

Inventering, insamling och behandling av bioavfall i Sundsvallsregionen.

Cecilia Bjarnhagen



UPPSALA
UNIVERSITET

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Inventory, collection and treatment of biowaste in the region of Sundsvall.

Cecilia Bjarnhagen

The Swedish government has put up a goal that 35 % of all food waste from households, restaurants, large-scale kitchen and markets shall be recycled with biological treatment before year 2010. About 16 % of all food waste in those categories is recycled biologically today in Sweden, so to reach the goal action is needed. In the Sundsvall region most food waste is burned in a combined power and heat plant, which is not a biological treatment method. The objective of this thesis was therefore to analyse consequences of introducing a biological treatment system for Sundsvall. New technology has made it possible to grind food waste from restaurants and large-scale kitchen and transport it in pipes to a tank where it can be stored for up to eight weeks. When the tank is full it is emptied and transported with a bulk truck for anaerobic treatment. The results of this thesis have shown that the system is more expensive than the two existing systems for food waste in Sundsvall. Composting is the least advantageous system in energy and environmental aspects. Burning and anaerobic treatment has different advantages and disadvantages. A major task was also to find interesting actors for delivering food waste to Fyllanverket. A recommendation is to include large-scale kitchens from Sundsvall. Because most quantities of food waste are found in households, four different biological treatment systems for households was introduced and analysed.

Handledare: Martin Lidow
Ämnesgranskare: Åke Nordberg
Examinator: Elisabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTec STS07 013

Förord

Examensarbetet har utförts inom ramen för civilingenjörsutbildningen ”System i Teknik och samhälle” vid Uppsala Universitet i samarbete mellan renhållningsbolaget REKO och VA-bolaget MittSverige Vatten i Sundsvall. Arbetet omfattar 20 poäng och har för avsikt att studera möjligheterna av att införa ett biologiskt behandlingssystem för bioavfall i Sundsvalls kommun.

Jag vill passa på att tacka de personer som under arbetets gång bidragit med tid, inspiration och kunskap. Först och främst vill jag tacka min handledare Martin Lidow på Reko som stöttat mig genom arbetet med ett brinnande engagemang, samt Ulf Nordberg på JTI som lagt ned mycket tid till att korrekturläsa min uppsats. Vidare vill jag tacka personal på Reko och Sundsvalls Energi för trevligt bemötande, Folke Nyström på MittSverige Vatten, livsmedelsinspektörer på Sundsvalls, Timrå, Ånge, Härnösands och Nordanstigs kommuner samt övriga personer som på något sätt varit delaktiga i examensarbetet.

Sammanfattning

Både i media och på politisk nivå pågår en aktiv miljödebatt som en reaktion av påtagliga klimatförändringar runt om i världen. Det är fortfarande oklart hur stor del av förändringarna som är naturliga och hur stor del som beror av mänskliga aktiviteter. Oavsett vilket är det tydligt att vi påverkar miljön genom att konsumera och ge upphov till en betydande mängd avfall. Politiska viljeriktningar har lett fram till lagar och förordningar som förmanar till en miljövänlig avfallshantering, vilket i sin tur resulterar i nya tekniska lösningar. Dock saknas någon universallösning som är bäst ur alla perspektiv och för att hitta en lämplig behandlingsmetod bör hänsyn tas till bland annat lokala förutsättningar, avsättning och typ av avfall. För bioavfall har regeringen satt upp ett nationellt miljö kvalitetsmål att senast år 2010 ska minst 35 % av bioavfall från hushåll, restauranger, storkök och butiker återvinnas genom biologisk behandling. Med biologisk behandling menas antingen syrerik nedbrytning genom kompostering eller syrefattig nedbrytning genom rötning. Även EU prioriterar biologisk behandling framför förbränning, som i stort sett är det enda alternativet till biologisk behandling. Sedan 2005 är det förbjudet att lägga bioavfall på ”soptippar” utan dispens.

I Sundsvalls kommun förbränns merparten av bioavfallet medan en liten del komposteras. I examensarbetet uppskattas att cirka 8 % av bioavfallet i kommunen behandlas biologiskt. I denna studie introduceras ett system för insamling och biologisk behandling av bioavfall från restauranger, storkök etc. Det aktuella systemet består av malning av matrester i en bioavfallskvarn hos bland annat storkök och restauranger. Bioavfallet förvaras sedan i en tank och hämtas med slamsugbil för att slutligen rötas på Fyllanverket. Enligt tidigare studier är systemet fördelaktigt ur arbetsmiljösynpunkt både för köks- och renhållningspersonal. Undersökt system jämförs med existerande behandling av bioavfall i en materialflödesanalys. Resultatet visar på att systemet är dyrare än existerande lösningar eftersom det innebär investeringar i avfallskvarnar. Ur energisynpunkt är förbränning det mest fördelaktiga alternativet medan kompostering är det sämsta alternativet eftersom det inte kan tillvaratas någon energi från komposteringsprocessen. Systemet med avfallskvarnar har en tydlig positiv energibalans, trots att avfallskvarnarna har visat sig vara energikrävande. Genom tankens storlek och konserverande förmåga kan hämtningsintervallen göras glesare vilket sparar transporter. Miljöaspekter som undersökts är utsläpp av växthusgaser, försurande ämnen samt övergödande ämnen. Öppen kompostering har visat sig vara det minst fördelaktiga alternativet för samtliga kategorier eftersom det inte sker någon rening av utsläpp. Rötning är det bästa alternativet för utsläpp av växthusgaser samt försurande ämnen medan förbränning är bästa alternativet vid utsläpp av övergödande ämnen. Spridning av slutprodukt har inte ingått i analysen.

Slutsatsen lyder att öppen kompostering är det minst fördelaktiga alternativet ur samtliga aspekter förutom ur ekonomiskt perspektiv. Om samarbetet med bönder ska fortgå rekommenderas att komposteringen sker slutet. Rötning och förbränning har olika fördelar och nackdelar beroende på vilka aspekter som avses. Eftersom biologisk behandling prioriteras både på nationell och EU-nivå bör därför systemet med avfallskvarn och rötning ses som ett intressant alternativ till förbränning.

En stor del av examensarbetet har varit att inventera totala bioavfallsmängder i Sundsvallsregionen samt hitta intressanta avfallslämnare. Eftersom avfallskvarnarna är utformade för att passa storkök som tillagar en stor del mat själva rekommenderas att i

första hand införa kvarnarna i tillagningskök. I Sundsvalls kommun finns 9 sådana storkök som lagar mer än 500 portioner per dag och är således mest intressanta. I Timrå finns ett storkök som lagar 4500 portioner per dag och i Härnösand finns ett storkök som lagar 6000 portioner per dag. En annan intressant kategori som visat sig ge mycket bioavfall är hotell. Livsmedelsbutiker ger upphov till en stor andel bioavfall per butik. För att ta emot bioavfall från livsmedelsbutiker krävs enligt ABP-förordningen (Animaliska Bibroduct Förordningen) upphettning till 70 grader en timme för hygienisering.

Efter uppskattningar av bioavfallsmängder har det visat sig att den största mängden bioavfall kommer från hushåll. För att Sundsvalls kommun ska bidra till att nå upp till miljödelmålet att 35 % av bioavfallet ska återvinnas genom biologisk behandling krävs därför insamling och behandling av bioavfall från hushåll. Fyra förslag på biologiska behandlingssystem för bioavfall från hushåll presenteras och analyseras bland annat med avseende på de kriterier som Sundsvalls kommun anger i sin avfallsplan ska gälla vid val av behandlingsteknik, d.v.s. avsättning för restprodukter och totala kostnader. Hemkompostering visar sig vara det mest ekonomiska alternativet, men begränsas av att metoden mest lämpar sig för engagerade villahushåll. Hemkompostering kan ses som ett komplement till övrig behandling av bioavfall. Att utnyttja existerande logistik där Östersund skickar sina hushållssopor till förbränning mot att Sundsvalls kommun skickar bioavfall från hushåll till Östersund visar sig vara ett relativt ekonomiskt alternativ. Rötning av pressvätska på Fillanverket samt köksavfallskvarn tillhör de ekonomiskt minst fördelaktiga alternativen och begränsas för närvarande av Fillanverkets kapacitet. Köksavfallskvarn bör endast användas till hushåll med lämplig lutning på avloppsledningsrören, men kan ses som ett komplement till övriga behandlingsmetoder.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	10
1.1 BAKGRUND	10
1.2 SYFTE	10
1.3 AVGRÄNSNINGAR	11
1.4 METOD.....	11
1.4.1 Litteraturstudie	11
1.4.2 Inventering.....	12
1.4.3 Systemanalys.....	12
2. Avfallsbehandling i Sverige	13
2.1 GÄLLANDE REGLER OCH FÖRORDNINGAR	13
2.2 MATERIALÅTERVINNING.....	14
2.3 BIOLOGISK BEHANDLING	14
2.3.1 Rötning.....	15
2.3.2 Kompostering.....	17
2.4 FÖRBRÄNNING	18
2.5 DEPONERING.....	19
2.6 BIOLOGISK BEHANDLING JÄMFÖRT ÖVRIGA BEHANDLINGSMETODER	19
3. Insamlingssystem för bioavfall.....	21
3.1 OLIKA TYPER AV INSAMLINGSSYSTEM	21
3.1.1 Kärll	21
3.1.2 Molok-system	22
3.1.3 Köksavfallsskvarnar	23
3.1.4 Vakuumsystem.....	24
3.2 TAXOR	24
3.3 ERFARENHETER FRÅN KOMMUNER MED INSAMLINGSSYSTEM FÖR BIOAVFALL	25
3.3.1 Ekonomi.....	25
3.3.2 Anslutningsgrad	25
3.3.3 Information	26
3.3.4 Miljöeffekter	26
3.3.5 Behov av fler studier från kommuner som har infört biologisk behandling.....	26
4. Teknik för avfallsskvarn med förvaring.....	27
4.1 AVFALLSKVARN - MALNING OCH FÖRVARING HOS AVFALLSLÄMNARE	27
4.2 KRAV PÅ BIOAVFALL	28
4.2.1 Avfallsskvarn.....	28
4.2.2 Vid transport	29
4.3 HUR FUNGERAR DET I VERKLIGHETEN? FALLSTUDIER	29
4.3.1 Malmö.....	29
4.3.2 Uppsala	31
4.3.3 Linköping.....	33
5. Nuläge för insamling och behandling av bioavfall i regionen.	36
5.1 SUNDSVALLS KOMMUN	37
5.2.1 Gällande renhållningsordning och avfallsplan	37
5.2.2 Taxesystem	37
5.2.3 Insamling och behandling av bioavfall	38

5.2	ÖVRIGA KOMMUNER I SUNDSVALLSREGIONEN.....	40
5.2.1	Gällande renhållningsordning	40
5.2.2	Avfallsplaner	41
5.2.2	Taxesystem	43
5.2.3	Insamling och behandling av bioavfall	43
5.3	SAMARBETE MELLAN KOMMUNER	43

6. Konsekvenser för införande av ett nytt biologiskt behandlingssystem för restauranger, storkök och butiker i Sundsvalls kommun. 45

6.1	BIOAVFALLSMÄNGDER FRÅN RESTAURANGER, STORKÖK OCH BUTIKER I SUNDSVALLSREGIONEN.	45
6.1.1	Nyckeltal för uppskattning av bioavfallsmängder.....	45
6.1.2	Metod för uppskattning av bioavfallsmängder i Sundsvallsregionen	46
6.1.3	Resultat av bioavfallsmängder i Sundsvallsregionen.....	47
6.2	INTRESSANTA LIVSMEDELSAKTÖRER	47
6.2.1	Restauranger	48
6.2.2	Hamburgerrestauranger, pizzerior.....	48
6.2.3	Storkök.....	48
6.2.4	Butiker	49
6.2.5	Övrigt livsmedelsavfall.....	49
6.3	MODELLBESKRIVNING AV BEHANDLINGSSYSTEM FÖR BIOAVFALL FRÅN STORKÖK OCH RESTAURANGER.	50
6.3.1	Undersökt område.....	50
6.3.2	Förbränning.....	51
6.3.3	Öppen centralkompostering	53
6.3.4	Rötning på Fyllanverket.....	53
6.4	RESULTAT AV ENERGIKONSEKVENSER	55
6.4.1	Energiförbrukning.....	55
6.4.2	Energiutvinning.....	56
6.4.3	Energibalans.....	57
6.5	RESULTAT AV MILJÖKONSEKVENSER	57
6.5.1	Utsläpp av växthusgaser.....	57
6.5.2	Utsläpp av försurande ämnen.....	58
6.5.3	Utsläpp av eutrofierade ämnen.....	59
6.6	RESULTAT AV EKONOMISKA KONSEKVENSER	60
6.6.1	Rötning jämfört förbränning	60
6.6.1	Kompostering jämfört förbränning	62

7. Konsekvenser för införande av ett nytt biologiskt behandlingssystem för hushåll i Sundsvalls kommun. 63

7.1	INTRESSEUNDERLAG	63
7.2	BIOAVFALLSMÄNGDER FRÅN HUSHÅLL I SUNDSVALLSREGIONEN.	63
7.3	OLIKA ALTERNATIV FÖR UTSORTERING OCH BEHANDLING AV BIOAVFALL	64
7.3.1	Hemkompostering.....	64
7.3.2	Rötning i Östersund	65
7.3.3	Metoder för att utvinna våt organisk del ur bioavfall.....	67
7.3.4	Köksavfallsskvarn i hushåll.....	69
7.4	OLIKA SYSTEMS UTSORTERINGSGRAD	70
7.5	EKONOMISKA KONSEKVENSER FÖR HUSHÅLLENS AVFALLSHANTERING.....	71
7.5.1	Resultat för enfamiljshus	72
7.5.1	Resultat för flerfamiljshus.....	73

8. Diskussion med rekommendationer om hantering av bioavfall i Sundsvalls kommun	75
8.1 SUNDSVALLSREGIONENS SITUATION IDAG	75
8.2 HANTERING AV BIOAVFALL FRÅN RESTAURANGER, STORKÖK, BUTIKER	76
8.2.1 Resultatjämförelse rötning kontra förbränning och kompostering	76
8.2.1 Rekommendationer och förslag till fortsatta studier	78
8.3 BIOAVFALL FRÅN HUSHÅLL	79
8.3.1 Jämförelse av studerade system för biologisk behandling av bioavfall från hushåll... ..	79
8.3.2 Rekommendationer och förslag på fortsatta studier	82
8.4 SLUTSATSER	84
9. Referenser.....	85
9.1 TRYCKTA KÄLLOR	85
9.2 KÄLLOR PÅ INTERNET.....	86
9.3 MUNTliga KÄLLOR	90
9.4 ÖVRIGA DOKUMENT.....	92
Bilaga 1 Mängd bioavfall i Sundsvallsregionen	94
Bilaga 2 Miljö- och Energiuträkningar	109
Bilaga 3 Ekonomiska konsekvenser	117

Definition av begrepp

I examensarbetet undersöks avfall som lämpar sig väl för biologiska behandlingsmetoder. Avfallet har visat sig ha olika benämningar beroende på källa; matavfall, organiskt avfall, lätt nedbrytbart organiskt avfall, bioavfall, biologiskt avfall etc. För att underlätta för läsaren används benämningen bioavfall konsekvent genom rapporten. Enbart vid citat används benämning från originaltext.

Avfallskvarn – Kvarn som sönderdelar bioavfall lokalt. I examensarbetet används begreppet avfallskvarn för de kvarnar som främst används på storkök och innebär att bioavfallet samlas upp i en tank.

Avsättning – Möjlighet att finna köpare.

Bioavfall - Lättsatt organiskt material som genom biologiska processer kan behandlas genom biologiska behandlingsmetoder med rimliga nedbrytningstider och kostnader. Matavfall ingår i benämningen bioavfall.

Biogas - Biogas är den gas som bildas när organiskt material (gödsel, matrester, växter, avloppsvatten, mm) bryts ned av mikroorganismer i syrefria miljöer. Biogas består huvudsakligen av metan och koldioxid, men innehåller också små mängder av bland annat svavelväte och ammoniak.

Biologisk behandling – Återvinning av biologiskt avfall antingen genom kompostering eller rötning.

BOD₇- Biological Oxygen Demand under 7 dygn. Måttenheter (mg/l) på syreförbrukning som bakterier kräver för nedbrytning av organiska ämnen.

Bräddning – Utsläpp av grovrenat avloppsvatten, d.v.s endast silat avloppsvatten som slipper ut vid överbelastning av reningsverk.

Deponi – Kontrollerad slutförvaring av avfall som inte avses flyttas.

Eutrofierande ämnen – Ämnen som bidrar till övergödning. I detta examensarbete avses BOD₇, ammoniak och ammonium.

Fjärrvärme – Vid förbränning av avfall i fjärrvärmeverk samt i de flesta biogasanläggningar kan värmen tillvaratas och ledas ut på fjärrvärmenätet för uppvärmning av hushåll och lokaler.

Funktionell enhet (f.e.) – Mängd bioavfall (kg) som erhålls från undersökt område under ett år.

Försurande ämnen – I examensarbetet avses kväveoxid, ammoniak och svaveldioxid.

Förbränning – Behandlingsmetod för avfall som medför energiåtervinning men inte materialåtervinning.

Hushållsavfall – Avfall (restprodukter) som kommer från hushåll samt därmed jämförligt avfall från annan verksamhet.

Kompostering – Biologisk behandling under aeroba förhållanden där bioavfall bryts ner under förbrukning av syre. Kan ske lokalt genom hemkompostering eller centralt genom insamling och kompostering på en komposteringsanläggning.

Köksavfallsquarn - I examensarbetet används begreppet köksavfallsquarn för en quarn som sitter under diskbänken i hushåll eller restauranger, storkök etc. och där nedmalet bioavfall transporteras vidare till biogasanläggning genom avloppsledningsnätet.

Materialflödesanalys – En typ av miljösystemanalys.

Mottagningskök – Storkök som tar emot merparten av serverad mat från tillagningskök.

Organiskt avfall - Avfall som innehåller kol, exempelvis bioavfall och plastavfall. Vissa typer av organiskt avfall som till exempel material med höga halter av cellulosa och lignin lämpar sig mer för förbränning än biologisk behandling.

Rötgas- En form av biogas. Beteckningen biogas används vanligen för gas som bildas vid behandling av slam från avloppsreningsverk.

Rötning - Biologiskt nedbrytning under anaeroba förhållanden varvid bioavfall bryts ned utan luftomsättning. Vid rötning bildas bl.a. biogas.

Sundsvallsregionen – I examensarbetet avses kommunerna Sundsvall, Timrå, Härnösand, Ånge och Nordanstig.

Systemanalys - Ett analysverktyg som baseras på vetenskaplig metodik för att analysera komplexa system.

Systemkostnad – Nuvärdet av existerande och framtida kostnader och intäkter för insamling och behandling av bioavfall.

Torrsubstanshalt (TS-halt) – De, i ett material, icke-flyktiga beståndsdelarna som kvarstår efter indunstning, vanligen vid + 105° C.

Tillagningskök – Storkök som tillagar mat till servering, avhämtning och /eller mottagningskök.

Utsorteringsgrad – Trolig utsorterad mängd bioavfall baserat på tidigare erfarenheter.

Växthusgaser – I examensarbetet avses koldioxid, lustgas och metan.

Återanvändning – Användning av kasserad produkt utan föregående förädling t.ex. second hand.

Återbruk – se återanvändning.

Återvinning – Användning av material, näringsämnen eller energi från avfall.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Nya konsumtionsmönster har under senare delen av 1900-talet givit upphov till en ständigt tilltagande avfallsmängd. Avfallet försvinner inte självmant utan kräver lämpligt omhändertagande. Fram till sextiotalet samlades allt avfall på hög (s.k. deponi), vilket inte är en ekologiskt hållbar lösning. Från och med sjuttiotalet har politiska viljeriktningar lett fram till lagar och förordningar som förmanar till en miljövänligare avfallshantering (RVF Utveckling, 1999:b). Bland annat har det i början av 2000-talet införts deponeringsförbud på både organiskt och brännbart avfall, med följd att de flesta kommuner måste förändra sin avfallshantering. Det är däremot inte självklart vilken typ av behandlingsmetod som ska ersätta deponering, då olika kommuner har olika tekniska och ekonomiska förutsättningar såväl som åsikter. Även vilken typ av avfall som avses spelar stor roll vid val av behandlingsmetod (Naturvårdsverket, 2005). EU har infört en avfallshierarki som visar på de tumregler och prioriteringar som ska gälla för en miljöanpassad avfallshantering. Biologisk behandling genom kompostering eller rötning räknas som materialåtervinning och prioriteras framför förbränning av avfall (Jämtlands län, 2006). Biologisk behandling uppmuntras även av Sveriges nationella miljö kvalitetsmål, där ett av delmålen under det nationella miljö kvalitetsmålet ”God bebyggd miljö” lyder:

”Senast år 2010 skall minst 35 % av matavfallet från hushåll, restauranger, storkök och butiker återvinnas genom biologisk behandling. Målet avser källsorterat matavfall till såväl hemkompostering som central behandling” (Sveriges miljömål, 2003).

Idag behandlas cirka 16 % av hushållsavfallet i Sverige biologiskt, vilket innebär att cirka 200 000 ton bioavfall saknas för att nå upp till det aktuella miljödelmålet. Fördelningen ser lite olika ut i landets kommuner och endast 122 av 289 kommuner i Sverige erbjuder ett separat insamlingssystem för bioavfall. Utöver centrala insamlingssystem förekommer även hemkompostering (Hellström, 2006). Merparten av hushållsavfallet i Sundsvalls kommun och omkringliggande region behandlas för närvarande genom förbränning (Sundsvalls kommun, 2006:a).

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att studera möjligheterna för införande av insamling och behandling av bioavfall i Sundsvalls kommun. I första hand undersöks ett specifikt system för insamling och behandling av bioavfall från storkök, restauranger, butiker etc. Det aktuella systemet består av malning och förvaring av bioavfall lokalt med avfallskvarnar, hämtning med slamsugbil och samrötning med slam på Fillanverket. Målet med examensarbetet är att svara på vilka ekonomiska, miljömässiga och arbetsmiljömässiga för- och nackdelar denna metod har gentemot dagens avfallshanteringssystem för bioavfall i Sundsvallsregionen, samt ge rekommendationer om systemet bör införlivas. Arbetet avser dessutom presentera möjliga alternativ för insamling och behandling av bioavfall från hushåll i Sundsvalls kommun och föreslå en lämplig behandlingsmetod utifrån bland annat utsorteringsgrad, avsättning och ekonomiska konsekvenser.

Utredningen baseras på följande delar:

- Undersöka och presentera möjliga insamlings- och behandlingsmetoder för bioavfall.
- Utredda teknik och funktion för avfallskvarnar med förvaring.
- Beskriva nuläge för insamlingssystem och behandlingsmetoder av bioavfall i regionen.
- Inventera mängder bioavfall i Sundsvallsregionen, dels bioavfall från restauranger, storkök och butiker och dels bioavfall från hushåll. Ge förslag på lämpligt bioavfall för leverans till Fillanverket.
- Undersöka möjligheter för samarbete med närliggande kommuner i Sundsvallsregionen vid behandling av bioavfall.
- Utföra jämförelser av ekonomiska, miljömässiga och arbetsmiljömässiga konsekvenser mellan föreslagna system och nuvarande system för insamling och behandling av bioavfall.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetets fokus är att studera och analysera införandet av ett insamlings- och behandlingssystem av bioavfall från restauranger, storkök, butiker etc. då de innehar en kvalitetsmässig fördel gentemot hushållsavfall. Däremot innefattar bioavfall från hushåll en betydande mängd som kan vara intressant för insamling och behandling. Därför presenteras erfarenheter från befintliga insamlingssystem för hushållsavfall och tänkbara alternativ för insamling och behandling av bioavfall från hushåll diskuteras. På grund av arbetets tidsbegränsning är analysen för hushållsavfall inte lika omfattande som för storkök och restauranger.

Projektet begränsas till att omfatta kommunerna Sundsvall, Timrå, Härnösand, Ånge och Nordanstig. Nämda kommuner tillhör, tillsammans med Hudiksvalls kommun, som inte innefattar detta projekt, vad gemensamt kallas Sundsvallsregionen (Sundsvalls kommun, 2006:d). Analysen för vilken typ av bioavfallshantering som är mest fördelaktig avser i första hand Sundsvalls kommun. Med anledning av att undersöka möjligheter för samarbete mellan Sundsvalls kommun och övriga kommuner i Sundsvallsregionen, undersöks lämpliga intressenter och tillgängliga mängder bioavfall för samtliga kommuner i Sundsvallsregionen.

1.4 Metod

Examensarbetet delas in i tre olika faser; litteraturstudie, inventering och systemanalys. Dokumentering och rapportering har gjorts löpande under arbetets gång.

1.4.1 Litteraturstudie

Informationsinsamlingen till kapitel 2-4 består främst av litteraturstudier, där möjliga insamlings- och behandlingsmetoder för bioavfall har studerats. Litteraturstudierna har kompletterats genom intervjuer och studiebesök.

Information om nu gällande insamling- och behandlingssystem för bioavfall i Sundsvallsregionen har inhämtats från avfallsansvariga för respektive kommun. Därtill har även respektive kommuns avfallsplan granskats. Ytterligare ett informationsinsamlingsmoment var att följa med och samla in bioavfall från storkök, bioavfallet komposterades på en bondgård utanför Sundsvall.

1.4.2 Inventering

För att se om de nationella delmålen uppfylls, samt för att kunna planera för nya insamlings- och behandlingssystem är det nödvändigt att ha tillgång till aktuella avfallsmängder i regionen. I Sundsvallsregionen saknades utförlig statistik för bioavfallsmängder, varvid examensarbetet har haft för avsikt att uppskatta dessa. RVF:s nyckeltal (RVF Utveckling, 2006) för bioavfall från restauranger, storkök och butiker har i första hand använts vid beräkning av bioavfallsmängder. Metoden beskrivs närmare i kapitel 6.

1.4.3 Systemanalys

Den undersökta insamlingen och behandlingen av bioavfall kan ses som ett system. Ett system innebär en struktur som består av flera beståndsdelar som påverkar och/eller är beroende av varandra (Jönsson, 2006). Alla system är i grunden sociotekniska, vilket innebär att det består av tekniska och sociala komponenter som inte är åtskilda utan samverkar i en komplex process (Berner, 1999). Systemanalys är ett analysverktyg som baseras på vetenskaplig metodik för att analysera komplexa system. Vidare finns olika metoder för miljösystemanalys som innefattar ekologiska, tekniska och ekonomiska system och används för att undersöka hur dessa påverkar sin omgivning. Resultatet av miljösystemanalysen kan användas som beslutsunderlag för en strävan efter ett hållbart samhälle. En typ av miljösystemanalys är materialflödesanalys (Jönsson, 2006). I examensarbetet utförs en materialflödesanalys där olika avfallsbehandlingssystem jämförs. En modell har satts upp som ett verktyg för att representera systemet. Modellen har utarbetats med underlag från tidigare arbeten inom bland annat köksavfallskvarnar (Forsberg & Olofsson, 2003). Analysen kompletteras med en diskussion om arbetsmiljö och övriga sociotekniska aspekter gällande införandet av ett nytt avfallssystem.

2. Avfallsbehandling i Sverige

Det finns ett antal olika behandlingsmetoder för behandling avfall. Vilken typ av avfall som avses samt vilken grad av miljöpåverkan behandlingen ger påverkar val av metod (Naturvårdsverket, 2005). När en kommun överväger att införa ett nytt avfallshanteringssystem är även investeringskostnader och framtida avsättning viktiga faktorer. Avsättningen spelar en direkt avgörande roll för behandlingsmetodens framtid både ur ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Det måste finnas en marknad att ta emot biogödsel och biogas, vilket även är knutet till produkternas kvalitet (Norin, 2001). Vilken form av avsättning som blir aktuell beror i hög grad på lokala förutsättningar såsom tillverkande industri, jord-/skogsbruksstruktur och energisystem (Jämtlands län, 2006). Avfallshanteringen påverkas och styrs i hög grad av politiska beslut och regler, se figur 2.1 (Sweco, 2003).

2.1 Gällande regler och förordningar

1999	Miljöbalken träder i kraft. Miljöbalken är en övergripande lagstiftning.
2000	Deponeringsskatt införs.
2002	Deponeringsförbud på utsorterat brännbart avfall.
2005	Deponeringsförbud för organiskt avfall.
2006	Förbränningsskatt införs. *
2008	Samtliga deponier ska ha uppnått EG- direktivets och deponeringsförordningens miljökrav; annars måste deponin avslutas.

Figur 2.1 - Lagar och förordningar som påverkar avfallshanteringen i Sverige. (Sweco, 2003; * Sveriges Riksdag, 2006)

På senare år observeras två tydliga trender i miljöpolitiken, dels har lagstiftningen blivit striktare kring avfallshantering och dels har miljöpolitiken blivit alltmer global. EU-direktiv påverkar till stor del den svenska miljölagstiftningen (Sweco, 2003). EU har infört en avfallshierarki som visar på de tumregler och prioriteringar som ska gälla för en miljöanpassad avfallshantering, se figur 2.2.



Figur 2.2 - EU:s avfallshierarki (Jönsson, 2005).

I första hand skall avfallets mängd minska, dvs. inte uppstå överhuvudtaget. I andra hand prioriteras återanvändning genom t.ex. pantsystem eller ”second hand”. Om ingen av ovanstående åtgärder är möjliga bör materialåtervinning ske och avfallet kan då utnyttjas som råvara vid framställning av nya produkter. Även biologisk behandling genom kompostering eller rötning räknas som materialåtervinning. I fjärde hand skall avfallets energiinnehåll utnyttjas för att ersätta andra energiformer såsom kol, olja och kärnkraft. Avfall som av olika anledningar inte bör eller kan återvinnas skall omhändertas genom miljösäker deponering (Jämtlands län, 2006).

Sveriges riksdag har beslutat om 16 nationella miljö kvalitetsmål som riktlinje för ett hållbart samhälle. Utöver miljö kvalitetsmålen finns mer specifika delmål för att konkretisera miljöarbetet. Målen ska följas upp och utvärderas på nationell, regional och lokal nivå och samordnas av Miljömålsrådet. Eftersom det är på lokal nivå många åtgärder ska utföras får kommunerna ett stort ansvar. Staten avsätter inga resurser för att kommunerna ska nå miljömålen, så de får själva ta sig an miljömålen efter lokala förutsättningar och prioritera olika insatser (Sveriges miljö mål, 2003). Varje kommun är enligt miljöbalken skyldig att upprätta en renhållningsordning med en avfallsplan som beskriver dagens och den framtida planerade hanteringen av kommunens avfall (Sundsvalls kommun, 2001). Kommunerna ansvarar för ett miljöriktigt omhändertagande av hushållsavfall och slam, även om möjligheten finns att lägga ut det operativa arbetet på entreprenad. Sedan 1992 finns producentansvaret som ger producenter det fysiska och ekonomiska ansvaret för insamling och återvinning vissa av uttjänta varor så som t.ex. förpackningar, tidningar och elskrot. Syftet med producentansvar är att lägga ansvaret på producenten för de varor som produceras och därigenom minska mängden avfall och uppnå en mer miljöanpassad produktutveckling. Enligt Naturvårdsverket saknas mål för hur avfallshantering som infrastruktur ska fungera, med avseende på insamling, servicenivåer, kapacitet för omhändertagande etc. För närvarande anser därför Naturvårdsverket att miljömålen ska vara styrande (Naturvårdsverket, 2005).

2.2 Materialåtervinning

Materialåtervinning medför att andra konstruktions- eller produktionsmaterial ersätts. Detta kan till exempel vara skrot, returkartonger eller returplast som återanvänds och ersätter en ny råvara i tillverkningen. Cirka 33 % av hushållsavfallet behandlades genom materialåtervinning år 2003 och av industriavfallet var det ca 40 % som återvanns genom denna metod. Materialåtervinning för hushållsavfall har ökat med 140 % från 1994 till 2004 (Naturvårdsverket, 2005).

Det är viktigt att avfallet återvinns med hög kvalitet, låg energiåtgång och låg miljöpåverkan. Ibland saknas kunskap om hantering av material som går till återvinning. Avfallet kan innehålla farliga ämnen som sprids i miljön vid felaktig behandling. Enligt Sveriges avfallsplan anses att materialåtervinning innehar en stor betydelse för miljönyttan (Naturvårdsverket, 2005).

2.3 Biologisk behandling

Med biologisk behandling åsyftas metoder som kompostering och rötning där lättnedbrytbart organiskt avfall bryts ned med hjälp av mikroorganismer. Rötning sker under syrefria, anaeroba, förhållanden medan kompostering äger rum under syrerika, aeroba, förhållanden. Enligt det nationella delmålet att 35 % av bioavfall från hushåll,

restauranger och storkök etc. ska behandlas biologisk senast år 2010 har det vuxit fram ett ökande behov och intresse för biologisk behandling. Även EU:s avfallshierarki samt deponeringsförbudet mot organiskt avfall påskyndar utvecklingen av denna behandlingsmetod. Under 2003 behandlades knappt 10 % av hushållsavfallet genom biologisk behandling, vilket motsvarar cirka 400 000 ton avfall. Sveriges kommuner har planer på att bygga ut den biologiska behandlingen. Enligt Avfall Sverige, den svenska intresse- och branschorganisationen inom avfallshantering och återvinning, kan den komma att fördubblas inom några år (Naturvårdsverket, 2005).

