organiskt material fastnar och bryts ned biologiskt. För att fosforeringen ska uppnå hög skyddsnivå, det vill säga 90 % reduktion, krävs ett fosforfilter som efterbehandling. Det reade vattnet släpps därefter ut till recipient.

Fördelen med detta avloppssystem är att det är kompakt och tar relativt liten yta i anspråk vilket gör det lämpligt för fastigheter med begränsat utrymme.

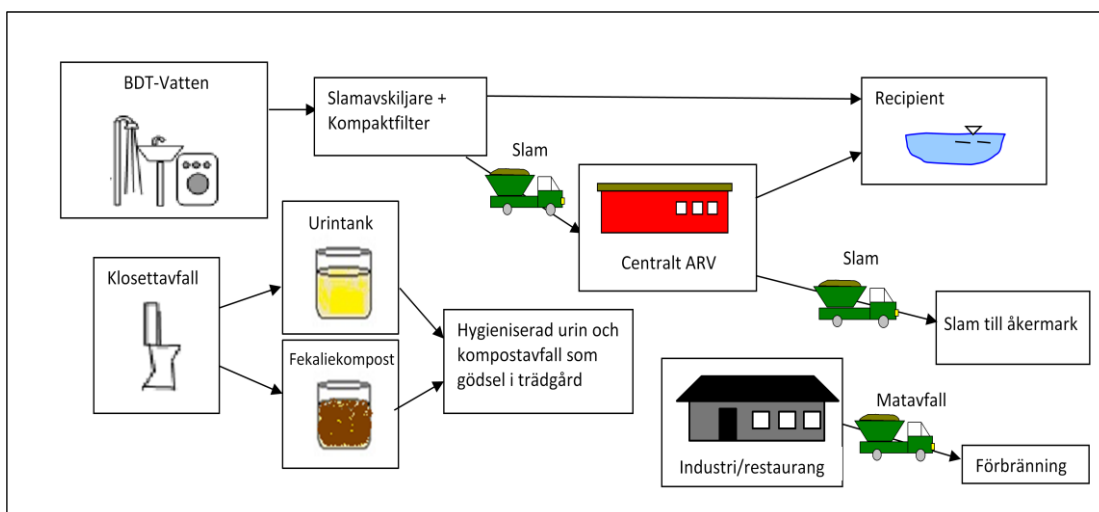


Figur 15. Systembild för alternativet kompaktfilter i box.

6.4.4 (4) Urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfilter

Torr toalettösning där urinen lagras i en tank och fekalierna komposteras i trädgården för att efter hygienisering kunna användas som gödselmedel, se figur 16. För att kunna använda det på den egna tomten krävs 40-50m² per person för spridning av ett års lagrad urin och för komposterade fekaler krävs ungefär 10m² per person och år (Avloppsguiden, 2011). För BDT-vattnet används ett likadant kompaktfilter som för system nummer (2).

Även det här avloppssystemet passar bra i känsliga områden eftersom allt klosettavfall tas omhand och inte släpps ut till recipient. Om fastighetsägaren väljer att ta hand om fekalierna och urinen på egen hand krävs dock tillräckligt stor yta i trädgården för spridning.



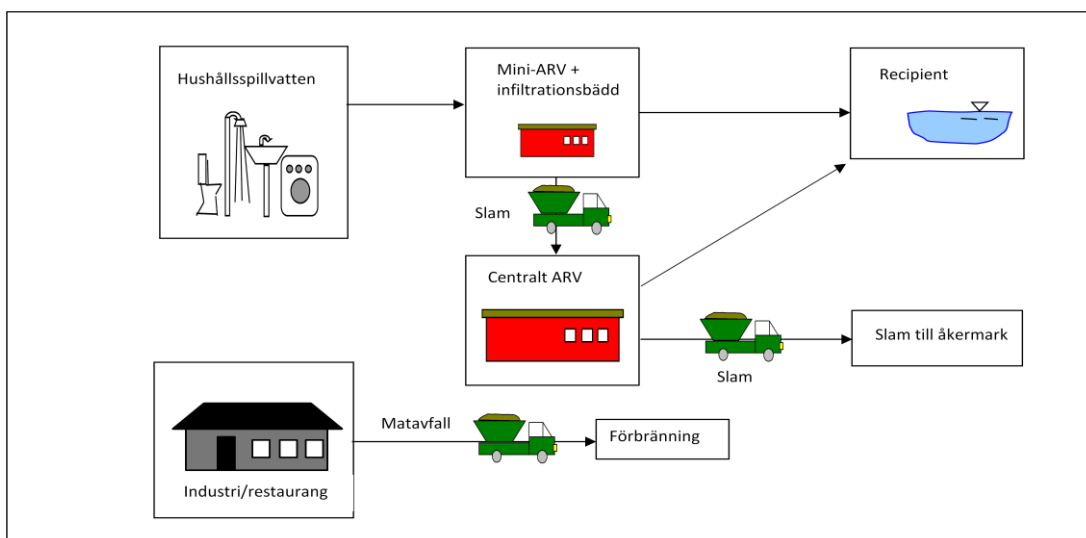
Figur 16. Systembild för alternativet med urinsorterande torrtoalett och kompaktfilter.

6.4.5 (5) Minireningsverk (25 pe)

För gemensamhetsanläggningen krävs ledningsdragning från de berörda fastigheterna till platsen för minireningsverket. Här antas att LTA-ledningar med en pump på varje fastighet används. Slamavskiljare och minireningsverk utgör sedan de första två stegen i reningsprocessen, där slammet transporteras till centralt avloppsreningsverk och vidare till åkermark, se figur 17.

Eftersom hälsoskyddet med enbart minireningsverk är osäkert krävs efterbehandling för att uppnå hög skyddsnivå. För det här alternativet används infiltrationsbädd som efterbehandling. Det renade vattnet släpps därefter ut till recipient.

Gemensamhetslösningen är bäst lämpad för en mindre grupp fastigheter som kan använda och sköta om anläggningen tillsammans. Avståndet mellan fastigheterna bör inte vara för stort eftersom ledningsdragningen då blir för kostsam. Det måste också finnas en lämplig plats där anläggningen kan placeras och en överenskommelse mellan fastighetsägarna hur samarbetet ska se ut.



Figur 17. Systembild för systemet med minireningsverk (25 pe).

7 TILLSTÅND OCH TIDIGARE DOMAR

För kommuner finns olika sätt att agera kring problematiken med tillfälliga enskilda avloppssystem i områden som planeras att få kommunalt avlopp inom 5-10 år. Största ansvaret är fastighetsägarens men kommuner kan använda både stöd och krav för att åtgärder ska ske (Naturvårdsverket, 2008b). Ett alternativ är att vara passiv och vänta på att ansökningar kommer in från fastighetsägare. Med passiv menas att ingen tillsyn bedrivs i området men att en plan finns för hur ansökningar ska hanteras. Det andra är att aktivt jobba för att förbättra undermåliga avlopp genom ett tillfälligt avloppssystem och således skicka ut krav på åtgärder (Hjelmqvist, pers, 2011). Nedan åskådliggörs behovet av tillstånd och tidigare domar från liknande fall.

7.1 BEHOV AV TILLSTÅND

Systemen med vattentoalett ansluten (alla utom systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4)) behöver tillstånd enligt 13§ (1998:899). Tillstånd söks hos kommunens miljöavdelning. För system nummer 4 räcker det med en anmälan till kommunala nämnden eftersom toaletten som ansluts är en torr variant (Naturvårdsverket, 2011). Även för BDT-lösningar räcker det med en anmälan. Skillnaden är att det i de fall då endast anmälan behövs kan byggnation av anläggningen påbörjas innan nämnden har godkänt den. Det är dock möjligt för kommunen att förelägga ändring i efterhand av en anläggning som inte visar sig uppfylla miljö och hälsoskyddet. I särskilt känsliga områden finns även möjligheten för kommunen att skriva lokala föreskrifter som kräver tillstånd även för torra toalettlösningar eller andra avloppslösningar utan anslutning till vattentoalett (Naturvårdsverket, 2011). Dessa föreskrifter kan skilja sig mellan olika kommuner och det är därför viktigt för fastighetsägaren att ta reda på vad som gäller i den egna kommunen.

För avloppsanläggningar med vattentoaletter och upp till 200 pe inkopplade krävs tillstånd hos kommunala nämnden. För en gemensam lösning räcker det med att den fastighetsägare på vars tomt anläggningen kommer vara belägen skickar in tillståndsansökan (Naturvårdsverket, 2008b). En gemensam anläggning inrättas till exempel genom en förrättningsman och gäller då under anläggningslagen. Det är även möjligt för fastighetsägarna att bilda en ekonomisk förening eller skriva ett servitutsavtal (Christensen m.fl., 2008). En gemensamhetsanläggning bygger på ett gemensamt initiativ och beslut från fastighetsägarna. Det finns ingen möjlighet för kommunen att tvinga fram ett bildande (Christensen m.fl., 2008).

7.2 PREJUDICERANDE DOMAR

Vid bedömning av tillståndsansökningar kan tidigare avgöranden vid högsta instansen miljööverdomstolen användas som stöd. Nedan beskrivs några situationer, utifrån prejudicerande domar, som kan uppstå vid tillståndsprocessen och när kommunalt VA-nät har byggts ut.

Beskedet till fastighetsägare i omvandlingsområden bör vara tydligt när det gäller utökning av VA-verksamhetsområdet och utbyggnad av kommunala VA-nätet. Norrtälje kommun har, genom utvecklingsprogrammet från 2008, målet att bland annat

utöka kommunalt VA i den mån det är möjligt ekonomiskt och behovsmässigt. Informationen till fastighetsägarna ska vara tydlig och klar från kommunens sida (Morey Strömberg m fl., 2008).

När det gäller vad som är rimligt ekonomiskt för den enskilde fastighetsägaren, vid nybyggnation av enskilt avlopp, enligt MB 2 kap 7§ är utgångspunkten att kostnaden ska motsvara vad liknande nyanläggningar av enskilda avlopp kostat. Någon hänsyn till vad varje fastighetsägare har möjlighet att betala tas inte (Naturvårdsverket, 2008b). Vid kortare tid än 5 år fram till utbyggnad av kommunalt VA finns olika sätt att hantera frågan. Reningskraven kan till exempel sänkas utom för hygienskyddet. Ett annat alternativ för kommunen är att ställa samma krav på rening som normalt men att inlösen sker av den enskilda anläggningen vid utbyggnad av kommunalt VA (Naturvårdsverket, 2008b).

Enligt dom M 3553-05 i MÖD bör kommunen vara försiktig med att ge tillstånd för lösningar med vattenklosetter i känsliga områden. Om en fastighetsägare får tillstånd kan det lätt bli många fler tillstånd i samma område vilket skapar större belastning på recipienter och omgivning (Kunskapscentrum, 2011). Man ser då till området i stort och vad som kan tänkas bli resultatet efter tillståndet.

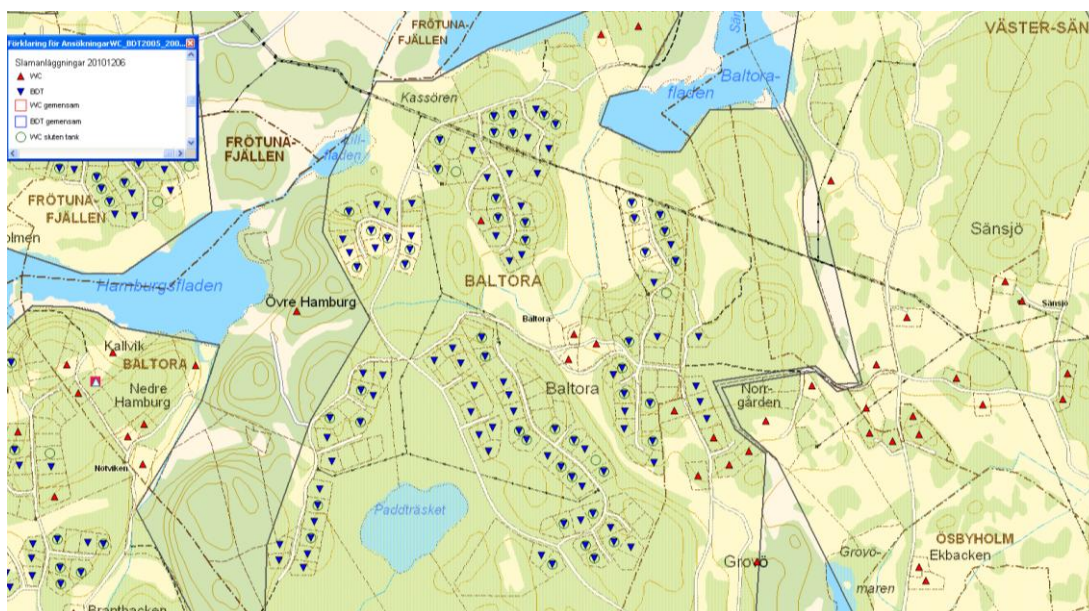
Vid bedömningen av tillståndet för en enskild anläggning är det viktigt att helheten för miljöskyddet beaktas och inte enbart miljöpåverkan från utsläpp till recipient. En prejudicerande dom från miljööverdomstolen, (MÖD 2008:39), tar upp ett fall där en fastighet har befintlig mulltoalett samt BDT-vatten som släpps ut till ett dike. Miljööverdomstolen dömde efter nämndens linje och gav inte tillstånd för sluten tank som tillfällig lösning fram till kommunalt VA. Det ansågs vara sämre för miljön med sluten tank för allt hushållspillvatten och många tömningar än med det befintliga avloppet. Dessutom bedömdes att det inte var lämpligt med tidsbegränsat tillstånd eftersom det var en nybyggnation. En installation av vattentoalett utan anslutning till kommunalt VA skulle också påverka den känsliga grundvattentäkten i hög grad (Lagen, 2011).

När det kommunala VA-nätet har byggts ut blir enskilda anläggningar i VA-verksamhetsområdet överflödiga. Enligt 40 § Lagen (2006:412) om allmänna vattentjänster skall VA-huvudmannen ersätta en enskild avloppsanläggning som har blivit onyttig på grund av att kommunen har utökat kommunalt VA. I Norrtälje ersätts enligt denna paragraf infiltrationsanläggningar för allt hushållspillvatten, sluten tank och minireningsverk som har varit i drift mindre än 10 år. Ersättningen sjunker med 10 % varje år, efter 5 år utgår alltså ersättning med 50 % av investeringskostnaden (Denninger, pers, 2011-05). För att få ersättning ska fastighetsägaren kunna uppvisa kvitton på arbets- och materialkostnad. Simrishamns kommun har tagit fram schablonvärden för kostnaderna för olika avloppsanordningar i de fall där kvitton saknas (Simrishamns kommun, 2009). Ett exempel där ingen ersättning utgick på grund av anläggningens ålder är dom 2004-11-08, mål nr M 1172-04 MÖD. Anläggningen i fråga var en 12 år gammal men väl fungerande trekammarbrunn med markbädd.

8 ANTAGANDEN OCH BERÄKNINGAR

8.1 OMRÅDET BALTORA

Baltora, i Norrtälje kommun, var det område som låg till grund för beräkningar av transportavstånd och andel permanentboende. Baltora är beläget 10 km öster om Norrtälje stad och den lokala recipienten i området är Björknäsfjärden, se figur 18. Det är en havsvik vilken bedöms ha otillfredsställande ekologisk status (Denninger, pers, 2011). I nuläget finns totalt 162 hushåll i området varav 25 % är permanent bebodda. Gemensamhetssystemet, system 5, antogs att det delas av 25 personer. Området har haft 3 bygglovs- och 11 avloppsansökningar under åren 2005-2010 och anses vara attraktivt för inflyttningar (Denninger, pers, 2011). Transportavstånden inom och till/från området uppmättes i Eniro. Det totala avståndet inom området för att slamtömningsbilen skulle nå alla fastigheter i Baltora på en runda blev 10 km. Fastigheterna låg nära varandra och ett antagande gjordes att för gemensamhetssystemet behövdes 500 meter LTA-ledningar dras totalt. Avståndet till Lindholmens reningsverk uppmättes till ungefär 15 km och till Karby våtkompost 22 km.



Figur 18. Översikt över området Baltora i Norrtälje kommun.

8.2 GENERELLT

Antalet boende i varje hushåll antogs vara 3 personer (Andersson m.fl. 2011). Systemen är dimensionerade för att klara 5 personer per hushåll men alla beräkningar gjordes alltså för 3 personer.

Installationen av avloppslösningarna antogs ske som nyanläggning, det vill säga allt köptes nytt och inga befintliga och användbara avloppsdelar fanns i marken vid anläggningen. Avinstallationen av systemen inkluderades inte i beräkningarna av kostnader och energianvändning.

Beräkningarna för kompaktfiler i box (3) och kompaktfiler för BDT-vattnet (systemen med vakuumtoalett och sluten tank (2) och urinsorterande torrtoalett (4), båda med BDT till kompaktfiler) utfördes på Biorocks ”markbädd på burk” respektive WM-filters inneslutna kompaktfiler. Det finns även andra kompaktfiler på marknaden.

Målet från kommunens sida är att utföra tillsyn av enskilda avlopp så ofta som möjligt. Men eftersom Norrtälje har ungefär 40 000 enskilda avlopp i kommunen antogs att tillsyn som tar 2 timmar blir utförd vart 15:e år. För gemensamhetsanläggningar antogs tillsyn ske vart tredje år (Denninger, pers, 2011). Kostnaderna för tillsyn baseras på dessa antaganden.

Kväveavgång från kompaktfiler och kompaktfiler i box bortsågs vid beräkningarna.

När det gäller omhändertagande av utjänta avloppskomponenter, som infiltrationssand, fosforfiltermaterial och kompaktfilermaterial, finns ingen sådan hantering i dagsläget i Norrtälje. Vid flödesberäkningarna antogs att infiltrationssanden och kompaktfilermaterialen lämnades kvar i marken och att näringsämnena från dessa inte bidrog till kretsloppet. Fosforfiltermaterialen antogs däremot gå till jordtillverkning. Avloppsslammet återförs i dagsläget inte till åkermark i Norrtälje kommun men ambitionen är att göra det inom den närmaste framtiden. Ett antagande gjordes därför att 15 % av avloppsslammet från centrala avloppsreningsverket återfördes till åkermark.

Utsläppet av renat hushållspillvatten antogs för system 1-4 gå till ytvatten och för system 5 till grundvatten. Ledningar till utsläppspunkten togs inte med i beräkningarna. Däremot antogs att 10 meter ledningar behövdes inuti i hus och 10 meter ledningar utomhus på varje enskild fastighet.

8.3 UTSLÄPP

Vid beräkning av utsläpp till recipient samt återföring av näringsämnena till odlingsbar mark beräknades ämnesflödena mellan de olika delarna i varje avloppssystem. Flödena följdes från hushållet och varje reningssteg i systemen reducerade ämnena i olika hög grad. Reduktionsgraden visade hur stor andel av ämnet som inte gick vidare till nästa steg i reningsprocessen utan fastnade i till exempel slammet i slamavskiljaren eller i kompaktfiltret. Efter varje reningssteg transporterades ämnena, enligt systembilderna (figur 14-18), antingen vidare till nästa steg, till recipient eller till odlingsbar mark. För att kunna beräkna hur stor mängd av de olika ämnena som gick till odlingsbar mark och till recipient behövdes värden på hur mycket en person släpper ut i genomsnitt varje år, se tabell 5.

Tabell 5. Innehållet i avloppsfraktionerna enligt Jönsson m.fl. (2005) som ligger till grund för flödesberäkningarna.

	Urin	Fekalier + toalettpapper	BDT
	[kg/pers, år]	[kg/pers, år]	[kg/pers, år]
N _{tot}	4	0,5	0,56
P _{tot}	0,33	0,18	0,055
BOD ₇	2	12	12
	[mg/pers, år]	[mg/pers, år]	[mg/pers, år]
Cd	0,183	3,65	18,25

För alla fem avloppssystem som analyserades ingick ett centralt avloppsreningsverk som ett reningssteg dit slamavskiljarslammet transporterades. Lindholmens reningsverk är det största kommunala reningsverket i Norrtälje kommun och fanns redan inlagt i VeVa-verktyget. Därför antogs det gälla som det centrala avloppsreningsverk dit slammet transporterades. Ämnena i det slam som transporterades dit reducerades enligt värdena i tabell 6. För systemet minireningsverk (5 pe) ingick även slamavskiljare och fosforfälla som reningssteg, se tabell 7.

Tabell 6. Reduktionsgrader för Lindholmens reningsverk

Ämne	Reduktion [%]
N	68 ^a
P	97 ^a
BOD ₇	97 ^a
Cd	90 ^b
Avgång till luft	[% av slammet]
N	91 ^c
BOD ₇	68 ^c

a. (Beräknat utifrån Jönsson, 2005)

b. (Käppala miljörapport, 2004)

c. (Löfqvist, 2006)

Tabell 7. Reduktion för system 1, minireningsverk (5 pe).

	Reduktion [%]		
Ämne	Slamavskiljare	Minireningsverk (5 pe)	Fosforfälla
N	15 ^a	40 ^c	20 ^a
P	7 ^a	90 ^c	90 ^a
BOD ₇	15 ^a	90 ^c	10 ^a
Cd	25 ^b	91 ^b	30 ^b

a. (Naturvårdsverket, 2003)

b. (Weiss, 2007)

c. (Hellström och Jonsson, 2003)

För systemen med sortering och uppdelning av avloppsfraktionerna BDT-vatten och klosettavfall (Systemet med vakuumtoalett och sluten tank samt BDT till kompaktfiler (2) och systemet med urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4)) antogs

fullständig avskiljning av fraktionerna ske. I tabell 8 visas hur stor andel av ämnena som finns i respektive fraktion samt hur stor reduktionen är i kompaktfiltret där BDT-reningen sker. För systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiltret där avfallet togs omhand på den egna fastigheten antogs den återföringen vara likvärdig med återföringen till åkermark.

Tabell 8. Andel av ämnena i respektive avloppsfraktion samt reduktionsgraden för kompaktfiltret. Användes för system 2 och 4.

Ämne	Andel i klosettfraktion [%]	Andel i BDT-vatten [%]	Kompaktfiltret för BDT [% reduktion]
N	89 ^a	11 ^a	50 ^b
P	90 ^a	10 ^a	90 ^b
BOD ₇	54 ^a	46 ^a	90 ^b
Cd	17 ^a	83 ^a	50 ^c

a. (Jönsson m.fl., 2005)

b. (Lymeus, 2010)

c. Som markbädd, (Erlandsson, 2007)

Systemet med kompaktfiltret i box (3) hade slamavskiljare och fosforfälla som extra reningssteg, se tabell 9.

Tabell 9. Reduktion för system 3, kompaktfiltret i box.

Ämne	Reduktion [%]		
	Slamavskiljare	Kompaktfiltret i box	Fosforfälla
N	15 ^a	52 ^c	20 ^a
P	7 ^a	0 ^c	90 ^a
BOD ₇	15 ^a	97 ^c	10 ^a
Cd	25 ^b	50 ^d	30 ^e

a. (Naturvårdsverket, 2003)

b. (Erlandsson, 2007)

c. (Lymeus, 2010)

d. Som markbädd, (Erlandsson, 2007)

e. (Weiss, 2007)

För systemet minireningsverk (25 pe) ingick, utöver själva minireningsverket, slamavskiljare samt infiltrationsbädd som efterbehandling, se tabell 10.

Tabell 10. Reduktion för system 5, minireningsverk (25 pe).

Ämne	Reduktion [%]		
	Slamavskiljare	Minireningsverk (25 pe)	Infiltrationsbädd
N	15 ^a	60 ^c	30 ^e
P	7 ^a	90 ^c	40 ^e
BOD ₇	15 ^a	90 ^c	95 ^e
Cd	25 ^b	91 ^d	50 ^f

a. (Naturvårdsverket, 2003)

b. (Erlandsson, 2007)

c. (Naturvårdsverket, 2007)

d. (Erlandsson, 2007)

e. (Naturvårdsverket, 1991)

f. (Wittgren m.fl., 2003)

8.4 ENERGI

För att kunna göra energianalys på avloppssystemen användes MJ/pers, år som gemensam enhet för all energianvändning. En uppdelning av energianvändningen gjordes i elektricitet och fossil energi. I bilaga 2 och 3 presenteras energianvändningen för respektive system i detalj.

Livslängden antogs vara 5 och 10 år trots att vissa komponenter i systemen gick att återanvända och således kunde användas under hela sin livslängd. Möjligheten att sälja och återanvända komponenter är svårbedömd och därför sattes livslängden lika med tiden i drift. För LTA-ledningarna till gemensamhetssystemet minireningsverk (25 pe) antogs att de hade 50 års livslängd eftersom de kunde användas för transport av hushållsspillvatten när kommunalt avloppsnät blivit inkopplat. LTA-pumparna antogs ha 10 års livslängd.

8.4.1 Produktion

Energianvändningen vid produktionen av alla ingående komponenter i varje avloppssystem beräknades utifrån massan av varje komponent, dess material, samt mängden energi som åtgick för produktionen enligt ekvation 1.

$$E_{komp} = E_{prod} \cdot m_{komp} \quad (1)$$

E_{prod} = Energiåtgången vid produktionen, inklusive transport. [MJ/kg]

m_{komp} = Massan av materialet i komponenten. [kg]

För att få energiåtgången i enheten MJ/pers, år användes ekvation 2.

$$E_{person} = \frac{E_{komp}}{(antal\ personer\ som\ delar\ på\ systemet \cdot livslängd)} \quad (2)$$

8.4.2 Anläggning

Vid anläggningen av avloppssystemen beräknades energianvändningen för maskiner som användes för att gräva ned alla systemdelar och ledningar på fastigheten. För gemensamhetssystemet inkluderades även anläggningen av LTA-ledningar mellan fastigheter och minireningsverket. Ett antagande gjordes att grävmaskin och vältare användes vid anläggningen och energiåtgången från dessa var 2,78 MJ fossilt/m³ respektive 0,53 MJ fossilt/m³ (Tillman m.fl., 1996). Anläggningen av centrala reningsverket och våtkomposten togs inte med i beräkningarna eftersom Lindholmens reningsverk och Karby våtkompost användes och ingen nyanläggning behövdes. Transport av grävmaskiner till platsen för anläggningen bortsågs vid beräkningarna.

Energiåtgången vid anläggningen av avloppssystemen beräknades enligt ekvation 3.

$$E_{anläggning} = D_{systemkomp.} \cdot E_{maskin} \quad (3)$$

$D_{systemkomp}$ = Dimension på grävning för respektive systemkomponent. [m³]

E_{maskin} = Energiåtgång för grävmaskiner per m³ grävning. [MJ/m³]

För att få energiåtgången i enheten MJ/pers, år användes ekvation 4.

$$E_{person} = \frac{E_{anläggning}}{(antal\ personer\ som\ delar\ på\ systemet \cdot livslängd)} \quad (4)$$

För ledningsdragningen vid gemensamhetssystemet beräknades energiåtgången enligt ekvation 5.

$$E_{ledningsdragning} = E_{ledning} \cdot L_{ledning} \quad (5)$$

$E_{ledning}$ = Energiåtgång per meter anlagd ledning. [MJ/m]

$L_{ledning}$ = Längd på ledning. [m]

För att få energiåtgången i enheten MJ/pers, år användes ekvation 6.

$$E_{person} = \frac{E_{ledningsdragning}}{(antal\ personer\ som\ delar\ på\ systemet \cdot livslängd)} \quad (6)$$

8.4.3 Drift

Med energiåtgång vid drift menades el till pumpar och fläktar, samt el och fossilt bränsle vid kemikalietillverkning. El och fossil energi summerades enligt ekvation 7 för varje system för att få totala energiåtgången vid drift. Det centrala avloppsreningsverket ingick i samtliga system och driften för det bestämdes till 333 MJ el/pers, år medan kemikalietillverkningen till det centrala avloppsreningsverket bestämdes till 9 MJ el/pers, år och 5MJ fossil/pers, år (Löfqvist, 2006).

$$E_{totaldrift} = \sum E_{drift} \quad (7)$$

Transporter ingick som en del av driften av de olika avloppssystemen och antogs ske med slamsugbil eller lastbil. Energiåtgången vid körning av dessa var 8,2 MJ/ton last, km respektive 0,7 MJ/ton last, km (Sonesson, 1996). Energiåtgången vid transport beräknades enligt ekvation 8.

$$E_{transport} = \frac{M_{last} \cdot E_{körning} \cdot Avst.}{1000} \quad (8)$$

M_{last} = Vikt på last [kg/person, år]

$E_{körning}$ = Energiåtgången vid körning [MJ/ton, km]

$Avst.$ = Avstånd att köra [km]

8.4.4 Energibesparing

Av den mängd växttillgänglig kväve och fosfor som kunde återföras till åkermark antogs användningen av handelsgödselmedel minska med motsvarande mängd och en besparing av energi gjordes på grund av minskad produktion. Vid framställning av kvävegödsel med 28 % kväve går det åt 0,47 MJ El/kg och 13,43 MJ fossil/kg. Motsvarande energimängd för fosforgödsel med 20 % fosforinnehåll var 1,76 MJ El/kg och 4,65 MJ fossil/kg (Davis och Haglund, 1999). Energibesparingen på grund av minskad handelsgödselproduktion beräknades enligt ekvation 9.

$$E_{gödselminskn.} = \sum V / NP_{andel} \cdot E_{handelsgödsel} \quad (9)$$

V = Växttillgänglig kväve eller fosfor till åkermark [kg/person, år]

NP_{andel} = Andel kväve eller fosfor i handelsgödselmedlet [%]

$E_{handelsgödsel}$ = Energianvändning vid produktion av handelsgödselmedlet [MJ/kg]

För de system där matavfallet gick till förbränning istället för till våtkomposten gjordes också en energibesparing i form av fjärrvärmeproduktion till El enligt ekvation 10.

$$E_{förbränning} = \frac{M_{matavfall} \cdot F_{el}}{1000} \quad (10)$$

$M_{matavfall}$ = Vikt på matavfall till förbränning [kg/person, år]

F_{el} = El per ton matavfall vid fjärrvärmeproduktion [MJ/ton]

Energibesparingen i form av elenergi som gjordes på grund av minskad handelsgödselproduktion och fjärrvärmeproduktion subtraherades från totala energianvändningen för respektive system.

8.5 EKONOMI

I investeringskostnaden ingick kostnad för tillstånd, projektering, entreprenad samt material för anläggningen och toalettlösningen. Kostnaden för vakuumtoaletten blev dyrare än toalettlösningarna för de andra systemen och påverkade totalkostnaden för fastighetsägaren betydligt mer. För att få med den skillnaden togs kostnaderna för

toalettstolarna med i beräkningarna. Livslängden bestämdes utifrån hur länge systemen antogs vara i drift, och användes för beräkning av annuitetsfaktorn och kapitalkostnaden. Kalkylräntan valdes i VeVa till 4 % för denna studie.

$$\text{Annuitetsfaktor} = \frac{\text{Kalkylränta} \cdot (1 + \text{Kalkylränta})^{\text{Livslängd}}}{(1 + \text{Kalkylränta})^{(\text{Livslängd} - 1)}} \quad (11)$$

$$\text{Kapitalkostnad} = \text{Annuitetsfaktor} \cdot \text{Investeringskostnad} \quad (12)$$

Kostnader som återkom oftare än den uppsatta livslängden gick under benämningen drift och underhåll. Beroende på avloppssystem varierade de ingående parametrarna. Slamtömning, kemikaliekostnad och provtagning ingick till exempel.