2.3.1 Rötning

Rötning innebär att bryta ner biologiskt avfall under syrefria förhållanden varvid det bildas biogas vid nedbrytningen (Sundsvalls kommun, 2006). Med rötning som biologisk behandlingsmetod menas en forcerad form av rötning som sker i en rötkammare. Rötning sker naturligt i bland annat mossar och på gamla deponier som en långsam process (Alm, 1995). Tekniken för röttningsprocessen kan se lite olika ut och anpassas bland annat till vilket typ av råmaterial som behandlas. Råmaterial kan vara gödsel, bioavfall från hushåll, avloppsslam, restprodukter från livsmedelsindustrin, spillvatten från industrin eller växter (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2004). I Sverige är den vanligaste tekniken anpassad för slamformigt material. När det organiska materialet anländer till anläggningen sker normalt en förbehandling. Råvaran blandas i en förtank med en kraftig omrörare. Om avfallet innefattar EG-förordningen om animaliska biprodukter krävs en upphettning till 70 grader i en timme för hygienisering av avfallet. De enstaka partiklarna i substratet får maximalt ha en storlek av 12 mm. Efter förbehandling tillförs materialet till en sluten behållare, en rötkammare, med antingen mesofil (33-40°C) eller termofil (50-60°C) temperatur (Svenska biogasföreningen, 2006). I biogaskammaren påbörjas sedan nedbrytningsprocessen som varar cirka 20-30 dagar. Nedbrytningen sker i följande tre steg:

Hydrolys

Stora molekyler sönderdelas till mindre med hjälp av enzymer. Enzymerna utsöndras av hydrolytiska bakterier (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2004).

Syrabildning

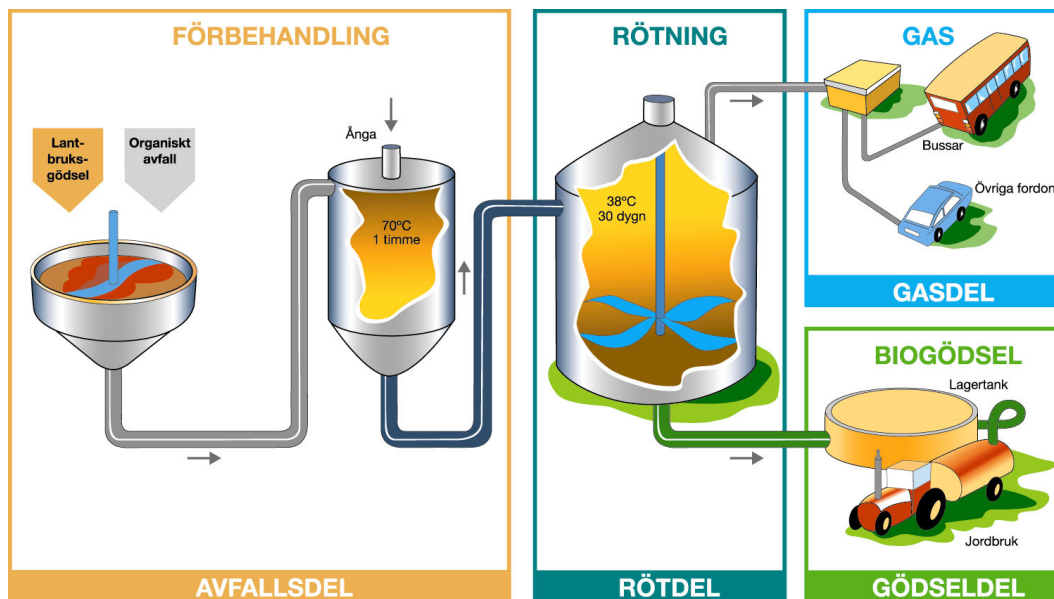
Bakterier tar vara på hydrolysisprodukterna och jäser dessa till flyktiga syror. Protein, fett och kolhydrater bryts ner till fettsyror som ättiksyra, smörsyra, propionsyra, valeriansyra och kapronsyra. Av de syror som bildas vid jäsningen är det endast ättiksyra som kan omvandlas direkt till metan. Övriga syror måste först gå igenom ytterligare ett omvandlingssteg, den så kallade ättiksyrabildningen (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2004).

Metanbildningen

I det avslutande steget omvandlas ättiksyra till slutprodukterna metan och koldioxid. Metanhalten i biogas är cirka 65 %, men varierar beroende på det material som rötas (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2004).

Under nedbrytningsprocessen i biogaskammaren separeras biogasen från massan och samlas i lager för vidare transport till användning eller rening och uppgradering (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2004). Biogas är ett förnybart bränsle och har flera olika användningsområden. En del av biogasen används alltid internt för uppvärmning av avfall som hygieniseras och för annat internt värmebehov. Biogas kan användas för

produktion av fjärrvärme eller renas och uppgraderas och användas som fordonbränsle. Mindre vanligt, men förekommande, är att biogas renas och uppgraderas och leds in i naturgasnätet eller används till produktion av el och värme i gasmotorer eller mindre gasturbiner (RVF Utveckling, 2005:b). Förutom biogas bildas vid rötning en rötrest. Om rötresten kommer från en biogasanläggning som rötar avloppsslam används den normalt inte som biogödsel. I röttningsanläggningar där råvaran består av olika typer av organiskt avfall, är restprodukten däremot lämplig som biogödsel (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2004). I huvudsak allt biogödsel från biogasanläggningarna återanvänds inom jordbruket (RVF Utveckling, 2005:b). I figur 2.3 visas exempel på röttningsprocess från förbehandling till slutprodukt (Barrling, 2006).



Figur 2.3 - Röttningsprocess i Linköping, där slutprodukterna består av fordonsgas och biogödsel (Barrling, 2006).

För att få en fungerande process måste flera faktorer kontrolleras, bl.a. temperatur, pH, gasproduktion och gaskvalitet. Biogasanläggningar som tar emot fastare bioavfall kräver mer tekniskt komplicerade metoder för materialhantering. I enklare biogasanläggningen är det viktigt att avfallet har låg TS-halt och är pumpbart annars kan det blir problem vid bland annat omrörning i biogaskammaren. Låg TS-halt kräver däremot högre uppvärmningskostnader och ger lägre gasproduktion. Biogasanläggningar bör därför sträva efter att ha så höga TS-halter som är praktiskt möjligt (RVF Utveckling, 2005:a). Av ett kilo torrt bioavfall utvinns vanligen 0,5 till 1,0 m³ biogas beroende på den aktuella råvaran (Svenska biogasföreningen, 2006). Materialet som fås av bioavfallet kan delas in i tre grupper: kolhydrater, proteiner och fetter. Kolhydrater ger lägst halt metan medan fett ger mest metan. Det är alltså ur energi och effektivitetssynpunkt mest lönsamt att röta fettriakt bioavfall, men det bör även tas hänsyn till att fördelningen mellan olika råvarugrupper ska hålla sig inom vissa intervall för en stabil biogasprocess (RVF Utveckling, 2004). Slakteriavfall är fettriakt och har visat sig ge problem med överbelastning hos biogasanläggningar vid ett flertal tillfällen. Enligt en undersökning av Sveriges biogasanläggningar har det visat sig att så gott som samtliga biogasanläggningar, som använder sig av en enkel teknik anpassad till pumpbart avfall, någon gång har haft problem med jäsning i röttningsprocessen då de tagit emot stora mängder slakteriavfall. Fettriakt material kan även lägga sig på ytan i röt-kammaren och bli så tjockt att omröraren kör fast eller hamnar i obalans och orsakar

tekniska problem. Vid anläggningar som tar emot större mängder matavfall är risken inte lika stor för överbelastning. Många biogasanläggningar arbetar för att optimera rötningsprocessen med avseende på bland annat TS-halt och fetthalt, vilket är viktigt för en effektiv och säker rötning. Anläggningen bör då ta hänsyn till leveranssäkring, eftersom en aktör kan dra sig ut och helt förändra sammansättningen på rötningmaterialet (RVF Utveckling, 2005:a).

Biogas innehåller, som tidigare nämnt, en stor mängd metan som är en starkt bidragande faktor till växthuseffekten (Alm, 1995). Det är därför viktigt ur miljöskäl att rötning sker i helt slutna system så att utsläpp av metan och illaluktande ämnen minimeras, samt ur resursskäl att gasen tas tillvara (Naturvårdsverket, 2003). Utförda analyser visar på att utsläpp från biogasanläggningar är låga. Av varje producerad mängd metan sker ett utsläpp på 2 %. Detta motsvarar cirka 0.03 procent av utsläpp från idisslande djur i Sverige. Utsläppen kan också lätt reduceras genom större fokusering på driftfrågor och enligt förslag av Avfall Sverige kommer utsläppen att inventeras varje år (Hellström, 2006).

2.3.2 Kompostering

Kompostering innebär biologisk nedbrytning av bioavfall till koldioxid och vatten under syrerika förhållanden. Energin från nedbrytning av bioavfall avgår i värme. Den färdiga komposten används normalt som gödsel eller jordförbättring (Naturvårdsverket, 2005). Det finns fyra fundament som måste samverka för att en kompost ska fungera biologiskt och nedbrytningen komma igång (Lanne, 1995).

Syre

Kompostprocessen kräver syre annars sker en jäsning och biogas bildas. Om komposteringen sker växelvis med syre och utan syre sker bildande av svavelaktiga gaser som är illaluktande. Det är därför viktigt att röra om i komposten emellanåt för att tillsätta syre (Lanne, 1995).

Näring

Vid mikroorganismernas ämnesomsättning åtgår en bestämd mängd kväve för att omsätta en viss mängd kol. Det inbördes förhållandet mellan kol och kväve uttrycks genom den s.k. kol-/kväveknoten (C/N-knoten) som normalt ska vara i intervallet 25-35. Vid en mer näringsrik kompost, det vill säga för mycket kväve, finns det risk att lustgas och ammoniak bildas med negativa miljökonsekvenser. Vid för hög kolhalt tar det lång tid för komposten att bli genomarbetad av bakterier med mera (Lanne, 1995).

Värme

Bakterier, smådjur och maskar kräver minst 10-12 grader för att vara aktiva (Lanne, 1995). Enligt naturvårdsverket bör temperaturen under huvudkompostering ligga mellan 50-60 grader för optimal nedbrytningshastighet (Naturvårdsverket, 2003).

Fukt

Det krävs fukt i komposten annars avstannar nedbrytningsprocessen. Är komposten däremot för blöt kan det leda till problem med utlakning av vatten (Lanne, 1994). Vattnet från för våta komposter innehåller organiska ämnen och närsalter som vid utsläpp i närliggande vattensystem kan ge upphov till övergödning och lukt. Det är

därför viktigt att vattnet samlas upp och återförs till processen eller renas till godtagbar nivå för utsläpp (Naturvårdsverket, 2003).

Kompostering kan antingen ske centralt eller lokalt. Vid det förstnämnda alternativet samlas avfallet upp från hushåll etc. och komposteras sedan i en större anläggning (Naturvårdsverket, 1992). De typer av centralkompostering som förekommer är bl.a. strängkompostering, hallkompostering och reaktorkompostering. Vid strängkompostering läggs materialet i strängar på en hårdgjord yta av asfalt eller betong och luftas med hjälp av exempelvis traktordriven blandare. Denna typ av kompostering är enkel och minst kapitalintensiv, men kan leda till ammoniakutsläpp och lukt då processen sker mindre kontrollerat och öppet (Jönsson, 2005). Det finns även risk för syrebrist om komposten inte rörs om tillräckligt, vilket leder till metanutsläpp. Enligt naturvårdsverkets allmänna råd om kompostering och rötning bör behandlingen ske i slutna utrymmen. Bildad gas och vätska bör samlas in och behandlas på lämpligt sätt för att minska miljöfarliga utsläpp (Naturvårdsverket, 2003). En genväg för att minska på miljöfarliga utsläpp vid öppen kompostering är att täcka över strängkomposterna med semipermeabla membran och kallas då för membrankompostering (Jönsson, 2005).

En annan typ av centralkompostering är hallkompostering där komposteringen sker inomhus i stora hallar. Komposteringen kan ske slutet i såväl strängar, bäddar, boxar, tunnlar etc. Fördelen är att det då finns möjlighet att styra nedbrytningsprocessen mer kontrollerat och att ta hand om processluften och kyla denna och på så sätt rensa bort merparten av ammoniak och luktämnen. Vid reaktorkompostering placeras det material som ska komposteras i slutna reaktorer. På samma sätt som vid hallkompostering samlas frånluft in och behandlas. Sker det öppet kan det bli en del problem med lukt och ammoniak (Jönsson, 2005).

Lokal kompostering, där avfallet komposteras på samma plats som det uppkommer, kan även delas upp i enskild (för villor och radhus) eller gemensam kompostering (flera hushåll i flerfamiljshus och ev. radhus samverkar) (Naturvårdsverket, 1992). Enligt miljöbalken måste kompostering av bioavfall anmälas till det lokala miljökontoret. Eftersom det inte är ekonomiskt möjligt i en kommun att göra mer ingående kontroller av tusentals komposter är det viktigt att allmänheten får den kunskap som behövs för att kunna använda en kompost. Kommunen bör även finnas till hands för rådgivning för att undvika problem med skadedjur, lukt, spridning av tungmetaller från kompostgödsel mm (Naturvårdsverket, 1992).

2.4 Förbränning

I Sverige tillvaratas nästan all energi vid förbränning av avfall. I stort sett alla tätorter idag har fjärrvärmenät. År 2002 behandlades cirka 10 miljoner ton avfall genom förbränning med energiutvinning, vilket motsvarar knappt hälften av den totala mängden hushållsavfall och cirka 40 % av industriavfallet. Detta är en fördubbling av energiutvinning från år 1994 till 2004 (Naturvårdsverket, 2005).

Nackdelar med förbränning är utsläpp av föroreningar via luft och till vatten via vattenutsläpp från våt rökgasrensning. Dioxiner och kväveämnen kan bildas i processen. Förbränning av avfall ger ändå förhållandevis relativt små mängder utsläpp, speciellt vid jämförelse med alternativ energiåtervinning som förbränning av fossila bränslen (t.ex. olja) och biobränslen (t.ex. trä). Krav från EU har bidragit till bättre

förbränningsteknik och effektivare reningsteknik. Kvar efter förbränningen blir askor och slam som kan innehålla en stor mängd farliga ämnen och behandlas därför som farligt avfall (Naturvårdsverket, 2005).

2.5 Deponering

Deponering är när avfall lagras för kontrollerad slutgiltig förvaring. I behandlingsmetoden sker varken material- eller energiåtervinning. Deponering är i jämförelse med andra behandlingsmetoder ur miljösynpunkt den sämsta metoden, vilket har bidragit till en strikt lagstiftning gällande deponier, som i sin tur medverkat till att denna typ av avfallshantering minskat kraftigt. Genom införande av deponeringsförbud på organiskt avfall år 2005 är detta ingen aktuell metod för behandling av bioavfall. Eftersom lagstiftningen nyligen tillkommit förekommer dock dispenser för deponering i flera kommuner (Naturvårdsverket, 2005).

2.6 Biologisk behandling jämfört övriga behandlingsmetoder

Vid jämförelse av biologisk behandling med deponering är all form av biologisk behandling mer fördelaktig ur miljösynpunkt. Analyser har utförts för att utreda hur biologisk behandling står sig mot förbränning och vilken typ av biologisk behandlingsmetod som är bäst. Noterbart är att analysernas resultat skiljer sig en del från varandra (RVF Utveckling, 2005:b). Genom EU:s avfallshierarki borde rötning vara det bästa alternativet för hantering av bioavfall eftersom där sker både material- och energiåtervinning. Kompostering kan då ses som det näst bästa alternativet eftersom där sker materialåtervinning. Vid förbränning sker ingen materialåtervinning utan energiåtervinning och deponering och borde därför undvikas om så är möjligt enligt avfallshierarkin (Forsberg & Olofsson, 2003). I ett examensarbete för Gästrike Återvinnare redovisas att för lättnedbrytbart organiskt avfall är förbränning i fjärrvärmeverk det alternativ som ger lägst miljöbelastning och är mest företagsekonomiskt lönsamt. Enligt (Jönsson, 2005) är förbränning med kraftvärmeproduktion och rötning som genererar fordonsgas relativt likvärdiga energimässigt. I ett omfattande projekt, kallat BUS (Biologisk avfallsbehandling – utvärdering av system), har miljönyttan med biologisk behandling undersökts. De svenska systemanalyserna har visat att det är svårt att jämföra förbränning och biologisk behandling. Alla metoder har fördelar och nackdelar och enligt analysen är inget entydigt miljömässigt bättre än det andra. Slutsatsen lyder att biologisk avfallshantering är ett miljömässigt acceptabelt alternativ till förbränning och kan därför användas som komplement för att uppfylla deponeringsförbudet mot organiskt avfall. Biologisk avfallshantering anses fortfarande till vissa delar vara i ett utvecklingsskede och det finns möjligheter att förbättra systemet (RVF Utveckling, 2005:b).

I studien gjordes även en grov rangordning av biologiska metoder utifrån miljönyttan (RVF Utveckling, 2005:b):

1. Rötning, där biogasen används för att ersätta fossilt bränsle, t.ex. användning som fordonsbränsle.
2. Rötning, där biogasen används för att ersätta biobränsle, t.ex. i fjärrvärmeproduktion.
3. Sluten kompostering där frånluften renas.
4. Öppen kompostering, utan luftrening.

I en studie (Sundqvist et al, 2001) baserad på systemanalys jämförs biologisk med förbränning. Avfallsbehandlingssystemen har simulerats i tre olika dataprogram; *NatWaste*, *ORWARE* och *fms*. Rötning delas upp i två kategorier, dels en kategori med fordonsgas som restprodukt och dels en kategori med fjärrvärme eller el som restprodukt. Båda rötningsskategorier ger minskad klimatpåverkan jämfört med förbränning. För rötning som genererar fordonsgas är minskningen cirka 0,3 % och för rötning som genererar fjärrvärme/el är minskningen cirka 0,4 %. Båda alternativen bidrar till ökad övergödning och försuring jämfört med förbränning. Det är främst vid spridning på åkermark som tendenserna är tydliga då det förekommer emissioner av ammoniak. Däremot sker forskning om precisionsspridning och ny spridningsteknik under utveckling. Rötning ger ökad användning av energibärare men minskning av användningen av icke-förnybar energi. För kompostering visar de olika analysmetoderna olika resultat. Analysverktyget *NatWaste* visar på ökad emission av växthusgaser medan motsvarande dataprogram *ORWARE* och *fms* visar på lägre växthusemissioner än förbränning. I övrigt ger kompostering inga direkta fördelar gentemot förbränning eller rötning. Biologisk behandling i allmänhet visar sig ge mindre emissioner av tungmetaller till luft, men väsentligt större till åkermark. Emissionerna är dock små i jämförelse med totala emissioner av tungmetaller i Sverige (Sundqvist et al, 2001).

I en dansk studie av Clauson-Kass et. al. från 1997 jämförs fyra olika system för hantering av malbart köksavfall utifrån en livscykelanalys. Systemen som studerades var förbränning, central kompostering och rötning med två olika insamlingssystem, dels med "vanligt" kärlsystem och dels genom köksavfallsskvarnar där bioavfallet mals i diskbänken och sedan transporteras i vattenledningssystemet till ett reningsverk. Ur miljösynpunkt anses central kompostering vara mest gynnsamt följt av insamling och rötning, köksavfallsskvarn och sist förbränning. I studien undersöktes även aspekterna energi, arbetsmiljö och avfallsstruktur varvid förbränning ansågs bäst ur denna kategori följt av insamling och rötning, köksavfallsskvarn och slutligen central kompostering (Kärrman et. Al, 1999).

3. Insamlingssystem för bioavfall

I Gästrikre Återvinnare, som består av kommunerna Ockelbo, Sandviken, Hofors, Gävle och Älvkarleby införs ett centralt behandlingssystem för bioavfall från hushåll och kommit en bra bit på väg. Regionen liknar Sundsvallsregionen till stora delar i storlek och geografiskt läge och har därför studerats lite närmare.

3.1 Olika typer av insamlingssystem

Det system avfallslämnaren bör använda sig av beror på omkringliggande förutsättningar, till exempel hur mycket avfall som produceras, hur stora investeringskostnader avfallslämnaren är beredd att betala och hur övrig bioavfallshantering ser ut i kommunen (RFV Utveckling, 2000:a). Det tveklöst vanligaste sättet att samla in bioavfall i Sverige är med kärl, ett inarbetat system som till stor del påminner om hämtning av vanligt hushållsavfall. Genom att det blir allt vanligare att kommuner inför hämtning av bioavfall utvecklas nya insamlingstekniker för att förbättra arbetsmiljön för renhållare och anpassa insamlingen till bioavfall. Från början använde kommuner sig av samma insamlingssystem för bioavfall från hushåll och från livsmedelsproducenter så som till exempel restauranger, storkök och butiker. Idag har även tekniska anpassningar till typ av verksamhet börjar synas på marknaden, vilket redovisas i kapitel 4 (Naturvårdsverket, 2002).

Avfall Sverige framhäver vissa generella krav för hämtningssystem av bioavfall, till exempel ska de vara rationella och hygieniska. Det ska vara lätt för avfallslämnaren att använda systemet. Personalen ska inte behöva gå långa transportsträckor för att slänga bioavfallet och det ska inte krävas för mycket skötsel av insamlingsutrustningen. Det understryks även att systemet inte får ta för stor plats eller vara för dyrt. För mindre orter med kompostanläggningar kan det vara mest intressant med någon form av kärlsystem. Större orter med biogasanläggningar får en mer rationell hantering med malning lokalt hos kund som följs upp av hämtning med slamsugbil (RFV Utveckling, 2000:a). Följande system beskrivs närmare:

- Insamling i kärl
- Molok-system
- Köksavfallskvarnar
- Vakuumsystem

3.1.1 Kärl

Kärlhämtning av bioavfall är en utveckling från ”vanlig” sophämtning av hushållsavfall som sedan anpassats till bioavfall i olika avseenden. Bioavfallet kan antingen samlas in i enkärlssystem eller i flerkärlssystem. Figur 3.1 visar exempel på ett flerkärlssystem. Vanligast är att ha två kärl, ett för bioavfall och ett för övrigt hushållsavfall som antingen hämtas vid olika tillfällen eller samtidigt med en så kallad tvåfacksbil (RFV Utveckling, 1999:b). De flesta sopbilar är inte anpassade till det blöta bioavfallet och bland Gästrikre Återvinnare har det förekommit problem med läckage från insamlingsfordon. Sedan de köpte in nya bilar har det dock fungerat bra (Persson, 2006). Med ett gemensamt kärl kan behållaren antingen vara uppdelad i olika fack för vissa typer av avfall (se figur 3.1 och 3.2) eller så läggs de olika typerna av avfall i olika färgade påsar. I Borås samlas t.ex. bioavfall i svarta påsar och övriga fraktioner i

vita påsar. De läggs i ett gemensamt kärl och hämtas vid samma tillfälle. Sortering sker sedan innan behandling i en optisk sorteringsanläggning (RFV Utveckling, 1999:b).



Till vänster, Figur 3.1- Kärl med fyra fraktioner för olika typer av avfall.

Till höger, Figur 3.2 – Sوبbil för hämtning av kärl med fyra fack.

Normalt slängs bioavfallet i pappers- eller plastpåsar i kärlet av hygieniska skäl, även om det kan leda till problem vid förbehandling. Av de svenska kommuner som erbjuder insamling av bioavfall använder 61 stycken papperspåsar, 22 kommuner plastpåsar och 19 kommuner majsstärkelsepåsar (Hellström, 2006). Gästrike Återvinnare inför ventilerade kärl med papperspåse, där påsarna ingår i abonnemanget. Papperspåsen är mer pedagogisk och bidrar till högre sorteringsgrad. Då hushållen använder en majsstärkelsepåse, som liknar en plastpåse, är det lätt att det även slängs plast i komposten. För storkök och dylikt, där det blir en annan avfallsmängd används majsstärkelsepåse (Persson, 2006). Problem kan uppstå då plastpåsar brister, vilket kan ske vid hög temperatur och gles hämtning och leder ofta till luktproblem (RFV Utveckling, 1999:b). Även flugor och mögel är vanliga problem. I Östersund och Gävle har det förekommit problem med påsar som fryser fast i kärlet och medför svårigheter vid tömning (Persson, 2006; Skarin, 2006).

Insamlingskärlen kan antingen vara ventilerade eller slutna. Ventilerade kärl möjliggör en viss luftgenomströmning, vilket kan bidra till en viktreducering genom att en del vätska dunstar bort. Ventilerade kärl sägs ha en dämpande effekt på lukt och tillväxt av bakterier och larver, däremot förekommer mer mögel. Slutna system används för att isolera ovan nämnda problem (RFV Utveckling, 1999:b).

Kärl har fördel av att vara ett inarbetat system som kan användas i de flesta sammanhang, däremot förekommer hygieniska och arbetsmiljömässiga problem eftersom bioavfall är förhållandevis tungt och kladdigt. Detta leder till tunga kärl att dra och extra behov av rengöring. Det finns sidolastade sobilar där renhållningspersonalen inte behöver vara i kontakt med kärlet, cirka 90 % består dock av baklastade sobilar där hämtning kräver att renhållaren drar kärlet till sobilen. Det förekommer då även stänk vid tömning (Naturvårdsverket, 2002).

3.1.2 Molok-system

En allt vanligare typ av behållare är djupinsamlingsbehållare, där ca 40 % av behållaren befinner sig över mark och resten är nedgrävd under marken. Genom att den mesta delen av behållaren är nedgrävd i marken hålls temperaturen på en relativt jämn och låg

nivå, vilket motverkar lukt och fastfrysning. Det medför även, tillsammans med behållarens storlek, att hämtningsintervallen kan göras relativt glesa. Systemet bidrar till att hushållen i högre utsträckning ska transportera bioavfallet till en centralt belägen plats. Behållaren som är av plast kan antingen användas utan säck eller kläs med en kraftig lyftsäck samt en tunnare engångssäck. Säcken eller behållaren lyfts med en kran för tömning, se figur 3.3. Tömningsarbetet innebär i normala fall ingen kontakt med avfallet. Insamlingsmetoden används vid rastplatser men passar även för insamling av hushållsavfall från flerfamiljshus. Nackdel med moloker är såldes att avståndet till insamlingsställen ökar. Problem har förekommit i Västmanlandsregionen då bioavfallet varit väldigt blött (Naturvårdsverket, 2002).



Figur 3.3 - Hämtning av organiskt avfall från Molok. Behållaren längst ned innehåller lakvatten (Molok, 2006).

3.1.3 Köksavfallskvarnar

Metoden innefattar att bioavfall mals ned i en kvarn och kan antingen transporteras vidare till en tank eller ut på det vanliga avloppsledningsnätet. Med köksavfallskvarnar syftas i examensarbetet på den metod där kvarnen är monterad under diskbänken i köket och det malda bioavfallet leds ut på det vanliga avloppsledningsnätet till ett avloppsreningsverk. För att det ska vara någon mening med denna metod ur biologisk behandlingssynpunkt förutsätts naturligtvis att det finns en biogasanläggning på reningsverket (Forsberg & Olofsson, 2003). Avfallet som sorteras ut i avfallskvarnen innehar en renhetsgrad på intill 100 %, vilket beror på att systemet till stor del är självinstruerande. Däremot kan inte allt bioavfall sorteras ut och malas i kvarnen (Malmö stad, 2005).

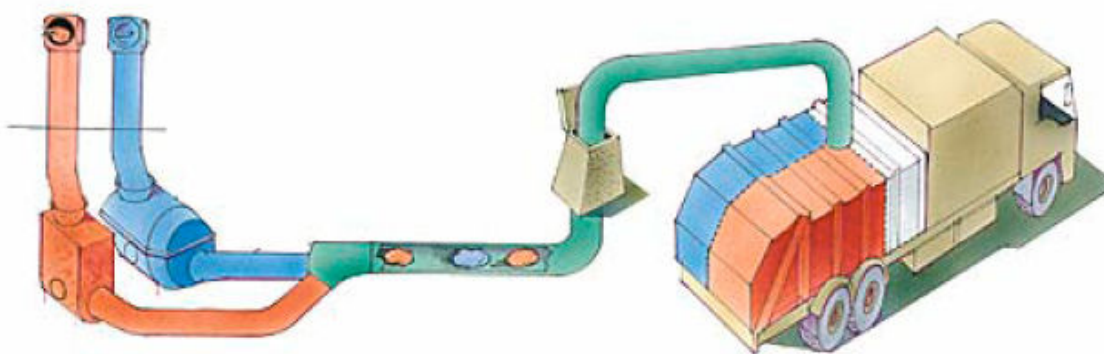
I USA har vartannat hem en köksavfallskvarn, medan det är mindre vanligt i Sverige. Det förekommer dock i kommuner som t.ex. Staffanstorp, Smedjebacken, Surahammar och Malmö. I vissa kommuner är denna typ av avfallskvarnar förbjuden (Forsberg & Olofsson, 2003). Anledningen till detta kan bero på att långt ifrån alla avloppsledningsnät är dimensionerade och lagda till att transportera bioavfall, varav lutningen spelar stor roll för lämpligheten. Det är inte så stor risk för stopp i ledningarna, däremot kan bioavfallet fastna i svackor vilket kan dra till sig råttor eller

leda till stopp. Om biologisk nedbrytning kommer igång bildas det svavelväte och svavelsyra som fräter på rören (Malmö stad, 2005).

I flerbostadshuset Turning Torso i Malmö har ett nytt system för köksavfallskvarnar testats. Hushållen har försetts med köksavfallskvarn, men istället för att leda ut bioavfallet på det vanliga avloppsledningsnätet samlas det i en stor tank och töms med slambil. Diskmedel har då visat sig vara ett problem genom att det stör rötningsprocessen (Malmö stad, 2005).

3.1.4 Vakuumsystem

Sopsug bygger på att med vakuumteknik transportera bioavfall längre sträckor under jord. Tekniken förekommer bland annat i Hammarby Sjöstad. Eftersom insamlingsbilarna då inte behöver ta sig in ibland husen i bostadsområdet för att hämta avfallet minskas olycksrisken, buller och avgasutsläpp. Systemen kan antingen vara stationära eller mobila. Figur 3.4 visar en mobil variant där avfallet sugs upp med hjälp av vakuumteknik till en sopsugbil. Systemet i figuren sorterar dessutom med hjälp av optisk sortering (Naturvårdsverket, 2002).



Figur 3.4 – Mobilt sopsugsystem med optisk sortering. (Malmö stad, 2005)

Systemet erbjuder en förbättrad hygien och arbetsmiljö för renhållaren. Problem med påsar som går sönder och fastnar i ledningarna har dock förekommit (Naturvårdsverket, 2002). Dessutom är renheten på bioavfallet inte helt tillfredställande, förutom bioavfall förekommer inslag av papper och plast. Plockanalyser i Malmö visar på en att av totalt insamlat avfall är endast 86-94 % bioavfall (Malmö stad, 2005). Systemet kräver dyra investeringskostnader och en sopsugbil kostar tre gånger så mycket som en vanlig insamlingsbil. Däremot har det visat sig att driftkostnaderna kan sänkas vid trånga utrymmen med höga hyror, eftersom besparingar kan göras genom mindre transporter och inget utrymme för förvaring av avfall behövs (Naturvårdsverket, 2002).

3.2 Taxor

Hushållen i en kommun betalar för kommunens renhållning genom en avfallstaxa. Avfallstaxans övergripande syfte är att bidra till full kostnadstäckning av avfallshanteringen i en kommun. Det är inte tillåtet att avfallstaxan genererar vinst, istället sänks taxan. Underskott är inte olagligt, men innebär självklart vissa ekonomiska nackdelar (RFV Utveckling, 1999:b). Taxan kan antingen vara vikt- eller volymbaserad. Vid en volymbaserad taxa betalar innehavaren ofta en fast årskostnad för en viss

kärlvolym och hämtningsfrekvens. Vid en viktbaserad taxa vägs avfallet vid varje hämningstillfälle, så förutom fasta avgifter tillkommer ett kilopris på insamlat avfall från varje hushåll. Taxan skiljer sig för enfamiljshus och flerfamiljshus. För flerfamiljshus är det fastighetsägaren som ansvarar för avfallsabonnemanget, medan boende i enfamiljshus ansvarar för sitt eget avfallsabonnemang (Lidow, 2006).

Insamling av bioavfall kan antingen vara frivillig eller obligatorisk. För cirka 60 % av de kommuner i Sverige som infört ett insamlingssystem för behandling av bioavfall är utsortering obligatorisk medan insamlingen är frivillig för resterande 40 %. Införande av ett nytt behandlingssystem kostar pengar och höjer därmed den ordinarie taxan. För att styra hushåll mot ett önskat mål är det vanligt att använda sig av avfallstaxan och införa en lägre taxa för det system som kommunen prioriterar (RFV Utveckling, 1999:b).

3.3 Erfarenheter från kommuner med insamlingssystem för bioavfall

3.3.1 Ekonomi

I en studie (RFV Utveckling, 1999:b) redovisas merkostnad för införande av insamling av bioavfall för hushåll. Nämnvärt är att alla kommuner har olika förutsättningar, samt tolkar vissa värden på olika sätt så att det är svårt att redovisa exakta mått. Resultatet blev dock att merkostnaden skiljer sig för olika kommuner mellan 0 och 692 kr per år för varje hushåll. En tydlig slutsats är även att det är billigare att hämta bioavfall hos flerfamiljshus än hos villahushåll, trots att det ofta blir mer än dubbelt med bioavfall i ett villahushåll (RFV Utveckling, 1999:b). Hos Gästrike Återvinnare fanns vid projektets start en budget på 30 miljoner kronor (Skjöld, 2006). Beräknade mervärdeskostnader är 500 kr per hushåll eller 100 kr per hushåll och år (Persson, 2006).

3.3.2 Anslutningsgrad

I Göteborg och Västerås sker reducering i avfallstaxan för de abonnenter som väljer att lämna bioavfall. År 2000 reducerades taxan med 302 kr i Göteborg och 640 kr i Västerås, med resultat att utvecklingstakten för utbyggnaden av systemet gick mycket snabbt i Västerås. I Huddinge förekommer ingen taxereducering, däremot betalar kommuninvånarna inget extra för att lämna bioavfall. Även vid hemkompostering reduceras taxan i ovannämnda kommuner (RFV Utveckling, 1999:b). Ett annat exempel på taxereducering är Gästrike Återvinnare som vid införandet var överens om att insamlingen av bioavfall skulle ske successivt och inte vara obligatoriskt. Istället valde Gästrike Återvinnare att införa en volymbaserad taxa med tre olika behandlingsalternativ för bioavfall. Centralkompostering, där hushållen sorterar ut bioavfallet från det brännbara avfallet, kostar 1800 kr per år, hemkompostering kostar 1450 kr och blandade hushållssopor, där ingen utsortering av bioavfall sker, kostar 2900 kr. Hos de villakunder som erbjudits systemet har ca 60 % centralkompost, 20 % hemkompost och 20 % blandade hushållssopor. För hushåll boende i flerbostadshus beräknas centralkompostering så vanligt som 85-90 % (Skjöld, 2006). I Östersund är utsortering av bioavfall obligatorisk och infördes samtidigt i hela kommunen. Med facit i hand funderar kommunen över risken för sämre kvalitet på avfallet genom att tvinga omotiverade hushåll att samla ut sitt bioavfall (Skarin, 2006). Det är viktigt att beakta

att det är kvalitet och inte bara kvantitet som eftersöks vid utsortering och behandling av bioavfall (Hellström, 2006).

3.3.3 Information

En angelägen erfarenhet från flera av de kommuner som erbjuder insamling av bioavfall är vikten av information till hushåll. Både kvalitén på bioavfallet och rationaliteten på systemet hänger ihop med detta. Informationen kan förmedlas genom lite olika tillvägagångssätt, antingen genom öppna informationsmöten, hembesök, telefonsamtal, utställningar, media eller tryckta informationsbroschyrer (RFV Utveckling, 1999:b). Tidsåtgången för införandet av bioavfall i enskilda kommuner har varierat kraftigt. I en del kommuner har införandet utförts på mindre än ett år medan andra kommuners insamlingsarbete har fortgått i 7-8 år eller mer. Eftersom information är en viktig del av insamlingsarbetet rekommenderar Naturvårdsverket att införandet av ett nytt insamlingssystem måste få ta tid. En rimlig tidsplan är planeringsarbete på cirka ett år och en införandetid på cirka 1-3 år, beroende på kommunens storlek och tillgängliga resurser (Naturvårdsverket, 2002). Gästrike Återvinnare beräknar att planeringsarbetet för att införa systemet tog cirka ett och ett halvt år. Det praktiska arbetet att införa och ställa om regionen beräknas ta cirka tre år. Så från beslut fram till ett utbyggt system där alla hushåll i Gästrike Återvinnarens distrikt erbjuds att skicka sitt bioavfall till centralkompostering har ett tidsperspektiv på cirka 4,5 år. Innan dess har det naturligtvis förekommit utredningar och en politisk beslutsprocess (Persson, 2006).

3.3.4 Miljöeffekter

En miljöeffekt som observerats är drivmedelsförbrukning. Av elva kommuner har fyra märkt av en ökad drivmedelsförbrukning, varav tre har hämtning av organiskt avfall med särskilt fordon. För sju kommuner är drivmedelsförbrukningen oförändrad. En kommun har dessutom 30 % lägre drivmedelsförbrukning eftersom hushållen lämnar avfall på gemensamma stationer. De klagomål som förekommit från avfallslämnare och renhållare gäller främst lukt. Även buller, insekter och larver anses som problem. En tendens pekar på att det vanligare med luktproblem då hushållen använder papperspåsar (RFV Utveckling, 2005:a).

3.3.5 Behov av fler studier från kommuner som har infört biologisk behandling

I en studie (RFV Utveckling, 2005:a) dras slutsatsen att trots att stora resurser har lagts ner för att införa nya källsorteringssystem för bioavfall är resurserna på utvärdering och uppföljning relativt små. För att kunna effektivisera och förbättra rådande system och underlätta för kommuner som överväger att införa insamling av bioavfall vore det nödvändigt med mer djupgående undersökning av vissa aspekter. Till exempel kan det vara intressant att jämföra drivmedelsförbrukning för system med separata behållare eller gemensamma behållare. För att kunna avgöra hur mycket av bioavfallet som hamnar i rätt fraktion samt avgöra kvalitén för det utsorterade avfallet behövs fler plockanalyser. Det skulle även vara betydelsefullt att jämföra om detta påverkas av frivillig eller obligatorisk sortering, mängd och typ av information, påsort och aktuellt bostadsområde. Dessutom saknas ordentliga uppgifter om kostnader för införande och drivande av olika insamlingssystem (RFV Utveckling, 2005:a).

4. Teknik för avfallskvarn med förvaring.

I följande kapitel beskrivs det system som examensarbetet har för avsikt att analysera.

4.1 Avfallskvarn - Malning och förvaring hos avfallslämnare

Tekniken för avfallskvarnar är ingen nyhet utan utvecklades redan på 1930-talet (Avfallskvarn AB, 2006). Avfallskvarnar har funnits länge på fartyg och som kökslösningar i hushåll. Ovanstående tekniker bygger dock på att bioavfallet antingen släpps ut direkt till havs eller följer med övrigt avloppsvatten i befintliga rörledningar till reningsverk. Idag finns ett antal olika lösningar på marknaden som erbjuder både sönderdelning med hjälp av avfallskvarn samt förvaring av bioavfallet i slutna system. Systemen kan se lite olika ut. Det finns olika sätt att mala, transportera avfallet till en tank, blanda om i tanken etc. (RVF Utveckling, 1999:a; Envac, 2006; RoDAB AB, 2006).



Figur 4.1 – Inmatning av bioavfall i en avfallskvarn med förvaring (Envac, 2006).

Första steget efter inmatning är finfördelning av avfallet, inmatningsenheten kan antingen vara placerad i köket, se figur 4.1, eller i soprummet (RVF Utveckling, 1999:a). Exempel på en soprumslösning är NanoVac. Bioavfallet samlas då först i köket i rostfria 10-liters hinkar som bärs ner till soprummet av kökspersonalen (Ekendahl, 2006). Bioavfallet placeras i inkastet och mals till en pumpbar massa som lagras i en 670 liter sluten box (Envac, 2006). Nackdelen med soprumslösningar är således att det kan vara långt att gå. Soprum innebär även ofta sämre hygien. Fördelar är att kökspersonalen kan slänga flera fraktioner samtidigt när de befinner sig i soprummet, som t.ex. emballage som omförsluter bioavfallet. För soprumslösningar finns det möjlighet för intilliggande restauranger och dylikt att gå ihop om ett system och spara investeringskostnader. Soprumslösningar är billigare än kökslösningar och kan lämpa sig väl för mindre kök (RVF Utveckling, 1999:a).

Om inmatningssystemet befinner sig i köket slipper kökspersonalen bära på bioavfallet långa sträckor. Eftersom det finns hårdare krav på hygien i ett kök än ett soprum är kökslösningen mer hygienisk (RVF Utveckling, 1999:a). Regler beträffande hygien medför att det inte är tillåtet för personal att gå tillbaka till köket med bioavfall och det kan därför vara olämpligt att slänga t.ex. tallrikskrap i kvarnen om inmatningsenheten befinner sig i köket (Sellberg et al., 2005). Kökslösningar är mer komplicerade eftersom det behövs någon form av transport av bioavfallet från kök till soprum, eller något annat lämpligt utrymme där slam- eller sopbilar kan komma åt att tömma bioavfallet. Ibland sker även inmatning från flera köksenheter som sedan kopplas samman till ett förvaringskärl, vilket komplicerar processen ytterligare. Transport från kök till soprum kan ske på olika sätt, bland annat genom hydraulsystem, undertryck, övertryck eller fritt

fall. Undertryck kan skapas med en vakuumpump eller en cyklon och är enklare än övertryck ur dimensioneringssynpunkt. Vid transport längre sträckor däremot är övertryck att föredra. Avfall Sverige anser i en rapport att det mest hygieniska sättet att transportera avfallet är med vatten. Tyvärr innebär det ofta att stor del av bioavfallet följer med i avloppsledningssystemet. Det leder även till ökat transportarbete om ingen avvattning sker innan eller vid hämtning. För systemet Geo Flex sker en vattenförbrukning på 4.4 liter per kg avfall för en mellanstor restaurangkvarn medan andra lösningar behöver väldigt lite vatten (RVF Utveckling, 1999:a).

I soprummet kan bioavfallet antingen samlas i en sluten tank eller i ”vanliga” soptunnor (Ekendahl, 2006; Hemmingberg, 2006). När maten finfördelas frigörs fettsyror och aminosyror, i tanken sker då en naturlig pH-sänkning. Detta gör miljön ogynnsam för mikroorganismer och det blir en begränsad lukt av avfallet. Om kökspersonalen regelbundet tillsätter nytt material fungerar denna process i 5- 6 veckor med samma effekt. Det finns ingen risk att det blir så surt att det sker någon surjäsnings (Ekendahl, 2006). Lagringstanken kan tömmas med en vanlig slamsugbil för vidare transport till exempelvis biogasanläggning. Det förekommer även transport till komposteringsanläggning (RVF Utveckling, 1999:a).

Investeringskostnad för en avfallskvarn ligger mellan cirka 50 000 till 250 000 exklusive installering, utbildning och service (Ekendahl, 2006; Hemmingberg, 2006).

4.2 Krav på bioavfall

För minsta möjliga miljöpåverkan, samt för att processen från malning i avfallskvarn till rötning i anläggning ska flyta på problemfritt krävs vissa specifikationer på bioavfallet. I alla led är det viktigt att bioavfallet är kvalitetssäkrat. Det är lätt hänt att fimpar, stearin, ätpinnar, kapsyler etc. hamnar bland bioavfallet (Stockholms stad, 2006). Biologisk behandling kräver rena avfallsfraktioner så det är angeläget att personalen sorterar bioavfallet på rätt sätt (Stockholms stad, 2006). Behandlingen av bioavfallet ska även följa lagar och förordningar vad det gäller smittospridning. Komposterings- och röttningsanläggningar som enbart behandlar bioavfall från kök är undantagna från EG-förordningen om animaliska biprodukter (ABP-förordningen). Vid hantering av bioavfall från butiker är de däremot skyldiga enligt svensk lag att heta upp det obehandlade bioavfallet till 70 ° C en timme innan rötning (Hellström, 2006).

4.2.1 Avfallskvarn

Bioavfallet måste gå att mala i avfallskvarnarna. En avfallskvarntillverkare utgår från att det som går att stoppa i munnen kan även behandlas i avfallskvarnen. Detta ger en bra sammanfattning av vilket typ av avfall som kan malas, men det förekommer även undantag (Hemmingberg, 2006). I Envacs kvarnar har det förekommit problem med ben, fiskskinn och sega långfibriga grönsaker som till exempel stora dillkvistar (Ekendahl, 2006). Liknande erfarenheter har även förekommit i Uppsala med en avfallskvarn från Dispensor. Där upptäcktes även svårigheter att mala till exempel pizza som inte delats i mindre bitar (Edström et. al, 2001). För att undvika problem bör det finnas klara instruktioner om vad som kan malas. Personalen behöver även utbildas om detta (Ekendahl, 2006).

4.2.2 Vid transport

Om bioavfallet samlas in med hjälp av slamsugbil ska det vara pumpbart. Tekniska verken i Linköping, som använder sig av ett utbyggt system med avfallskvarnar, har inte haft några problem med tömning av avfallskvarnarnas tankar (Söderberg, 2006). Vid försöksverksamhet på ett storkök i Malmö konstaterades tömningsproblem genom att det bildades en hård skorpa på ytan i tanken. Problem som dock gick att åtgärda (Sellberg et al., 2005).

4.3 Hur fungerar det i verkligheten? Fallstudier

Sverige kan ses som ett av några få föregångarländer vad det gäller biogasutveckling. Tekniska Verken i Linköping tar kontinuerligt emot studiebesök från hela världen till sin biogasanläggning. Staden har ett utvecklat system där bioavfall mals i avfallskvarn på restaurang/storkök, lagras i tank och sedan transporteras vidare till biogasanläggning (Barrling, 2006). I övrigt är det få städer som satt denna behandlingsmetod i system, en tendens är att avfallskvarnar är vanligare i större städer. Pilotförsök med avfallskvarnar har gjorts i bland annat i Malmö och Uppsala (Sellberg et al., 2005; Edström et al., 2001).

4.3.1 Malmö

För att bidra till att uppnå de nationella delmålen för bioavfall initierade Malmö kommun ett projekt för att utveckla ett hållbart system för utsortering av bioavfall. Målet med projektet var att prova och utveckla ett fungerande system för bioavfall på skolkök. För försöket valdes Sofielundskolan eftersom deras sophanteringssystem fungerade dåligt. Säckar släpades från köket och rullades i en kärra till ett avfallsrum på andra sidan gården (Sellberg et al., 2005).

Mängder bioavfall

Sofielundsskolan tillagar nästan 6000 portioner mat per dag varvid cirka 200 liter bioavfall från tillagningen genereras per dag. Matskrap från elevernas tallrikar räknas inte in i detta utan slängs bland vanligt avfall eftersom det av hygieniska skäl inte är tillåtet att gå tillbaka med skrapet till tillredningsköket. (Sellberg et al., 2005).

Kostnad

Avfallskvarn och en platsbyggd förvaringstank kostade 310 000 kr. Hade en standardtank använts hade det blivit ungefär 20 000 kr billigare. Ledningar och installation kostade 116 000 kr (Sellberg et al., 2005).

Förutom investeringskostnaden tillkommer bland annat driftkostnader, tömning och transport samt behandling av bioavfall. I det tidigare insamlingssystemet med enbart kärl, som tömdes två gånger per vecka, var insamlings- och behandlingskostnaden 23 787 kr. Med det nya systemet minskade kärllämnningen till hälften. För tömning en gång per vecka betalades nu 12 401 kr per år. Förutom denna avgift betalades även en tömningsavgift för lagringstanken på 18 400 kr per år, med ett tömningsintervall på var åttonde vecka. Eftersom taxan i kommunen håller på att ses över och behandlingsavgiften kan komma att sänkas beräknades även den fortsatta tömningsavgiften för lagringstanken till 12 000 kr per år (Sellberg et al., 2005).

	System med enbart kärl	System med tank och kärl	System med tank och kärl, ny taxa
Investering avfallskvarn med tank		310 000 kr	310 000 kr
Installation avfallskvarn med tank		116 000 kr	116 000 kr
Insamlings- och behandlingskostnader	23 787 kr/ år	30 801 kr/ år	24 401 kr/ år

Figur 4.2 - Skillnader mellan olika insamlingssystem (Sellberg et al., 2005) .

I figur 4.2 sammanfattas totala kostnader för det tidigare systemet med kärl och för nuvarande system, avfallskvarn med tank och minskad kärllhämtning. I jämförelse med tidigare system blev det nya systemet dyrare, 23 787 kr jämfört med 30 801 kr (12 404 +18 400). En eventuell framtida driftkostnad på 24 401 kr (12 401 + 12 000) skiljer sig däremot inte nämnvärt från det tidigare systemet. Förutom driftkostnaderna tillkom, som tidigare nämnt, även dyra installationskostnader (Sellberg et al., 2005).

Typ av kvarn och insamlingsmetod

Avfallskvarnen är ett MicroVac-system från Envac som installerats i tillagningsköket. Bioavfallet leds med hjälp av vakuum genom ett rörsystem till en 4 m³ förvaringstank i källaren. På grund av utrymmesskäl kunde inte en standardtank användas utan en specialbyggd byggdes. Högst 6 liter bioavfall kan behandlas åt gången och nedmalningsprocessen tar cirka en minut. Förutom rörledningen från kvarn till tank går det även en rörledning från tanken till kopplingsventil för slamsugbil samt ytterligare en rörledning för vatten till fettavskiljare som där blandas med vatten från övriga köket (Sellberg et al., 2005).

Kvarnen har fungerat bra, endast ett fåtal driftstopp har skett i början. Lagringstanken däremot har visat sig ge problem. Lagringstanken hinner bara bli halvfull innan bioavfallet börjar stelna. Dessutom har den låga platta formen bl.a. bidragit till ett hårt ytskikt av bioavfall på ytan (Sellberg et al., 2005).

Tömning

Tömning sker med hjälp av slamsugbil. Första provtömningen utfördes då tanken blivit full, efter tio veckor. Avfallet hade då så fast konsistens att det var svårt att pumpa ur lagringstanken, trots tillsatts av mycket vatten. Tömningstiden var 1-1.5 timme. Det var även svårt att få ut bioavfallet ur slambilen. Nästa gång tömdes tanken efter sex veckor, då fanns 2.5 m³ bioavfall. Denna gång utan problem och tömningen tog cirka fyrtio minuter. För att optimera tömningen provades olika tömningsintervall, där var åttonde vecka ansågs vara mest lämpligt. Då har det visserligen bildats en skorpa på ytskiktet men den lämnas kvar till nästa tömning. Skorpan luckras då upp av vattnet som används till renspolning. Slambilen får med sig 2.5 m³ avfall och processen tar ungefär en timme. Det har visat sig att lång avfallsledning och många böjar på rörsystemet har försvårat tömningen (Sellberg et al., 2005).

Bioavfallets kvalitet

Kvaliteten på bioavfallet har visat sig vara väldigt bra. En bidragande anledning kan vara att endast ett fåtal personer, som alla har utbildats på hur kvarnens funktion, har nyttjat

kvarnsystemet. Bredvid kvarnen finns även en lista på vad som inte får slängas (Sellberg et al., 2005).

Analysen visar att torrsubstansen varierat mellan 9.1 och 11.5, vilket är en pumpbar massa. PH-värde på det malda bioavfallet låg mellan 3.5-3.8. Glödförlusten var 93 % vilket är lättnedbrytbart och lämpat för rötning. Förekomsten av tungmetaller var mycket låg. Däremot innehöll ett av proven hög kadmiumhalt. Antingen kan det bero på mätfel eftersom det avviker kraftigt från övriga prov eller så kan det bero på att denna mätning gjordes första gången och den nya utrustningen kan då ha avgett avlagringar med kadmium. Analyser på utgående vatten från lagringstanken visade på att samtliga värden var under riktvärdet (Sellberg et al., 2005).

Provrötningen på bioavfallet gav 65.8 liter biogas per kg bioavfall och en metanhalt på cirka 60 %. Alltså var bioavfallet från Sofielundsskolan lämpligt att röta och biogaspotentialen mycket god (Sellberg et al., 2005).

Arbetsmiljö

Personalen uppger att arbetsmiljön har förbättrats. Den största förbättringen är att slippa bära på tunga säckar. Fortfarande läggs en viss del av avfallet i säckar, men mängden har minskat och blivit lättare. Säkerheten och tillgängligheten för kvarnen är bra. Några ur personalen anser att det är en nackdel att tallriksskrap inte kan tömmas i kvarnen. Genom att det finns risk för bland annat bestick och tuggummi är majoriteten av personalen överens att de inte vill slänga bioavfall från tallriksskrap i kvarnen. Begränsningen om max 6 liter i kvarnen per tillfälle medan en kantin rymmer 9 liter kan anses lite störande. Stänk kan uppstå då personalen tömmer bioavfall i kvarnen men det upplevs lättstädad i jämförelse med påsar som kunde gå sönder. Kvarnens ljudnivå är hög men inte så att det anses vara något problem. Det är för övrigt ganska sällan personalen står kvar och väntar medan kvarnen mal. Slamtömningspersonalen har klagat lite på att ventilen är för högt placerad. Annars fungerar systemet bra. Ingen störande lukt har förekommit (Sellberg et al., 2005).

Slutsatser

Den främsta fördelen som observerats var att arbetsmiljön förbättrades avsevärt. Det fanns även miljömässiga fördelar, bland annat har transporter minskats med 45 %. Dessutom genereras ett rent och kvalitetssäkrat avfall som kan återvinnas till biogas och biogödsel. Nackdelar med det nya insamlingssystemet var dyra installations- och driftkostnader. Det förekom även problem med lagringstanken och bioavfall som stelnade (Sellberg et al., 2005).

4.3.2 Uppsala

Då rådande system för hämtning av bioavfall inte fungerade tillfredställande initierades ett projekt av "SMF utveckling" på JTI för att studera och utvärdera ett hanteringssystem för bioavfall från storkök. Försöket utfördes hos Medirest Måltidsservice i Uppsala. Projektet påbörjades januari 2001 och utvärderingar ägde till största del rum under maj månad samma år (Edström et al., 2001).

Mängder bioavfall

Medirest Måltidsservice är ett storkök som hanterar mellan 600 och 1200 liter bioavfall per dag. Bioavfallet kommer främst från returnerade kantiner samt en liten del från

matberedning. Tallrikskrap är ej medräknat. Avfallet samlas i 120-liters kärl. Det trånga soprummet gav inte plats till så många kärl plats och de måste därför tömmas ofta (Edström et al., 2001).

Kostnad

Systemet har inte utvärderats ekonomiskt. Troligtvis kommer de rörliga kostnaderna att sjunka medan de fasta kostnaderna ökar (Edström et al., 2001).

Typ av kvarn och insamlingsmetod

I projektet användes en prototyp av beredningsprocessor från Disperator AB. Processorn användes till insamling, finfördelning och transport av bioavfallet och var i sin tur kopplad genom en rörledning till en lufttät tank placerad utomhus. Lagringstankens volym är 11 m³ och placerad på ett lastväxlarflak 35 meter från processorn. Systemet har en kapacitet om 10 kg bioavfall per minut. Genom test av olika typer och mängder av bioavfall har försöket gett en ökad kunskap om systemet. Detta har bidragit till förbättringar av kvarnens kapacitet. Spill har varit väldigt marginellt. Ett större läckage uppstod då anslutningen för rörledningen, där det finfördelade bioavfallet transporteras till tanken, lossnade. Trots att lagringstanken stod utomhus ansågs risken för frysning som relativt liten då 400 kg 40-gradigt bioavfall tillförs varje dag. Ledningar som befinner sig utomhus bör dock isoleras eller vara kopplade till värmekablar. Ingen tömning vid extrem kyla rekommenderas (Edström et al., 2001).

Tömning

Bioavfallet har hämtats vid tre tillfällen både med sugbil och med lastbilsväxlare utan komplikationer. Vid de två första tillfällena kontrollerades inte om allt bioavfall tömts ur tanken. Lagringstanken tömdes nionde april med lastbilsväxlare på 2-3 m³, 2 maj med slambil på 2-3 m³ och 29:e maj med lastbilsväxlare på 7 m³. Tömningen tog cirka en timme och på grund av årstiden var det inga fastfrysningsproblem. Det blev varken något spill eller lukt jämfört med kärltömning (Edström et al., 2001).

Kvalité på avfall

Ett flertal analyser har utförts. pH har varierat mellan 3.39 och 4.0 och TS-halten mellan 13.2 och 20.4. Materialet har varit pumpbart och tillräckligt finfördelat för att tas emot för rötning. Eftersom behållaren är sluten finns ingen risk för skadedjur och hanteringen av bioavfallet innebär inte någon smittorisik (Edström et al., 2001).

Arbetsmiljö

120 liters rullkärl är tunga att hantera för personal och renhållare. Insamlingsbilarnas skåp var inte tillräckligt täta så vått bioavfall har läckt ut. För att undvika hygien- och luktproblem måste bioavfallet kyllagras och hämtas ofta. Dessa problem undanröjs i och med det nya systemet. Dessutom anses tömning i processorn ergonomiskt bättre än tömning i kärl. Att processorn kräver en viss tid för att mala bioavfallet gör även att personalen får en vilopaus under tiden. I rapporten kunde inga slutsatser om buller ges (Edström et al., 2001).

Slutsatser

Det nya systemet är bättre än kärlsystemet ur arbetsmiljö -, hygien- och luktsynpunkt. Intervallet för hämtning av bioavfall har kunnat förlängas och behovet av finfördelning

minskade vid biogasanläggningen. Eventuellt kan det nya systemet även medföra en tidsvinst då transport och tvätt av kärl minskas. Om det nya systemet är ekonomiskt försvarbart har inte besvarats i rapporten (Edström et al., 2001).

4.3.3 Linköping

Tre aktörer med olika branschinriktning gick 1995 ihop som delägare i en biogasanläggning för rötning av bioavfall. Livsmedelskoncernen Swedish Meat var i behov av att hitta en lämplig lösning för sitt slakteriavfall. Det kommunala bolaget Tekniska Verken såg potentialen för fordonsgas och Lantbrukarnas Riksförbund, LRF, var intresserad av kvalitetssäkrat biogödsel. Biogasanläggningen var delfinansierad av Naturvårdsverkets lokala investeringsprogram, LIP, som syftar till att öka takten i Sverige till ett ekologiskt hållbart samhälle. Projekt "Matgas" som syftar till att även röta bioavfall i biogasanläggningen startade 2001 (Barrling, 2006).

Mängder bioavfall

Varje dag pumpas 160 m³ flytande organiskt avfall in i biogasanläggningen i Linköping vilket motsvarar cirka 50 000 ton avfall per år. Bioavfall som samlas in från storkök med avfallskvarnar utgör endast en liten del av detta, cirka 3-400 ton per år. Vid starten 2001 var målet 2000 ton bioavfall per år, vilket således inte har uppnåtts. Däremot märker Peder Barrling, projektledare för "Projekt Matgas", att intresset från storkök mm för bioavfall till biogas finns och hela tiden ökar. Merparten av materialet till röt-kammaren består av slakteriavfall. Anläggningen behandlar även bioavfall från andra livsmedelsföretag och ca fem procent lantbruksgödsel. Tekniska Verken har nyligen infört ett system i anslutning till biogasanläggningen, där förpackat livsmedelsavfall med flytande innehåll, som passerat bäst-före-datum, behandlas. De förpackningar som är möjliga att behandla är plast- och pappersförpackningar med innehåll som yoghurt, fil, gröt och juice. Förpackningen går till förbränning och blir fjärrvärme medan innehållet rötas och blir biogas (Barrling, 2006).

Insamlingsområde

Hösten 2001 inleddes samarbete mellan Tekniska Verken och Universitetssjukhuset i Linköping för rötning av bioavfall. Systemet har sedan utvidgas med ett antal större kommunala storkök och idag finns även fyra privata företag, främst hotell, med. Alla leverantörer befinner sig i centrala delar av Linköping med undantag av en leverantör från Motala. Det finns planer på ett utökat samarbete med omkringliggande kommuner (Barrling, 2006).

Typ av kvarn och insamlingsmetod

De kvarnar som används idag är NanoVac (10 stycken) och MicroVac (3 stycken) från Envac. Eftersom biogasanläggningen kräver att avfallet har en maximal styckesstorlek om 12 mm för behandling, men inte själv tillhandahåller någon sönderdelning fanns vid införandet ett behov av att först sönderdela bioavfallet. Då systemet med kombinerad avfallskvarn och lagring av bioavfall var så pass nytt fanns ett begränsat utbud. Tekniska Verken valde att samarbeta med Envac, de har tillsammans utvecklat modeller som passar till denna typ av avfallshantering. Bioavfallet töms med hjälp av vanliga slambilar. Vid hanteringen av slakteriavfall används en annan typ av större kvarn och slakteriavfallet transporteras delvis av slakteriavfallet direkt till biogasanläggningen genom en rörledning från slakteriet (Barrling, 2006).

Kostnad

För att kunden ska slippa stora investeringskostnader har Tekniska Verket köpt in avfallskvarnar som de hyr ut. Kommunen har valt detta leasingsystem för att skynda på införandet av avfallskvarnar. I framtiden däremot tror Barrling att det blir vanligare att kunden själv köper eller hyr systemen direkt av leverantören. Hyran är cirka 700 kr per månad för en NanoVac och cirka 2000 kr för en MicroVac. Utöver hyran tillkommer tömningskostnaden på 250 kronor per tillfälle och en behandlingskostnad på 400 kr/ ton (Barrling, 2006).

Tömning

Tömning sker antingen enligt ett speciellt tömningsintervall eller då kunden ringer och vill ha hämtning. Tekniska Verken har avtal med en entreprenör som sköter logistiken. Det finns strikta instruktioner på tvätt av bil samt att slamsugbilen enbart ska köra bioavfall. Ett annat krav är att bilen ska drivas med biogas. (Barrling, 2006) Personal som arbetar med att tömma avfallskvarnarna tycker att systemet fungerar väldigt bra, dels rent praktiskt och dels känner de sig delaktig att få vara med och sluta kretsloppet. De tycker att de har möjlighet att påverka sin arbetsmiljö, bland annat är kvarnarna/tankarna placerade så att de är lätta att komma åt att tömma, max 20 meter från slambilen. En MicroVac tar cirka 15 min att tömma och en NanoVac tar cirka 5-6 minuter (Söderberg, 2006).

Kvalité på avfall

För att kvalitetssäkra bioavfallet som hamnar i avfallskvarnen och därmed även slutprodukten har Tekniska Verken valt att satsa mycket på information till personal som använder kvarnarna. För att få använda kvarnen måste personalen först ha genomgått en utbildning samt skrivit på ett certifikat. Tekniska Verken vänder sig enbart till verksamheter, även om det inte är omöjligt att i framtiden även innefatta hushåll. Vid kvarnarna finns en beskrivning på vad som får och inte får läggas i kvarnen. Tallriksskrap var från början bannlyst i kvarnen med tanke på att det då blir fler personer som är inblandade och kan göra fel. Eftersom Tekniska Verken nu har avtal med ett antal restaurangkök där servicen ser lite annorlunda ut än på en skolmatrestaurang finns tre undantagsfall. Personalen tömmer då själva matskrapet från tallrikarna (Barrling, 2006).

Biogasanläggningen genererar varje år i 50 000 ton rötrest/biogödsel som kontinuerligt analyseras av Statens Provningsinstitut. Biogödslet håller god kvalitet och kan därför spridas på åkermarken. På biogasanläggningen finns en renings- och uppgraderingsanläggning där biogasen renas till minst 97 % metan för att vara godkänd som fordonsgas. Fordonsgas står för 5 % av det totala bränslebehovet i Linköping. Det finns fem tankstationer i Linköping, och totalt 12 stycken i intilliggande regionen som Tekniska Verken levererar gas till (Barrling, 2006).

Arbetsmiljö

Fokus från Tekniska Verken var att förbättra arbetsmiljön för renhållningspersonalen för att slippa låta dem släpa på tunnor men även kökspersonalen har märkt av liknande förbättringar och är nöjda med systemet. För soprumslösningen däremot är arbetsmiljöförbättringarna inte lika tydliga för kökspersonalen. Det har förekommit att personalen skapat sig nya problem genom att använda större hinkar än rekommenderat som de bär ner till kvarnen, vilket kan bli både tungt och slitsamt. Om kökspersonalen

istället använder mindre hinkar och/eller ställer dem på en vagn finns fördelar gentemot att släpa på tunnor (Barrling, 2006).

Miljöpåverkan

Miljövinster görs genom att transporterna för hämtning av bioavfall minskas genom glesare intervall samt att slambilar drivs av biogas. 1200 biogasfordon är igång i distriktet och bussarna i Linköping har kört på biogas sedan år 2000. Biogasbilar gynnas genom lägre transportkostnader, Tekniska Verken försöker hålla biogasen 20 % billigare än bensin, samt gratis parkering. I starten av projektet förekom en rad klagomål på lukt från biogasanläggningen varvid en luktpanel tillsattes för att utreda och åtgärda problemen. Ingen konkret siffra finns på metangasutsläpp men värdena är låga (Barrling, 2006).

Slutsatser

De viktigaste punkterna vid införandet av ett nytt avfallshanteringssystem är:

- En grundläggande förutsättning för att få systemet att fungera är information. Det är viktigt att presentera hela kedjan för alla inblandade och visa erforderade resultat (Barrling, 2006).
- Genom att vara insatta i slutresultatet känner kökspersonalen sig delaktiga i processen och förstår vikten av att kvalitetssäkra slutprodukten (Barrling, 2006).
- Ytterligare en aspekt som påverkar införandet av ett nytt system är att det alltid förekommer barnsjukdomar. Även ett beprövat system kanske inte fungerar på exakt samma sätt under nya förutsättningar (Barrling, 2006).

Slutligen nämner Barrling vad han väljer att kalla ”*Mjuka problem*”. Att införa ett nytt system medför en inneboende tröghet och det gäller ofta att komma i kontakt med rätt personer (Barrling, 2006).

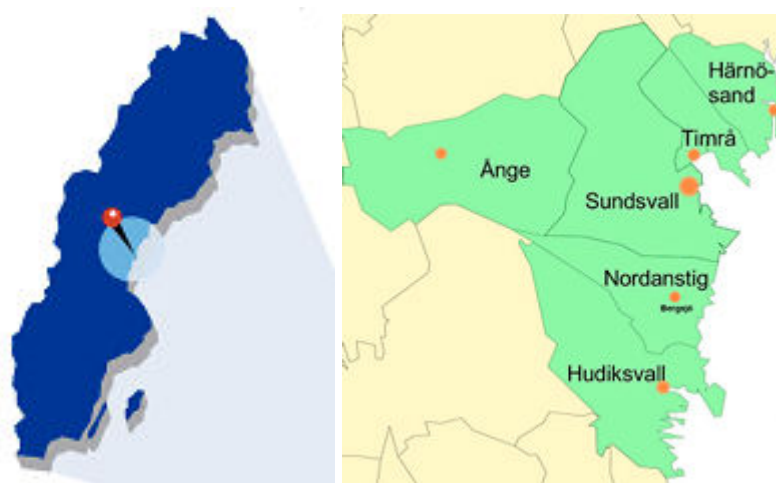
5. Nuläge för insamling och behandling av bioavfall i regionen.