Eftersom tiden fram till inkoppling på kommunala VA-nätet kan variera gjordes en jämförelse mellan alternativen 5 och 10 år till möjlig inkoppling på kommunalt VA. En omräkning gjordes av kapitalkostnaden där livslängden sattes till 5 eller 10 år. Bilaga 1 visar kostnader för respektive system i detalj.

Behovet av ledningar på tomten varierade mellan systemen. För de system med allt hushållspillvatten i samma ledning (system 1, 3 och 5) antogs ledningarna kunna användas även efter att kommunalt VA byggts ut och livslängden sattes därmed till 50 år. För system 2 och 4 med skilda ledningar för klosettvattnet/urinen och BDT-vattnet antogs halva ledningssystemet kunna användas vid utbyggnad av kommunalt VA. Den andra halvan antogs ha samma livslängd som systemet var i drift, det vill säga 5 eller 10 år.

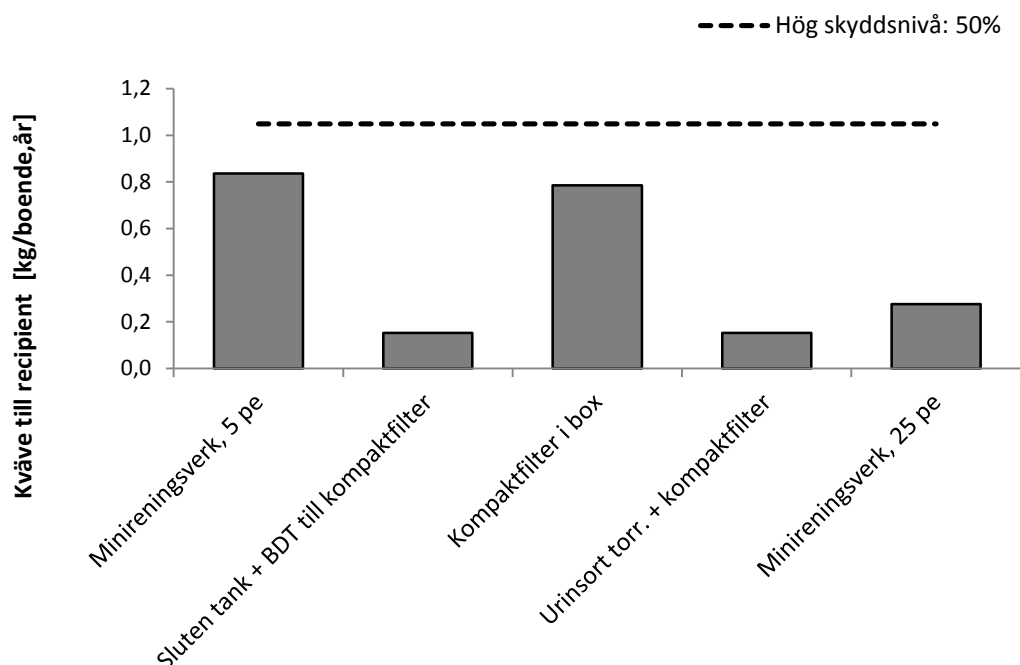
Utifrån totala kostnaden och avskiljningen av närsalter och organiska ämnen beräknades, i VeVa, miljökostnadsnyckeltal med enheterna kkr per kg avskiljd fosfor, kväve respektive BOD₇.

9 MILJÖSYSTEMANALYS

Resultatet för utsläpp till recipient visar hur effektivt respektive system reducerade utsläpp till recipient. Återföring till åkermark åskådliggör potentiell återföring till odlingsbar mark med utgångspunkt från vad som är målet att återföra i Norrtälje de närmaste åren. Energianvändningen redogör för energibehovet för varje system.

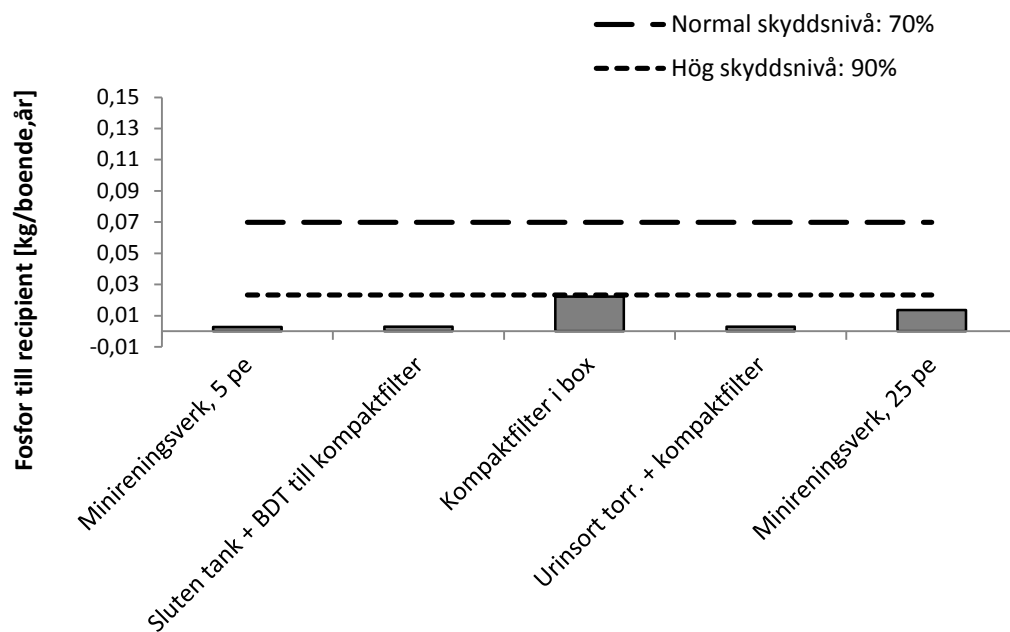
9.1 UTSLÄPP

Utsläppen av P, N, Cd och BOD₇ till recipient redovisas för hela systemen, det vill säga utsläpp till lokal recipient och recipient vid centrala avloppsreningsverket. Figur 19 visar att systemen med sortering av avloppsfraktionerna (vakuumtoalett och sluten tank samt BDT till kompaktfiler (2) och urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4)) gav minst utsläpp av kväve till recipient. Resultaten har ett samband med att för dessa två system är det endast BDT-vattnet som når recipient vilket innebär omkring 10 % av allt kväve från hushållet (Jönsson m.fl. 2005).



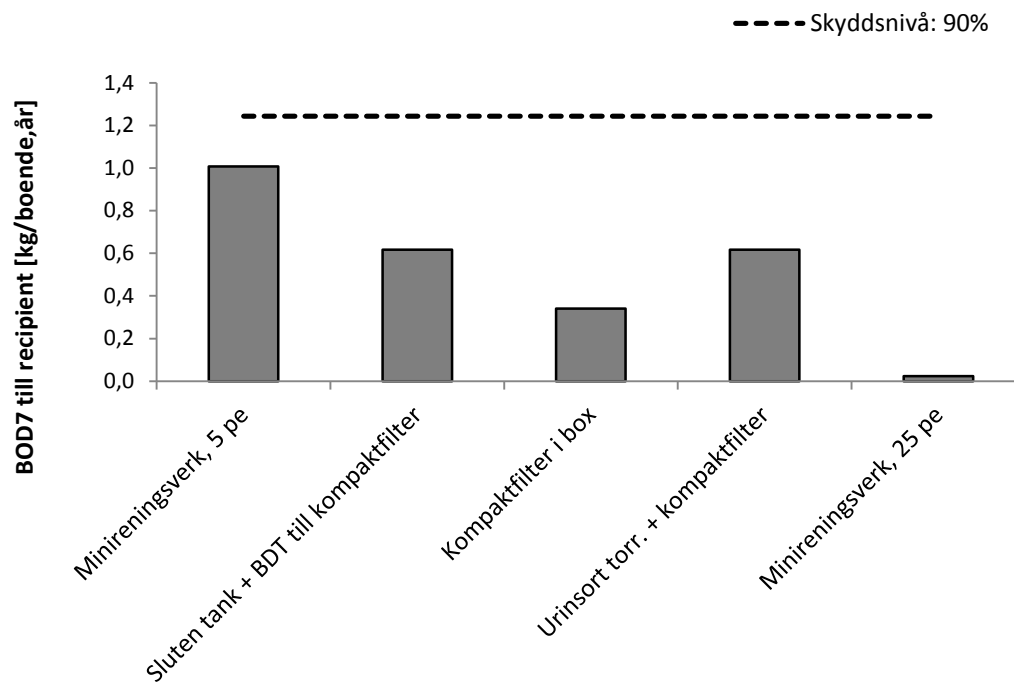
Figur 19. Kväve som släpps ut till recipient från respektive system.

Figur 20 visar att kompaktfiler i box (3) renade fosfor sämre än övriga system. Detta hänger direkt ihop med att 0 % reduktion av fosfor antogs från själva kompaktfilerboxen enligt Lymeus (2010).



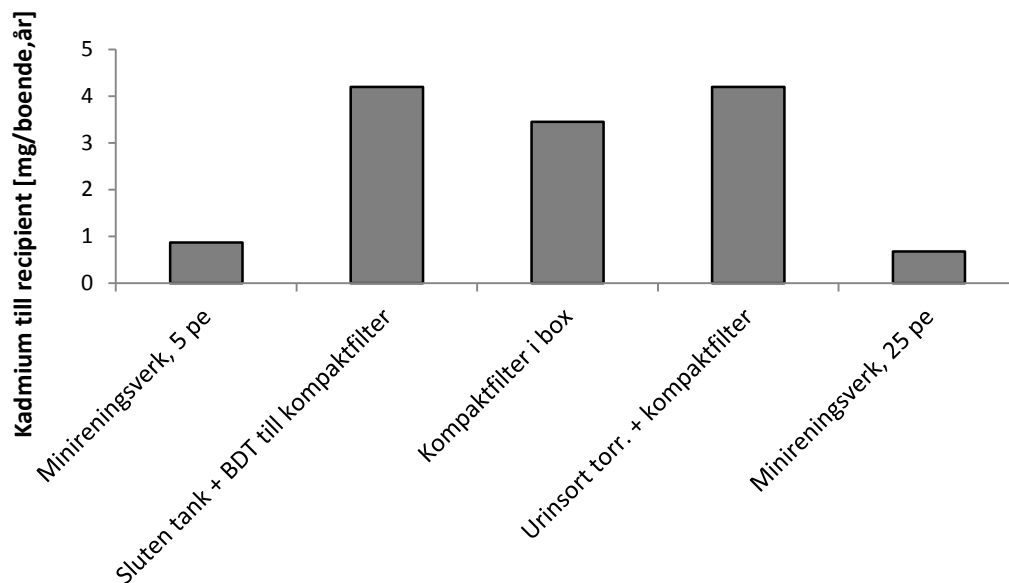
Figur 20. Fosfor som släpps ut till recipient från respektive system.

Figur 21 visar att minireningsverk (25 pe) (5) renade BOD₇ mycket bättre än övriga system vilket har ett samband med att en infiltrationsbädd är sista systemdelen. Infiltrationsbädden reducerar BOD₇ effektivt med 95 % (Naturvårdsverket, 1991). Det kan jämföras med fosforfälla, som var sista systemdelen för minireningsverk (5 pe) (1) och kompaktfiler i box (3), med 10 % reduktion av BOD₇ (Naturvårdsverket, 2003).



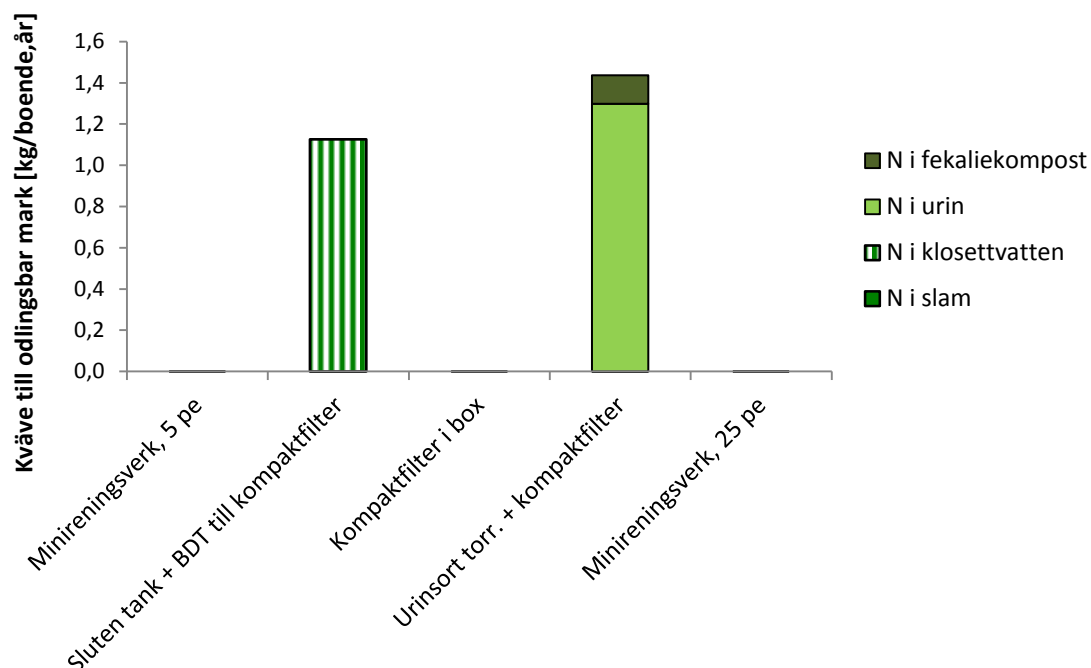
Figur 21. BOD₇ som släpps ut till recipient från respektive system.

För kadmium finns inget uttalat gränsvärde för hur mycket som får släppas ut till recipient. Figur 22 visar att systemen med sortering av avloppsfraktionerna (vakuumtoalett och sluten tank samt BDT till kompaktfiler (2) och urinsortering torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4)) samt kompaktfiler i box (3) släppte ut ungefär 4-5 gånger mer kadmium jämfört med systemen med minireningsverk (5 pe) (1) och minireningsverk (25 pe) (5). För de sorterande systemen har det ett samband med att 83 % av totala mängden kadmium från ett hushåll finns i BDT-vattnet. Både kompaktfiltret för BDT samt kompaktfiltret i box antogs reducera kadmium i samma utsträckning som markbädd, det vill säga 50 %. Minireningsverken däremot, antogs reducera lika stor mängd kadmium som centralt avloppsreningsverk, 91 %.

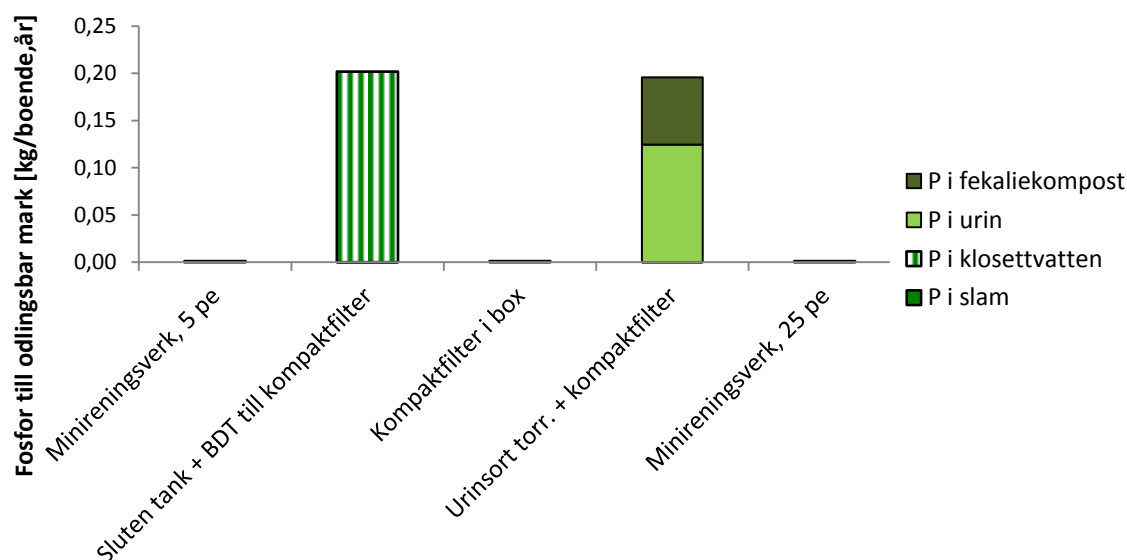


Figur 22. Kadmium som släpps ut till recipient från respektive system.