I följande avsnitt presenteras nuvarande renhållningsordning för de närliggande kommunerna Sundsvall, Timrå, Härnösand, Ånge och Nordanstig. Kommunerna skiljer sig storleksmässigt, tabell 5.1. Fokus på kapitlet avser behandling av bioavfall.

Kommun	Antal invånare	Antal hushåll	Mängd hushållsavfall (ton/år)
Sundsvall	94 044	42 773	20 385
Timrå	17 747	7577	3683
Härnösand	25 227	11431	5570
Ånge	10 692	5109	1800
Nordanstig	9847	4137	2500
Totalt	157 557	71027	37 198

Tabell 5.1 - Fakta om kommuner i Sundsvallsregionen. (Axbrink, 2006; Dagspress, 2006; Länsstyrelsen Västernorrland, 2006; Sundsvalls Livsmiljöbokslut 2005; Statistiska centralbyrån, 2006; TIRAB, 2007; Ånge kommun, 2004; Örjestrål, 2007)

Kommunerna är belägna i mitten av Sverige längs norrlandskusten, vilket kan observeras i figur 5.1 och 5.2 (Sundsvalls kommun, 2006:d). Genomgående för samtliga kommuner är begränsad biologisk behandling samt avsaknad av statistik för bioavfallsmängder.



Till vänster, Figur 5.1 - Sundsvallsregionens placering i Sverige (Sundsvalls kommun, 2006:c)

Till höger, Figur 5.2 - Karta över kommungränser i Sundsvallsregionen (Sundsvalls kommun, 2006:d)

5.1 Sundsvalls kommun

5.2.1 Gällande renhållningsordning och avfallsplan

Åtgärdsprogrammet i Sundsvalls kommuns avfallsplan strävar efter att följande prioritering ska gälla vid avfallsbehandling:

1. Återbruk
2. Materialåtervinning
3. Energiåtervinning
4. Deponering

Inför beslut om åtgärder bör kommunen även ta hänsyn till transporter och ekonomiska konsekvenser. Sundsvalls kommun har upphandlat Reko Sundsvall att genomföra avfallshanteringen i kommunen (Sundsvalls kommun, 2001).

Den avfallsplan som för närvarande gäller i Sundsvalls kommun antogs 2001 med giltighet för år 2001-2004, giltighetstiden har sedermera förlängts t.o.m. år 2007 (Sundsvalls kommun, 2006). I kapitlet ”Uppföljning aktiviteter” diskuteras biologisk behandling av avfall, där förutsättningarna för biologisk behandling utretts tillsammans med länets kommuner. Slutsatsen är att hushållsavfallet ska brännas och att förbränningen ska kompletteras med hushållsnära kompostering och insamling centralt av rent lättnedbrytbart avfall, i första hand affärs- och restaurangavfall (Sundsvalls kommun, 2001). I den preliminära avfallsplanen som kommer att antas år 2007 har det som ett av de kommunala målen föreslagits *”En ökad återvinning av bioavfall genom biologisk behandling”* (Sundsvalls kommun, 2006).

5.2.2 Taxesystem

Sundsvall har gått från en volymbaserad avfallstaxa till en viktbaserad taxa där varje tömning registreras och vägs (Sundsvalls kommun, 2001). För hushållsavfall, oavsett om det är för privathushåll eller inom näringslivsverksamhet, betalas dels en grundavgift och dels en rörlig avgift beroende på avfallets vikt och hämtningsintervall. Genom detta system stimuleras hushåll att källsortera och kompostera för att minska avfallsmängden och därmed även kostnaden. Vid kompostering får hushållen dessutom en rabatt på 100 kr inklusive moms per år på det fasta priset. För hushåll är den viktbaserade avfallstaxan 1.63 kr/kg, inklusive moms, och för näringsverksamhet 1.30 kr, exklusive moms. Den fasta avgiften beror på storlek av kärl. Hushållen betalar även en tömningsavgift. (Reko Sundsvall AB, 2006).

Hämtning av bioavfall erbjuds till ett antal storkök och butiker. Det förekommer ingen tömning av bioavfall för hushåll. För bioavfall erläggs ingen viktavgift utan enbart en fast årskostnad på 470 kr per år, exklusive moms, samt en tömningskostnad på 69 kronor exklusive moms per behållare. Varje behållare rymmer 140 liter och töms 52 gånger per år, det vill säga en gång per vecka. (Reko Sundsvall AB, 2006).

5.2.3 Insamling och behandling av bioavfall

Hemkompostering

Hushåll som komposterar annat än trädgårdsavfall ska anmäla det till Miljökontoret (Sundsvall kommun 2001). Förutom namn och adress får den som lämnar in ansökan bekräfta att hushållet använder en skadedjurssäker behållare. Det finns även möjlighet att få råd och tips om kompostering genom att ringa till Miljökontoret eller Reko (Sundsvalls kommun, 2006:b). I Sundsvalls lokala föreskrifter om avfallshantering står *”Uppkommer genom komposteringen olägenhet ur hälso- och miljösynpunkt eller risk för sådan kan Miljönämnden förbjuda hanteringen”* (Sundsvall kommun, 2001).

Miljökontoret prioriterar inte någon uppföljning gällande hemkompostering, men alla som anmält kompostering finns inlagda i kommunens diariesystem och vid eventuella klagomål från grannar etc. vidtas åtgärder. Totalt har 1868 hushåll anmält hemkompostering (Nilsson, 2006). Vid Sundsvalls sjukhus, som komposterar sitt bioavfall, beräknades att 39 ton avfall gick till biologisk behandling år 2005 (Landstinget Västernorrland, 2006).

Öppen centralkompostering

I dagsläget sker samarbete med två lantbrukare i kommunen som har pågått i cirka 5-6 år. En av bönderna har enbart tillstånd för att kompostera frukt och grönsaker och tar emot cirka 120 ton bioavfall per år. Den andra bonden komposterar bioavfall från bland annat skolor och livsmedelsbutiker i trakten och begränsar bioavfallet genom att inte ta emot rått kött. (Svensson, 2006:a). Totalt samlar han in knappt 200 ton bioavfall per år (Östberg, 2006). 200 ton bioavfall är den mängd avfall som får komposteras med anmälningsplikt, för ytterligare avfall krävs ett speciellt tillstånd (Nilsson, 2006). Bonden som tar emot bioavfall från både storkök och butiker är ansluten till Ekmaco ReAgro, ett företag som arbetar med en kretsloppsanpassad modell för återvinning av avfall. Konceptet bygger på lokala jordbrukare som tar hand om närliggande företags restprodukter och på så sätt kommer det organiska materialet tillbaka i kretsloppet utan omvägar. Företaget som funnits sedan 1993 finns i ett tjugotal orter runtom i Sverige (Ekmaco ReAgro, 2006).

Varje dag hämtas bioavfall till gården med en mindre lastbil som rymmer 20 – 25 tunnor. Allt bioavfall från storkök förvaras i gröna tunnor som rymmer 140 liter och är märkta med datachip, bioavfallet från butiker kan även förvaras i säckar. Allt avfall vägs och registreras. Normalt är det alltid två personer som sköter processen, där fulla tunnor från kylrum intill storköket byts ut mot tomma nytvättade tunnor. Tunnorna behöver inte rullas särskilt långt men arbetet kan ändå vara ganska tungt och kladdigt. Risken finns även att en tunna välter (Svensson, 2006:b, 2006:c).

Den fortsatta behandlingen beror på om bioavfallet kommer från butik eller storkök. Bioavfall från storkök töms på en traktorskopa med hjälp av en lift. Tidigare utfördes detta för hand vilket kunde vara väldigt tungt. Slutligen töms avfallet på komposten och blandas tillsammans med hästgödsel. Kärnen tvättas med högtryckstvätt innan de kan användas igen (Svensson, 2006:b, 2006:c). Tidigare användes en kvarn till att mala allt bioavfall som ett första steg i komposteringsprocessen. Dessvärre fungerade den dyra kvarnen dåligt och eftersom matresterna redan är så pass finfördelade läggs de idag direkt på komposten. Komposteringen sker under tak på en betongplatta i tre separata högar. Den färdiga komposten kan sedan gå till gödsel på gården. Vattnet som bildas

under processen rinner ner i en bassäng som töms och används som gödsel (Svensson, 2006:a).



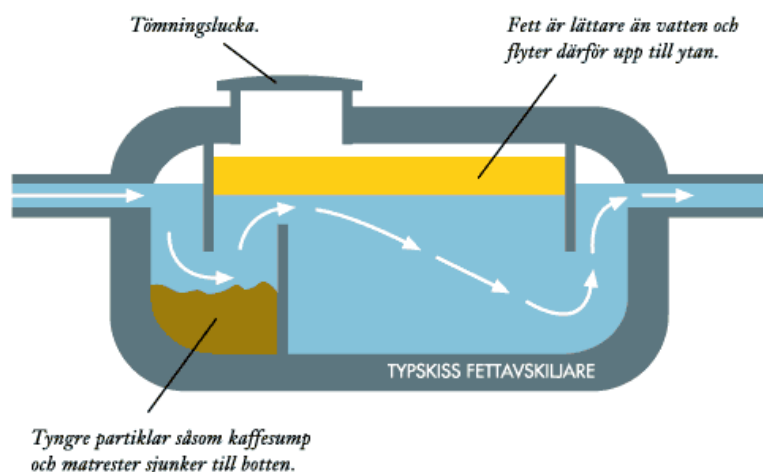
Figur 5.3 - Nytt material läggs på komposten. Foto: Cecilia Bjarnhagen

Frukt, grönsaker och bröd från livsmedelsbutikerna måste förbehandlas, vilket görs i en mixer. Där blandas och sönderdelas avfallet i mindre bitar av knivar som sitter på insidan av behållaren. För att kunna köra denna process kopplas mixern till en traktor och tomkörs cirka en kvart per dag. Efter cirka en vecka flyttas sedan innehållet i behållaren till en kompost för efterbehandling (Svensson, 2006:a).

Kvalitén på gödslet blir enligt bönderna god. Värt att nämna är dock att det i bioavfallet ibland hittas bestick och glas som plockas bort. Gården ligger ganska avskilt men i närheten finns några bondgårdar samt ett antal sommarstugugäster. Det har förekommit att grannar klagat på lukten. Luktproblemen är en bidragande faktor till att bonden funderar på att flytta verksamheten till en mer avskild plats (Svensson, 2006).

Rötning

Sundsvall har tre biogasanläggningar. En av dessa, Fillanverket, tar emot externt organiskt material. Vid livsmedelshantering är fett en vanlig restprodukt. Enligt ABVA (Allmänna bestämmelser för brukande allmänna vatten- och avloppsanläggningar) är det inte tillåtet att spola ner större mängder fett i avloppet eftersom det finns risk att fettet stelnar när det kommer ut i ledningarna, som i sin tur kan innebära stopp i avloppet. För att förhindra större utsläpp av fett till avloppsledningsnätet ska därför verksamheter som t.ex. bagerier, gatukök, glasstillverkare, storkök, restauranger och slakterier använda fettavskiljare. Principen bygger på att fett är lättare än vatten och flyter därför upp till ytan, se figur 5.4. Fettet hämtas med slamsugbil och rötas på Fillanverket (MittSverige Vatten, 2006).



Figur 5.4 – Typskiss av fettavskiljare. (MittSverige Vatten, 2006)

Fett från fettavskiljare och externslam går via reningsverket in i rötkammaren. Mjölkprodukter från Milko, glykol från Midlanda flygplats, vinlank från Vin&Sprit och mäsik töms i en tank för organiskt avfall och går direkt in till biogaskammaren. År 2005 tog Fillanverket emot 972 m³ mjölk, 103 m³ glykol, samt 127 m³ vinlank och 4 m³ mäsik. Värdena varierar något från år till år. Det behövs ingen typ av sönderdelning eller behandling av materialet innan rötning. Rötresten förädlas genom kompostering med sand och barkavfall och används som anläggningsjord till grönytor. Gasen går till värmeproduktion. År 2005 producerade Fillanverket 436 726 m³ biogas vilket gav 2 800 MWh energi (Nyström, 2006).

Förbränning

Kommunen har nyligen investerat i ett nytt kraftvärmeverk för avfallsbränsle i Korsta. Verket togs i drift i september 2006 och är fortfarande i startskedet, men kommer inom en snar framtid att ta emot 200 000 ton avfallsbränsle per år till energiåtervinning. Det bioavfall som inte källsorteras utan slängs med övrigt hushållsavfall går till Korstaverket för förbränning och fjärrvärmeproduktion (Sundsvalls kommun, 2001). Intresset för denna typ av avfallsbehandling har varit stort och Sundsvalls Energi har varit tvungen att neka tillträde för vissa kommuner för att inte överträda den avfallsmängd bolaget har tillstånd för. Marknaden omfattar stora delar av Västernorrlands, Jämtlands och Gävleborgs län. Sundsvall Energi har även avtal med Rekom i Norge om leverans av avfallsbränsle (Sundsvalls Energi AB, 2006:a). Beräkningar visar på att tillförseln av avfallsbränslet i Korstaverket kommer att reducera oljeanvändning från 55 000 ton per år till 20 000 ton per år. Sålunda kommer stora miljövinster att göras och förhoppningsvis även ekonomiska vinster. Sten, glas metall etc. som inte brinner upp skickas till Blåberget för sortering och deponering (Sundsvalls Energi AB, 2006:b).

5.2 Övriga kommuner i Sundsvallsregionen

5.2.1 Gällande renhållningsordning

Organisationen kring renhållningen ser lite olika ut i studerade kommuner. Genomgående är det respektive kommunstyrelse som har det övergripande ansvaret för

renhållningen medan tillsyn av verksamheten sker av lämplig nämnd. Det operativa ansvaret finns antingen hos den tekniska förvaltningen, som för Ånge kommun, (Mattson, 2006) eller utlagt på entreprenad som för de övriga kommunerna.

I Timrå kommun är det Tekniska nämnden som ansvarar för renhållningen, medan det operativa ansvaret ligger på Timrå Renhållnings AB, TIRAB, som är kommunens entreprenör vad det gäller hushållsavfall. Kommunen har ej beslutat om monopol på industriavfall vilket innebär att industrierna själva sköter omhändertagandet av avfallet och därmed saknar kommunen statistik för detta avfall (Timrå kommun, 2006). Härnösands kommun har avtal med entreprenören Härnösands Energi och Miljö AB (HEMAB) som sköter renhållning och behandling av hushållsavfall och övrigt avfall som kommunen ansvarar för. Kommunstyrelsen är den renhållningsansvariga nämnden som ger uppdrag till och upprättar avtal med HEMAB. Miljö- och hälsoskyddsnämnden är tillsynsmyndighet enligt avfallsförordningen (Härnösands kommun, 2002). I Ånge kommun är det, som tidigare nämnt, den tekniska förvaltningen som ansvarar för avfallshanteringen (Mattson, 2006). I Nordanstigs kommun sker tillsyn av renhållning av myndighetsnämnden för bygg och miljö (Nordanstigs kommun, 1998). Själva avfallshanteringen har lagts ut på entreprenad till SITA som ansvarar för hämtning av hushållsavfall och slam (Axbrink, 2006).

5.2.2 Avfallsplaner

Vissa genomgående drag observeras i samtliga avfallsplaner. Behandlingsprioritering enligt EU:s avfallshierarki lyfts fram i både Härnösands och Ånge kommuns avfallsplaner. (Härnösands kommun, 2002; Ånge kommun, 2004) I Timrå kommun nämns inte EU:s avfallshierarki vid namn men en liknande prioritetsordning kan utläsas genom återbruk i första hand följt av återvinning och källsortering i tredje hand (Timrå kommun, 2006). Nordanstig kommun saknar för närvarande en modern avfallsplan och arbete pågår att ta fram en gemensam avfallsplan för hela Hälsingland (Axbrink, 2006). Regionalt samarbete är något som betonas både i Ånge och Härnösands avfallsplaner för att ha möjlighet att nå upp till sina mål (Härnösands kommun, 2002; Ånge kommun, 2004). I Ånge kommuns avfallsplan nämns att befolkningen i kommunen minskar samtidigt som kostnaderna för att bedriva renhållningsverksamhet ökar när nya krav införs. Anläggningar för förbränning, rötning eller deponering av avfall innebär stora investeringar som oftast kräver större befolkningsunderlag, samarbete med andra kommuner blir därför nödvändigt (Ånge kommun, 2004).

Mål för Timrå kommun

Timrå kommun har satt upp fem angivna mål med ett antal åtgärder vad det gäller hushållsavfall, de redovisas nedan:

- Hushållens produktion av avfall ska minska med målet att nå en avfallssnål livsstil i hushållen.
- Hushållsavfall efter kompostering ska minska med tre procent per invånare och år till år 2004 relativt 2001 års nivå.
- Antalet hushåll som komposterar köksavfall ska höjas med 50 procent till år 2004 utifrån 2001 års nivå.
- Källsortering ska uppmuntras och de nationella målen för återvinningsmaterial med producentansvar ska uppfyllas.

- Allt grovavfall från hushållen skall slutsorteras vid återvinningscentralen.

Åtgärd: Information och utbildning genom anställd informatör.
Styrande taxa.
Den informations som riktas till barn och ungdomar sker till skolan.
Visa på goda exempel såsom Timråbos lyckade satsning på återvinningshus med kompostering.
(Timrå kommun, 2006).

Mål för Härnösands kommun

- Avfallsmängderna skall minska genom hushållning, källsortering, återanvändning, återvinning, energiutvinning och kompostering.
- Avfallsets miljöpåverkan ska minimeras.
- Avfallshanteringen ska förbättras genom t ex ökad tillgänglighet till insamlingsställen, miljöanpassade deponianläggningar mm
- Transportarbetets miljöpåverkan ska begränsas

(Härnösands kommun, 2002).

Mål för Ånge kommun

Det övergripande målet för Ånge kommun är att bygga ett kretsloppssamhälle där mängden avfall minimeras och det farliga avfallet tas omhand på bästa möjliga vis. Övriga mål som lyfts fram är:

- Den totala avfallsmängden hushålls- och industriavfall och dess innehåll av miljöskadliga ämnen ska minska.
- Transportarbetet inom avfallshanteringen minimeras.
- Det avfall som inte kan nyttiggöras ska omhändertas på ett sådant sätt att människor och miljö skyddas.
- En hög standard i renhållningen ska eftersträvas. Vårt avfall ska i minsta möjliga mån belasta miljön för framtida generationer.

(Ånge kommun, 2004).

Biologisk behandling

Ingen av studerade kommuner planerar för att påbörja central insamling och behandling av bioavfall av vad som går att utläsa från deras avfallsplaner. I Härnösands avfallsplan nämns lätt nedbrytbart organiskt avfall som en punkt och planen poängterar att det kan återföras till naturens kretslopp. En förutsättning är dock att det inte innehåller alltför stora mängder tungmetaller och organiska gifter. En åtgärds punkt som tas upp i avfallsplanen är att utreda vad som kan göras med det organiska avfallet (Härnösands kommun, 2002). I samtliga avfallsplaner ges biologisk behandling relativt lite utrymme. I Ånge kommuns avfallsplan nämns överhuvudtaget ingen biologisk behandlingsmetod, däremot strävar kommunen efter att vara ett kretsloppssamhälle. (Ånge kommun, 2004) I Timrå kommuns avfallsplan presenteras en tydlig profilering mot hemkompostering. (Timrå kommun, 2006).

5.2.2 Taxesystem

Timrå, Härnösand och Nordanstigs kommuner har samtliga en volymsbaserad avfallstaxa, vilket innebär att hushållen betalar en årsavgift som baseras på sopkärlets volym och hämtningsintervall (Axbrink, 2006; HEMAB, 2006:a; Timrå kommun, 2006). Timrå kommun överväger att införa ett system med vägning av hushållsavfall, liknande Sundsvalls kommun, men avvaktar än så länge för att se hur detta system fungerar i andra kommuner (Timrå kommun, 2006). Ånge Kommun har en viktbaserad avfallstaxa. Taxan består dels av en fast årlig avgift samt två rörliga, en per hämtning och en per kilo (Ånge kommun, 2004).

5.2.3 Insamling och behandling av bioavfall

Den biologiska behandlingsmetod som erbjuds till hushåll i kommunerna Timrå, Härnösand, Ånge samt Nordanstig är hemkompostering. För att få börja kompostera krävs en anmälan till miljökontoret, där det även finns möjlighet att få tips och råd om kompostering. För de flesta kommuner saknas dock ett register över antal som hemkomposterar och det är enbart vid klagomål från grannar etc. som det görs uppföljningar (Axbrink, 2006; Eriksson, 2006; Friman, 2006; Selberg, 2006). I Timrå kommun har 273 hushåll anmält hemkompostering (Eriksson, 2006). För övriga kommuner saknas aktuell statistik (Axbrink, 2006; Friman, 2006; Selberg, 2006).

Allt osorterat hushållsavfall från studerade kommuner går till Sundsvall för behandling, det vill säga förbränning. Tidigare fraktades Härnösandsbornas avfall till Umeå, men från och med första januari 2007 körs avfallet istället till förbränning i Sundsvall. Eftersom Sundsvall ligger närmare Härnösand än Umeå kommer transportkostnaderna att minska, samt stora miljövinster göras. Enligt beräkningar kommer det att innebära en minskning av koldioxidutsläppen med 75 % (110 ton/år) (HEMAB, 2006:b).

5.3 Samarbete mellan kommuner

För att gemensamt hitta lämpliga behandlingslösningar vid införande av striktare lagstiftning vad det gäller avfallshantering har det mellan 1998-2004 initierats olika regionala avfallsprojekt i Västernorrlands län. Med utgångspunkt i bland annat deponeringsdirektivet och deponeringsförbuden för brännbart och organiskt avfall upprättades 1998 en avfallsgrupp med representanter från berörda kommuner, renhållningsbolag, VA-bolag, etc. Läget var då att varje kommun tillhandahöll separata deponier där stor del av avfallet deponerades, vilket inte längre skulle bli möjligt med den nya lagstiftningen. Att varje kommun själva skulle bygga en ny avfallshanteringsanläggning var varken särskilt effektivt eller ekonomiskt hållbart. Ett samarbete var därför nödvändigt för att se över eventuella lösningar. Avfallsprojektet drevs av kommunförbundet i Västernorrland och samfinansierades av länsstyrelsen, landstinget, länets sju kommuner och kommunförbundet i Västernorrland. Detta resulterade i en projektrapport 1999, där slutsatsen blev att den mest passande lösningen var att skicka organiskt avfall från hushållen till förbränning. Härnösand hade en godkänd ansökan för att bygga en större biogasanläggning för biogasframställning från organiskt material. Ett villkor för statsbidraget var att restprodukten skulle tas tillvara på åkermark. Undersökningar som länsstyrelsen och lantbruksmyndigheter genomförde visade att åkermarken i länet inte ens räckte till att ta emot de gödselmängder som produceras inom länets jordbruksnäringar (Lindberg, 2006). Rötning var således inte ett alternativ som prioriterades av Avfallsprojektet med följande motivering. *"Rötning av utsorterat organiskt avfall kräver omfattande förändring av avfallshanteringen, medför*

stora investeringar i sorterings- och rötningsanläggningar samt ger en restprodukt vars näringsinnehåll inte kan utnyttjas i kretsloppet. Kommunerna bör inte röta den organiska delen av hushållsavfallet.” Istället uppmuntrades lokal kompostering som biologisk behandlingsmetod (Kommunförbundet Västernorrland, 1999).

I *Avfallsprojektet 2002 – 2004*, som är en fortsättning av tidigare projekt, anges som övergripande mål att kommunerna ska samarbeta regionalt med framtidens avfallshantering samt finna en gemensam strategi för en regional avfallsplan. I projektet togs även fram förslag på hur källsorterat organiskt avfall kan förbehandlas för att senare rötas, komposteras eller behandlas i reningsverk. Slutsatserna blev dock att det inte fanns någon anledning att arbeta vidare på detta och beslutet att skicka det organiska hushållsavfallet till förbränning behölls. Målet för projektet uppnåddes genom en gemensam strategi för länets avfallshantering, däremot har varje kommun separata avfallsplaner. Gunnar Lindberg som var projektledare för avfallsprojektet har varit i kontakt med kommunförbundet för uppföljning, men ännu har det inte skett någon fortsättning på avfallsprojektet (Lindberg, 2006).

6. Konsekvenser för införande av ett nytt biologiskt behandlingssystem för restauranger, storkök och butiker i Sundsvalls kommun.

I detta avsnitt undersöks möjligheterna av att införa ett system för behandling av bioavfall från restauranger, storkök etc. genom malning och lagring med avfallskvarn, hämtning med slamsugbil och rötning på Fillanverket.

6.1 Bioavfallsmängder från restauranger, storkök och butiker i Sundsvallsregionen.

Delmålet att 35 % av Sveriges bioavfall ska återvinnas genom biologisk behandling senast år 2010 avser bioavfall från hushåll, storkök, restauranger och butiker. I kapitel 5 konstateras att det saknas statistik på mängder bioavfall från Sundsvallsregionen, varvid uppskattningar för bioavfallsmängder från storkök, restauranger och butiker i första hand har gjorts utifrån nyckeltal.

6.1.1 Nyckeltal för uppskattning av bioavfallsmängder

För uppskattning av mängder bioavfall från livsmedelsverksamheter finns nyckeltal, se tabell 6.1 (RFV Utveckling, 2006).

Bransch	Kg bioavfall/ årsarbetare	Kg bioavfall/ portion	Kg bioavfall /Mkr omsatt per år
Restauranger	2000-4000 (3000)	0,2 – 0,5 (0,3)	
Hamburgerrestauranger, pizzerior och dyl.	500 – 2000 (1000)	0,01-0,1 (0,05)	
Storkök	500-3500 (1400)	0,02-0,2 (0,06)	
Stormarknader och andra stora butiker	500-2500 (1200)		100-1000 (300)
Närbutiker	1000-3000 (1600)		100-2000 (700)

Tabell 6.1 - Sammanställning av nyckeltal för fast bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Värde inom parantes avser typvärde (RFV Utveckling, 2006).

Livsmedelsverksamheterna har delats i fem olika kategorier, caféer och bensinmackar ingår inte i någon av kategorierna (RFV Utveckling, 2006) :

Restauranger

I kategorin ingår alla typer av restauranger, inklusive hotell, som serverar lunch och/eller middag.

Hamburgerrestauranger, pizzerior och dyl.

Hamburgerrestauranger, pizzerior, gatukök och dylikt räknas till denna kategori.

Storkök

Storkök innefattar kök med eller utan restaurangdel inom offentlig verksamhet, såsom skolor, landsting och äldreboende.

Stormarknader och andra stora butiker

Kategorin inbegriper alla större butiker som hanterar livsmedel t.ex. Coop Forum och Ica Supermarket samt större Hemköpsbutiker.

Närbutiker

Till närbutiker räknas Coop Konsum, Ica Nära och andra mindre livsmedelsbutiker.

Bioavfall som avses är rester från beredning av livsmedel, tallriksskrap och förpackade livsmedel som ej returneras till grossist eller leverantör. Faktorer som påverkar mängden bioavfall är bland annat verksamhetens storlek, användning av halvfabrikat, andel paketerad mat, planering av inköp och avtal med grossister om återtagande av varor med kort datum. För bedömning av totala mängder i en kommun rekommenderas att använda typvärde. Vid dimensionering av avfallshantering i en specifik fastighet eller verksamhet rekommenderas övre delen av det redovisade intervallet (RFV Utveckling, 2006).

Aktuella parametrar är kg bioavfall per årsarbetare för samtliga kategorier, kg bioavfall per portion för de tre förstnämnda kategorierna och kg per Mkr omsättning för butiker. Vilken kategori som används beror på de uppgifter som finns tillgängliga. Kg bioavfall per portion är att föredra om de uppgifterna finns att tillgå, i övriga fall är kg bioavfall per årsarbetare mest sanningsenligt. Antal årsarbetare är fördelaktigt genom att statistiken vanligtvis går att få tillgång till på respektive kommuns miljökontor. Det är dock viktigt att beakta att det förekommer säsongsvariationer och årsanställda inte är detsamma som antal anställda. Det är även möjligt att det inom restaurangbranschen förekommer ett mörkertal bland antalet anställda (RFV Utveckling, 2006).

6.1.2 Metod för uppskattning av bioavfallsmängder i Sundsvallsregionen

I samarbete med livsmedelsansvariga på miljökontoren från respektive kommuner tillhandahölls listor på livsmedelsrelaterade verksamheter med uppgifter om typ av verksamhet samt antal årsanställda eller antal serverade portioner, se bilaga 1.

Uppgifterna kategoriserades enligt tabell 6.1. Kommunerna visade sig ha en kategorisering på antal serverade portioner med intervall på t.ex. 25-250 portioner eller antal årsanställda med intervall på t.ex. 4-10 årsanställda. Vid bearbetning och analys har medelvärdet använts. Vid behov har storkök kontaktats för att få antal serverade portioner, uppgifterna har då ersatt kommunernas kategoriseringsintervall.

På grund av omstrukturering av livsmedelsverksamheternas kategorisering inom Sundsvalls kommun har dessa uppgifter ej kunnat erhållas. För att uppskatta bioavfallsmängder från storkök kontaktades köksansvariga på 11 tillagningskök för information om totalt antal lagade portioner och antal levererade portioner till övriga skolor och verksamheter. Bioavfallet uppskattades sedan genom RVF:s nyckeltal. I övrigt har följande prioritetsordning använts, beroende på vilka uppgifter som funnits att tillgå.

1. I första hand användes exakta bioavfallsmängder från butiker som komposterar sitt bioavfall.

2. I andra hand har totala mängder avfall tagits fram med hjälp av Rekos statistik. Eftersom avfallsabonnemangen oftast är skrivna på fastighetsägaren går det inte att

urskilja livsmedelsverksamheter ur de flesta fastigheter. Knappt 60 livsmedelsverksamheter med eget avfallsabonnemang återfanns genom denna metod. Bioavfallsmängder uppskattades sedan enligt tabell 1.2.

Typ av verksamhet	Bioavfall av total mängd avfall
Livsmedelsbutik	52 %
Hotell	50 %
Restaurang	74 %

Tabell 1.2 – Uppskattning av bioavfallsmängder (Nordberg, 2006).

3. I tredje hand, vilket främst gällde restauranger samt pizzerior och gatukök uppskattades antal lagade portioner av miljökontoret i Sundsvall.

4. För ett fåtal restauranger och pizzerior användes medelvärde framtaget från övriga verksamheter i samma kategori.

6.1.3 Resultat av bioavfallsmängder i Sundsvallsregionen

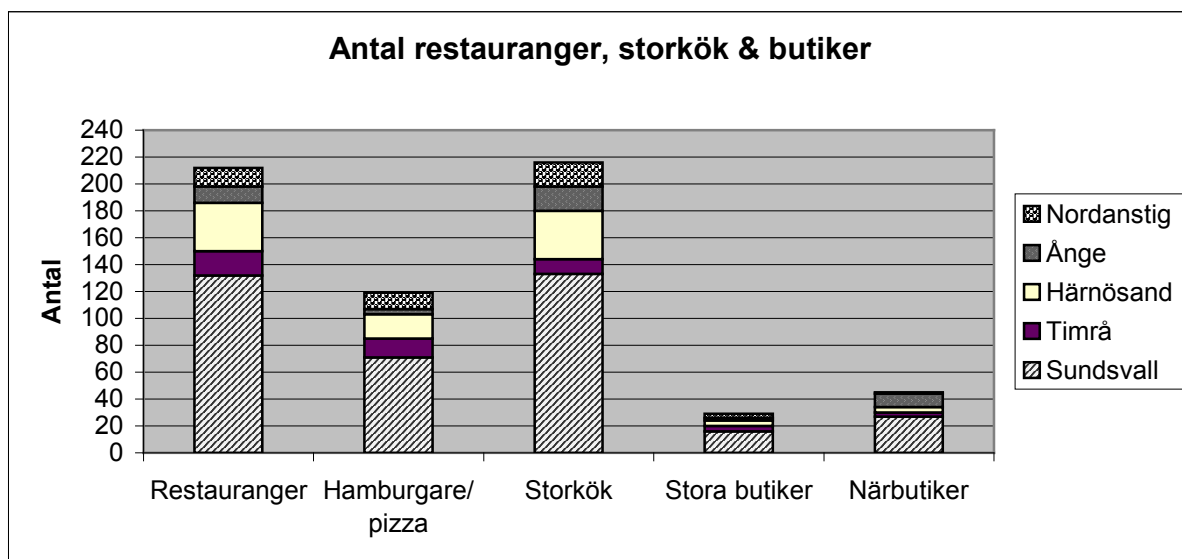
I tabell 6.1 visas totala mängder bioavfall från restauranger, storkök och butiker för respektive kommun i Sundsvallsregionen. Cirka 2030 ton bioavfall per år uppskattas för Sundsvalls kommun och 3350 ton per år för hela Sundsvallsregionen. Erfarenheter saknas för är att uppskatta hur stor del av den totala mängden bioavfall från restauranger, storkök etc. som är möjligt att sortera ut till biologisk behandling (Hellström, 2006). Det bör beaktas att siffrorna är ungefärliga genom att de beräknats fram av nyckeltal och att vissa relevanta uppgifter varit svåra att få tag på, se avsnitt 6.1.2. Det är svårt att veta om siffrorna är överskattade eller underskattade. En aspekt som talar för det förstnämnda är att nyckeltalen i vissa fall ledde till ”dubbelräkning” då ett visst antal portioner räknades in både när de tillagades i ett tillagningskök och när de serverades i ett mottagningskök.