Figur 23 och 24 visar att det endast är från systemen med urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) och systemet med vakuumtoalett och sluten tank till våtkompost och BDT till kompaktfiler (2) som fosfor och kväve kan återföras i någon större omfattning.



Figur 23. Mängd växttillgängligt kväve som kan återföras till odlingsbar mark för respektive system.



Figur 24. Mängd växttillgänglig fosfor som kan återföras till odlingsbar mark för respektive system.

9.2 ENERGIANVÄNDNING

Energianvändningen redovisas i drift inklusive transporter, produktion av systemkomponenter + anläggning av systemen och i total energianvändning där energibesparingen från ersättning av handelsgödsel och produktion av fjärrvärme är medräknat och avdraget från energianvändningen. Figur 25 visar att minireningsverk (25 pe) (5) och vakuumtoalett och sluten tank med BDT till kompaktfiler (2) är mest energikrävande vid drift och urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) är minst energikrävande av de analyserade systemen. Att minireningsverk (25 pe) (5) har högre elenergianvändning beror delvis på LTA-pumparnas elbehov.

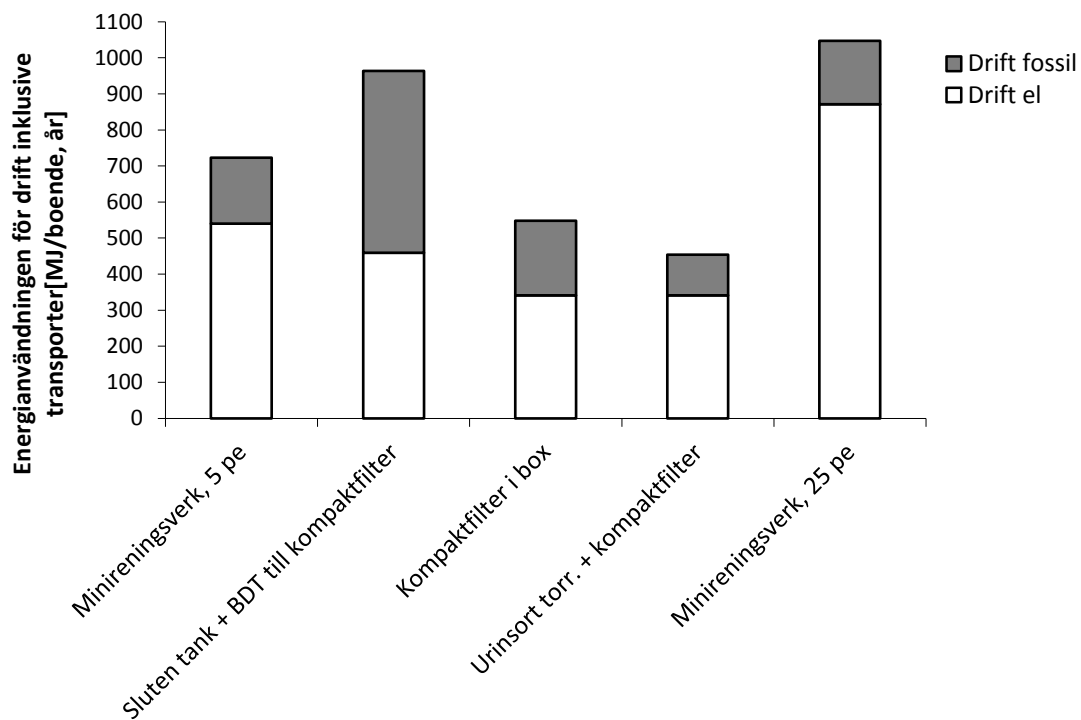


Fig 25. Energianvändning drift av avloppssystemen, inklusive transporter.

Figur 26 visar att elenergianvändningen vid anläggning och produktion är i stort sett lika för samtliga system utom för minireningsverk (25 pe) (5). Fossila energin som skiljer sig mellan systemen beror till största delen på energianvändningen vid produktion av komponenter. Att systemet minireningsverk (25 pe) 5 fick så mycket lägre energianvändning beror på att det systemet delas av 25 istället för 3 personer samt att betongtankar, som kräver mindre energi vid produktion, används istället för PVC-tankar.

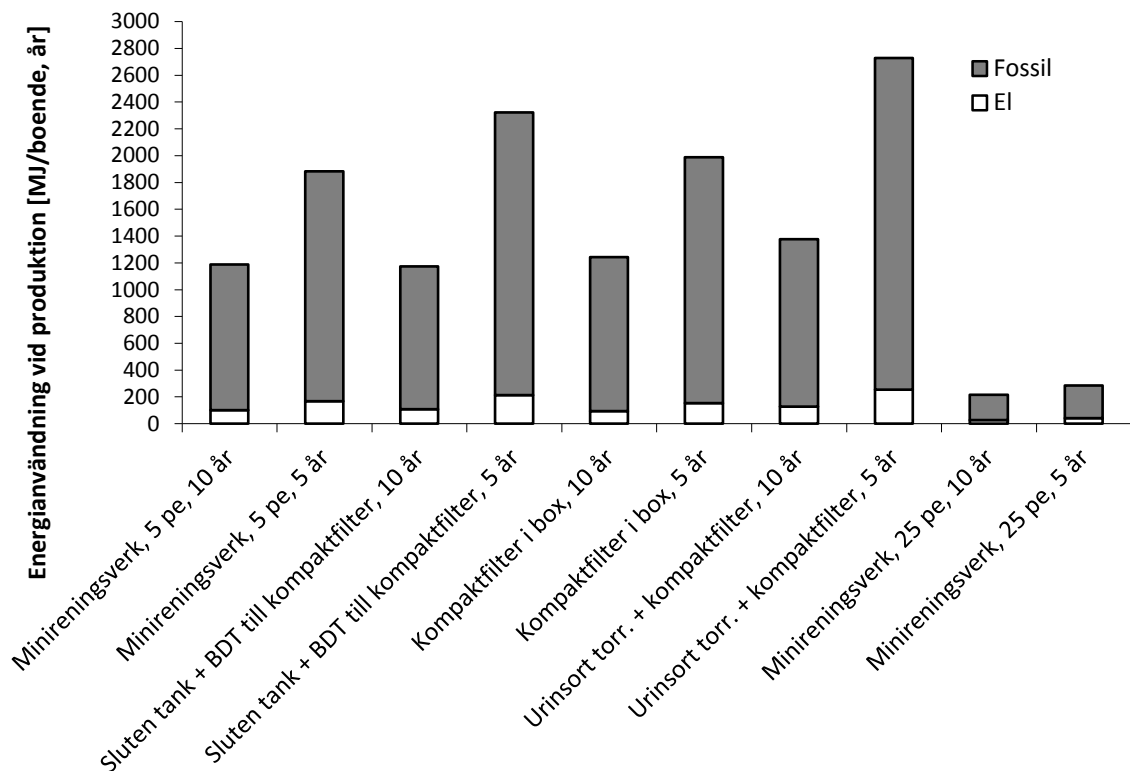


Fig 26. Energianvändning vid produktion av ingående komponenter och anläggning av avloppssystemen.

Figur 27 visar att den totala energianvändningen blir störst för systemet med vakuumtoalett och sluten tank och BDT till kompaktfiler (2) både vid 5 och 10 års drift. Detta beror delvis på att transporterna är många för det systemet och att två PVC-tankar, som kräver mycket energi vid tillverkningen, används.

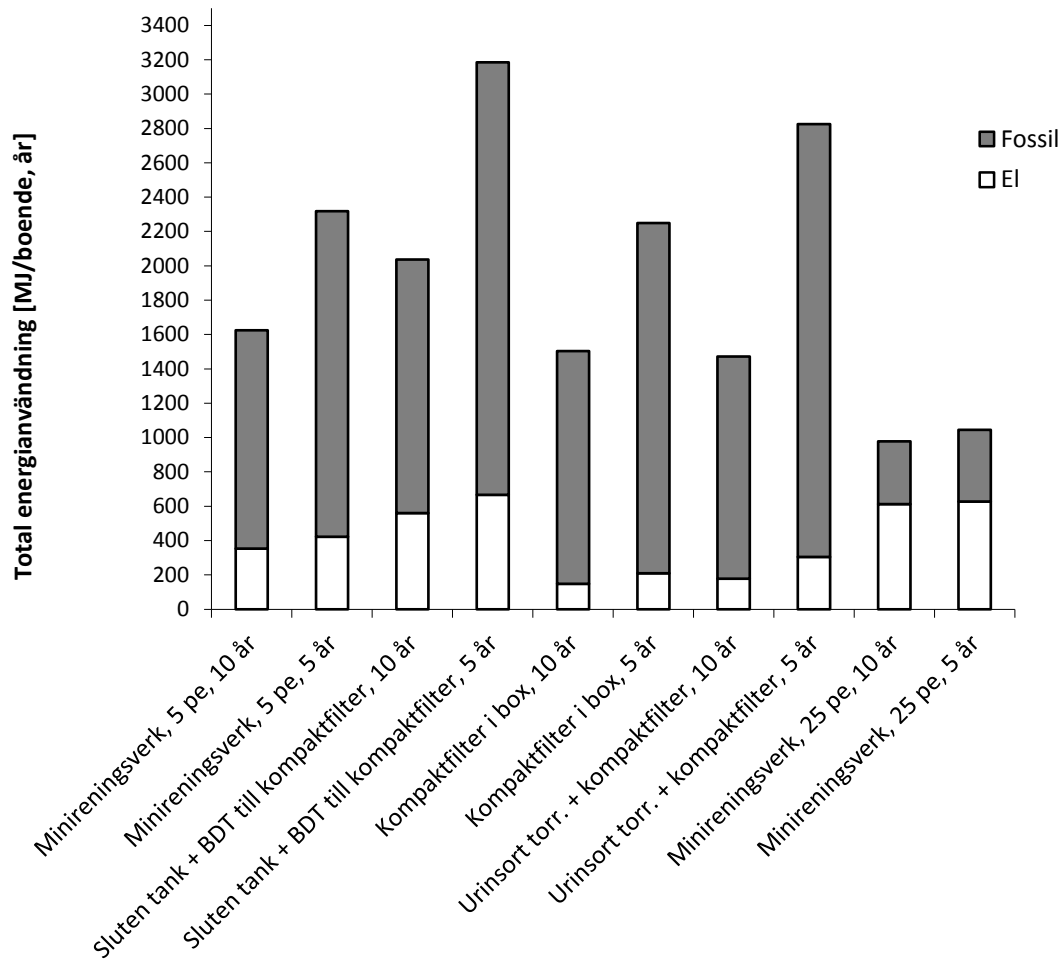


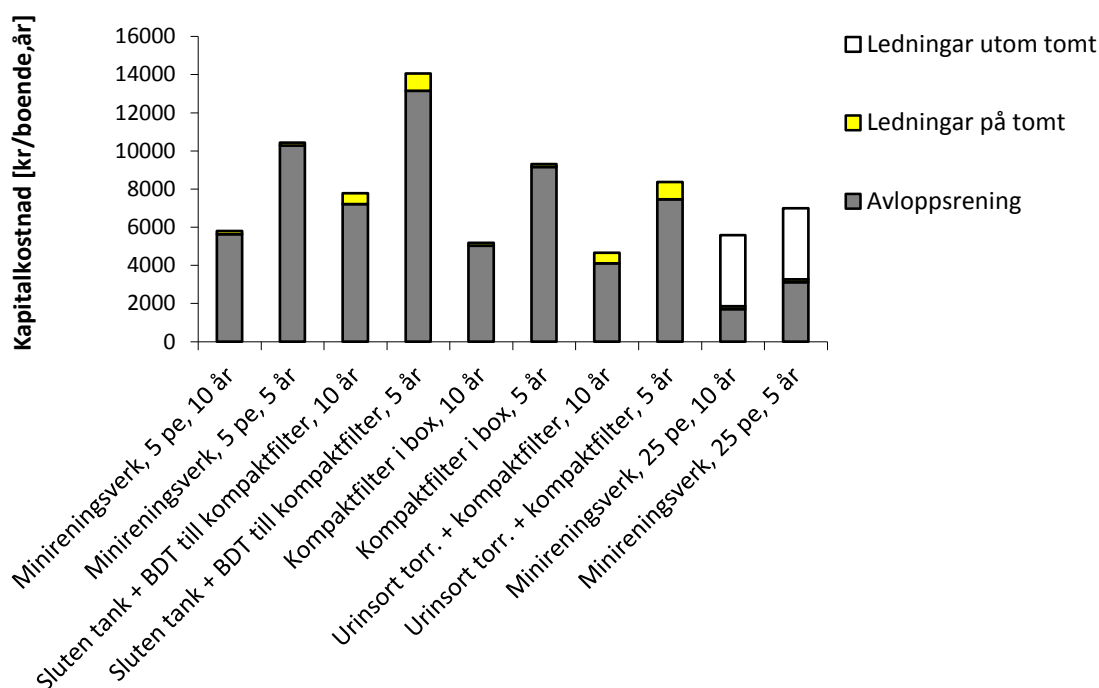
Fig 27. Summerad energianvändning, materialframställning, anläggning och drift (inkl energibesparing i form av ersättning av handelsgödsel och fjärrvärmeproduktion)

10 EKONOMI

Kapitalkostnaden för fastighetsägaren varierade mellan systemen, se figur 28.

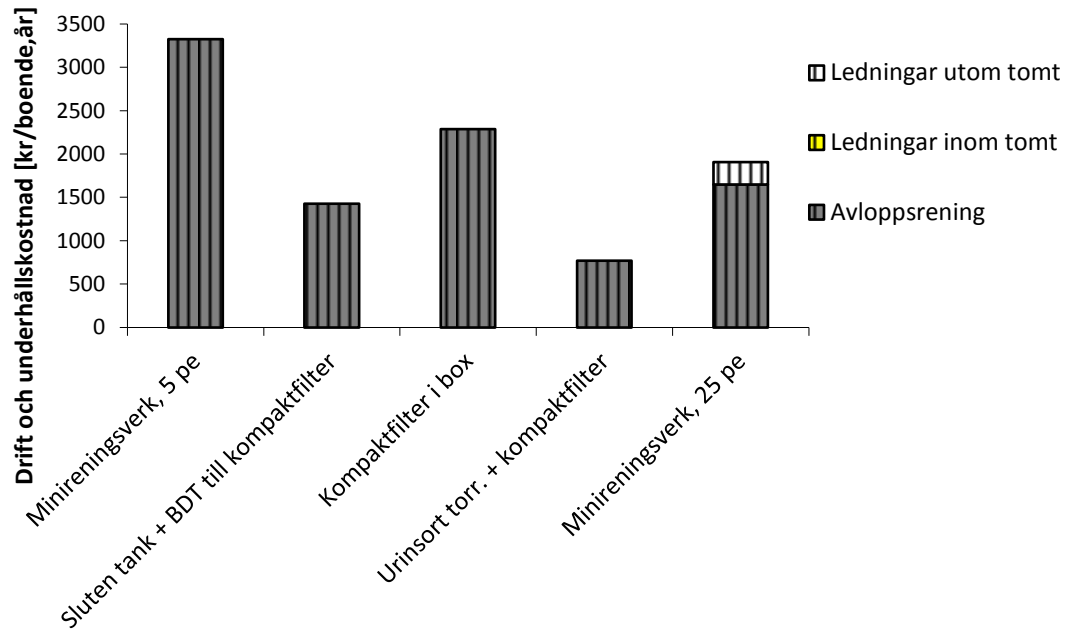
Skillnaden mellan avloppssystemen blev större om drifttiden var 5 år än 10 år.

Avloppslösningen med störst kapitalkostnad var slutna tank och BDT till kompaktfilter (2) vid både 5 och 10 års drift. Minireningsverket för 25pe (5) hade minst skillnad i kapitalkostnad mellan alternativen 5 och 10 års drift. Detta beror på att ledningarna som läggs i området beräknades ha 50 års livslängd eftersom de antogs kunna användas som de var efter att anslutning har skett till kommunalt VA-nät. Ledningarna i området utgjorde största delen av kapitalkostnaden för minireningsverk (25 pe) (5). Denna kostnad berodde alltså i hög grad på avståndet mellan fastigheterna vilket här antogs vara 500 meter totalt för de 25 pe som delar på avloppssystemet.



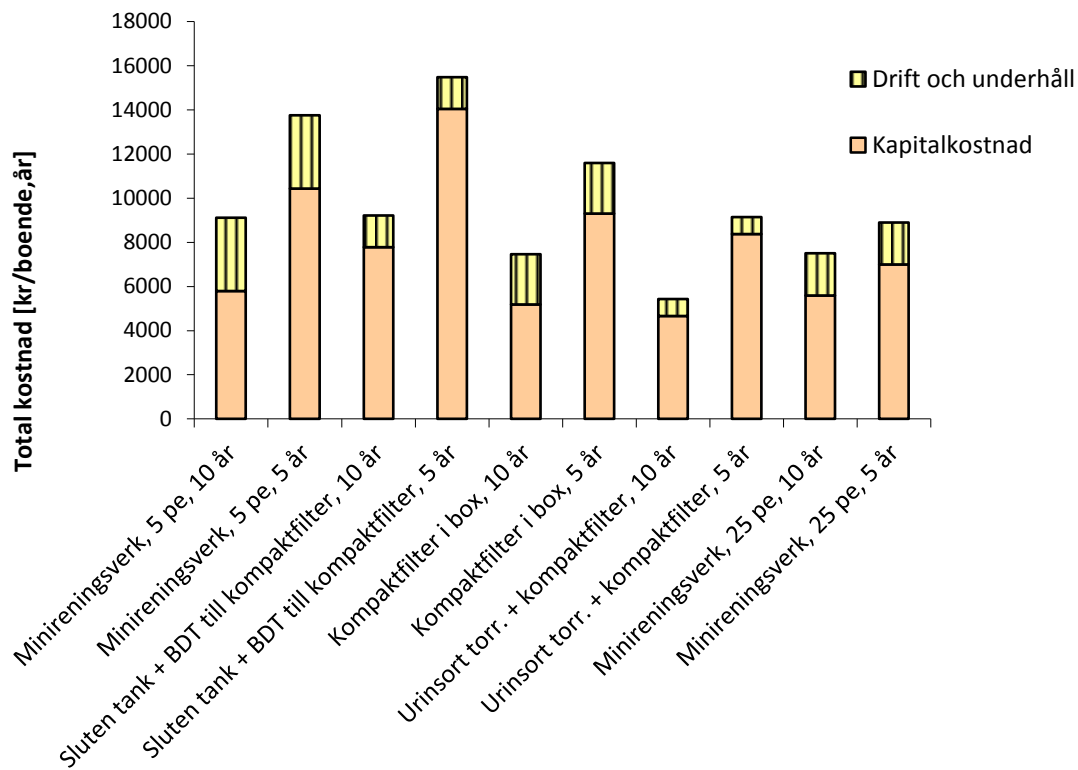
Figur 28. Kapitalkostnaden för de fem systemen i fallen 5 eller 10 år till kommunalt VA.

Lägst driftkostnader hade urinsortande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4), se figur 29. Detta berodde främst på att fekalier och urin antogs kunna tas omhand på den egna fastigheten och inga tömningsavgifter behövde betalas. Minireningsverk (5pe) (5) hade de största driftkostnaderna och en stor del utgjordes av byte av fosforfiltermaterialet samt fällningskemikalier.



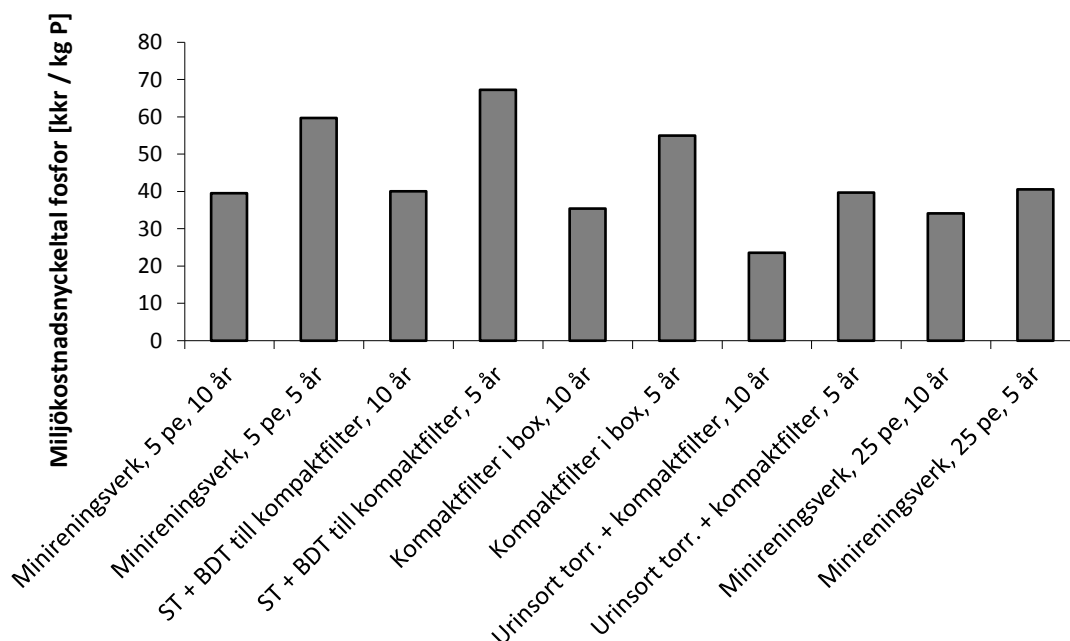
Figur 29. Drift och underhållskostnaden för respektive system.

Den totala kostnaden för respektive system visade att urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) och minireningsverk (25 pe) (5) hade lägst kostnader vid 10 års drift och urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) hade lägst kostnader vid 5 års drift, se figur 30.

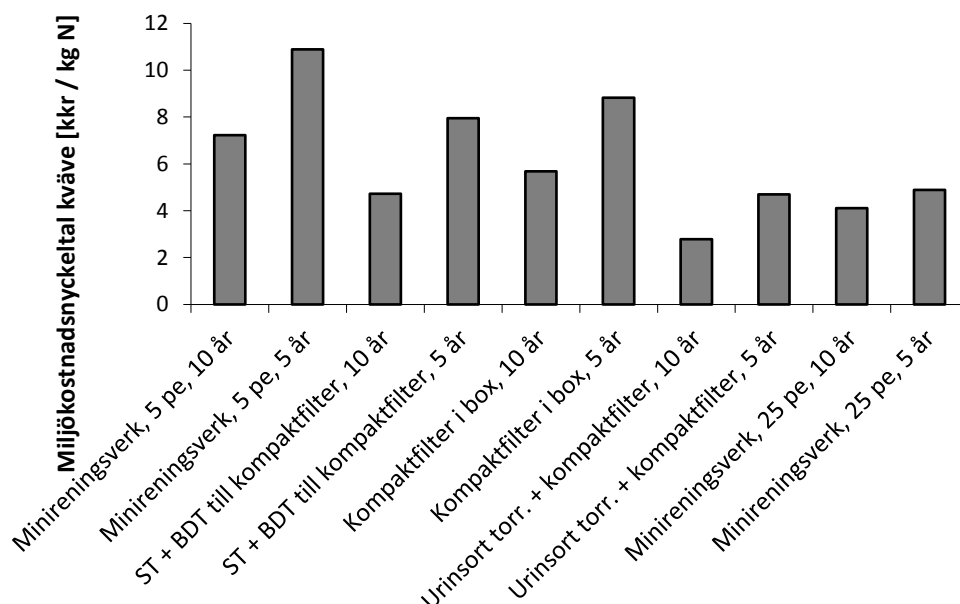


Figur 30. Totala årskostnaden, kapitalkostnad + drift och underhåll, för respektive system i fallen 5 eller 10 år till kommunalt VA.

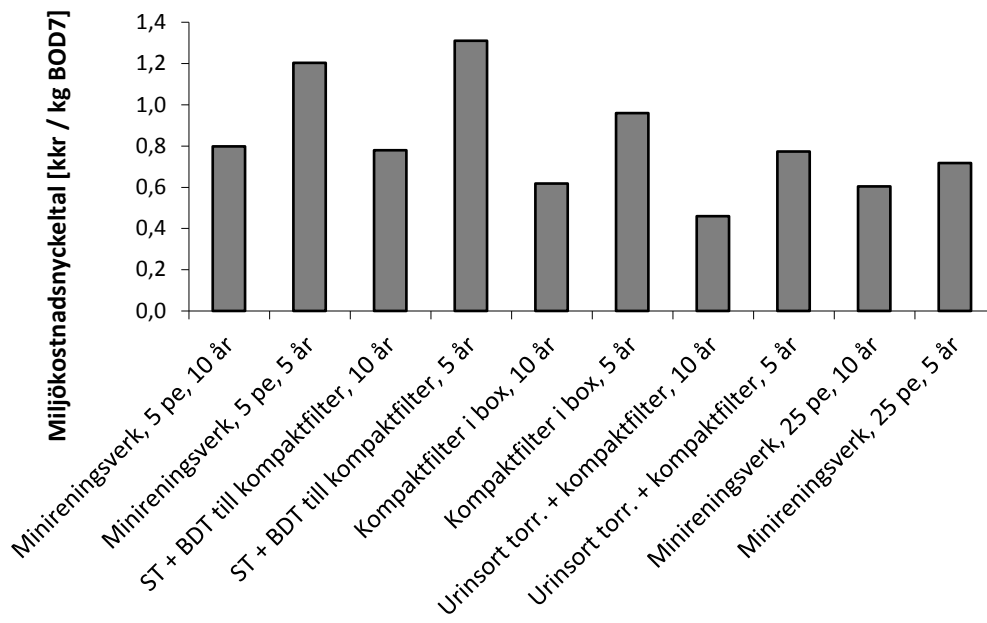
Figur 31-33 visar hur kostnadseffektiv reningen av fosfor, kväve och BOD₇ är för respektive system. Vid 10 års drift var urinsortande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) det mest kostnadseffektiva systemet för rening av fosfor, kväve och BOD₇. Vid 5 års drift var minireningsverk (25 pe) (5) i stort sett lika kostnadseffektivt.



Figur 31. Miljökostnadsnyckeltal för respektive system, kostnad per fosforavskiljning.



Figur 32. Miljökostnadsnyckeltal för respektive system, kostnad per kväveavskiljning.



Figur 33. Miljökostnadsnyckeltal för respektive system, kostnad per BOD₇-avskiljning.

11 KÄNSLIGHETSANALYS

För gemensamhetssystemet minireningsverk (25 pe) (5) berodde kostnaden till stor del på ledningsdragningen. För att få en överblick över hur mycket en variation i ledningslängd påverkade kostnader och energianvändning för det systemet gjordes en känslighetsanalys. Ledningslängden inom gemensamhetsområdet ändrades från 500 meter till 1000 och 1500 meter, se tabell 11.

Tabell 11. Resultat av känslighetsanalys där ledningslängden för gemensamhetssystemet ändrades.

Lednings- längd [m]	Minireningsverk (25 pe) (5)			
	Totalkostnad, 5 års drift [kr/ pers, år]	Totalkostnad, 10 års drift [kr/ pers, år]	Total energianvändning, 5 års drift [MJ/pers, år]	Total energianvändning, 10 års drift [MJ/pers, år]
500	8903	7497	1045	978
1000	12627	11221	1080	1012
1500	16351	14945	1114	1047

Resultatet av känslighetsanalysen visade att totalkostnaden, inklusive kapitalkostnad och drift, påverkades mycket och en ökning av ledningslängden med 500 meter ökade kostnaden per person och år med nästan 4000 kr då systemet var i drift i 5 år och drygt 4000 kr när driften var 10 år. Energianvändningen däremot påverkades inte i någon större utsträckning eftersom ledningarna antogs kunna användas i 50 år.

För samtliga system ingick transporter i olika hög utsträckning. Baltora låg förhållandevis nära både Lindholmens reningsverk och Karby våtkompost. I känslighetsanalysen dubblerades dessa avstånd och totala energianvändningen studerades för respektive system, se tabell 12.

Tabell 12. Visar hur totala energianvändningen för respektive system ändrades med dubblerat avstånd till Karby och Lindholmen.

System, (5 års drift)	Karby: 22 km, Lindholmen: 15 km Energianvändning [MJ/pers, år]	Karby: 44 km, Lindholmen: 30 km Energianvändning [MJ/pers, år]
1	2319	2442
2	3279	3738
3	2250	2373
4	2892	2974
5	1045	1168
System, (10 års drift)		
1	1626	1749
2	2129	2589
3	1504	1627
4	1539	1621
5	978	1101

System:

- 1) Minireningsverk (5pe)
- 2) Vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfiler för BDT
- 3) Kompaktfiler i box
- 4) Urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler
- 5) Minireningsverk (25 pe)

Systemet med vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfiler (2) var det system som påverkades mest vid ändringen av transportavstånden.

12 DISKUSSION

12.1 JURIDIK

Det finns i stora drag två strategier för kommuner när det gäller hantering av tillfälliga avloppssystem i områden som planeras att få kommunalt avlopp inom 5-10 år. Som nämndes i resultatdelen kan kommunen välja att passivt ta emot de ansökningar som kommer in. Kommunen kan också välja att aktivt jobba för att förbättra enskilda avloppssystem under tiden fram till kommunalt avlopp byggts ut. I båda fallen kan det vara bra att utveckla en plan för hur hanteringen av ansökningarna ska gå till. Det finns för och nackdelar med båda alternativen. Ett aktivt förhållningssätt innebär förmodligen fler fastighetsägare som åtgärdar sina avlopp men också fler avlopp som måste ersättas ekonomiskt genom inlösen om kommunalt avlopp byggs ut inom 10 år. Det blir då en ökad kostnad för kommunen och leder förmodligen till att en högre anslutningsavgift och taxa måste tas ut vid kommunal anslutning. En aspekt att tänka på vid valet av strategi är att det kan ta olika lång tid med ansökningarna om en fastighetsägare frivilligt väljer att ansöka om tillfälligt avlopp eller om det är påtvingat med protester och rättsliga efterspel som följd. Detta påverkar hur stor ersättning som kommunen ska ge till fastighetsägare för deras tillfälliga avlopp vid utbyggnad av kommunalt nät.