Kommun	Total mängd bioavfall från restauranger, storkök, butiker (ton/ år)
Sundsvall	2030
Timrå	290
Härnösand	620
Ånge	270
Nordanstig	140
Totalt	3350

Tabell 6.1 - Total mängd bioavfall från restauranger, storkök, butiker.

6.2 Intressanta livsmedelsaktörer

I figur 6.2 redovisas antalet livsmedelsverksamheter i olika branscher enligt RVF:s kategorisering. Tidigare har konstaterats att Sundsvalls kommun står för störst mängder bioavfall i regionen. I figur 6.2 framgår att Sundsvalls kommun även har kvantitativt flest verksamheter i samtliga kategorier. För att avfallskvarn med tank ska vara en lämplig lösning för en enskild verksamhet är bioavfallsmängden en avgörande faktor (Ekendahl, 2006). Verksamheten och kommunen får även komma överens om tallrikskrap ska sorteras ut till rötning eller behandlas på annat sätt (Ekendahl, 2006).



Figur 6.1 - Antal livsmedelsrelaterade aktörer i Sundsvallsregionen.

6.2.1 Restauranger

Restauranger tillhör den kategori som är flest i antal och resulterar i förhållandevis mycket bioavfall per portion. Medelvärde för bioavfall från restauranger är 8,2 ton per år. I kategorin restauranger ingår hotell som enligt uppskattningar innebär en stor mängd bioavfall. I Sundsvall finns ett flertal hotell som beräknas få betydande bioavfallsmängder. Scandic i Världshusbacken levererade 9,3 ton till kompostering år 2005 (Östberg, 2006). Hotell Södra Berget beräknas få 12,3 ton bioavfall per år och Elite Hotel Knaust 13,2 ton. I Timrå, Ånge och Nordanstig finns ett fåtal intressanta hotell. I Härnösand hittades inget hotell med betydande bioavfallsmängder.

6.2.2 Hamburgerrestauranger, pizzerior

Denna kategori har visat sig ge relativt lite bioavfall i jämförelse med övriga företag, där användning av halvfabrikat anses vara en bidragande faktor. Medelvärde är 1,8 ton bioavfall per år. För pizzerior, gatukök och hamburgerrestauranger är det även vanligt med mat för avhämtning, vilket ger mindre bioavfall (RVF Utveckling, 2006). Större hamburgerrestauranger typ McDonalds samt Kebabcity har visat sig vara undantag och beräknas ge mycket bioavfall. En viktig fråga är hur mycket som är beredningsavfall och hur mycket som är "tallrikskrap".

6.2.3 Storkök

Avfallskvarnar lämpar sig väl för storkök eftersom kvarnarna till stor del utvecklats och anpassats efter storkökens behov (Barrling, 2006; Edström et al., 2001; Sellberg et al., 2005). Det kan även vara fördelaktigt att kommunala verksamheter agerar förebild (Lidow, 2006). Kvalitetsmässigt är beredningsavfall och returnerade kantiner att föredra framför tallrikskrap (Barrling, 2006). I Sundsvall finns 11 tillagningskök, varav 9 av storköken lagar mer än 500 portioner per dag. Det finns även ett antal större mottagningskök, exempelvis Hedbergsska skolan som tillagar en del mat själva. I Timrå kommun lagar Centralköket Sörbergsskolan ca 4500 portioner per dag och i Härnösand finns tillagningsköket Navet som lagar ca 6000 portioner per dag. I Ånge och Nordanstig finns enbart mindre tillagningskök.

6.2.4 Butiker

Livsmedelsbutiker ger upphov till en stor andel bioavfall per butik. I Sundsvalls kommun levererar till exempel Coop Forum 31,4 ton bioavfall per år och Ica Kvantum i Bydalen 24,2 ton bioavfall per år till kompostering (Östberg, 2006). I Sundsvall finns totalt 16 större butiker och 27 mindre butiker. Således finns ett antal intressanta lokala bioavfallsleverantörer att samarbeta med i första hand. Runt om i Sundsvallsregionen finns relativt få livsmedelsbutiker, däremot uppskattas vissa av dem ha betydande mängder bioavfall. I Timrå kommun finns 4 större butiker där Ica Supermarket och Konsum Nord beräknas producera mest bioavfall. Bland de 3 mindre butikerna är Ica Andersson intressant. I Härnösand uppskattas bioavfallsmängderna från Coop Forum och Ica Kvantum, Härnöhallen ha betydande mängd. I Ånge kommun är Ica Ånge, Konsum Ånge samt Ica Fränsta de som beräknas generera mest bioavfall. Faktorer som ökar bioavfallsmängder är om butiken har charkdisk, tillagningskök, sortimentet mest bestående av livsmedel, och förhållandevis liten omsättning. Även överenskommelser mellan grossist och butik att återta varor med kort eller utgåendet datum påverkar bioavfallsmängden (RVF Utveckling, 2006). Eftersom Fillanverket för närvarande saknar hygienisering (Nyström, 2006) hindras biogasanläggningen av ABP-förordningen från att ta emot bioavfall från butiker. Detta gäller även för kompostering (Hellström, 2006).

6.2.5 Övrigt livsmedelsavfall

Vid livsmedelshantering är fett en vanlig restprodukt. Som tidigare nämnt, används fettavskiljare i de flesta livsmedelsrelaterade verksamheter i Sundsvalls kommun idag (MittSverige Vatten, 2006). Fett från fritös, stekbord eller grill samlas även in i 230 liters fat. Faten hämtas av Reko och skickas till Norrköping för separering. Det renade fett kan sedan användas vid framställning av bland annat tvålar, smörjmedel och stearinljus. År 2006 samlades 27 ton in (Berggren, 2006). Eftersom fett är energirikt och ger mycket biogas kan fett som skickas till Norrköping vara av intresse för rötning på Fillanverket. För att undvika överbelastning krävs att fettmängderna inte överstiger Fillanverkets kapacitet.

Förutom delmålet där 35 % av bioavfall från hushåll, storkök, restauranger och butiker ska återvinnas finns även ett delmål som avser livsmedelsindustri. Det lyder: *”Senast år 2010 skall matavfall och därmed jämförligt avfall från livsmedelsindustrier m.m. återvinnas genom biologisk behandling. Målet avser sådant avfall som förekommer utan att vara blandat med annat avfall och är av en sådan kvalitet att det är lämpligt att efter behandling återföra till växtodling.”* (Miljömål, 2006). Eftersom Sundsvalls kommun till stor del saknar livsmedelsindustri är detta inget mål som eftersträvas av kommunen. Däremot finns ett antal grossister.

Slakteriavfall är ett energirikt och eftertraktat biogasmaterial, även om det precis som för fett finns risk för överbelastning hos biogasanläggningen (RVF Utveckling, 2005:a). Slakteriavfall kan vara svårt för producenten att bli av med på ett hygieniskt sätt. En lösning genom insamling och rötning skulle troligtvis vara uppskattad. I Sundsvall finns tre företag; Baggböle gårdskött, Block Rymond och Bo Sillmans fiskbutik (Sellstedt, 2006). I Timrå finns Örjans kött och chark och Oskar Söderströms Salteri AB. Även i Nordanstig förekommer charkuteritillverkning.

Övrigt avfall från livsmedelsindustri som kan tänkas vara intressant är saft och senapstillverkning som förekommer runt om i Sundsvallsregionen. Avfallet är pumpbart och innehåller förmodligen en del energirikt material som t.ex. socker. Sylt och chokladtillverkning förekommer i distriktet, det är dock tveksamt om avfallsmängderna kan vara betydande. I Ånge kommun finns ett gårdsmejeri för får och även en getgård.

6.3 Modellbeskrivning av behandlingsalternativ för bioavfall från storkök och restauranger.

Det är viktigt att beakta att en modell är en förenklad bild av verkligheten och vissa systemavgränsningar måste göras. Följande systemavgränsningar har satts upp i den modell som analyseras i materialflödesanalysen.

Systemgränser

I modellen jämförs tre system för avfallsbehandling; dels de två existerande behandlingsmetoderna för bioavfall i Sundsvallsregionen, förbränning och öppen centralkompostering, och dels införande av rötning av bioavfall på avloppsreningsverket. Eftersom beräkningarna avser behandling av bioavfall från storkök, restauranger etc. som har begränsad möjlighet till hemkompostering analyseras inte denna metod. Uträkningar för miljö- och energikonsekvenser finns i bilaga 2 och uträkningar för systemkostnader finns i bilaga 3.

I modellen

- Hantering av bioavfall i storkök, restaurang, butik etc.
- Transport av bioavfall från hämtställe till behandlingsanläggning
- Behandling av bioavfall
- Transport av restprodukt

Analys från beräkning

- Utsläpp av växthusgaserna koldioxid, lustgas och metan.
- Utsläpp av försurande ämnena svaveldioxid, kväveoxid och ammoniak.
- Utsläpp av eutrofierande ämnena BOD₇, fosfor, ammoniak och ammonium.
- Energiåtgång vid användande av avfallskvarnar, insamling, behandling samt transport av restprodukt.
- Energivinst.
- Energibalans.
- Systemkostnader.

6.3.1 Undersökt område

Eftersom tillagningskök enligt tidigare erfarenheter visat sig vara väl lämpade för avfallskvarn med tank har sex större tillagningskök från Sundsvall valts ut att ingå i systemanalysen. Även avstånd till Fillanverket, antal lagade portioner och hämtningsintervall har bidragit till urvalet. Vid uppskattning av utsorterad mängd bioavfall ingår inte tallrikskrap. Utsorterade mängder baseras på erfarenheter från Sofielundskolan. Vid beräkning av hämtningsintervall har inte tagits hänsyn till att det sker 60 % volymreducering av bioavfallet, varvid hämtningarna anses ha god marginal.

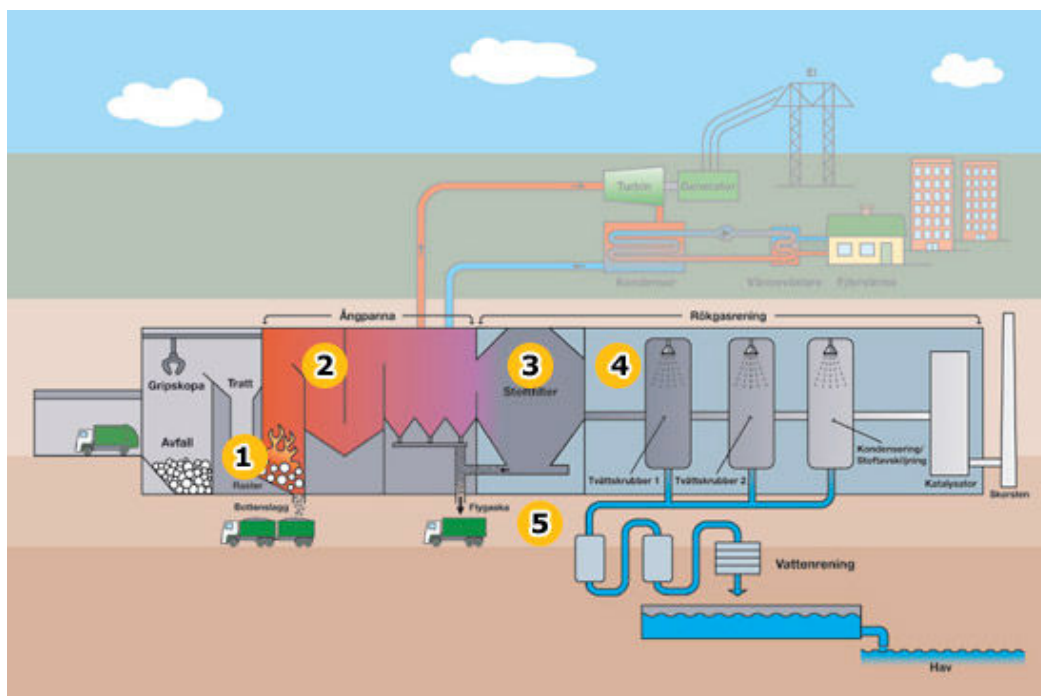
Vid ett hämtningsintervall på 11 gånger per år, ungefär var fjärde vecka, får bioavfallet från de sex storköken plats i en slambil och kan därför hämtas vid samma tillfälle. Bioavfallet antas vara likvärdigt med avseende på innehåll av kolhydrater, proteiner och fetter. Totalt innefattar bioavfallet 115 m³ per år, vilket innebär en vikt på 98 ton per år. Enligt uppskattningar har Fillanverket möjlighet att ta emot cirka 150-200 m³ utöver det som tas emot idag, men om större mängder intressant bioavfall påträffas kan det bli aktuellt att utöka kapaciteten (Nyström, 2006).

Kommun	Antal lagade portioner per/dag	Möjlig utsorterad mängd (liter /dag)	m ³ / år	Minst antal hämtningar/år
Anemonen, Alnö	3500	117	20,8	11
Allérestaurangen	1500	50	18,3	10
Matglädjen, Kristinelund	500	17	62,1	10
Sundsvalls sjukhus	2500	83	30,3	11
Västermalms skola	3200	107	19,0	10
Åkersviksskolan	3500	117	20,8	11

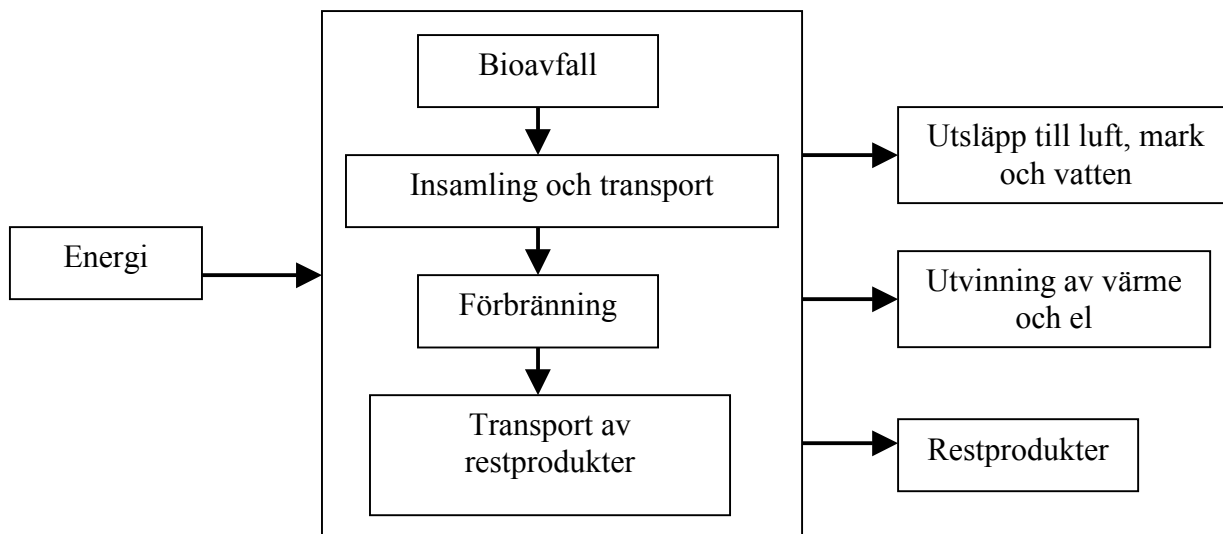
Tabell 6.2 – Utvalda storkök och bioavfallsmängder.

6.3.2 Förbränning

Beräkningarna avser den nya pannan F5 som behandlar brännbart avfall, se figur 6.2.. Figur 6.3 beskriver modellen för förbränning som används i systemanalysen.



Figur 6.2 - Förbränningsprocess av avfall i Korstaverket, Sundsvall (varm.nu, 2006)



Figur 6.3 – Modell av förbränningsprocess

Transport till Korsta

Bioavfallet hämtas med sopbil och transporteras till Korstaverket för förbränning. Sopbilarna startar vid Sundfrakts garage. Närmast upphämningsväg är Sundsvalls sjukhus, Västermalms skola, Matglädjen, Allérestaurangen, Åkersviks skola, Anemonen. Sträckan blir totalt 35,3 km med bil (Eniro, 2006). Sopbilen har en lastkapacitet på 6 ton (Bäck, 2006) och förbrukar 5,66 liter diesel per mil (Åström, 2006).

Behandling

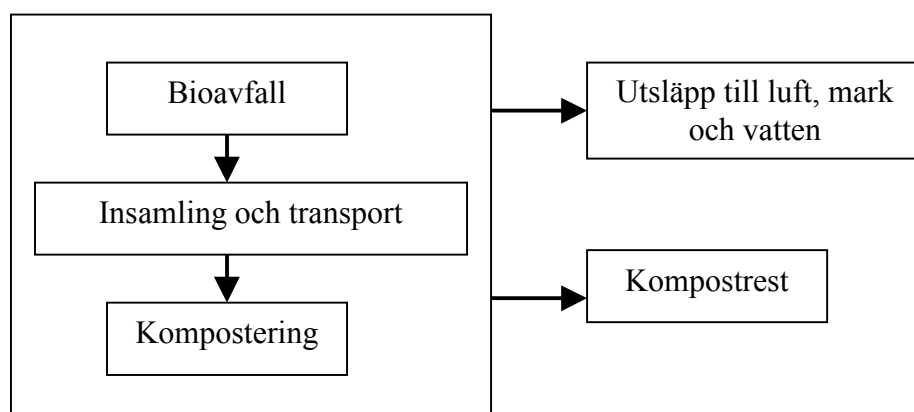
Sopbilarna tippar avfallet i en bunker som rymmer cirka 10 000 kubikmeter avfall. En gripskopa lyfter avfallsbränslet till pannans inmatningsträtt, genom denna transporteras avfallet till den enhet där det förbränns, se 1 i figur 6.2. I ångpannan, 2 i figur 6.2, produceras el och fjärrvärme. Den heta ångan leds till en turbin som driver en generator. Efter att ha passerat turbinen leds ångan vidare till en fjärrvärmekondensor där den värmer fjärrvärmevatten till cirka 75–120° C beroende på utomhustemperatur. Fjärrvärmevattnet pumpas sedan ut till Sundsvalls kommuns fjärrvärmenät (varm.nu, 2006). Utsläpp renas genom rökgaskondensering och vattenrening. Rökgaskondenseringen, 4 i figur 6.2, medför att energi ur vattenångan nyttiggörs (Bäck, 2006).

Restprodukter

Restprodukter från förbränning är aska och slagg. Slaggen består av t.ex. metall och glasföremål så av bioavfallet bildas ingen slagg. Av allt avfall bildas ca 3 % aska, däremot är det svårt att avgöra hur stor del som kommer just från bioavfallet (Bäck, 2006). Restprodukterna körs med containerbil som startar i Birsta och sedan transporterar askan från Korsta till Blåberget (Sundsvalls Expressbyrå, 2007). Sträckan blir 37,8 km (Eniro, 2006). På lastbilens flak finns plats för 3 containrar, där både flygaska och slagg fraktas. Ibland körs 2 containrar flygaska och en container slagg, ibland tvärtom (Sundsvalls Expressbyrå, 2007). I modellen antas 11,6 ton flygaska/transport (Östberg, 2006). Dieselförbrukning vid transport av restprodukter är 4,75 liter / mil (Sundsvalls Expressbyrå, 2007).

6.3.3 Öppen centralkompostering

Modellen bygger på att kompostering sker i Gästa, d.v.s. samma plats som kompostering sker idag. Mängden i exemplet överstiger inte 200 ton, och kräver därför inte tillstånd från länsstyrelsen. Bioavfallet i modellen hämtas med den lastbil som används för att hämta bioavfall från storkök. Eftersom bioavfallsmängden i analysen anger utsorterad mängd beredningsavfall, antas inget bioavfall bli felsorterat och gå till förbränning.



Figur 6.4 - Modell av komposteringsprocess hos bönder.

Transport till Njurunda

Bioavfallet hämtas med sopbil och transporteras till Gästa, utanför Njurunda för kompostering. Sopbilen har en dieselförbrukning på 1.2 liter per mil (Svensson, 2006) och en lastkapacitet på 920 kg. (se bilaga 3) Närmast transportväg från Gästa är Anemonen, Sundsvalls sjukhus, Västermalms skola, Matglädjen, Allérestaurangen, Åkersviks skola och slutligen tillbaka till Gästa. Sträckan blir 78,3 km (Eniro, 2006).

Kompostering

Ingen förbehandling beräknas i modellen. Eftersom det är en naturlig del i nedbrytningsprocessen att koldioxid frigörs hade detta skett oavsett behandlingsmetod och tas inte med i modellen. I en frisk kompost med normal syresättning sker inget metanutsläpp. Lustgas- och ammoniakutsläpp beräknas enligt formel (Forsberg & Olofsson, 2003):

$$\text{Kväveförlust (\% av inkommande kvävemängd)} = 0,377 - 0,01108 * C: N$$

Där C: N är kvoten mellan ingående kol- och kvävemängd i avfallet. Kväveförlusten består av 2 % kvävgas, 9 % lustgas och resten ammoniak (Forsberg & Olofsson, 2003).

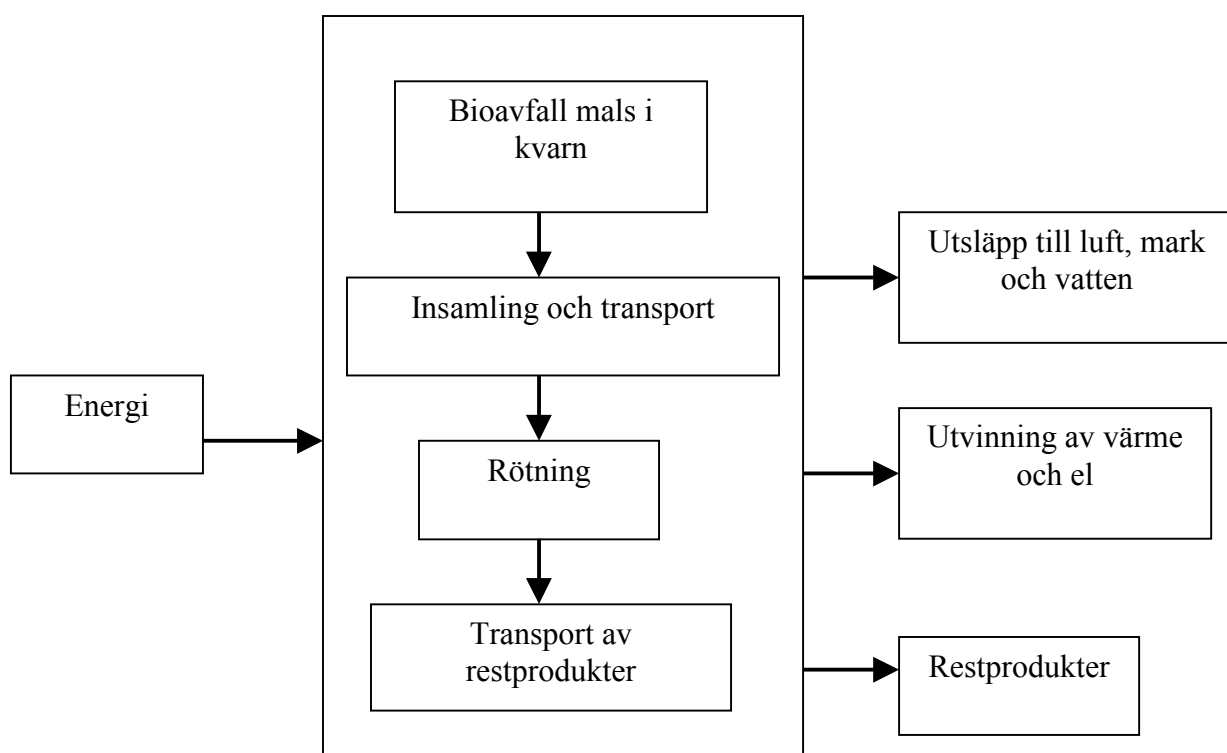
Restprodukter

Komposten används som biogödsel på gården. Alltså sker ingen transport av restprodukterna (Svensson, 2006).

6.3.4 Rötning på Fillanverket

I Sundsvall finns idag tre reningsverk som har rötkammare; Tivoliverket, Essviksverket och Fillanverket. Tivoliverket är Sundsvalls största reningsanläggning och befinner sig

väldigt centralt, insprängt i Norra Berget (MittSverige Vatten, 2006). På grund av sitt känsliga läge mitt i stan är Tivoliverket inte lämpligt för rötning av bioavfall. Essviksverket begränsas av sin kapacitet att endast ta emot lättpumpbart bioavfall. Däremot finns det möjlighet att skicka en del av de vinlank, mäsik och mjölk som för närvarande går till Fillanverket till Essvik. Åtminstone vintertid då gasen används för uppvärmning. Det verk som avses ta emot bioavfall är Fillanverket och är den enda av verken som idag tar emot bioavfall (Nyström, 2006). Fillanverket ligger 8 km norr om centrala Sundsvall. Verkets upptagningsområde sträcker sig från gränsen mot Timrå i norr till Skönsberg i söder. Vid Fillanverket omhändertas årligen ca 4,5 miljoner m³ avloppsvatten och har en biogaskammare på 2000 m³ (MittSverige Vatten, 2006). Eftersom bioavfallsmängden i analysen anger utsorterad mängd beredningsavfall, antas inget bioavfall bli felsorterat och gå till förbränning.



Figur 6.5 – Modell för avfallskvarn, insamling och rötning på Fillanverket.

Förbehandling och lagring av bioavfall

Vid Fillanverket sker ingen typ av sönderdelning eller behandling, vilket förutsätter att bioavfallet är finfördelat då det töms i tanken för organiskt avfall. Alternativt att någon form av kvarn installeras på Fillanverket (Nyström, 2006). I denna modell används köksavfallskvarnarna MicroVac och NanoVac.

MicroVac beräknas ha en elförbrukning på cirka 10 kWh per dag. Volymreducering beräknas vara 60 % och det sker ingen nämnvärd viktreducering. Det sker en viss avvattning, främst av det vatten som tillsätts vid kvarningscykler. Detta leds via avloppsledning, via fettavskiljare och vidare på avloppsnätet. Så av bioavfallet är det cirka 99 % som stannar i tank (Ekendahl, 2006).

NanoVac beräknas använda ca 1 kWh el per dag. Volymreducering är cirka 75% . Ingen avvattning sker och 100 % av bioavfallet stannar i lagringstank. Det vatten som tillsätts i lagringsboxen är hygienvatten, det vill säga rengöring efter dagens slut, samt mindre "duttar" för att underlätta transport ned i boxen av stärkelserikt bioavfall som t.ex. ris (Ekendahl, 2006).

Insamling och transport

För de två tidigare alternativen, förbränning och kompostering, har existerande insamlingsfordon använts i beräkningarna. Idag finns ingen slambil som kör bioavfall från storkök i Sundsvall, varav vissa antaganden har behövt göras. Slambilen antas starta från fordonscentralen i Bydalen (Lidow, 2006). Lastkapacitet beräknas vara 12 m³ baserat på den slambil som används i Linköping för bioavfall samt tillgång på slamsugbil i Sundsvall som kör slam idag (Söderberg, 2006; Hermansson, 2006). Dieselförbrukning är 2,25 l/mil och 0,3 l/min vid tömning (Hermansson, 2006). Närmast transportväg är fordonscentralen, Sundsvalls sjukhus, Västermalms skola, Matgläddjen, Allérestaurangen, Åkersvik skola, Anemonen, Fillanverket och sedan tillbaka till fordonscentralen. Sträckan blir 33, 2 km (Eniro, 2006).

Rötning

0.7 m³ biogas bildas i rötkammaren per tillfört kilogram organiskt material (Forsberg och Olofsson, 2003). År 2005 producerade Fillanverket 436 726 m³ biogas vilket resulterade i 2 800 MWh, d.v.s. 6,4 kWh/m³ gas (Nyström, 2006). En sjättedel av producerad gas går till förluster (Forsberg och Olofsson, 2003).

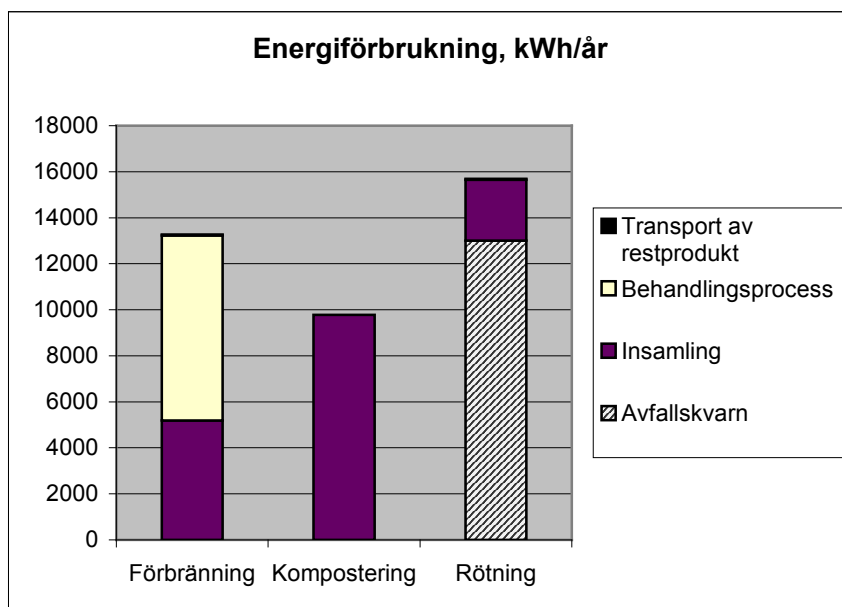
Transport av restprodukter

Gas från rötningsprocessen går till värmeproduktion medan rötresten blir anläggningsjord. Totalt blir det 10 231 kg rötrest/ år enligt modellen som transporteras till Norrberge utanför Timrå för förädling. På MittSverige Vatten finns planer på att undersöka möjligheterna till att använda rötresten som skogsgödsel (Nyström, 2006). Lastbilen har en lastkapacitet på 32 ton och en bränsleförbrukning på 4,5 liter per mil (Leman, 2007).

6.4 Resultat av energikonsekvenser

6.4.1 Energiförbrukning

Enligt undersökt område i materialflödesanalysen resulterar insamling från förbränning i en energiförbrukning på 5200 kWh per år och behandling på 8100 kWh per år. Total energiförbrukning från förbränning är cirka 13 200 kWh per år. Kompostering förbrukar enbart energi genom insamling vilket motsvarar knappt 9800 kWh per år. Insamlingen av bioavfall till kompostering är därmed mest energikrävande av de tre alternativen. Avfallskvarn med förvaring ger ett minskat transportbehov, vilket leder till att insamling för rötning kräver minst energi av de studerade alternativen, cirka 2600 kWh per år. Trots detta är systemet med avfallskvarn och rötning totalt det mest energikrävande eftersom avfallskvarnarna visar sig kräva mycket energi, cirka 13 000 kWh/år. Energiförbrukning från transporter av restprodukter är marginell och utgör endast 50 kWh per år för rötning och 44 kWh per år för förbränning.

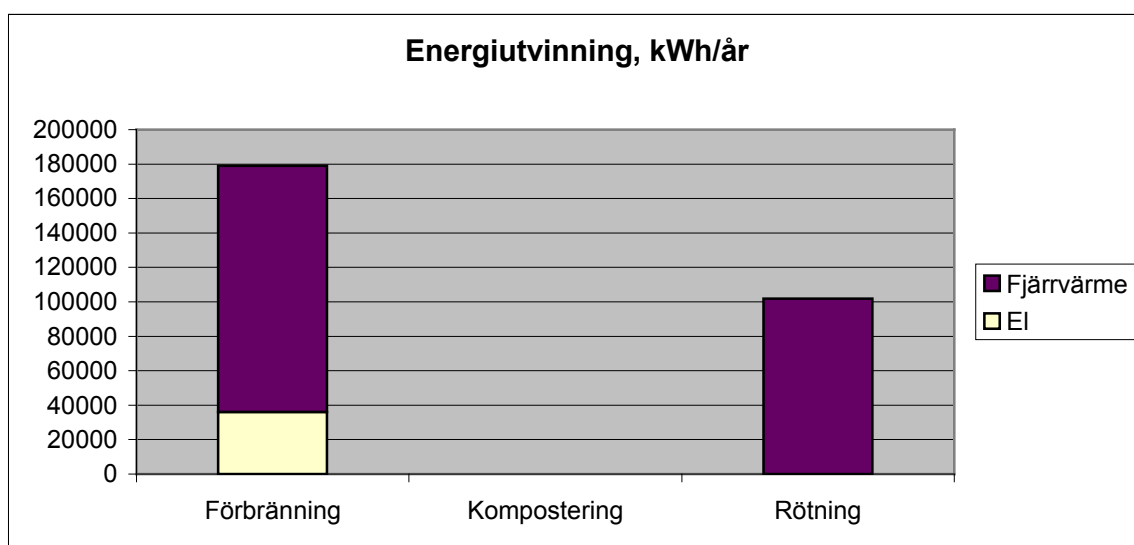


Figur 6.6 – Diagram över energiförbrukning för respektive system.

Slutsatsen är således att kompostering är det alternativ som förbrukar minst energi totalt sett, följt av förbränning. Skillnad på total energiförbrukning mellan kompostering och rötning är cirka 38 % och mellan förbränning och rötning cirka 15 %. Som tidigare nämnt innefattar modellen inte spridning av kompostgödsel på åker.

6.4.2 Energiutvinning

Förbränning resulterar i cirka 36 000 kWh energi i form av el per år och 143 000 kWh energi från fjärrvärme per år, totalt blir det cirka 180 000 kWh energi per år. För kompostering sker ingen energiutvinning. Vid nedbrytning av bioavfall bildas visserligen energi i form av värme, men värmen går åt till att hålla komposteringsprocessen igång och kan inte utnyttjas. Av rötning bildas cirka 102 000 kWh energi från fjärrvärme per år.