Kommunen måste, oavsett strategi, bestämma vilka lösningar som kan tillåtas. Om till exempel urinsorterande torrtoalett väljs som ett lämpligt alternativ, eftersom en sänkning av skyddsnivån inte är ett alternativ i Norrtälje och den enligt resultatet var billig och bra för miljön, skulle tillstånd kunna nekas för avloppssystem med större belastning på recipient, energianvändning och vattenanvändning. Detsamma gäller om kommunen anser att minireningsverk (25 pe) (5) är lämpligt som tillfälligt system. Frågan som uppkommer när de tillfälliga systemen är installerade är om det fortfarande finns ett behov i ett större sammanhang enligt 6§ i vattentjänstlagen att ordna med kommunalt avlopp. Om det inte finns det och målet från kommunens sida är att bygga ut det kommunala avloppsnätet är det systemet inte lämpligt som tillfälligt avloppssystem.

Om ett avloppssystem ska vara tillfälligt kan det vara pedagogiskt för fastighetsägare att kommunen skiljer på system som är juridiskt tillfälliga (tidsbegränsade), socialt tillfälliga (icke fullgod bekvämlighet, till exempel torrtoalett) och miljömässigt tillfälliga (sluten tank). Ett problem med sluten tank beskrevs i erfarenheter hos kommuner. En fastighetsägare får förmodligen lätt att förstå att ett system är tillfälligt om det både är juridiskt och socialt tillfälligt samtidigt. Ett sådant exempel är urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4). Eftersom det systemet inte lika bekvämt som ett system med vattenklosett skulle det kunna fungera som motivation att byta till kommunalt avlopp vid utbyggnad.

Enligt dom MÖD 2008:39 är det viktigt att helheten för miljöskyddet beaktas vid bedömning av olika avloppssystem. Minireningsverk skulle kunna göra att belastningen blir stor på recipienten om de inte sköts på rätt sätt. Det är möjligt att avslå en ansökning med hänsyn till att belastningen i ett större sammanhang blir för stor. En

avvägning borde också göras om det är befogat (totalt sett miljömässigt) med ett tillfälligt system och sedan utbyggnad och inkoppling på kommunalt nät eller om det befintliga avloppet möjligtvis är bättre miljömässigt totalt sett.

12.2 MILJÖ

Alla system levde upp till hög skyddsnivå och vissa med god marginal. Det skulle varit möjligt att sänka kraven på miljöskyddet, eftersom det handlade om tillfälliga system, och på så sätt få system som krävde mindre ekonomiskt av fastighetsägarna. Att ta bort ett helt reningssteg från något av systemen och samtidigt uppnå hög skyddsnivå för både hälsa och miljö ter sig inte möjligt. Däremot skulle det ha varit möjligt om kravet var normal skyddsnivå.

Precis som Tibbelin (2010) kom fram till, kunde ett system med våtkompost (vakuumtoalett och sluten tank med BDT till kompaktfiler (2)) återföra kväve till åkermark i hög grad. För systemet med urinsortering torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) kunde både kväve och fosfor återföras i hög grad. Att övriga system inte kunde återföra några större mängder berodde på att flödesanalysen baserades på situationen i dagsläget och den närmaste framtiden i Norrtälje. Det som antogs kunna återföras till odlingsbar mark utöver våtkompostmaterial, urin och kompostmaterial var 15 % av slammet från det centrala reningsverket. I dagsläget återförs inget slam till åkermark i Norrtälje men inom några år är förhoppningen att slam kan spridas.

Enligt Erlandsson (2007), kunde system med hög energianvändning också vara bättre än system med lägre energianvändning. Bland systemen som analyserades i detta projekt gick det inte att dra några sådana slutsatser på grund av stora skillnader i transporter mellan systemen. I denna analys kortades livslängden ned till 5 eller 10 år för samtliga komponenter i systemen. Detta gjorde att system med många komponenter med lång livslängd inte kunde dra nytta av detta när energianvändningen summerades. Ett exempel är systemet med urinsortering torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) som hade en urintank och en slamavskiljare med egentliga livslängder på 50 och 30 år. Eftersom tillverkningen av dessa krävde mycket energi och livslängderna inte utnyttjades fick det systemet hög energianvändning för tillverkning av komponenter.

Antagandet att matavfall gick till förbränning för systemen som saknade våtkompost gjordes för att systemen skulle bli så jämförbara som möjligt. Detta antagande gjorde att systemen med förbränning fick en fördel genom en energibesparing i form av el från fjärrvärme jämfört med systemet med våtkompost (vakuumtoalett och sluten tank med BDT till kompaktfiler (2)).

Systemet med urinsortering torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) var totalt sett bäst ur övergödningssynpunkt av de analyserade systemen. Det hade lägst utsläpp av fosfor och kväve och störst möjlighet till kretslopp av näringsämnen. Störst reduktion av BOD₇ och kadmium hade minireningsverk (25 pe) (5). Studier av miljökostnadsnyckeltalen visade att urinsortering torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) var i stort sett lika kostnadseffektivt som minireningsverk (25 pe) (5)

vid 5 års drift och mest kostnadseffektivt vid 10 års drift, även för BOD₇. Detta är viktigt att ta med vid bedömningen av systemen.

12.3 EKONOMI

För fastighetsägare som ska välja ett tillfälligt avloppssystem att installera på sin fastighet är kostnaden viktig. Kostnaderna baserades på hela systemen och ingen hänsyn togs till vem som finansierar. Det är därför svårt att dra några större slutsatser från kostnadsanalysen, men den ger ändå en uppfattning för hur kostsamma de olika systemen kan bli. Systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) och minireningsverk (25 pe) (5) visade sig ha lägst kostnader vid 5 års drift. Detta visar dels att det blir låga kostnader för fastighetsägare om eget omhändertagande av klosettavfall på den egna fastigheten sker eller om det inrättas en gemensamhetsanläggning vid korta avstånd. För minireningsverk (25 pe) (5) antogs ledningsdragningen bli 500 meter totalt för de 25 pe som delade på anläggningen. Totala årskostnaden blev då lägre än systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) när driften varade i 5 år. Det antagandet var rimligt när fastigheterna låg så pass nära varandra som de gjorde i Baltora. I andra fall skulle avstånden kunna bli betydligt längre. Känslighetsanalysen visade att kostnaderna ökade betydligt med ökad ledningslängd.

12.4 ÖVRIGT

För systemet minireningsverk (25 pe) (5) antogs att de dragna ledningarna i området kunde användas efter anslutning till kommunalt VA och att anslutningspunkten skulle ligga där minireningsverket låg. Om kommunen och gemensamhetsföreningen hade en bra dialog, och det klargjordes var anslutningspunkten skulle komma att placeras vid utbyggnad av det kommunala nätet, skulle själva omställningen från gemensamhetssystem till kommunalt avlopp kunna lösas på ett smidigt sätt.

12.5 OSÄKERHET

Indata för reduktionsgrader baserades på medelvärden och ingen hänsyn togs till temperaturvariationer eller andra ändringar i vädret.

Ekonomiberäkningarna baserades på aktuella uppgifter från Norrtälje kommun samt entreprenörer. För materialkostnad och entreprenad som var de största kostnaderna gjordes en uppskattning av Roslagslänna allservice på ett cirkapris för respektive system. Antagandet gjordes utifrån vad kostnaden brukade ligga på för ett område där ingen sprängning behövde utföras och som var lättåtkomligt för maskiner. Kostnadsberäkningarna får därmed studeras med viss försiktighet eftersom variationer förekommer, men de ger en fingervisning om den totala kostnaden för varje system.

För systemet med kompaktfiler i box (3), ville inte tillverkaren lämna ut uppgifter om filtermaterialet i sin produkt. Därför baserades framförallt energiberäkningarna för det systemet till viss del på antaganden och måste därför betraktas som osäkra.

12.6 FORTSATTA STUDIER

En intressant fortsatt studie vore att jämföra olika juridiska beslut med hjälp av en miljösystemanalys. Ett exempel skulle kunna vara att studera olika alternativ av befintliga avlopp som användes under tiden fram till kommunalt avlopp och jämföra dessa med olika typer av tillfälliga system och se vilket som bidrog med mest miljöpåverkan under olika tidsperioder. En sådan studie skulle kunna underlätta för beslutsfattare på kommuner.

Reduktionen av fosfor, kväve, BOD₇ och kadmium har baserats på värden från tester utförda av oberoende part eller på schablonvärden. Systemen antas fungera driftstörningar. Ett förslag på en fortsatt studie är att mätningar görs på områden med tillfälliga avloppssystem för att på så sätt få mer exakta värden på utsläpp.

I denna studie antogs att kompaktfiltermaterial inte kunde återföras till åkermark när det blivit uttjänt. För att avloppssystem med dessa filter ska kunna bidra till kretsloppet av näringsämnen i hög grad vore det positivt om återföring vore möjligt. En studie skulle kunna vara att olika filter jämfördes med fokus på återföringsmöjligheter.

13 SLUTSATSER

Kommuner bör välja strategi om hur hanteringen av tillfälliga avlopp ska ske. Väsentliga frågor är om aktiva åtgärder ska vidtas eller om en mer passiv roll ska antas. Det bör även klargöras hur hanteringen av de ansökningar som inkommer ska gå till.

För att få system som är tillfälliga både juridiskt och socialt är urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler (4) ett lämpligt alternativ.

Systemet med urinsorterande torrtoalett och BDT till kompaktfiler (4) hade lägst kostnader av alla system vid 10 års drift och i paritet med minireningsverk (25 pe) (5) vid 5 års drift och även låga utsläpp av fosfor och kväve och potentiell återföring till odlingsbar mark. Sett till de aspekterna sammanvägda var det systemet bäst lämpat som tillfälligt alternativ.

Under förutsättning att fastigheterna som delade på gemensamhetssystem låg nära varandra och att alla ledningar kunde användas vid utbyggnad av kommunalt avlopp framstod minireningsverk (25 pe) (5) som ett ekonomiskt och energimässigt rimligt alternativ vid 5 års drift.

14 REFERENSER

Aasen, R. och Köhler, J C. (2005). *Vurdering av Aquatron biologisk toalettsystem*, Rapport nr: 53, Jordforsk, Norge.

Andersson, Y. (2011). *Kretsloppsanpassning av små avlopp – i Uddevalla, Tjörn, Orust och Kungälv kommuner*. Rapport nr: 33, Länsstyrelsen Västra Götaland.

Boustead, I. (1993) *Eco-profiles of European plastic industry Report 3: Polyethylen och polypropylene PWMI*, Bryssel, Belgien.

Christensen, J., Palmér Riviera, M. och Johansson, M. (2008). *Planera vatten och avlopp – vad lagen säger och hur den kommunala planeringen kan gå till*. Rapport nr: 44, Länsstyrelsen Skåne.

Davis J. och Haglund C. (1999). *Life cycle inventory (LCI) of fertiliser production. Fertilicer products used in Sweden och Western Europe*. SIK-rapport nr 654 1999. Institutionen för kemisk miljövetenskap, Chalmers tekniska universitet, Göteborg.

Ek, M., Junestedt, C., Larsson, C., Olshammar, M. och Ericsson, M. (2011). *Teknikenkät – enskilda avlopp 2009*. Rapport nr 44, SMED.

Engman, M. (2008). *Strategier för enskilda avlopp, jämförande analys av arbetet i Stockholms läns kustkommuner*. Rapport nr 13, Länsstyrelsen Stockholm.

Erlandsson, Å. (2007). *Miljösystemanalys av VA-system i omvandlingsområden – Fallstudie i Värmdö kommun*. Examensarbete, Institutionen för biometri och teknik, SLU, Uppsala

Erlandsson, Å., Pettersson, F., Norström, A. och Kärrman, E. (2010). *Handbok för tillämpning av VeVa*. Rapport 1, kunskapscentrum små avlopp.

Eveborn, D. (2010). *Bed filters for phosphorus removal in on-site wastewater treatment- Removal mechanisms and sustainability*. KTH, Stockholm.

Frohagen, J. (1997). *Livscykelanalys på tre järnbaserade fällningskemikalier*. Rapport nr:10 Chalmers Universitet, Göteborg.

Hellström, D. och Jonsson, L. (2003). *Bra Små Avlopp, Sammanfattning – Utvärdering av 15 enskilda avloppsanläggningar*. Stockholm Vatten.

Holm, C. (2008). *Miljösystemanalys för avloppshantering i Sävjaåns avrinningsområde år 2030*. Examensarbete, Institutionen för Kemiteknik, Lunds Universitet.

Hübinette, M. (2009). *Sammanställning av utsläppsvärden från avloppsanläggningar för 26-2000 pe*. Rapport nr: 74, Länsstyrelsen västra Götalands län.

Hårsmar, D. (2005). *Bättre enskilda avlopp i Sigtuna kommun - möjligheter för bebyggelse i Odensala socken*. Examensarbete, Institutionen för biometri och teknik, SLU, Uppsala.

Justitiedepartementet. (1973). *Anläggningslagen*, (1973:1149)

Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D. och Kärrman, E. (2005). *Composition of urine, faeces, greywater and biowaste for utilisation in the URWARE model*. Rapport nr: 6, Urban Water, Chalmers Universitet, Göteborg.

Karlsson, P. (2005). *Kretsloppsanpassade filterbäddar – En miljösystemanalys av småskaliga avlopp i Stockholms län*. Examensarbete, Institutionen för teknik, Högskolan i Kalmar.

Käppala miljörapport (2004) *Miljörapport enligt miljöbalken 2004*, Käppalaförbundet, Lidingö.

Lymeus, V. (2010). *Sammanställning och utvärdering av små avloppsanläggningar utifrån tillförlitligheten hos angivna reningsgrader*. Examensarbete, Institutionen för IT, Uppsala universitet.

Löfqvist, H. (2006). *Environmental Systems Analysis of New Developing Wastewater Treatment – Local Solutions in Transition Areas*. Examensarbete, AP, Umeå universitet.

Miljödepartementet. (1998). *Förordningen om miljöfarlig och hälsoskydd* (1998:899)

Morey Strömberg, A., Granberg, B., Eriksson, A., Tengnér, P., Ullvin, E., Purmonen, H. och Widman, Å. Norrtälje kommun. (2008). *Program för utveckling av kommunalt vatten och avlopp*. Tillgänglig på:

<http://www.norrtalje.se/Global/4%20bygga%20bo%20milj%c3%b6/milj%c3%b6%20klimat/3%20Vatten%20och%20avlopp/4%20Kommunalt%20vatten%20och%20avlopp/Lagar,m%c3%a51%20skyddad.pdf> [Hämtad 2011-04-12]

NN. (2011). *Marknadsöversikt, produkter för enskilt avlopp*. Avloppsguiden, kunskapscentrum små avlopp.

Naturvårdsverket (1991). *Rening av hushållsspillvatten – infiltrationsanläggningar och markbäddar för fler än 25 personer*. Allmänna råd 91:2

Naturvårdsverket. (1995). *Vad innehåller avlopp för hushåll?* Rapport 2425.

Naturvårdsverket. (2003). *Små avloppsanläggningar – Hushållsspillvatten från högst 5 hushåll*. Naturvårdsverket fakta, Stockholm.

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

Naturvårdsverket (2007). *Faktablad om reningsverk – 200-2 000 pe*. Rapport nr: 8286.

Naturvårdsverket. (2008a). *Bilagor till handboken Små avloppsanläggningar*. Utgåva 1.

Naturvårdsverket. (2008b). *Små avloppsanläggningar Handbok till allmänna råd*. Utgåva 1.

Naturvårdsverket. (2009). *Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan - Förslag till nationell åtgärdsplan*. Rapport nr: 5985, Naturvårdsverket, Stockholm.

Palm, O., Malmén, L. och Jönsson, H. (2002). *Robusta, uthålliga små avloppssystem, en kunskapssammanställning*. Rapport nr: 5224, Naturvårdsverket, Stockholm.

Palmér Riviera, M. och af Petersens, E. (2010). *Förstudie om kretsloppsanpassade avloppslösningar för byar i den åboländska skärgården*. Rapport nr 0240-A, WRS Uppsala AB.

Petersson, E. (2011). *Gemensamhetsanläggningar för VA i omvandlingsområden - utveckling av VeVa-verktyget samt en fallstudie*. Examensarbete, Institutionen för Energi och Teknik, SLU Uppsala.

Rydh, C-J, Lindahl, M och Tingström J. (2002) *Livscykelanalys – en metod för miljöbedömning av produkter och tjänster*. Studentlitteratur AB, Lund.

Socialdepartementet. (2006). *Lagen om allmänna vattentjänster* (2006:412)

Sonesson U. (1996). *Modelling of compost an transport process in ORWARE simulation model*. Rapport 214, Institutionen för lantbruksteknik, SLU

Tibbelin, E. (2010). *Jämförelse mellan våtkompostering och andra VA system i omvandlingsområden - en fallstudie i Norrtälje kommun*. Examensarbete, Institutionen för informationsteknologi, Systemteknik, Uppsala Universitet.

Tillman, A-M. Lundström, H. och Svingby, M. (1996) *Livscykelanalys av alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgersund. Delrapport från ECOGUIDE-projektet*. Avdelning för teknisk miljöplanering, rapport 1996:1b, Göteborg.

Törneke, K., Tilly, L., Kärrman, E., Johansson, M. och van Moeffaert, D. (2008). *Handbok om VA i omvandlingsområden*. Rapport nr: 11, Svenskt Vatten AB, Stockholm.

Vinnerås, B. (2001). *Faecal separation and urine diversion for nutrient management of household biodegradable waste and wastewater*. Rapport nr: 244, institutionen för lantbruksteknik, SLU Uppsala.

Weiss, P. (2007). *Enskilda avloppsanläggningar med fosfor bindning i Stockholms län*. Examensarbete, Institutionen för informationsteknologi, Uppsala universitet.

Weiss, P., Eveborn, D., Kärrman, E. och Gustafsson, J P. (2007). *Environmental systems analysis of four on-site wastewater treatment options*. KTH, Stockholm.

Wittgren, H-B., Baky, A. och Palm, O. (2003) *Environmental systems analysis of small-scale sanitation solutions*. JTI, Uppsala.

Internetreferenser

Avloppsguiden. (2011). Tillgänglig på: www.avloppsguiden.se (2011-06)

Aquatron. (2011). Tillgänglig på: <http://www.aquatron.se/Urinseparering.php> (2011-05)

Högskolan Gotland. (2005). Tillgänglig på: Högskolan Gotland, 2005.
[http://mainweb.hgo.se/inst/designok.nsf/0/45DFEC33780BE64EC125700D002E0577/\\$FILE/Miljoanpassat_materialval.pdf?openelement](http://mainweb.hgo.se/inst/designok.nsf/0/45DFEC33780BE64EC125700D002E0577/$FILE/Miljoanpassat_materialval.pdf?openelement) (2011-07-14)

Isover. (2011). Tillgänglig på:
http://www.isover.se/files/Isover_SE/Om_Isover/Miljo_halsa/Byggvarudeklarationer/2003_BVD_Styrolit.pdf (2011-06)

Kunskapscentrum. (2011). Tillgänglig på:
<http://kunskapscentrum.avloppsguiden.se/avg%C3%B6randen.html> (2011-07)

Kunskapscentrum små avlopp (2011). Tillgänglig på:
<http://kunskapscentrum.avloppsguiden.se/news/2011/05/05/marknads%C3%B6versikt.html> (2011-07)

Lagen. (2011). Tillgänglig på: www.lagen.nu (2011-07)

Naturvårdsverket. (2011). Tillgänglig på:
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Enskilda-avlopp/> (2011-06)

Norrtälje kommun. (2011). Tillgänglig på: <http://www.norrtalje.se/Bygga-bo-och-miljo/Vatten-och-avlopp/Enskild-avloppsanlaggning/> (2011-07)

Paroc. (2011a). Norsjobetong. Tillgänglig på:
<http://www.norsjobetong.se/downloads/Bv-dek-stenull-jan01.pdf> (2011-06)

Paroc. (2011b). Tillgänglig på:
http://www.paroc.com/SPPS/Sweden/PG_attachments/GeneralBrochureSWE.pdf (2011-07)

Separett. (2011). Tillgänglig på:
<http://www.separett.se/default.asp?refid=2144&id=1206&ptid=1081>

Simrishamns kommun. (2009). Tillgänglig på:
http://www.simrishamn.se/sv/bygga_bo/vatten_och_avlopp/utbyggnad_av_vatten_och_avlopp_pa_landsbygden/inlosen-av-enskild-avloppsanlaggning/ (2011-06)

Toaletter. (2011). Tillgänglig på:
<http://www.toaletter.nu/Aqua%20Magic%20Bravura.htm> (2011-06)

Urban Water. (2010). VeVa-verktyget version 2010-10-25. Tillgänglig på:
http://www.chalmers.se/cit/urban-sv/projekt/va-omvandlingsomraden9037/veva-verktyget_1 (2011-06-10)

Muntliga referenser

Denninger, Malin, (2011) VA-ingenjör, Norrtälje kommun, (2011-05).

Fahlin, Johanna, (2011) Roslagslänna allservice, (2011-05-17).

Fröberg, Anders, (2011) Miljöinspektör, Västerviks kommun, (2011-04-05).

Hjelmqvist, Jane, (2011) Fil. Mag., CIT Urban Water Management AB (2011-05).

Kivimäki, Tuuli, (2011) Miljöinspektör, Södertälje kommun, (2011-04-07).

Mårtensson, Magnus, (2011) VA-ingenjör, Simrishamns kommun, (2011-03-31).

Peetz. Åsa, (2011) Avdelningschef ledningsnät & projekt, Nordvästra Skånes vatten och avlopp AB (2011-04-07).

Sjöberg, Katarina, (2011) Miljöansvarig, Trosa kommun, (2011-04-01).

Sjöberg, Stefan, (2011) Enhetschef avlopp och hälsoskydd, Eskilstuna kommun, (2011-04-04).

Ullvin, Erika, (2011) Entreprenör, Mark och vatten, (2011-04-07)

BILAGOR

Bilaga 1. Ekonomi

Kostnaderna för att anlägga ett helt nytt avloppssystem kan variera mycket beroende på kravet på rening, hur fastigheten ser ut och liknande. Entreprenad inklusive material utgjorde den största kostnaden. Roslagslänna allservice lämnade ungefärliga priser för varje system med utgångspunkten att ingen sprängning behövdes och att den tänkta fastigheten var lätt att komma åt med maskiner. Minireningsverk (5 pe) och (25 pe) fanns inlagt i VeVa innan detta projekt. Därför användes dessa system med anpassningar av kostnaderna för att stämma med Norrtälje kommun. Övriga system lades in från grunden. Kostnaderna presenteras i tabell B1-B5.

Tabell B1. Kostnader för avloppssystemet minireningsverk (5 pe).

	Kostnad	Enhet	Referens
Investering			
Tillstånd	6960	kr/ansökan	Norrtälje kommun, 2011
Projektering	10 000	kr/hushåll	Ullvin, pers, 2011
Entreprenad inkl. material	115 000	kr/hushåll	Fahlin, pers, 2011
Snålspolande toalett	5238	kr/hushåll	Toaletter, 2011
Summa investering	137 198	kr/hushåll	
Ledningar på fastighet	155	kr/boende, år	Petersson, 2011
Kapitalkostnad (5 års drift)	10 428	kr/boende, år	
Kapitalkostnad (10 års drift)	5 794	kr/boende, år	
Drift och underhåll			
Serviceavtal minireningsverk (5 pe)	1410	kr/hushåll, år	Kunskapscentrum små avlopp, 2011
El och kemikalier	1700	kr/hushåll, år	Kunskapscentrum små avlopp, 2011
Tömning av slamavskiljare	1415	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Tillsyn miljökontor	116	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Provtagning N, P, BOD7 och pH	1038	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
P-filter byte/hämtning	3500	kr/hushåll, år	Urban Water, 2010
Serviceavtal P-filter	800	kr/hushåll, år	Avloppsguiden, 2011
Summa drift och underhåll	3326	kr/boende, år	

Tabell B2. Kostnader för vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfiler för BDT.

	Kostnad	Enhet	Referens
Investering			
Tillstånd	8 700	kr/ansökan	Norrtälje kommun, 2011
Projektering	10 000	kr/hushåll	Ullvin, pers, 2011
Entreprenad inkl. material	120 000	kr/hushåll	Fahlin, pers, 2011
Vakuumsystem	36 900	kr/hushåll	Avloppscenter, 2011
Summa investering	175 600	kr/hushåll	
Ledningar på fastighet (5 års drift)	904	kr/boende, år	Petersson, 2011
Ledningar på fastighet (10 års drift)	566	kr/boende, år	Petersson, 2011
Kapitalkostnad (5 års drift)	14 052	kr/boende, år	
Kapitalkostnad (10 års drift)	7 783	kr/boende, år	
Drift och underhåll			
Tillsyn miljökontor	116	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Tömning av sluten tank	1 415	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Tömning av slamavskiljare	1 010	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Provtagning N, P, BOD7 och pH	1 038	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Vakuumsystemet, El	19	kr/hushåll, år	Separett, 2011
Våtkompost, drift	686	kr/hushåll, år	Urban water, 2010
Summa drift och underhåll	1 428	kr/boende, år	

Tabell B3. Kostnader för kompaktfiler i box.

	Kostnad	Enhet	Referens
Investering			
Tillstånd	6 960	kr/ansökan	Norrtälje kommun, 2011
Projektering	10 000	kr/hushåll	Ullvin, pers, 2011
Entreprenad inkl. material	100 000	kr/hushåll	Fahlin, pers, 2011
Snålspolande toalett	5 238	kr/hushåll	
Summa investering	122 198	kr/hushåll	
Ledningar på fastighet	155	kr/boende, år	Petersson, 2011
Kapitalkostnad (5 års drift)	9 305	kr/boende, år	
Kapitalkostnad (10 års drift)	5 177	kr/boende, år	
Drift och underhåll			
Tillsyn miljökontor	116	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Tömning av slamavskiljare	1 415	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Provtagning N, P, BOD7 och pH	1 038	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
P-filter, byte.	3 500	kr/hushåll, år	Urban water, 2010
Serviceavtal P-filter	800	kr/hushåll, år	Avloppsguiden, 2011
Summa drift och underhåll	2 290	kr/boende, år	

Tabell B4. Kostnader för urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler

	Kostnad	Enhet	Referens
Investering			
Tillstånd	5220	kr/ansökan	Norrtälje kommun, 2011
Projektering	10 000	kr/hushåll	Ullvin, pers, 2011
Entreprenad inkl. material	78 000	kr/hushåll	Fahlin, pers, 2011
Torrtoalett	6 500	kr/hushåll	Avloppscenter, 2011
Summa investering	99 720	kr/hushåll	
Ledningar på fastighet (5 års drift)	904	kr/boende, år	Petersson, 2011
Ledningar på fastighet (10 års drift)	566	kr/boende, år	Petersson, 2011
Kapitalkostnad (5 års drift)	8 371	kr/boende, år	
Kapitalkostnad (10 års drift)	4 664	kr/boende, år	
Drift och underhåll			
Tillsyn miljökontor	116	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Tömning av slamavskiljare	1010	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Provtagning N, P, BOD7 och pH	1038	kr/hushåll, år	Norrtälje kommun, 2011
Fläkt, El	147	kr/hushåll, år	Separett, 2011
Summa drift och underhåll	770	kr/boende, år	

Tabell B5. Kostnader för minireningsverk (25 pe).

	Kostnad	Enhet	Referens
Investering			
Tillstånd	12 000	kr/ansökan	Petersson, 2011
Projektering	10 000	kr/hushåll	Ullvin, pers, 2011
Entreprenad	151 667	kr/anläggning	Fahlin, pers, 2011
Material	141 596	kr/anläggning	Petersson, 2011
Snålspolande toalett	5 238	kr/hushåll	Toaletter, 2011
Summa investering	320 501	kr/anläggning	
Ledningar på fastighet	155	kr/boende, år	Petersson, 2011
Ledningar i området	3 724	kr/boende, år	Antagande från Resarö
Kapitalkostnad (5 års drift)	6 994	kr/boende, år	
Kapitalkostnad (10 års drift)	5 589	kr/boende, år	
Drift och underhåll			
Tillsyn miljökontor	580	kr/anläggning, år	Norrtälje kommun, 2011
Tömning av slamavskiljare	5 200	kr/anläggning, år	Norrtälje kommun, 2011
Provtagning N, P, BOD7 och pH	1 038	kr/anläggning, år	Norrtälje kommun, 2011
Kemikalier	5 031	kr/anläggning, år	Petersson, 2011
El	8 324	kr/anläggning, år	Petersson, 2011
Serviceavtal	3 050	kr/anläggning, år	Petersson, 2011
Summa drift och underhåll	1 908	kr/boende, år	

Bilaga 2. Energi

Tabell B6. Generell energianvändning vid produktion av de olika material som ingår i systemkomponenterna.

Material		Energi	Enhet	Referens
Rostfritt stål	El	15,36	MJ/kg	Tillman m fl.,1996
	Fossil	33,73	MJ/kg	Tillman m fl.,1996
Gjutjärn	El	1,75	MJ/kg	Tillman m fl.,1996
	Fossil	18,67	MJ/kg	Tillman m fl.,1996
Betong	El	75,1	MJ/ton	Tillman m fl.,1996
	Fossil	774	MJ/ton	Tillman m fl.,1996
Makadam	El	11,15	MJ/m ³	Tillman m fl.,1996
	Fossil	8,95	MJ/m ³	Tillman m fl.,1996
Grus och sand	El	1,16	MJ/m ³	Tillman m fl.,1996
	Fossil	0,44	MJ/m ³	Tillman m fl.,1996
Geotextil	El	1,19	MJ/m ²	Tillman m fl.,1996
	Fossil	0,43	MJ/m ²	Tillman m fl.,1996
PVC-rör	El	3,42	MJ/kg	Tillman m fl.,1996
	Fossil	58,55	MJ/kg	Tillman m fl.,1996
Filtr-P	El	0,3	MJ/kg	Weiss.,2007
	Fossil	4,4	MJ/kg	Weiss., 2007
Polyeten	El	7,89	MJ/kg	Boustead, 1993
	Fossil	77,94	MJ/kg	Boustead, 1993
Polypropylen	El	6,85	MJ/kg	Boustead, 1993
	Fossil	73,18	MJ/kg	Boustead, 1993
HDPE	El	5,79	MJ/kg	Boustead, 1993
	Fossil	75,19	MJ/kg	Boustead, 1993
PIX 111	El	1,7	MJ/kg	Frohagen, 1997
	Fossil	0,97	MJ/kg	Frohagen, 1997
Stenull	El	1,8	MJ/kg	Paroc, 2011a
	Fossil	8,5	MJ/kg	Paroc, 2011a
Styrolit	El	0,83	MJ/kg	Isover, 2011
	Fossil	2,5	MJ/kg	Isover, 2011
Trä	El	0,5	MJ/kg	Högskolan Gotland, 2005
	Fossil	1,5	MJ/kg	Högskolan Gotland, 2005

Energianvändningen vid produktion av systemkomponenter och anläggning av respektive system presenteras i tabell B7-B11.