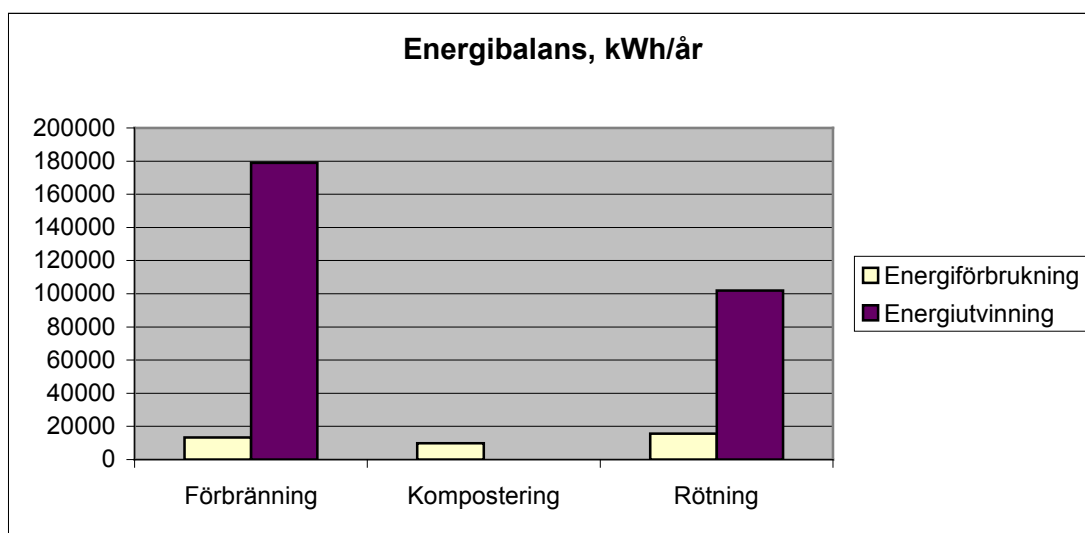


Figur 6.7 – Diagram över energiutvinning för respektive system.

Enligt beräkningar är förbränning den behandlingsmetod av bioavfall som ger mest energi i form av el och fjärrvärme. Fjärrvärme har en begränsad efterfrågan under sommarhalvåret medan som el har fördelen att inte vara lika beroende av utomhustemperatur. Totalt ger förbränning cirka 43 % mer energi än rötning.

6.4.3 Energibalans

Energibalansen är positiv för förbränning och rötning, 166 000 kWh per år respektive 86 000 kWh per år. Kompostering har negativ energibalans på – 9800 kWh per år.



Figur 6.8 – Diagram över energibalans för respektive system.

Totalt har förbränning 48 % högre energibalans än rötning.

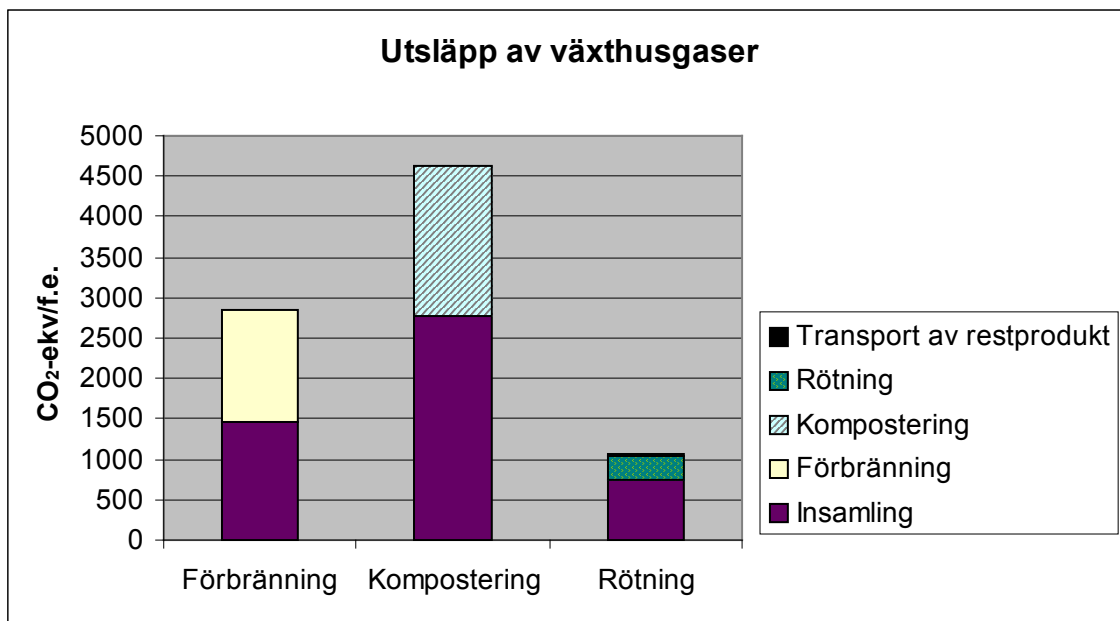
6.5 Resultat av miljökonsekvenser

Då det saknas mål för hur avfallshantering som infrastruktur ska fungera hänvisar Naturvårdsverket till de nationella miljökvalitetsmålen. I denna analys av miljöpåverkan har således miljökvalitetsmålen tagits i beaktande. Avfallssystemens påverkan på växthuseffekten, försuring och eutrofiering undersöks. Utsläppen mäts i CO₂ -, SO₂- eller O₂ - ekvivalenter per funktionell enhet. Med funktionell enhet (F.e.) menas den mängd bioavfall som genereras i undersökt område under ett år.

6.5.1 Utsläpp av växthusgaser

Enligt miljömålet ”Begränsad klimatpåverkan” är det angeläget att minska utsläpp av växthusgaser. Vanliga källor till spridning av dessa är till exempel utsläpp från avfallsdeponier eller vid användande av fossila bränslen i bland annat transporter och energiproduktion. Enligt Naturvårdsverket är växthuseffekten ett faktum och idag handlar klimatforskning snarare om hur stor och hur snabb växthuseffekten är och vilka områden som kommer att drabbas mest. (Miljömål, 2006) Växthusgaser som påverkar avfallssystemen är koldioxid (CO₂), lustgas (N₂O) och metan (CH₄). I figur 6.11 redovisas dessa beräknade som CO₂- ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: fossilt CO₂ = 1, CH₄ = 21 och N₂O = 310 (Naturvårdsverket, 2006). Koldioxidutsläpp från förbränning, kompostering och rötning anses tillhöra den naturliga nedbrytningsprocessen av organiskt material eftersom biomassan under tillväxt bundit motsvarande mängd koldioxid (Forsberg & Olofsson, 2003).

Förbränning släpper ut cirka 2850 CO₂-ekvivalenter växthusgaser per funktionell enhet. Utsläppen sker från insamling, ca 1470 CO₂-ekvivalenter, förbränningsprocess, ca 1370 CO₂-ekvivalenter och transport av restprodukt, ca 12 CO₂-ekvivalenter. Kompostering släpper totalt ut ca 4630 CO₂-ekvivalenter växthusgaser per funktionell enhet genom insamling och behandling. Insamlingen motsvarar 2800 CO₂-ekvivalenter och komposteringsprocessen ca 1860 CO₂-ekvivalenter. Rötning bidrar till utsläpp av växthusgaser genom insamling ca 750 CO₂-ekvivalenter, rötningsprocess, ca 300 CO₂-ekvivalenter, samt transport av restprodukt, ca 14 CO₂-ekvivalenter. Totalt bidrar systemet som avser rötning med växthusgasutsläpp på ca 1060 CO₂-ekvivalenter.



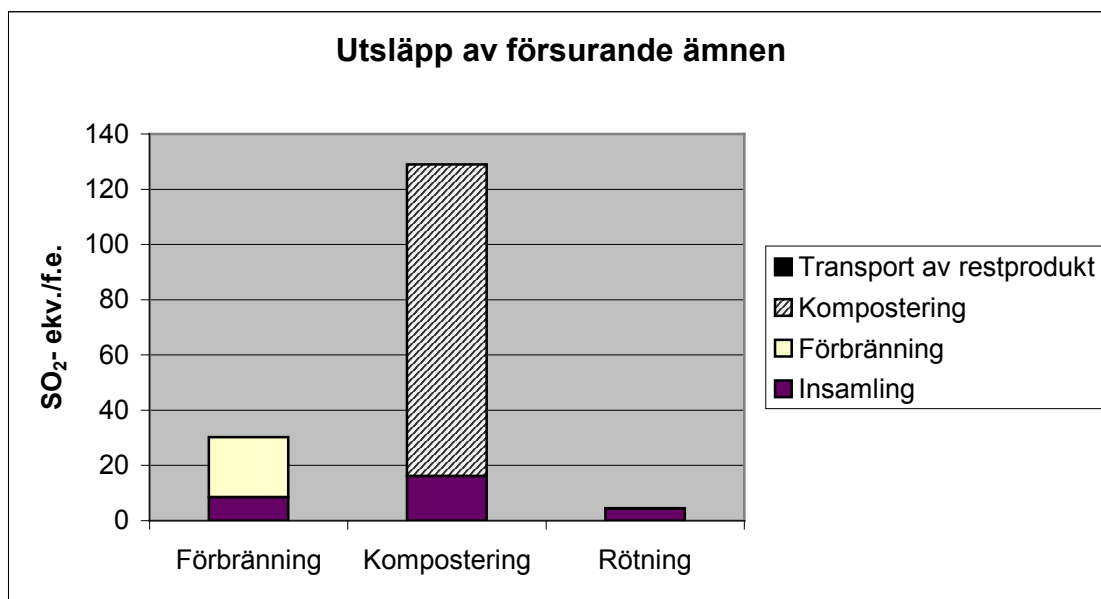
Figur 6.9 – Diagram över utsläpp av växthusgaser för respektive system.

Rötning ger minst utsläpp av växthusgaser, förbränning ger 62 % mer utsläpp av CO₂-ekvivalenter än rötning medan motsvarande procentsats för kompostering är 77.

6.5.2 Utsläpp av försurande ämnen

Mer än en femtedel av den totala ytan skog, fjäll och sjöar i Sverige bedöms vara försurningspåverkad. Försurningen påverkar växt och djurliv men även vittring på byggnader och material. Försurning orsakas främst av utsläpp av svavel och kväve från transporter, energianläggningar, industri och jordbruk. Försurning hanteras av miljömålet "Bara naturlig försurning" (Miljömål, 2006). I figur 6.12 har bidragen viktas följande: SO₂ = 1; NO_x = 0,7; NH₃ = 1,88 och SO₄ = 1 (Forsberg & Olofsson, 2003).

Förbränning bidrar till försurning genom insamling och förbränningsprocess. Insamlingen ger upphov till utsläpp av 8,7 SO₂-ekvivalenter medan förbränningsprocessen släpper ut 21,6 SO₂-ekvivalenter, totalt 30,2 SO₂-ekvivalenter. Insamling från kompostering bidrar till 16,2 SO₂-ekvivalenter och komposteringsprocessen 113 SO₂-ekvivalenter, totalt 129 SO₂-ekvivalenter. Utsläpp av försurande ämnen från rötning sker enbart vid insamling av bioavfall, totalt 4,4 SO₂-ekvivalenter.



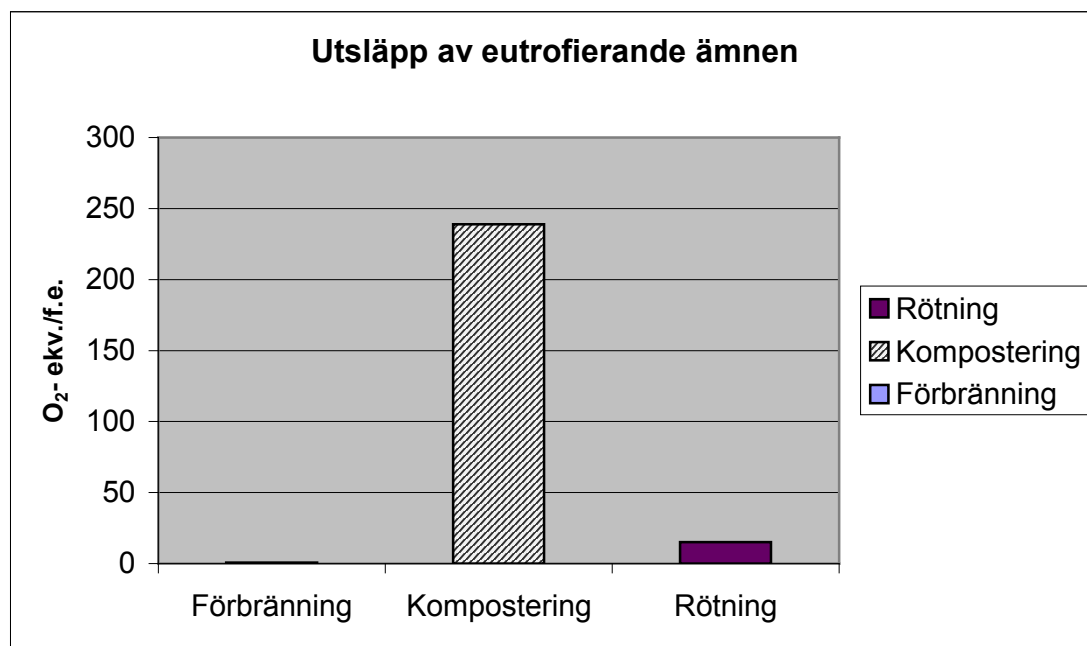
Figur 6.10 – Diagram över utsläpp av försurande ämnen för respektive system.

Rötning bidrar till minst utsläpp av försurande ämnen av studerade alternativ. Vid förbränning slipper en mindre del svaveldioxid och kväveoxider ut och ger upphov till 85 % mer utsläpp än rötning. Kompostering bidrar till mest utsläpp av försurande ämnen eftersom det bildas ammoniak under komposteringsprocessen, totalt 97 % mer utsläpp av försurande ämnen än för rötning. I övrigt kommer utsläppen av försurande ämnen från transporter. Transport av restprodukt påverkar däremot inte utsläpp av försurande ämnen i någon märkbar utsträckning i detta exempel.

6.5.3 Utsläpp av eutrofierade ämnen

Övergödning, som behandlas av miljö kvalitetsmålet ”Ingen övergödning”, orsakas till stor del av fosfor och kväveläckage från jordbruk och avloppsreningsverk. Övergödningen leder till algbloomning, syrebrist och utslagning av bottenfaunan i sjöar och hav (Miljömål, 2006). Viktas: $BOD_7=1$, $P=140$, $NH_3=3,8$ och $NH_4 = 3,6$ (NH_3 och NH_4 bidrar endast vid nitrifiering) (Forsberg & Olofsson, 2003).

Utsläpp av eutrofierande ämnen är näst intill försumbar för förbränning, ca 0,7 O_2 -ekvivalenter. Vid kompostering avges en relativt stor andel ammoniak och processen ger upphov till utsläpp av ca 240 O_2 -ekvivalenter. Cirka en procent av bioavfallet som behandlas med avfallsskvarn följer med avloppsledningsnätet, vilket leder till att en liten del fosfor och BOD_7 slipper ut vid bräddning, totalt ca 15 O_2 -ekvivalenter.



Figur 6.11 – Diagram över eutrofierade ämnen för respektive system.

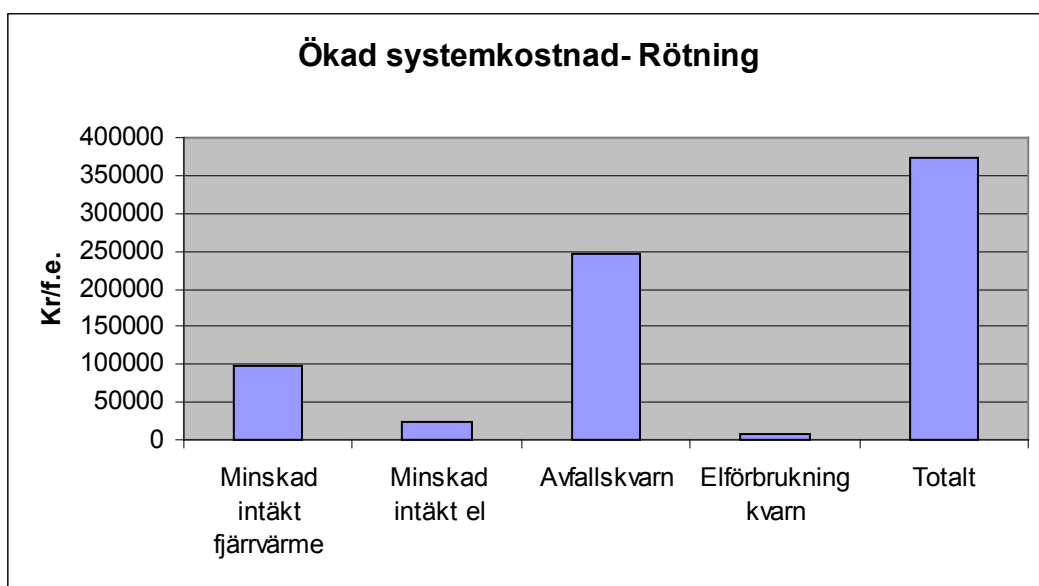
En knappt märkbar del ammonium avges till vatten under förbränningsprocessen och är den metod som ger minst utsläpp av eutrofierande ämnen. Kompostering ger nästan 100 % mer utsläpp av eutrofierade ämnen och rötning 95 % mer.

6.6 Resultat av ekonomiska konsekvenser

Ekonomiska konsekvenser har mätts i systemkostnader för undersökt mängd bioavfall per år, d.v.s. per funktionell enhet. Förbränning innebär det mest ekonomiska alternativet, trots att systemets insamlings- och behandlingskostnader överstiger både rötning och kompostering per funktionell enhet. Anledningen till detta är att förbränning ger mest energi och därmed även mest ekonomisk inkomst. Kompostering innebär det alternativ med minst utgifter, men saknar inkomster och är därmed det näst bästa alternativet ur ekonomisk synvinkel. Rötning med avfallsskvarn är således det dyraste alternativet. Det är framförallt investering i avfallsskvarn som innebär omfattande kostnader. Insamlings- och behandlingskostnader är däremot mest fördelaktiga för systemet med rötning.

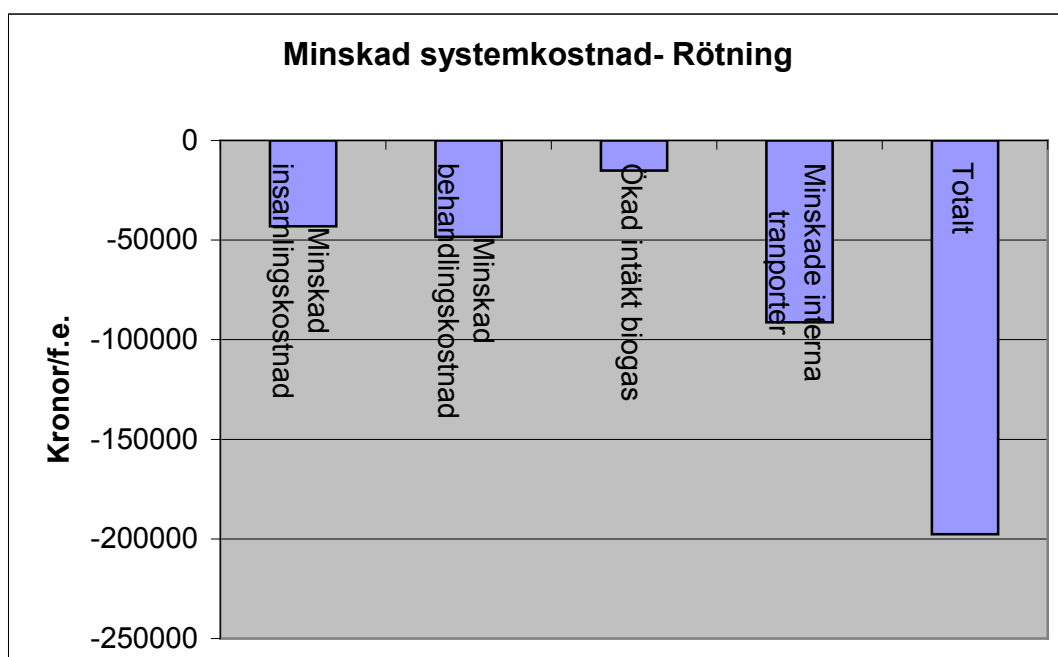
6.6.1 Rötning jämfört förbränning

Merparten av den ökade systemkostnaden beror på investering i avfallsskvarn till en kostnad på knappt 250 000 kronor per år. Minskad intäkt för el och fjärrvärme påverkar även ökningen av systemkostnad. Minskad systemkostnad för rötning jämfört förbränning beror främst på minskade interna transporter d.v.s. besparingar i arbetstid genom att kökspersonal slipper släpa på tunnor ner till soprummet. Enligt beräkningarna blir insamlingskostnaderna 43 000 kr billigare för rötning än för förbränning eftersom tanken medför att hämtningsintervallen kan göras glesare.



Figur 6.12 – Diagram över ökning av systemkostnad där rötning jämförs med förbränning.

Minskad behandlingskostnad är 48 000 kronor för rötning jämfört förbränning, baserat på vad det kostar att ta emot externt organiskt avfall på Fillanverket idag. Det organiska avfallet som tas emot idag har en lägre TS-halt än bioavfall och det är möjligt att det kommer att påverka behandlingskostnaden för bioavfall. Det är således sannolikt att behandlingskostnaderna för rötning är underskattade.

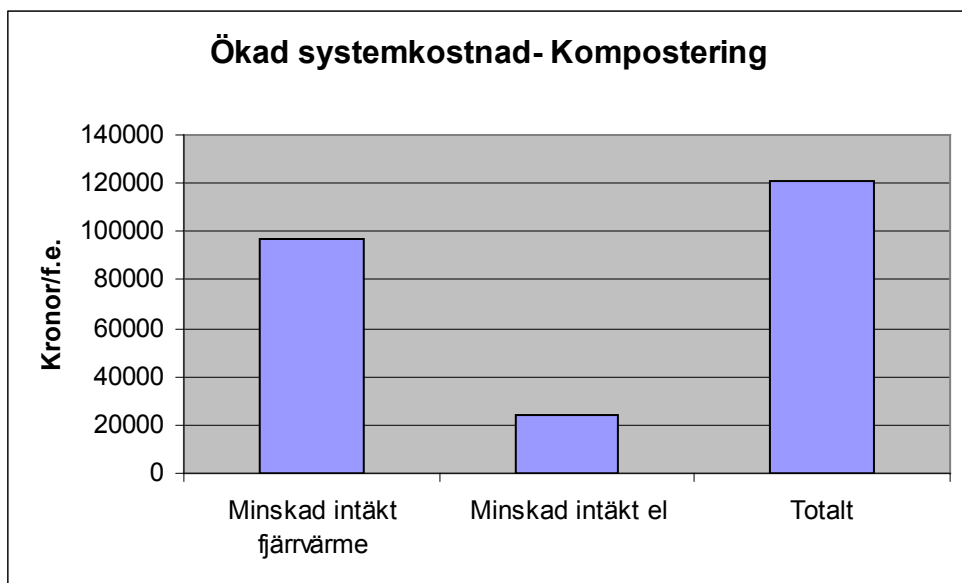


Figur 6.13 – Diagram över minskning av systemkostnad där rötning jämförs med förbränning.

Totalt innebär ett system med avfallskvarn och rötning ökade systemkostnader motsvarande 374 000 kr jämfört förbränning per funktionell enhet. Minskad systemkostnad för rötning är 198 000 kr, således är systemet med rötning 177 000 kr dyrare än förbränning per funktionell enhet.

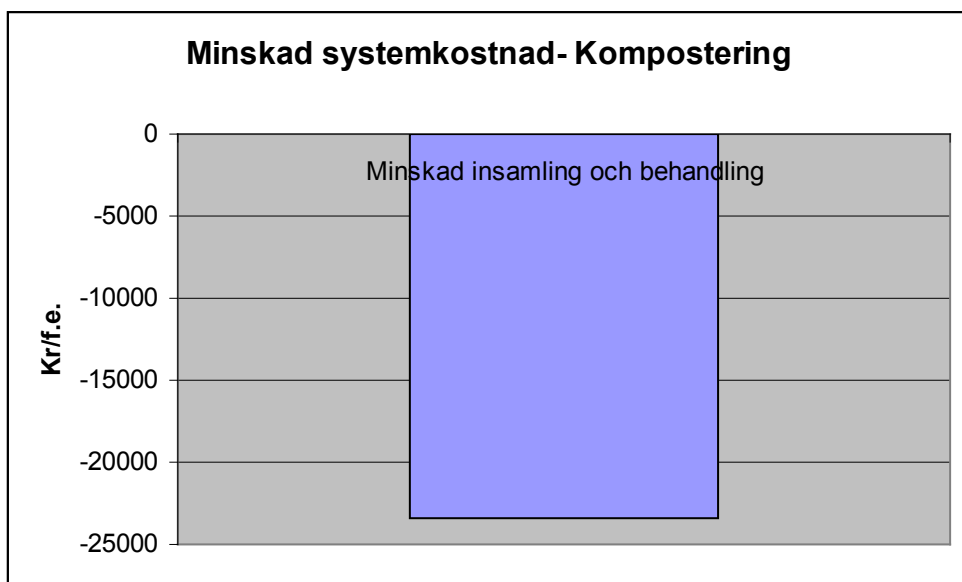
6.6.1 Kompostering jämfört förbränning

Kompostering innebär en ökad systemkostnad på 121 000 kr, se figur 6.14, jämfört förbränning eftersom ingen energi kan utnyttjas genom behandlingsmetoden.



Figur 6.14 – Diagram över ökning av systemkostnad där kompostering jämförs med förbränning.

I figur 6.15 kan observeras att kompostering innebär en minskad insamlings- och behandlingskostnad på 23 400 kr jämfört med förbränning.



Figur 6.15 – Diagram över minskning av systemkostnad där kompostering jämförs med förbränning.

Totalt innebär kompostering en ökad systemkostnad på 98 000 kronor per funktionell enhet jämfört med förbränning.

7. Konsekvenser för införande av ett nytt biologiskt behandlingssystem för hushåll i Sundsvalls kommun.

I detta avsnitt presenteras och diskuteras lämpliga biologiska behandlingsmetoder för bioavfall från hushåll i Sundsvall. En förutsättning för förslagen är att det inte ska behöva byggas en ny behandlingsanläggning i Sundsvallsregionen. Beräkningar finns i bilaga 1 och 3.

7.1 Intresseunderlag

I en enkätundersökning riktad till hushåll utförd av Sundsvalls kommun ställdes följande fråga på uppdrag av Reko. "Är du intresserad av att få hämtning av kompostmaterial vid din fastighet till en kostnad av ca 100 kronor per månad?" Totalt 1000 enkäter skickades ut till personer i Sundsvalls kommun. Av 515 svarande var det cirka 8 % som svarade ja, cirka 44 % som svarade nej, 41 % vet ej och för resten saknades uppgift. Resultatet redovisas även i figur 7.1. I undersökningen fanns ingen uppgift om boendeform. Inga övriga frågor rörande bioavfall ställdes (Sjöholm, 2007).

Antal svarande	Är du intresserad av att få hämtning av kompostmaterial vid din fastighet till en kostnad av ca 100 kronor per månad?				
	Ja	Nej	Vet ej	Uppgift saknas	Samtliga
	41	227	210	37	515

Figur 7.1 – Intresse för insamling av kompostmaterial från hushåll (Sjöholm, 2006)

7.2 Bioavfallsmängder från hushåll i Sundsvallsregionen.

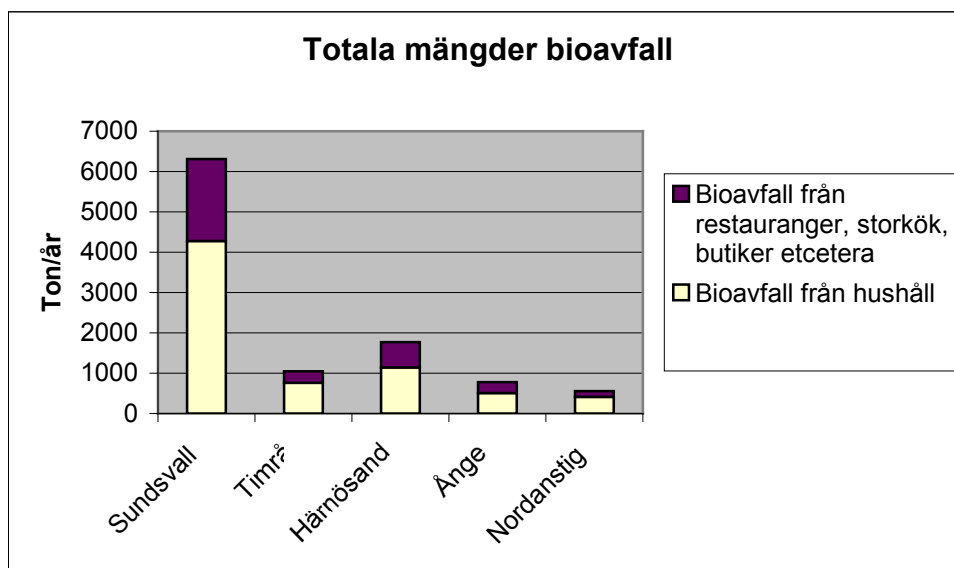
Uppskattade totala bioavfallsmängder från hushåll i Sundsvalls kommun är 4280 ton per år, medan hela Sundsvallsregionen beräknas ge 7100 ton bioavfall per år. Baserat på erfarenheter från kommuner som infört insamlingssystem för bioavfall är möjlig utsorteringsgrad 60 % (Hellström, 2006). För Sundsvalls kommun innebär det 2570 ton utsorterat bioavfall per år och för hela Sundsvallsregionen 4260 ton per år. Uppskattade bioavfallsmängder för respektive kommun kan observeras i tabell 7.1.

Kommun	Total mängd bioavfall (ton/år)	Möjlig utsorterad mängd bioavfall (ton/år)
Sundsvall	4280	2570
Timrå	760	460
Härnösand	1140	690
Ånge	510	310
Nordanstig	410	250
Totalt	7100	4260

Tabell 7.1 - Andel bioavfall från hushåll som kan sorteras ut.

7.3 Olika alternativ för utsortering och behandling av bioavfall

Som framgår av figur 7.2 står bioavfall från hushåll för en betydande mängd. I Sundsvalls kommun består bioavfall från restauranger, storkök, butiker etc. för 32 % av bioavfallet. För att kommunen ska kunna nå upp till delmålet om att 35 % av bioavfallet ska återvinnas genom biologisk behandling är det nödvändigt med insamling och behandling av bioavfall från hushåll.



Figur 7.2 – Totala mängder bioavfall i Sundsvallsregionen för respektive kommun

I följande avsnitt presenteras fyra förslag på insamlings- och behandlingssystem för biologisk behandling av bioavfall från hushåll i Sundsvalls kommun. Samarbete med resten av Sundsvallsregionen undersöks. Studerade system är:

1. Hemkompostering
2. Rötning i Östersund
3. Metoder för att utvinna våt organisk del ur bioavfall
4. Köksavfallskvarnar

7.3.1 Hemkompostering

Varje hushåll som komposterar producerar cirka 125 liter kompostmaterial per år (Naturvårdsverket, 1992). Kompostresten används främst på den egna gården som jordförbättringsmedel, eftersom den ökar jordens vattenhållande förmåga, luckrar upp jorden och ökar luftgenomströmningen. Avsättningsmöjligheterna för kompostrest varierar stort, bland annat beroende på slättbyggd och skogsbyggd. Bönder har ett begränsat intresse av kompostresten, med avseende på dess relativt låga kväveinnehåll jämfört med konstgödsel. De jordförbättrande mullämnena som finns i kompostresten tillför bonden istället via tillgängliga jordförbättringsmedel som stallgödsel och skörderester. För trädgårdsmästaren och hobbyodlaren kan kompostresten däremot ses som en resurs (Naturvårdsverket, 1992).

En av hemkomposteringens tydligaste fördelar är att det inte krävs någon insamling och transport av bioavfallet. Miljöfördelarna blir därför extra tydliga i glesbygd, där avstånden mellan hämtställena kan vara betydande. Ytterligare en fördel är hemkomposteringens pedagogiska synvinkel eftersom de hushåll som komposterar får en överblick över hela kretsloppet. På så sätt ökar även renhetsgraden (Naturvårdsverket, 1992).

För att hemkompostering ska fungera på ett tillfredställande sätt krävs rätt utrustning, kunskap och ett engagemang från hushållen. Förutom att kvalitetssäkra materialet som läggs på komposten är det viktigt att se över vatten och syrehalten för att undvika miljöfarliga utsläpp. Vid för lite syre bildas växthusgasen metan och vid för mycket kväve bildas lustgas och ammoniak (Lanne, 1995). Det tar minst ett år för komposten att mogna. Ett vanligt fel är att använda kompostresten för tidigt vilket leder till att den komposterade plantan får näringsbrist, eftersom komposten och plantan då tävlar om kvävet. Enligt miljöbalken måste kompostering av bioavfall anmälas till det lokala miljökontoret. Eftersom det inte är ekonomiskt möjligt i en kommun att göra mer ingående kontroller av tusentals komposter är det viktigt att allmänheten får den grundinformation som behövs för att kunna använda och sköta en hemkompost. Kommunen bör även finnas till hands för rådgivning för att undvika problem med lukt, spridning av tungmetaller från kompostgödsel med mera (Naturvårdsverket, 1992). Behandlingsmetoden begränsas av att alla hushåll inte är lämpade för hemkompostering. Restauranger och centrala lägenheter kan ha svårt att kompostera med avseende på bland annat lukt och utrymme (Naturvårdsverket, 1992). Kompostering för flerfamiljshus kan leda till kvalitetsproblem om inte alla tar sitt ansvar (Lidow, 2007).