Tabell B7. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till minireningsverk (5 pe) vid 5 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Komponenter Mini-ARV				
Komponenter i verket, Polyeten	235	5	El	124
			Fossil	1221
Kompressor + skåp, rostfritt stål	12	5	El	12
			Fossil	27
Efterbehandling				
Fosforfiltermaterial, Filträ-P	100	1	El	30
			Fossil	442
Ledningar				
<i>Rör från toalett till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	50	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10
Anläggning				
Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,4
Minireningsverk	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	1,8
Fosforfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,3

Tabell B8. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till minireningsverk (5 pe) vid 10 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Komponenter Mini-ARV				
Komponenter i verket, Polyeten	235	10	El	62
			Fossil	611
Kompressor + skåp, rostfritt stål	12	10	El	6
			Fossil	13
Efterbehandling				
Fosforfiltermaterial, Filträ-P	100	1	El	30
			Fossil	442
Ledningar				
<i>Rör från toalett till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	50	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10
Anläggning				
Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,2
Minireningsverk	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,9
Fosforfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,2

Tabell B9. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfilter för BDT vid 5 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Klosettrening				
Sluten tank, polyeten	180	5	El	95
			Fossil	935
BDT-rening				
Slamavskiljare, polyeten	110	5	El	58
			Fossil	572
<i>Kompaktfilter</i>				
Bioblock, polyeten	33	5	El	17
			Fossil	171
Geotextil	24 m ²	5	El	3
			Fossil	1
Ventilationsbrunn, polypropylen	1,35 kg/m	5	El	1
			Fossil	8
Rör, polypropylen	1,35 kg/m	5	El	12
			Fossil	121
Dockningstappar	4	5	El	2
			Fossil	21
Inneslutning, polypropylen	35	5	El	16
			Fossil	171
Isolerplattor, styrolit	0,6 m ³	5	El	1
			Fossil	2
Byggplast	0,0012 m ³	5	El	1
			Fossil	6
Grus och sand	2,5 m ³	5	El	0
			Fossil	0
Ledningar				
<i>Rör från BDT till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	30	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10

*Rör från
vakuumtoalett till
sluten tank*

PEM-inomhus diameter 50 mm	0,75 kg/m	5	El	4
-------------------------------	--------------	---	----	---

Fossil	39
--------	----

PEM-utomhus diameter 32 mm	0,5 kg/m	5	El	4
-------------------------------	-------------	---	----	---

Fossil	39
--------	----

Anläggning

Sluten tank	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,7
-------------	---	---	--------	-----

Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,4
----------------	---	---	--------	-----

Kompaktfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	1,3
---------------	---	---	--------	-----

Tabell B10. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till vakuumtoalett och sluten tank samt kompaktfilter för BDT vid 10 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Klosettrening				
Sluten tank, polyeten	180	10	El	47
			Fossil	468
BDT-rening				
Slamavskiljare, polyeten	110	10	El	29
			Fossil	286
<i>Kompaktfilter</i>				
Bioblock, polyeten	33	10	El	9
			Fossil	86
Geotextil	24 m ²	10	El	2
			Fossil	0
Ventilationsbrunn, polypropylen	1,35 kg/m	10	El	0
			Fossil	4
Rör, polypropylen	1,35 kg/m	10	El	6
			Fossil	61
Dockningstappar	4	10	El	1
			Fossil	10
Inneslutning, polypropylen	35	10	El	8
			Fossil	85
Isolerplattor, styrolit	0,6 m ³	10	El	0
			Fossil	1
Byggplast	0,0012 m ³	10	El	0
			Fossil	3
Grus och sand	2,5 m ³	10	El	0
			Fossil	0
Ledningar				
<i>Rör från BDT till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	30	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10

*Rör från
vakuumtoalett till
sluten tank*

PEM-inomhus diameter 50 mm	0,75 kg/m	10	El	2
-------------------------------	--------------	----	----	---

Fossil	19
--------	----

PEM-utomhus diameter 32 mm	0,5 kg/m	10	El	2
-------------------------------	-------------	----	----	---

Fossil	19
--------	----

Anläggning

Sluten tank	2,78	5	Fossil	0,3
-------------	------	---	--------	-----

MJ/m³ +
0,53
MJ/ m³

Slamavskiljare	2,78	5	Fossil	0,2
----------------	------	---	--------	-----

MJ/m³ +
0,53
MJ/ m³

Kompaktfilter	2,78	5	Fossil	0,7
---------------	------	---	--------	-----

MJ/m³ +
0,53
MJ/ m³

Tillverkaren av kompaktfiler i box ville inte avslöja exakt vad filtermaterialet bestod av, bara att det var en typ av stenfiber. Ett antagande gjordes därför att energianvändningen för stenull kunde användas då stenull och stenfiber är olika namn på samma sak. Stenull består av stenfiber (Paroc, 2011b). Ett antagande gjordes också att vikten på filtermaterialet var 30 kg.

Tabell B11. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till kompaktfiler i box vid 5 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd d [år]		Energianvändning [MJ/boende, år]
Förbehandling				
Slamavskiljare, Polyeten	110	5	El	58
			Fossil	572
Komponenter i kompaktfilerboxen				
Filtermaterial, stenfiber	30	5	El	4
			Fossil	17
Tank, HDPE	146	5	El	56
			Fossil	732
Rör, Polypropylen	1,35 kg/m	5	El	5
			Fossil	47
Efterbehandling				
Fosforfilter, filtra-P	100	1	El	30
			Fossil	442
Ledningar				
<i>Rör från hushåll till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	50	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10
Anläggning				
Kompaktfilerbox	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	1,8
Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/m ³	5	Fossil	0,4

Fosforfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,3
--------------	--	---	--------	-----

Tabell B12. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till kompaktfilter i box vid 10 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd d [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Förbehandling				
Slamavskiljare, Polyeten	110	10	El	29
			Fossil	286
Komponenter i kompaktfilterboxen				
Filtermaterial, stenfiber	30	10	El	2
			Fossil	9
Tank, HDPE	146	10	El	28
			Fossil	366
Rör, Polypropylen	1,35 kg/m	10	El	2
			Fossil	24
Efterbehandling				
Fosforfilter, filtra-P	100	1	El	30
			Fossil	442
Ledningar				
<i>Rör från hushåll till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	50	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10
Anläggning				
Kompaktfilterbox	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,9
Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,2
Fosforfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,2

Tabell B13. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfilter vid 5 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Klosettrening				
Urintank, polyeten	180	5	El	95
			Fossil	935
Fekaliekompost, polyeten	48	5	El	25
			Fossil	249
Lock till fekaliekompost, plåt	12	5	El	12
			Fossil	27
BDT-rening				
Slamavskiljare, polyeten	110	5	El	58
			Fossil	572
<i>Kompaktfilter</i>				
Bioblock, polyeten	33	5	El	17
			Fossil	171
Geotextil	24 m ²	5	El	3
			Fossil	1
Ventilationsbrunn, polypropylen	1,35 kg/m	5	El	1
			Fossil	8
Rör, polypropylen	1,35 kg/m	5	El	12
			Fossil	121
Dockningstappar	4	5	El	2
			Fossil	21
Inneslutning, polypropylen	35	5	El	16
			Fossil	171
Isolerplattor, styrolit	0,6 m ³	5	El	1
			Fossil	2
Byggplast	0,0012 m ³	5	El	1
			Fossil	6
Grus och sand	2,5 m ³	5	El	0
			Fossil	0

Ledningar*Rör från BDT till
slamavskiljare*

PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	30	El	1
			Fossil	12

PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10

Rör till urintank

PVC-inomhus diameter 50 mm	0,75 kg/m	5	El	4
			Fossil	70

PVC-utomhus diameter 32 mm	0,5 kg/m	5	El	6
			Fossil	100

Anläggning

Urintank	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,7
----------	---	---	--------	-----

Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,4
----------------	---	---	--------	-----

Kompaktfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	1,3
---------------	---	---	--------	-----

Tabell B14. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler vid 10 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
Klosettrening				
Urintank, polyeten	180	10	El	47
			Fossil	468
Fekaliekompost, polyeten	48	10	El	13
			Fossil	125
Lock till fekaliekompost, plåt	12	10	El	6
			Fossil	13
BDT-rening				
Slamavskiljare, polyeten	110	10	El	29
			Fossil	286
<i>Kompaktfiler</i>				
Bioblock, polyeten	33	10	El	9
			Fossil	86
Geotextil	24 m ²	10	El	2
			Fossil	0
Ventilationsbrunn, polypropylen	1,35 kg/m	10	El	0
			Fossil	4
Rör, polypropylen	1,35 kg/m	10	El	6
			Fossil	61
Dockningstappar	4	10	El	1
			Fossil	10
Inneslutning, polypropylen	35	10	El	8
			Fossil	85
Isolerplattor, styrolit	0,6 m ³	10	El	0
			Fossil	1
Byggplast	0,0012 m ³	10	El	0
			Fossil	3
Grus och sand	2,5 m ³	10	El	0
			Fossil	0

Ledningar*Rör från BDT till
slamavskiljare*

PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	30	El	1
---------------------------------	-------------	----	----	---

Fossil	12
--------	----

PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
---------------------------------	-------------	----	----	---

Fossil	10
--------	----

Rör till urintank

PVC-inomhus diameter 50 mm	0,75 kg/m	10	El	2
-------------------------------	--------------	----	----	---

Fossil	35
--------	----

PVC-utomhus diameter 32 mm	0,5 kg/m	10	El	3
-------------------------------	-------------	----	----	---

Fossil	50
--------	----

Anläggning

Urintank	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,3
----------	---	----	--------	-----

Slamavskiljare	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,2
----------------	---	----	--------	-----

Kompaktfilter	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,7
---------------	---	----	--------	-----

Tabell B15. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till minireningsverk (25 pe) vid 5 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
LTA-pumpning				
LTA-pump, Gjutjärn	38	10	El	2
			Fossil	24
Pumpsump, PE	70	30	El	6
			Fossil	61
Husyta				
Betong	1 750	5	El	1
			Fossil	11
Stål	170	5	El	21
			Fossil	46
Stenull	16	5	El	0
			Fossil	1
Trä	46	5	El	0
			Fossil	1
Komponenter Mini-ARV				
Slamavskiljare, och behandlingstank, Betong	4 641	5	El	3
			Fossil	29
Pump, Gjutjärn	7,5	5	El	0
			Fossil	1
Rör, HDPE	14	5	El	1
			Fossil	8
Luftare, Polypropylen	7,5	5	El	0
			Fossil	4
Ventil, Polyeten	0,6	5	El	0
			Fossil	0
Efterbehandling				
Efterpoleringsbädd, grus och makadam	50m ³	5	El	2
			Fossil	2
Ledningar				
<i>Rör från toalett till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	50	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10

Anläggning				
Minireningsverk	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	0,2
Efterpoleringsbädd	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	5	Fossil	1,3
Ledningsdragning, LTA	0,023 MJ/m	5	El	0
	1,55 MJ/m		Fossil	0

Tabell B16. Energianvändning vid anläggning och produktion av komponenter till minireningsverk (25 pe) vid 10 års livslängd.

	Vikt [kg]	Livslängd [år]	Energianvändning [MJ/boende, år]	
LTA-pumpning				
LTA-pump, Gjutjärn	38	10	El	2
			Fossil	24
Pumpsump, PE	70	30	El	6
			Fossil	61
Husyta				
Betong	1 750	10	El	1
			Fossil	5
Stål	170	10	El	10
			Fossil	23
Stenull	16	10	El	0
			Fossil	1
Trä	46	10	El	0
			Fossil	0
Komponenter Mini-ARV				
Slamavskiljare, och behandlingstank, Betong	4 641	10	El	2
			Fossil	14
Pump, Gjutjärn	7,5	10	El	0
			Fossil	1
Rör, HDPE	14	10	El	0
			Fossil	4
Luftare, Polypropylen	7,5	10	El	0
			Fossil	2
Ventil, Polyeten	0,6	10	El	0
			Fossil	0
Efterbehandling				
Efterpoleringsbädd, grus och makadam	50m ³	10	El	1
			Fossil	1
Ledningar				
<i>Rör från toalett till slamavskiljare</i>				
PVC-inomhus, diameter 110 mm	1,8 kg/m	50	El	1
			Fossil	12
PVC-utomhus, diameter 110 mm	1,7 kg/m	50	El	1
			Fossil	10

Anläggning				
Minireningsverk	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,1
Efterpoleringsbädd	2,78 MJ/m ³ + 0,53 MJ/ m ³	10	Fossil	0,7
Ledningsdragning, LTA	0,023 MJ/m	10	El	0
	1,55 MJ/m		Fossil	0

Bilaga 3. Energi vid drift och transport

Tabell B17-B21 visar energianvändningen vid drift samt transport för respektive system.

Tabell B17. Energianvändning vid drift och transporter för minireningsverk (5 pe)

		Energianvändning [MJ/boende, år]
Drift		
Minireningsverk	El	170
	Fossil	0
Centralt reningsverk	El	333
	Fossil	0
Kemikalietillverkning C-ARV	El	9
	Fossil	5
Kemikalietillverkning Mini.ARV	El	29
	Fossil	17
Transporter		
Slamavskiljarslam till C-ARV	Fossil	246
Slam från C-ARV till åkermark	Fossil	82
Spridning av slam på åkermark	Fossil	3
Matavfall till förbränning	Fossil	2
Fosforfiltermaterial till jordtillverkning	Fossil	2

Tabell B18. Energianvändning vid drift och transporter för vakuumtoalett och sluten tank med BDT till kompaktfilter.

		Energianvändning [MJ/boende, år]
Drift		
Vakuumsystem	El	13 0
Centralt reningsverk	El	333 0
Kemikalietillverkning C-ARV	El	9
	Fossil	5
Våtkompost	El	105
Transporter		
Slamavskiljarslam till C-ARV	Fossil	164
Slam från C-ARV till åkermark	Fossil	55
Spridning av slam på åkermark	Fossil	3
Sluten tank till våtkompost	Fossil	515
Våtkompost till åkermark	Fossil	31
Matavfall till våtkompost	Fossil	2
Spridning våtkompost på åkermark	Fossil	6

Tabell B19. Energianvändning vid drift och transporter för kompaktfiler i box.

		Energianvändning [MJ/boende, år]
Drift		
Centralt reningsverk	El	333 0
Kemikalietillverkning C-ARV	El	9
	Fossil	5
Kemikalietillverkning fosforfilter	Fossil	41
Transporter		
Slamavskiljarslam till C-ARV	Fossil	246
Slam från C-ARV till åkermark	Fossil	82
Spridning av slam på åkermark	Fossil	3
Matavfall till förbränning	Fossil	2
Fosforfiltermaterial till jordtillverkning	Fossil	2

Tabell B20. Energianvändning vid drift och transporter för urinsorterande torrtoalett med BDT till kompaktfiler.

		Energianvändning [MJ/boende, år]
Drift		
Centralt reningsverk	El	333
Kemikalietillverkning C-ARV	El	9
	Fossil	5
Transporter		
Slamavskiljarslam till C-ARV	Fossil	164
Slam från C-ARV till åkermark	Fossil	55
Spridning av slam på åkermark	Fossil	3
Matavfall till förbränning	Fossil	2

Tabell B21. Energianvändning vid drift och transporter för minireningsverk (25 pe)

		Energianvändning [MJ/boende, år]
Drift		
Centralt reningsverk	El	333
Kemikalietillverkning C-ARV	El	9
	Fossil	5
Minireningsverk	El	156
Kemikalietillverkning Mini-ARV	El	3
	Fossil	41
Transporter		
Slamavskiljarslam till C-ARV	Fossil	246
Slam från C-ARV till åkermark	Fossil	82
Spridning av slam på åkermark	Fossil	3
Matavfall till förbränning	Fossil	2

Bilaga 4. Redovisning av vilka kommuner som tillfrågades om erfarenheter av tillfälliga avloppssystem.

I tabell B22 presenteras kommunerna som frågades om erfarenheter kring tillfälliga VA-system. Frågan som ställdes: Vilka erfarenheter har er kommun av tillfälliga VA-system?

Tabell B22. Kommuner till vilka frågan om erfarenheter av tillfälliga VA-system skickades samt vilka som svarade.

Kommuner som mottog frågan	Kommuner som svarade
Eskilstuna	Eskilstuna
Gävle	Gävle
Halmstad	Halmstad
Helsingborg	Helsingborg
Malmö	Malmö
Nyköping	Nyköping
Nynäshamn	Ronneby
Oskarshamn	Simrishamn
Ronneby	Södertälje
Simrishamn	Trelleborg
Södertälje	Trosa
Trelleborg	Västervik
Trosa	
Västervik	