Hemkompostering erbjuds idag till samtliga hushåll i Sundsvallregionen. I Sundsvalls kommun har 4,4 % av hushållen anmält hemkompostering. För att uppnå miljödelmålet om att 35 % av bioavfall ska återvinnas krävs därför att fler hushåll ansluter sig och således behövs en större satsning göras. Information är en viktig del för att öka anslutningen till ett behandlingssystem. Det kan bestå av att informera regelbundet i pressen, hålla föredrag, anordna komposteringskurser etc. Ytterligare en åtgärd kan vara att stödja hemkompostering genom finansiering av kompost, verktyg lägre renhållningstaxa etc. (Naturvårdsverket, 1992). De hushåll som hemkomposterar gynnas av den viktbaserade taxan samt 100 kr rabatt på den fasta årskostnaden (Nilsson, 2006). Avfallstaxan för kompostering håller på att ses över. Istället för rabatt på den fasta årsavgiften föreslås ett investeringsbidrag till inköp av kompost (Lidow, 2006).

7.3.2 Rötning i Östersund

I Östersunds kommun pågår en målmedveten satsning på biogas som fordonsbränsle. Kommunen har köpt in 116 biogasdrivna fordon och två sopbilar, genom ett projekt som är delfinansierat av klimatinvesteringsbidrag. Fordonsgasen är tänkt att komma från Gövikens vatten- och avloppsreningsverk genom uppgradering av biogas. Kommunen har även långtgående planer på att bygga en biogasanläggning för behandling av bioavfall. Utifrån de planer som finns i dagsläget kan anläggningen därmed vara färdig år 2009. För närvarande pågår strängkompostering i Östersund så att det finns redan ett inarbetat system för insamling och behandling av bioavfall (Skarin, 2006). Östersund kör från och med 1:a januari 2007 sitt brännbara avfall till förbränning i Sundsvall och sopbilarna kör sedan tillbaka tomma till Östersund. En möjlighet för

Sundsvalls kommun vore därför att transportera sitt bioavfall till Östersund för biologisk behandling och utvinning av fordonsgas (Lidow, 2006). Enligt avtal kommer 500 lass brännbart avfall att transporteras till Sundsvall per år, vilket motsvarar cirka 14-15000 ton avfall (Skarin, 2006).

Hushållsavfallet transporteras mellan Östersund och Sundsvall med flisbilar. Flisbilarna är relativt täta men det är tveksamt om de är tillräckligt täta för transport av bioavfall. Ett alternativ är att köra bioavfallet med containerbilar med tre containrar per resa och köra brännbart avfall i retur. En flisbil rymmer cirka 36 ton och 130 m³ medan ett containerfordon rymmer cirka 33 ton och 120 m³. Eftersom transporterna Östersund-Sundsvall startade vid årsskiftet 2007 finns ännu ingen statistik på miljökonsekvenser (Richnau, 2007).

Inventering av olika behandlingsalternativ för bioavfall i Östersunds kommun har tagits fram. Det är svårt att säga i dagsläget vilken kapacitet biogasanläggningen har att ta emot bioavfall från Sundsvalls kommun, eftersom biogasanläggningen fortfarande är under utredning (Ekstrandh, 2006). En betydande mängd bioavfall från Sundsvall skulle däremot kunna påverka utformningen av biogasanläggningen (Skarin, 2006). Ett alternativ som innefattar behandling av bioavfall, hästgödsel, industriavfall samt vassle och gräsmjölk undersöks närmare i en utredning som beräknad vara färdig i mitten av januari. Möjligheterna att röta vassle har en betydande roll för nuvarande utredning. Vasslens leveranssäkerhet är däremot relativt osäker (Skarin, 2006).

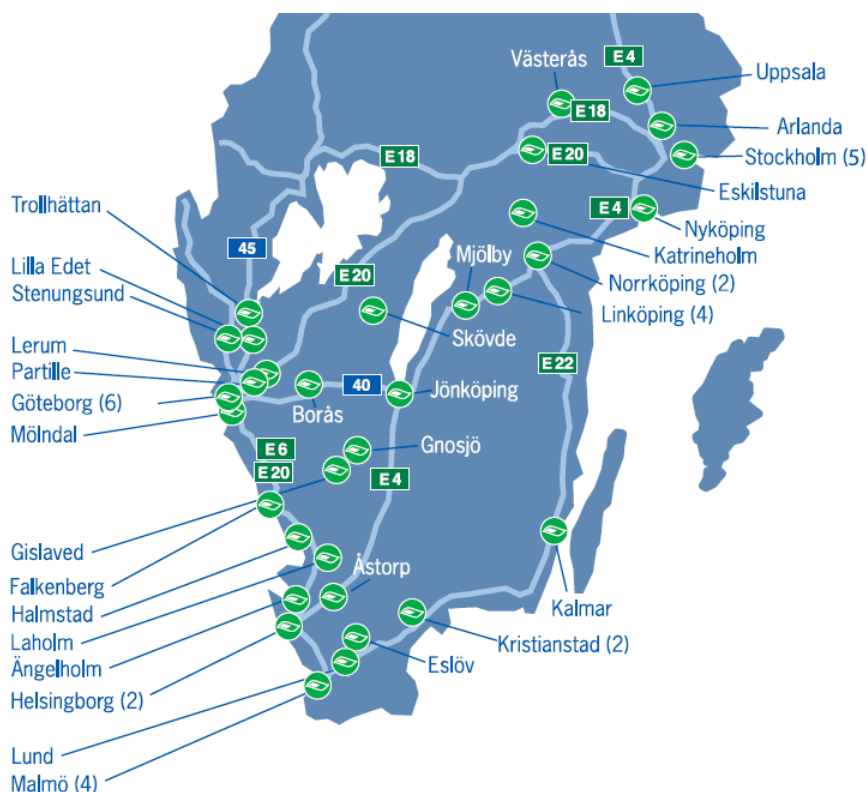
Samtliga presenterade behandlingsalternativ avser organiskt material, vilket möjliggör användning av rötresten till biogödsel. Tekniska Förvaltningen har i samarbete med LRF hittat lösningar för att använda rötresten som biogödsel (Skarin, 2007). Eftersom jordbruksarealen i Östersund är förhållandevis liten kan skogsbruk, kommunala parker eller anläggningsverksamheter bli aktuella för användning av rötrest (Ekstrandh, 2006).

Avsättningen av biogas kommer i första hand uppgraderas och renas till fordonsbränsle (Skarin, 2007). Att avsätta biogas som fordonsbränsle anses vara det miljömässigt och ekonomiskt mest fördelaktigaste alternativet. Trots fordonsgasens höga metanhalt ger den förhållandevis väldigt lite emissioner. Den största miljövinsten görs då biogas ersätter diesel i tunga fordon. Dels är biogas en förnybar energikälla och dels minskar utsläppen väsentligt, se tabell 7.2 (Carlsson, 2005).

	Biogas	Diesel
Kväveoxider	800 kg	2000 kg
Kvävemonoxider	120 kg	1200 kg
Kolväten	65 kg	325 kg
Partiklar	17 kg	42 kg

Tabell 7.2 - Utsläpp från stadsbuss under ett år. (Carlsson, 2005)

Biogas är skattebefriad och kostar cirka 8,20 kr/liter som fordonsbränsle vid jämförelse med bensin (Svensk biogas, 2006). En kubikmeter gas motsvarar cirka en 1 liter bensin (Carlsson, 2005). Infrastruktur för fordonsgas börjar bli relativt välutvecklat i södra Sverige, se nedanstående figur 7.3. Däremot finns det än så länge inget tankställe för fordonsgas norr om Uppsala (Svensk biogas, 2006). De flesta bilar försedda med en reservtank för bensin (Barrling, 2006). Långtgående planer finns för att förtäta nätet med tankställen för biogas.

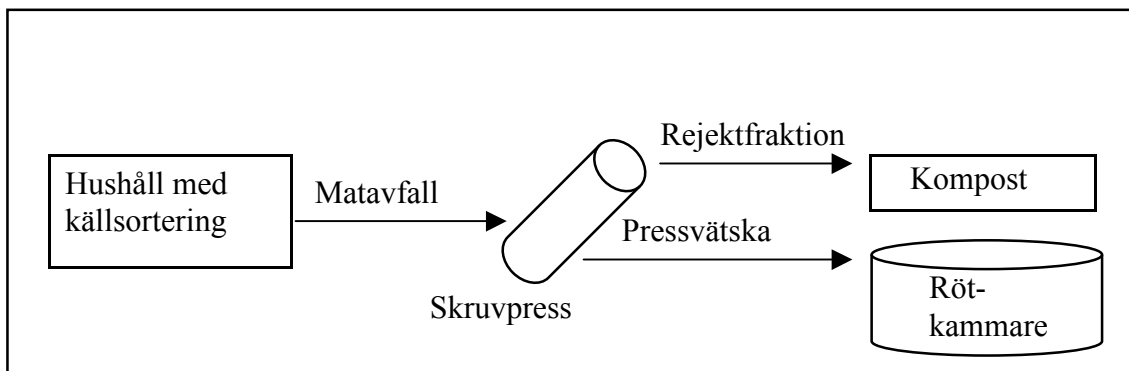


Figur 7.3 – Tankställen med biogas i Sverige (Svensk Biogas, 2006).

För att kunna skicka bioavfallet till Östersund krävs någon typ av insamling och mellanlagring innan transport. Från tidigare erfarenheter är frivillig anslutningsgrad att rekommendera för en hög kvalitet på bioavfallet. Från kommuner som sorterar ut bioavfall är den möjliga utsorterade mängden från hushåll cirka 60 % av det totala bioavfallet. Kärainsamling är den i särklass vanligaste och i princip enda insamlingsmetoden som idag erbjuds för bioavfall från hushåll (Hellström, 2006). Enligt arbetsmiljöverkets rekommendationer bör renhållningspersonal inte flytta på större kärl än 190 liter. För flerbostadshus är det viktigt att ha detta i åtanke (Lidow, 2007). Alternativ till kärllhämtning är antingen molok eller sopsug. Fördelen med dessa system är att de är bättre ur arbetsmiljösynpunkt för renhållningspersonal och att de minskar antalet transporter. Nackdelar är att systemen är bättre lämpade för flerfamiljshus och innebär investeringskostnader (Naturvårdsverket, 2002). Oavsett insamlingssystem kommer det troligtvis att bli aktuellt med någon form av omlastning och mellanlagring av bioavfallet innan det transporteras till Östersund. Naturvårdsverket rekommenderar högst ett dygns mellanlagring vid varm årstid och högst 7 dygn för kall årstid. Om mellanlagringen sker i slutet utrymme kan tiderna förlängas. Oavsett lagringstid bör bioavfallet täckas efter arbetsdagens slut (Naturvårdsverket, 2003).

7.3.3 Metoder för att utvinna våt organisk del ur bioavfall

På Filborna rötningsanläggning i nordvästra Skåne (NSR) förbehandlas utsorterat bioavfall i en skruvpress med 10 mm håll, vilket resulterar i en våt och en torr fraktion, se figur 7.4. Den våta pressvätskan lämpar sig väl för rötning, medan den torra rejektfraktionen sorterar ut och komposteras (Carlsson, 2005). I dagsläget fördelar sig ca 60 % av utsorterad mängd bioavfall i vätskan och rötas medan resterande 40 % komposteras. Om utsorteras restfraktion är tillräckligt torr lämpar den sig även väl för förbränning (Cedervall, 2007).



Figur 7.4- Utsortering av bioavfall med skruvpress (Carlsson, 2005).

Insamling av bioavfallet sker i papperspåsar. Totalt tillfördes ca 7800 ton bioavfall till anläggningen år 2006 och allteftersom intresset ökar planeras en utveckling av biogasanläggningen. Förutom bioavfall från hushåll består rötningsmaterialet av verksamhetsavfall från livsmedelsindustri, även en liten del gödsel tas emot. Skruvpressen som används kommer från skogsindustrin och är egentligen tillverkad för att avvattna pappersmassa. Från början provades att pressa utsorterat bioavfall direkt i skruvpressen. Detta var inte problemfritt och på NSR bestämde de sig ganska snart att tillföra någon form av förbehandling. En mixer köptes in för att sönderdela bioavfallet innan pressning och sedan dess har processen fungerat mycket bra. Cirka 20 % vätska tillförs innan rötning för att sänka TS-halten till 12-15 %. Vätskan kan antingen vara vatten eller bestå av förpackat livsmedelsavfall. Processen har körts för fullt i 1,5 år och totalt i 3 år om även provdrift räknas med. Restprodukter blir biogödsel och biogas. Biogasen renas och uppgraderas till fordonsgas (Cedervall, 2007).

Även i Lund har skruvpress använts för finfördelning och rötning av bioavfall i ett försök med 260 hushåll med gott resultat. Eftersom kvalitén på bioavfallet var god behövdes ingen försortering innan materialet behandlades i skruvpressen. Papperspåsar användes vid insamling eftersom för mycket plast i skruvpressen ställer till problem då skruven måste rensas. Ca 97 viktprocent av bioavfallet kunde rötas medan resterande 3 % utgjordes av en fiberrik komposterbar fraktion. TS-halten för våta fraktionen var i genomsnitt 23 % i och den genomsnittliga TS-halten för den komposterbara fraktionen var 40 %. Den våta fraktionen spädades med vatten till en TS-halt på 7,5 % och rötades mesofilt i två olika biogasanläggningar. Den organiska halten, VS, i ingående material var 82 % med små avvikelser. Trots hög belastning höll sig rötningsprocessen stabil med ett pH-värde mellan 7,5-7,6, en jämn gasproduktion och med hög metanhalt på 67 %. Processens nedbrytningsgrad var 76 % och gasutbytet högt. Slutsatserna blev att det biologiska avfallet i försöket lämpade sig väl för biogasproduktion (Lunds Renhållningsverk, 2005).

I en studie om möjligheterna att pressa och röta osorterat hushållsavfall i Helsingborg har det framkommit att metoden är relativt obeprövad och har främst förekommit i laboratorieskala, även om det finns exempel i Tyskland på anläggningar i full skala. Slutsatserna i studien lyder dock att metoden är ekonomiskt och miljömässigt försvarbar (Carlsson, 2005).

Precis som det behandlingssystem som beskrivs i avsnitt 7.2.2 krävs i detta fall någon typ av insamling. För villahushåll är kärthämtning det enda alternativet medan molok och sopsug är alternativa lösningar för flerfamiljshus (Naturvårdsverket, 2002).

Att nyttja metoden i Sundsvallsregionen begränsas av Fillanverkets behandlingskapacitet. På grund av att Vin och Sprit lägger ned sin verksamhet i Sundsvall frigörs visserligen lite utrymme för rötning av organiskt avfall. Enligt uppskattningar har Fillanverket möjlighet att ta emot cirka 150-200 m³ bioavfall utöver det som tas emot idag. Om större mängder intressant bioavfall påträffas kan det bli aktuellt att utöka kapaciteten (Nyström, 2006).

7.3.4 Köksavfallskvarn i hushåll

Metoden bygger på att det under diskbänken i respektive hushåll sitter en köksavfallskvarn som maler bioavfallet och sedan transporterar det på det befintliga avloppsledningsnätet till ett reningsverk. I Sundsvalls kommun finns idag tre reningsverk som har rötkammare och möjlighet att ta emot bioavfallet. Tivoliverket och Fillanverket har kapacitet motsvarande cirka 13 000 –16000 avfallskvarnar vardera, medan Essviksverket har möjlighet att ta emot bioavfall från cirka 8000 –10 000 avfallskvarnar (Forsberg & Olofsson, 2003).

Alla ledningar är inte anpassade att transportera bioavfall med avseende på bland annat ledningarnas skick, lutning och bräddning. I ett examensarbete undersöks möjligheterna att införa köksavfallskvarnar i Sundsvalls kommun där kommunen delas in i lämpliga, tänkbara och olämpliga områden. Som lämpliga insamlingsområden anges västra och östra Granloholm, östra Nacksta, Sallyhill, Sidjön, Bosvedjan-Bydalen, nedre och övre Bredsand, Kvissleby, Skottsund samt Klockarberget (Forsberg & Olofsson, 2003). I området bor cirka 23 000 personer, vilket innebär att cirka 11 500 hushåll i dagsläget är lämpliga för köksavfallskvarn i Sundsvalls kommun (Sundsvalls kommun, 2006). Eftersom det befintliga avloppsledningsnätet samt överkapacitet hos reningsverken utnyttjas krävs inga större investeringar. De ökade kostnaderna kommer att bestå av behandlingskostnader på reningsverken samt investering i köksavfallskvarnar som kostar mellan 2000 –5000 kronor styck (Forsberg & Olofsson, 2003).

I Tivoliverket och Fillanverket förbränns biogasen. Värmen levereras till fjärrvärme som värmer upp anläggningarna samt leds ut på fjärrvärmenätet. I Essviksverket används biogasen som bränsle i en gaspanna som värmer upp reningsverket. Hos alla tre verken leds överbliven gas till en gasfackla där det bränns. Rötresten används idag som anläggningsjord (Forsberg & Olofsson) men det pågår planer på att utreda möjligheterna för att använda rötresten som gödsel inom skogsnäringen (Nyström, 2006).

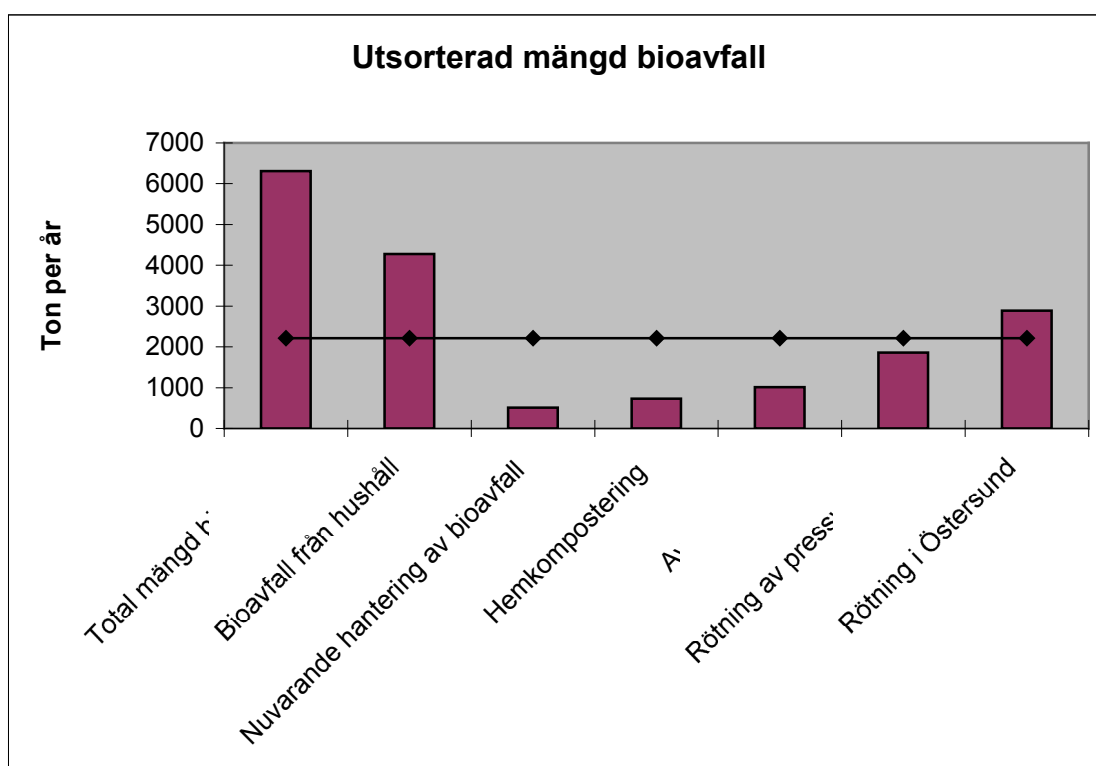
En del av inkommande bioavfall kan komma att bräddas vid Fillanverkets inloppsstation, vilket kan leda till utsläpp av bland annat fosfor och kväve. Avfallskvarnar ger därför en ökad övergödning jämfört med förbränning (Forsberg & Olofsson, 2006). Insamling och behandling kommer däremot att minska utsläpp av växthusgaser, dels genom att rötning ger något lägre utsläpp än förbränning och dels genom att insamlingsmetoden inte kräver någon vägburen transport (Sundqvist et. al., 2001). Enligt analyser ger systemet med avfallskvarnar även något mindre försurning än förbränning och kompostering (Forsberg & Olofsson, 2006).

Avfallskvarn är en bekväm lösning för hushållen att bli av med bioavfall. Både renhållare och hushåll slipper problem med lukt och kladd. Avfallet som sorteras ut i avfallskvarnen innehåller en renhetsgrad på nästan 100 %, vilket beror på att systemet till

stor del är självinstruerande. Däremot sorteras inte allt bioavfall ut och mals i kvarnen t.ex. ben kan vara mindre lämpligt (Malmö stad, 2005).

7.4 Olika systems utsorteringsgrad

Total mängd bioavfall från Sundsvall kommuns hushåll har beräknats till cirka 4280 ton bioavfall per år. Med bioavfall från restauranger, storkök och butiker blir total bioavfallsmängd cirka 6310 ton bioavfall per år. För att nå upp till en behandlingsgrad på 35 % för Sundsvalls kommun krävs alltså att 2210 ton bioavfall sorteras ut till biologisk behandling per år. Den svarta linjen i figur 7.5 förtydligar denna gräns. För samtliga alternativ som redovisas i figur 7.5 har det förutsatts att det sker biologisk behandling av bioavfall från restauranger, storkök och butiker i samma utsträckning som idag genom kompostering hos bönder. Totalt är det 320 ton per år som komposteras.



Figur 7.5 – Utsorteringsgrad för olika insamlings och behandlingsalternativ för hushåll i Sundsvalls kommun. Svart linje avser 35 % av totala bioavfallsmängder i kommunen.

Idag behandlas cirka 510 ton bioavfall biologiskt per år. Förutom kompostering hos bönder förekommer hemkompostering, vilket motsvarar cirka 187 ton.

Om kommunen skulle prioritera en ökning av hushåll som hemkomposterar, antas anslutningsgraden motsvara Gästrike Återvinnarens anslutningsgrad på cirka 20 % av villahushållen. Sundsvalls kommun förväntas då återvinna cirka 406 ton genom biologisk behandling av hushållsavfall.

Cirka 11 500 hushåll antas vara lämpliga för avfallskvarn. Med en anslutningsgrad på 60 % är 690 ton ett möjligt värde för utsorterad mängd bioavfall som samlas in via avloppsledningsnätet och behandlas genom rötning.

För rötning av pressvätska antas 60 % av bioavfallet samlas in. Av det insamlade materialet pressas sedan cirka 60 % ut för att rötas medan resten går till förbränning. Totalt 1860 ton per år uppskattas då behandlas biologiskt genom rötning.

För rötning i Östersund antas en utsorteringsgrad på 60 % och är det enda alternativ som har en utsorteringsgrad på mer än 35 %. 2886 ton per år beräknas transporteras till Östersund för rötning.

Behandlingssystemen som visas i figur 7.5 behöver inte införas separat utan kan även kombineras för att öka utsorteringsgraden. Hemkompostering och köksavfallskvarnar är två alternativ som enligt uträkningar ger relativt låg utsorteringsgrad, 12 % respektive 16 % av totala bioavfallsmängder i Sundsvalls kommun. Systemen lämpar sig väl för vissa hushåll medan de kan vara direkt olämpliga för andra hushåll. För att tillvarata systemens fördelar och samtidigt bibehålla en hög utsorteringsgrad kan de kombineras, antingen med varandra eller med resterande två alternativ. Vid kombinationer av insamlings- och behandlingssystem kompliceras uppskattningar av utsorteringsgrad eftersom det finns risk för "dubbelräkning". En total utsorteringsgrad på 60 % av bioavfallsmängder från hushåll är en rimlig uppskattning oavsett om behandlingssystemen införs separat eller i kombination med andra system.

Bioavfall från restauranger, storkök och butiker innefattar cirka 32 % av totala mängden bioavfall i Sundsvalls kommun. I uppskattningarna av utsorterad mängd bioavfall som presenteras i figur 7.5 har antagits att existerande insamling och behandling av bioavfall från restauranger, storkök, butiker etc. pågår. Genom att öka insamling och biologisk behandling av bioavfall från dessa kategorier skulle även den totala utsorteringsgraden öka. Det saknas erfarenheter för att uppskatta möjlig utsorterad mängd från restauranger, storkök, butiker etc. Samtliga behandlingsmetoder som presenterats kan även användas för bioavfall från restauranger, storkök och butiker, hemkompostering är dock enbart lämplig för ett fåtal av studerade verksamheter. Köksavfallskvarn begränsas av avloppsledningsnätets lämplighet för transport av bioavfall. Avfallskvarn med tank är ett komplement som både kan agera enskilt och tillsammans med andra alternativ för insamling och behandling av bioavfall.

7.5 Ekonomiska konsekvenser för hushållens avfallshantering

Två typer av hushåll har valts ut för att visa på ekonomiska konsekvenser för systemen i kapitel 7.2. Samtliga kostnader är inklusive moms. Utförliga beräkningar finns i bilaga 3. Följande alternativ har valts ut:

Alternativ 1



- Enfamiljshus
- 3 personer

Alternativ 2



- Flerfamiljshus
- 20 lägenheter
- 50 personer

Alternativ 1

Alternativ 1 innefattar ett enfamiljshus med 3 personer. Familjen antas använda ett 190 liters sopkärl för brännbart avfall med hämtning var 14:e dag, vilket är det vanligaste sopabonnemanget i Sundsvalls kommun (Lidow, 2006). Vid införande av avfallskvarn, kompostbehållare eller kärl för insamling av biologiskt avfall kan hämtningsintervallet för den brännbara fraktionen förlängas till var fjärde vecka. För kommuner som infört insamling av bioavfall är hämtningsintervallen varannan vecka för bioavfall och var fjärde vecka för resterande avfall vanligt förekommande (Lidow, 2006).

Alternativ 2

Alternativ 2 har beräknats efter ett flerbildshus med 20 lägenheter och 50 personer (Forsberg & Olofsson, 2003). Enligt hushållstaxan är 2 stycken 660 liters kärl lämpligt för hämtning av hushållsavfall för ett flerbostadshus med 50 personer. Hämtningsintervall är varje vecka. Vid införande av 20 stycken avfallskvarnar, 10 stycken kompostbehållare eller en molok minskar hushållsavfallet för samtliga lägenheter totalt med cirka 70 liter per vecka. En minskning av kärl eller ett ökat hämtningsintervall är därför inte motiverat (Lidow, 2007). Antalet kompostbehållare är baserat på att en behållare på 300-375 liter kan behandla avfall från 5 personer (Forsberg & Olofsson, 2003).

7.5.1 Resultat för enfamiljshus

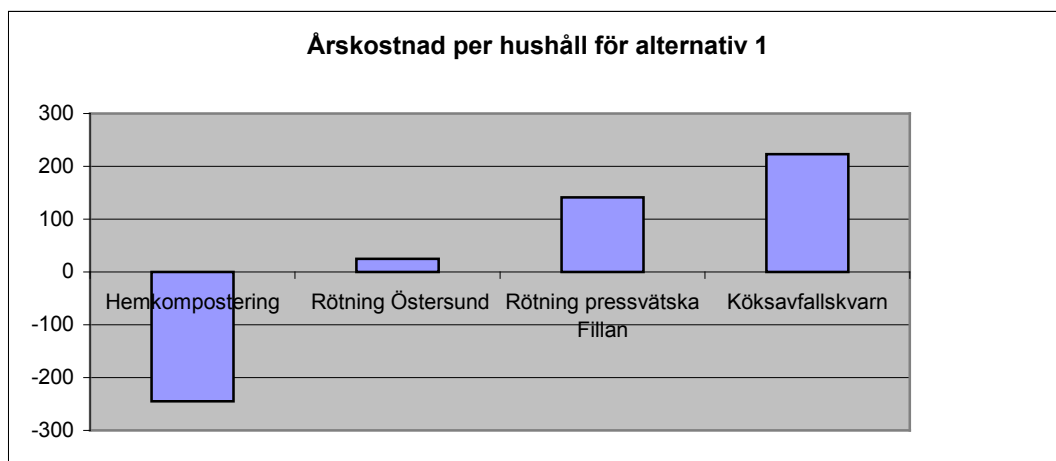
Hemkompostering innebär en minskad kostnad för hushållet. Totalt minskar årskostnaden med 245 kronor. Hemkompostering är det billigaste alternativet genom att det i stort sett saknar insamlings- och behandlingsavgifter. Aktuella utgifter är information samt en engångsavgift för investering i en kompost. I räkneexemplet har inte tagits hänsyn till den rabatt på 100 kr som hushåll för närvarande erhåller vid hemkompostering. Anledning till detta är att avfallstaxan håller på att ses över och rabatten övervägs att ta bort eftersom det är svårt att kontrollera att de hushåll som sökt om en lägre avfallstaxa verkligen komposterar. Istället föreslås ett bidrag vid köp av kompost på cirka 300-500 kronor. Ett lämpligt system är att rabatten erhålles vid uppvisande av kvitto. Förslaget har även fördelen att uppmuntra till kompostering för hushåll som överväger att börja kompostera men tycker att en investeringskostnad på drygt 1000 kronor kan verka avskräckande.

Kostnadsmässigt skiljer sig insamling av bioavfall och rötning i Östersund inte nämnvärt från nuvarande förbränningssystem. Rötning i Östersund blir 25 kronor dyrare för hushållet i alternativ 1. Kostnader för information och insamling har baserats på medelvärde för sju kommuner som infört insamling av biologiskt avfall. Utöver dessa kostnader har kärl för biologiskt avfall, transport till Östersund och behandlingskostnad i Östersund tagits med. Ingen mellanlagring har ingått i beräkningarna.

Rötning av pressvätska blir 141 kronor dyrare per år för hushåll i alternativ 1. 60 % av bioavfallet röts på Fyllanverket, medan den resterande torra fraktionen förbränns på Korstaverket. Utgifterna liknar i stort sett rötning i Östersund. Istället för transport till Östersund förekommer investering i en skruvpress och en mixer, vilket beräknas kosta 3, 5 miljoner baserat på inköpspris för Helsingborg. Troligtvis tillkommer ytterligare en

del investeringskostnader på Fillanverket för att anpassa rötningen till bioavfall från hushåll. Dessa har inte tagits med i beräkningarna.

Köksavfallsquarn är det dyraste alternativet med en kostnad på 223 kronor extra för varje hushåll per år. Kostnaderna innefattar främst en investeringsavgift i en köksavfallsquarn men även en liten del i el- och vattenförbrukning.



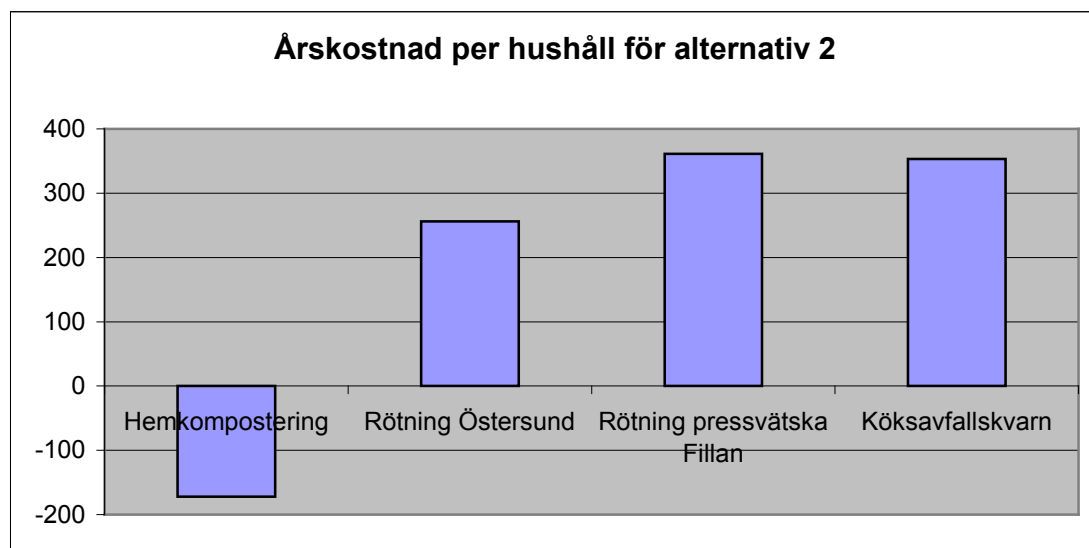
Figur 7.6 – Förändrad årskostnad vid biologisk behandling per hushåll för alternativ 1.

7.5.1 Resultat för flerfamiljshus

Flerfamiljshus betalar relativt låga avfallskostnader trots hög service med fastighetsnära hämtning av källsorterat material. Av denna anledning håller avfallstaxan för flerfamiljshus på att ses över och förmodligen kommer en lägenhetsavgift att införas. Eftersom det ännu är oklart hur den nya taxan kommer att se ut har år 2007 taxa använts i beräkningarna (Lidow, 2007).

Precis som för enfamiljshus är hemkompostering det billigaste alternativet för flerfamiljshus med en besparing på 172 kronor per hushåll. Som tidigare nämnt är hemkompostering dock inte en passande lösning för de flesta flerfamiljshus på grund av utrymme, lukt och delat ansvar.

Rötning i Östersund ger en merkostnad på 256 kronor. På grund av arbetsmiljömässiga skäl bör för stora kärl undvikas för insamling av bioavfall. I exemplet har räknats på införande av en molok vilket ökat merkostnaderna. Rent praktiskt skulle det vara möjligt med införande av ett 190 liters kärl, systemkostnaderna skulle då bli totalt 26 kronor. Detsamma gäller för rötning av pressvätska som med ett 190-literskärl istället för molok skulle få en merkostnad på 131 kronor per hushåll istället för 361 kronor. Köksavfallsquarn har en merkostnad på 353 kronor.



Figur 7.7- Förändrad årskostnad för biologisk behandling per hushåll för alternativ 2.

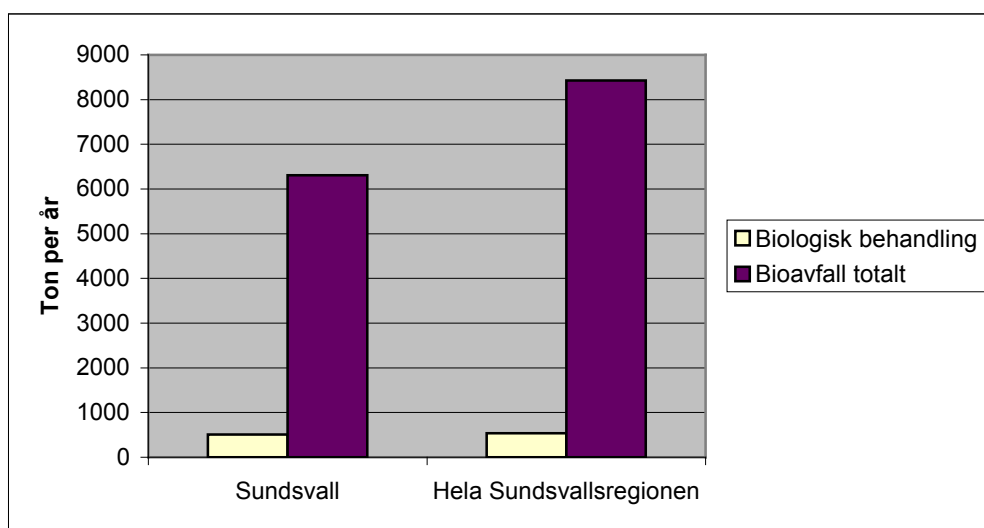
8. Diskussion med rekommendationer om hantering av bioavfall i Sundsvalls kommun

En allt striktare lagstiftning kring avfallshantering uppmuntrar till biologisk behandling. Delmålet om att 35 % av bioavfallet i Sverige ska behandlas biologiskt senast år 2010 sätter press på kommunerna runt om i landet att agera. I Sundsvalls kommun bor cirka en procent av Sveriges befolkning och i hela Sundsvallsregionen bor cirka 1,7 % av befolkningen. I Sundsvallsregionen har bioavfallsmängder uppskattats till 10 500 ton per år, vilket motsvarar drygt 5 % av den mängd bioavfall som saknas för att nå upp till det aktuella miljödeltmålet.

Genom litteraturstudier har konstaterats att det inte finns något behandlingssystem för bioavfall som anses bäst ur alla perspektiv. Rötning och förbränning visar sig vara relativt likartade alternativ ur flera aspekter medan kompostering anses vara ett något sämre alternativ. Vid val av behandlingsmetod för bioavfall får varje enskild kommun prioritera vilka aspekter de anser viktigast, där lokala förutsättningar, miljönytta och avsättning spelar roll.

8.1 Sundsvallsregionens situation idag

Generellt saknas ett centralt insamlingssystem för bioavfall. Cirka 8 % behandlas biologiskt i Sundsvalls kommun, i hela Sundsvallsregionen är motsvarande siffra 6 %. Uppskattade resultat visas i figur 8.1. Hemkompostering är den vanligaste, och i de flesta fall även den enda, biologiska behandlingsmetod som förekommer i regionens kommuner.



Figur 8.1 – Behandling av bioavfall i regionen idag.

Genom att de flesta av de studerade kommunerna är relativt små finns begränsade resurser att själva upprätta ett system för behandling av bioavfall, och samarbete är något som betonas i flera av de aktuella avfallsplanerna. Avfallsprojektet visar på intresse för regionalt samarbete samt att initiativ tagits för att anpassa sig till en striktare lagstiftning. Samarbete finns kring förbränning av avfall i Sundsvall, men inga direkta åtgärder för ökad biologisk behandling har påbörjats. En utredning om att bygga en biogasanläggning i Härnösand lades ned, bland annat på grund av problem med avsättning för rötresten.

Om påbörjade utredningar från MittSverige Vatten visar på att rötresten kan användas till gödsel inom skogsnäringen kommer det finnas en kretsloppsanpassad lösning till problemet. Sedan utredningen utfördes har även intresset för biologisk behandling ökat både på EU- och nationell nivå. I de största kommunernas, Sundsvalls och Härnösands, avfallsplaner kan noteras att biologiska behandlingsmetoder framhävs som kommunala mål. Kommunerna har börjat fundera på åtgärder för att öka biologisk behandling, där central behandling kan bli intressant. Timrå kommun har tydligt tagit ställning till hemkompostering. Ånge kommun nämner inte biologisk behandling särskilt i sin avfallsplan men förespråkar återvinning framför energiåtervinning och har som mål att medverka till ett kretsloppssamhälle och minska transportarbete.

8.2 Hantering av bioavfall från restauranger, storkök, butiker

Bioavfall är kladdigt, tungt och svårhanterligt vilket leder till problem med hygien, lukt och tunga lyft för kökspersonal och renhållningspersonal vid insamling. Bioavfall från restauranger, storkök och butiker innebär en relativt stor mängd per hämtplats, vilket effektiviserar insamling och förbättrar arbetsmiljömässiga problem. Fördelen med bioavfall från storkök, restauranger etc. är även att sortering endast sker av utbildad personal, vilket ger god kvalitet på avfallet och därmed även slutprodukten.

8.2.1 Resultatjämförelse rötning kontra förbränning och kompostering

I tabell 8.1 sammanfattas jämförelsen mellan undersökt insamlings- och behandlingssystem och nuvarande insamlings- och behandlingssystem, förbränning och öppen centralkompostering. Vid plus är rötning mest fördelaktigt, vid 0 är alternativen likvärdiga och vid minus är rötning ett sämre alternativ.

	Förbränning på Korstaverket	Öppen kompostering hos bönder
Biologisk behandlingsmetod	-	+
Materialåtervinning	+	0/-
Energiåtervinning	0/ -	+
Deponering	+	0
Utsläpp av växthusgaser	+	+
Utsläpp av försurande ämnen	+	+
Utsläpp av eutrofierande ämnen	-	+
Renhetsgrad	Ej jämförbart	+
Arbetsmiljö för kökspersonal	+	+
Arbetsmiljö för renhållningspersonal	+	+
Systemkostnad	-	-

--	--	--

Tabell 8.1 – Avfallsskvarn med rötning jämfört med förbränning och kompostering hos bönder.

Rötning på Fillanverket jämfört med nuvarande förbränningssystem

Förbränning är inte en biologisk behandlingsmetod och kommer således inte att bidra till att nå upp till miljödelen målet att 35 % av allt bioavfall ska återvinnas. Vid förbränning sker ingen materialåtervinning och har därför lägre prioritet än rötning i EU:s avfallshierarki, vilket även deponering av förbränningsrest bidrar till. Energiåtervinning sker för både förbränning och rötning, energibalansen är däremot mer positiv för förbränning. Genom en positiv energibalans kan oförnyelsebara bränslen som olja och kolkondens ersättas, vilket är miljöfrämjande.

Miljöeffekterna för förbränning och rötning skiljer sig inte särskilt mycket. Enligt materialflödesanalysen förekommer mindre utsläpp av växthusgaser för rötning vilket även stämmer överens med tidigare studier. Enligt analysen förekommer även något mer utsläpp av försurande ämnen för förbränning än för rötning. För utsläpp av eutrofierade ämnen blev resultatet det omvända, där utsläpp av eutrofierade ämnen från förbränning var näst intill obefintlig. Enligt Sundqvist et al:s grundläggande studie bidrar rötning med mer utsläpp av både försurande och eutrofierade ämnen på grund av utsläpp av ammoniak vid spridning av rötrest. Även Jönssons examensarbete visar på samma resultat. Anledningen att deras resultat skiljer sig från det redovisat resultat angående försurande ämnen är troligtvis att spridning av rötrest inte tagits med i denna modell.

Renhetsgrad på avfall är svårt att jämföra eftersom förbränning inte kräver rena bioavfallsfraktioner. För avfallsskvarn finns dock begränsad risk för metallföremål och dylika ämnen som utan problem kan följa med avfallet till förbränning.

Enligt erfarenheter med avfallsskvarnar från Sofielundsskolan i Malmö, Medirest i Uppsala samt Linköping kan konstateras att arbetsmiljön förbättras för både kökspersonal och renhållningspersonal vid användning av bioavfallsskvarn med tank. En avfallsskvarn med kökslösning ger tydligt bättre fördelar än en soprumslösning.

Förbränning är i dagsläget en billigare lösning än rötning med avfallsskvarn eftersom avfallsskvarnen kräver dyra investeringskostnader. Insamling och behandling är däremot billigare för rötning än för förbränning.

Korstaverket tar idag emot maxkapacitet av avfall till förbränning. Även om upphandlingarna om att få ta emot mer avfall till förbränning i Korstaverket godkänns kommer trycket fortfarande att vara stort på avfallsbehandling genom förbränning. För att underlätta trycket på förbränning och för att möta de hårdare kraven på biologisk behandling bör rötning av bioavfall från restauranger, storkök etc. på Fillanverket ses som ett fullgott alternativ till förbränning.

Rötning på Fillanverket jämfört med nuvarande kompostering hos bönder

Kompostering och rötning är båda biologiska behandlingsmetoder vilket medför materialåtervinning. Den kompostering som sker i Sundsvalls kommun idag har fördelen att kompostresten kan användas som gödsel inom jordbruket, vilket minskar transporter samt användande av konstgödsel och fullbordar kretsloppet. Röt slam från Fillanverket återanvänds som anläggningsjord. Vid kompostering bildas däremot ingen

energi. Den energi som bildas vid rötning ger möjlighet till inkomst vid avsättning och ersätter icke-förnyelsebara energikällor.

Vid öppen kompostering renas inte utsläppen och ur alla miljöaspekter är kompostering det sämsta alternativet i jämförelse med rötning och förbränning. Resultatet i materialflödesanalysen stämmer således överens med resultat från tidigare studier.

Genom att införa ett system med avfallskvarnar kan arbetsmiljön förbättras både för kökspersonal och renhållningspersonal oavsett om behandlingsmetoden avser kompostering eller rötning.

Kompostering är mer ekonomisk fördelaktigt än rötning, systemkostnaderna skiljer sig med 56 000 kronor per år. Systemet är redan i drift men har en begränsning med avseende på mängden bioavfall.

Enligt Miljöbalken får högst 200 ton bioavfall per år behandlas på anläggningar utan tillstånd. Behandling av 200 till 100 000 ton organiskt avfall per år räknas som B-klassad verksamhet. Vid större mängder bioavfall krävs alltså att ett B-tillstånd införskaffas. Enligt ABP-förordningen måste bioavfallet hygieniseras enligt reglerna om animaliska produkter. Av undersökta biologiska behandlingsmetoder har rötning på Fillanverket har fler fördelar än öppen centralkompostering och bör därför prioriteras. Om Sundsvalls kommun väljer att fortsätta centralkompostering rekommenderas sluten kompostering.

8.2.1 Rekommendationer och förslag till fortsatta studier

Rekommenderad arbetsgång för införande av avfallskvarnar är att först välja ut lämpliga användare samt utreda Fillanverkets kapacitet för rötning av bioavfall. Systemet med avfallskvarnar är inte beroende av rötning utan kan även användas med fördel vid centralkompostering för att förbättra arbetsmiljön för kökspersonal och renhållningspersonal samt kvalitén på bioavfallet. Dock rekommenderas rötning före kompostering enligt resultat från examensarbetet.

Avfallskvarnar

Ett system med avfallskvarnar bygger på att det finns avfallslämnare som väljer att investera i och använda sig av dessa. Systemet kan påskyndas genom att köpa in ett antal kvarnar och sedan leasa ut dessa till avfallslämnare. Ett gott råd är att börja verksamheten för kommunala aktörer för att få ett säkert kundunderlag och för att kunna utvärdera systemet i praktiken.

Eftersom avfallskvarnarna är anpassade till beredningsavfall från storkök rekommenderas att i första hand kontakta större tillagningskök i Sundsvalls kommun. I Sundsvalls kommun finns 9 tillagningskök som lagar mer än 500 portioner per dag. En försöksverksamhet med ett fåtal av dessa vore att rekommendera. Vid ett utökat system är Centralköket Sörbergeskolan i Timrå intressant med 4500 lagade portioner om dagen, med endast 1,5 mils avstånd från Fillanverket. I Härnösand finns storköket Navet som tillagar 6000 portioner per dag, avstånd till Fillan 4,6 mil. Storkök från Nordanstig och Ånge bör inte prioriteras i första hand men kan övervägas att tas med i ett senare skede.

Förutom storkök genererar hotell mycket bioavfall. I Sundsvalls kommun finns ett antal större hotell. Med ett fungerande system som vill utökas kan större restauranger bli

aktuella. Pizzerior, gatukök och dylikt ger så lite bioavfall att de inte är intressanta för avfallskvarn.

Fillanverkets kapacitet

För att kunna starta mottagande av bioavfall från restauranger och storkök på Fillanverket krävs en kompletterande utredning för att optimera rötningsprocessen. Enligt tidigare erfarenheter av rötning av bioavfall är det viktigt att utreda verkets totala kapacitet och begränsningar med avseende på bland annat TS-halt, flöden, substratsammansättning och fetthalt.

Optimalt för rötning på Fillanverket är att materialet bör vara pumpbart men ändå så koncentrerat som möjligt, dvs. med en TS-halt på 2 – 6 %. Värmeväxlaren på Fillanverket klarar inte högre TS-halter än 3,5- 4 % (Nyström, 2006). Eftersom bioavfall från avfallskvarnar har en TS-halt mellan 10 –20 % krävs antingen att bioavfallet späds ut med vatten eller med organiskt material som finns i mottagningstanken för organiskt material på Fillanverket. Ytterligare ett alternativ att kringgå problemet är att Fillanverket anpassas till högre TS-halter. På MittSverige Vatten pågår diskussioner om att anpassa Fillanverket till högre TS-halter eftersom de planerar att ta emot externslam (Nyström, 2006). Högre TS-halter medför en effektivare rötningsprocess förutsatt att tekniken är anpassad till detta och det inte sker någon överbelastning.

Ytterligare en aspekt är Fillanverkets totala behandlingskapacitet. Enligt MittSverige Vatten finns det i dagsläget inte särskilt mycket överkapacitet för att ta emot bioavfall. Däremot håller de på att trimma upp TS- halten på internt slam så att det förmodligen kan skapa mer utrymme. Det finns även möjlighet att låta en del av det organiska materialet som rötas i Fillanverket idag istället rötas i Essviksverket. Om bioavfallsmängderna är betydande med produktion av mycket gas kan det vara intressant att utreda utökning av rötningskapaciteten vid Fillanverket (Nyström, 2006).

Hygieniseringskraven bör ses över för att kunna ta emot bioavfall från butiker, samt för att vara förberedd på en strängare lagstiftning.

8.3 Bioavfall från hushåll

Merparten av bioavfallet från kommunerna i Sundsvallsregionen kommer från hushåll. För att bidra till att uppnå miljödelmålet där 35 % av bioavfallet ska återvinnas är det väsentligt med ett insamlings och behandlingssystem även för hushållsavfall.

8.3.1 Jämförelse av studerade system för biologisk behandling av bioavfall från hushåll

Fyra system har undersökts närmare för diskussion och jämförts med förbränning. Resultatet sammanfattas i tabell 8.2.

	Hem-Kompostering	Rötning, Östersund	Rötning av pressvätska, Fillan	Köks-avfallskvarn
Behandlingsmetod	Kompostering	Rötning	Rötning	Rötning
Slutprodukt	Kompost	Ev. biogödsel, Biogas	Anläggningsjord, Fjärrvärme	Anläggningsjord, Fjärrvärme
Insamling	Ingen	Kärl, ev. molok	Kärl, ev. molok	Avloppsledningsnät.
Arbetsmiljö för renhållningspersonal	Lättare och mindre kärl	Separat insamling av bioavfall	Separat insamling av bioavfall	Lättare och mindre kräl
Utsorteringsgrad	Cirka 730 ton/år	Cirka 2890 ton/år	Cirka 1860 ton/år	Cirka 1010 ton/år
Möjlighet för Sundsvall att nå miljödelsmål	Tveksamt	Troligt	Troligt	Tveksamt
Ekonomi för ett enfamiljshushåll	245 kr billigare per år jämfört förbränning.	25 kronor dyrare per år jämfört förbränning.	141 kronor dyrare per år jämfört förbränning.	223 kronor dyrare per år jämfört förbränning.
Ekonomi för ett flerfamiljshushåll	130 kr billigare per år jämfört förbränning.	253 kronor dyrare per år jämfört förbränning.	361 kronor dyrare per år jämfört förbränning.	286 kronor dyrare per år jämfört förbränning.
Miljömässiga nackdelar	Risk för växthusgaser.	Ökad transport.	Ökad transport.	Risk för ökat utsläpp av övergödande ämnen vid bräddning.
Miljömässiga fördelar	Färre transport, Biogödsel.	Fordonsgas, Biogödsel.	Fjärrvärme.	Ingen vägburen transport, Fjärrvärme.
Renhetsgrad	Ingen uppgift	Varierande	Varierande	Nästan 100 %
Användarvänlighet	Kräver engagemang	Medel	Medel	Enkelt
Begränsningar	I huvudsak villabebyggelse.	Stor osäkerhet kring uppförande av biogasanläggningen	Fillanverkets utformning och kapacitet.	Reningsverkens utformning och kapacitet. Ledningars lämplighet. Kan ej motta allt bioavfall.

Tabell 8.2 - Sammanfattning av biologiska behandlingsalternativ för bioavfall.

Behandling och avsättning

Slutsatser från tidigare studier visar på att rötning är ett mer miljömässigt motiverat alternativ, eftersom det i dag finns effektiva reningstekniker för miljöutsläpp vid rötning av bioavfall. Rötning har även fördelen att ge upphov till energi som kan bidra till värdefull avsättning i antingen fjärrvärme eller fordonsgas för studerade alternativ. Fjärrvärme är ett miljövänligt uppvärmningsalternativ till bland annat olja, men har nackdelen att inte vara särskilt eftertraktat under sommarhalvåret och vid övrigt mildt väder. Fordonsgas har nackdelen att det saknas en infrastruktur för norra Sverige, däremot har beslut om utbyggnad av nätet tagits. Möjligheten finns att köra stadsbussar, sopbilar etc. på biogas för att skapa en avsättning för produkten med stora miljövinster till följd. Östersunds kommun har även köpt in ett antal biogasdrivna personbilar till en bilpool.

Anläggningsjord innebär återanvändning av material, men är inte kvalitetssäkrat nog att användas inom jordbruket då det innehåller rötslam. Biogödsel har förutsättning att kunna ersätta handelsgödsel och är därför mer kretsloppsorienterat. Det förutsätter dock att det finns bönder som kan använda sig av biogödslet, vilket kan vara ett problem både för Sundsvallsregionen och Östersunds kommun. Komposten kan med fördel användas som gödselmedel på den egna gården och därmed sluta kretsloppet. Däremot saknas potential för någon större kommersiell vinst för kompost från hemkompostering.

Insamling och arbetsmiljö

Insamling av bioavfall från hushåll sker främst med kärl. Kärlen är egentligen konstruerade för en annan typ av sammanhang och har sedan anpassats till hantering av bioavfall. Det kan uppstå problem med till exempel lukt, fastfrysning och flugor. Arbetsmiljön för renhållningspersonalen är långt ifrån optimal. Noterbart är att insamling av bioavfall blir allt vanligare i fler kommuner, vilket leder till förbättringar och nya tekniska lösningar. Sopbilar för hämtning av bioavfall är ett tydligt exempel på förbättring av teknik. Inledningsvis var det vanligt med läckage från sopbilar som hanterade bioavfall men är inget problem idag. Dessutom finns möjligheten att hämta bioavfall och övrigt hushållsavfall samtidigt med s.k. tvåacksbil. För hämtning av bioavfall från enfamiljshus till rötning i Östersund samt rötning av pressvätska på Fillanverket är insamling med kärl det bästa alternativ som erbjuds. För insamling från flerfamiljshus till dessa behandlingsalternativ kan molok vara ett alternativ. Moloker har fördelen att vara arbetsmiljömässigt bättre än kärl eftersom en kran används vid tömning. Systemet är dyrare att installera men kräver färre hämtningstillfällen. Sopsug är inte ett ekonomiskt försvarbart alternativ i någon av kommunerna i Sundsvallsregionen. Med köksavfallskvarn krävs ingen vägburen transport vilket ger en tydlig fördel. Risken finns dock för skador på avloppsledningsrören som kan vara svåra att åtgärda. Hemkompostering kräver ingen insamling överhuvudtaget och är det alternativ som är bäst ur denna aspekt.

Utsorteringsgrad

Insamling av bioavfall till rötning i Östersund antas ha en utsorteringsgrad på 60 % baserat på tidigare erfarenheter. Utsorteringsgraden är således hög och kommer i stor utsträckning bidra till miljödelmålet. Vid pressning av bioavfall beräknas cirka 1860 ton per år kunna sorteras ut motsvarande till rötning på Fillanverkets. Fillanverkets möjlighet att ta emot en sådan mängd pressat bioavfall är i dagsläget obefintlig och om denna metod ska införlivas bör det ske en utbyggnad av Fillanverkets kapacitet. Systemet med köksavfallskvarn begränsas av avloppsledningsrörens lämplighet. Kapacitet hos reningsverk är även en begränsande faktor. Det är svårt att säga vilken

anslutningsgrad som är möjlig för hemkompostering. I Gävle har 20 % av enfamiljshusen anslutit sig till hemkompostering medan kommunen inte erbjuder metoden för flerfamiljshus. Hemkompostering kommer inte som enskilt system att nå upp till miljökvalitetsmålet att 35 % av bioavfallet ska återvinnas biologiskt.

Ekonomi

Insamling från enfamiljshus visade sig bli billigare. Till en viss del berodde det på att vid insamling av bioavfall från enfamiljshushåll blev möjligt att förlänga insamling av restavfall till var fjärde vecka. Även valet av att införa molok istället för kärl ökade kostnaderna för flerfamiljshus för rötning i Östersund och rötning av pressvätska. Om kärl för bioavfall införs istället för molok blir kostnadsskillnaderna för enfamiljshus och flerfamiljshus inte särskilt stora. Tidigare studier har visat att insamling från flerfamiljshus är billigare än insamling från flerfamiljshus.

Hemkompostering är det billigaste alternativet och det enda alternativ som visar sig vara billigare än förbränning för hushållen. Rötning i Östersund är något mer ekonomiskt alternativ än rötning på Fillanverket. Då inte tagits hänsyn till varken mellanlagring eller utökning av Fillanverkets kapacitet. Köksavfallskvarnar innebär det dyraste alternativet.

8.3.2 Rekommendationer och förslag på fortsatta studier

Vilket system är bäst för Sundsvalls kommun?

Ur diskussionen i kapitel 8.3.1 framgår att inget av studerade alternativ för biologisk behandling är bäst ur alla aspekter. Med avseende på de kriterier Sundsvalls kommuns avfallsplan fastställer för val av behandlingsteknik bör ekonomi och avsättning vara av hög prioritet.

Hemkompostering innebär det mest ekonomiska alternativet. Avsättningen består av kompostrest som har ett begränsat kommersiellt syfte och används främst på den egna gården, även om trädgårdsmästare och hobbyodlare kan vara intresserade av produkten. Metoden har fördelen att systemet inte innebär några transporter, vilket är speciellt fördelaktigt i glesbygd. Hemkompostering har låg utsorteringsgrad eftersom metoden lämpar sig bäst för villahushåll, samt kräver engagemang från användaren. Hemkompostering bör ses som ett komplement till övriga behandlingsmetoder och bör uppmuntras genom ett bidrag vid köp av kompost. Ett alternativ kan vara att erbjuda någon form av kurs för hushåll som hemkomposterar för att kvalitetssäkra komposteringen.

Det näst billigaste alternativet innebär rötning i Östersund. Restprodukter är fordonsgas och biogödsel som har stora miljöfördelar. Vid införande av systemet kan en hög anslutningsgrad antas vilket bidrar till en nationell ökning av materialåtervinning genom biologisk behandling. Eftersom behandling av avfall ofta har stordriftsfördelar kan det vara intressant med ett ökat samarbete med Östersund på regional nivå. Detta förutsätter naturligtvis att beslut om byggande av biogasanläggning i Östersund blir av.

Rötning av pressvätska på Fillanverket samt köksavfallskvarn tillhör de ekonomiskt minst fördelaktiga alternativen. Avsättning i form av fjärrvärme är en värdefull förnybar energikälla, problemet är bara att produkten nästan helt saknar användningsområde under sommarhalvåret samt vid mildväder. Rötning efter behandling med skruvpress

har fungerat väldigt bra i de få fall som det har använts. Systemet begränsas för närvarande av Fillanverkets kapacitet. Köksavfallskvarn är en praktiskt enkel lösning för hushåll men begränsas av att den enbart är lämpad för ett fåtal hushåll genom avloppledningsrörens lutning. Om hög utsorteringsgrad av bioavfall är något som prioriteras av Sundsvalls kommun kan köksavfallskvarnar ses som ett komplement till övriga behandlingsmetoder.

Övriga kommuner i Sundsvallsregionen

Avsikten med uppsatsen var att hitta ett biologiskt behandlingsalternativ för Sundsvalls kommun och om möjligt se efter om samarbete kunde utnyttjas med omkringliggande kommuner i Sundsvallsregionen. Av studerade system kan rötning i Östersund, rötning av pressvätska på Fillanverket samt köksavfallskvarnar ge stordriftsfördelar. För köksavfallskvarnar krävs att avloppsledningsnätet är anslutet till antingen Fillanverket, Tivoliverket eller Essviksverket så att rötning av bioavfall kan ske. Genom att Fillanverket tar emot avloppsvatten från Timrå kommun kan köksavfallskvarn bli intressant för dessa hushåll. Rötning i Östersund samt rötning av pressvätska på Fillanverket kräver någon form av insamling. För glesbyggdskommuner är insamling av bioavfall resurskrävande så för kommunerna Ånge och Nordanstig rekommenderas i första hand hemkompostering. Eftersom samtliga kommuner kör hushållssopor till förbränning i Sundsvall är det möjligt att existerande logistik kan utnyttjas för att även köra utsorterat bioavfall till Sundsvall. För rötning i Östersund krävs då någon form av omlastning. För rötning av pressvätska är Fillanverkets kapacitet direkt avgörande för samarbete med övriga kommuner.

Rekommenderad arbetsgång vid införande av system

Enligt Naturvårdsverket är en rimlig tidsplanering för införande av insamling och behandling av bioavfall cirka ett års planeringsarbete samt en tidsperiod på 1-3 år för införande av systemet, beroende på kommunens storlek och tillgängliga resurser. För Sundsvalls kommun är nästa steg att besluta sig om ett insamlings- och behandlingssystem, rimligen följt av cirka ett års planeringsarbete och ytterligare utredningar.

Det kan vara intressant att undersöka Sundsvallsbornas intresse. Enligt Sundsvalls kommuns medborgarundersökning kan endast 8 % tänka sig att sortera ut kompostmaterial för hämtning till en kostnad av 100 kronor per månad. Värt att notera är att för de kommuner som valt att införa ett insamlings och behandlingssystem för bioavfall har merkostnaden legat mellan 0 och 692 kronor per hushåll. Många kommuner har även valt en billigare avfallstaxa för hushåll som sorterar ut bioavfall. Det hade därför varit intressant att få reda på till vilket pris/reducerat pris hushållen är intresserade att sortera ut bioavfall. Risken med en alltför fördelaktig avfallstaxa vid utsortering av bioavfall är att kvalitén på det insamlade materialet då kan bli lidande. Enligt tidigare erfarenheter påpekas att det inte bör vara obligatoriskt att sortera ut bioavfall för att minimera risken för felsorterare. Noterbart är att 41 % i medborgarundersökningen svarade vet ej, vilket betyder att det finns en stor osäkerhet kring frågan om utsortering av bioavfall i Sundsvalls kommun. Mer information kan därför vara avgörande för allmänhetens inställning till utsortering och behandling av bioavfall. Kommuner som infört ett insamlingssystem för biologisk behandling är överens om att information är en grundläggande förutsättning för ett fungerande system.

Med god planering behövs ingen försöksskala för införande av insamlings- och behandlingssystem. Att utöka insamlingssystemet med ett bostadsområde i taget kan däremot vara fördelaktigt för att finna nära tillhands med resurser så att kvalitén på utsorterat bioavfall ökas.

8.4 Slutsatser

Avfallskvarn med förvaring innebär en förbättring i arbetsmiljö för både köks- och renhållningspersonal. Bioavfall från avfallskvarn har visat sig vara av god kvalitet och väl lämpat för rötning. Nackdelar med avfallskvarn är att de kräver dyra installationskostnader och är relativt energikrävande.

Precis som tidigare studier har det visat sig att öppen centralkompostering av bioavfall är den sämsta metoden ur flera aspekter. Därför rekommenderas att inte utveckla denna verksamhet. Däremot är metoden billigare än rötning och det finns avsättning för restprodukten som sluter bioavfallets kretslopp genom materialåtervinning. Rötning och förbränning har olika fördelar och nackdelar och är relativt likartade alternativ. Rötning innebär biologisk behandling som prioriteras av miljömål på EU- och nationell nivå. Rötning på Fillanverket av bioavfall från restauranger, storkök etc. bör ses som ett intressant alternativ till förbränning.

Merparten av bioavfallet i Sundsvalls kommun kommer från hushåll så för att bidra till att uppnå miljödelmålet där 35 % av bioavfallet ska återvinnas är det väsentligt med ett insamlings och behandlingssystem även för hushållsavfall. Avsättning och ekonomi anses vara viktiga aspekter för val av behandlingsmetod. Fyra behandlingsmetoder har undersökts närmare ur olika aspekter. För hushåll är hemkompostering ett billigt alternativ som kan ses som ett komplement till övriga behandlingsmetoder. Rötning av bioavfall från hushåll i Östersund har visat sig vara ett intressant alternativ för att främja biologisk behandling. Rötning av pressvätska på Fillanverket samt köksavfallskvarn tillhör de ekonomiskt minst fördelaktiga alternativen och begränsas för närvarande av Fillanverkets kapacitet. Köksavfallskvarn bör endast användas till hushåll med lämplig lutning på avloppsledningsrören, men kan ses som ett komplement till övriga behandlingsmetoder.

Oavsett val av behandlingsmetod har information visat sig vara en viktig del vid införande av insamling och biologisk behandling av bioavfall.

9. Referenser

9.1 Tryckta källor

Alm, G., Eriksson, G., Ljunggren H., Olsson, I., Palmstierna, I., Tiberg, N., Veltman, H. (1995) *Kompostboken*, Tredje upplagan, Gummenssons Tryckeri AB, Falköping.

Berner, B. (1999) *Perpetuum Mobile? Teknikens utmaningar och historiens gång*. Arkiv förlag, Lund.

Carlsson, M. (2005) *Rötning av pressvätska från hushållsavfall. Utredning av förutsättningarna för att komplettera avfallshanteringen vid NSR med utvinning av biogas från restavfall.*, Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik: Lunds Tekniska Högskola, Examensarbete

Forsberg, M., Olofsson, A. (2001) *Köksavfallskvarnar. Ett behandlingsalternativ för blött organiskt avfall?* Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik: Luleå Tekniska Universitet, Examensarbete.

Härnösands kommun (2002) *Avfallsplan för Härnösands kommun 2003-2005*.

Jönsson, J. (2005) *Förbränning eller biologisk behandling?- En miljösystemanalys av olika behandlingsmetoder för det lättnedbrytbara organiska avfallet i Gästrikeregionen*. Institutionen för Teknik och byggd miljö. Linköpings universitet. Examensarbete.

Kommunförbundet Västernorrland (1999) *Alternativ avfallshantering och samverkan i Västernorrland*. Slutrapport.

Lanne, L. (1995). *Lottas nya kompostråd*, Bra Miljö AB, Söderköping.

Lunds Renhållningsverk. (2005) *Rapport; Försök med insamling av biologiskt avfall från villa hushåll i Lunds kommun*.

Naturvårdsverket (1992) *Rapport 4119, Lokal kompostering. Några svenska och utländska erfarenheter*. ISSN 0282-7298.

Nordanstigs kommun (1998) *Föreskrifter om avfallshantering för Nordanstigs kommun*.

Norin, Erik (2001) *Biologisk behandling idag och i framtiden. OH-dokumentation SWECO VBB VIAK*. Dokumentation från RVFs höstmöte 2001. "Hur långt kan vi nå med biologisk behandling?", 14-15 november, Filmhuset, Stockholm

Miljörätt AB (2003) *Minnesanteckningar avfallsprojektet 2002-2004. Gruppen för organiskt avfall. Möte den 11 december 2003*.

Sundqvist, J-O., Finnveden, G., Sundberg, J., Granath, J., Olofsson, M., Ljunggren Söderman, M. (2001) *Syntes av systemanalyser av avfallshantering- miljöaspekter*. Stockholm.

Sundsvalls Kommun (2001) *Avfallsplan med lokala föreskrifter om avfallshantering för Sundsvalls kommun 2001-2004.*

Sundsvalls Kommun (2005) *Sundsvalls Livsmiljöbokslut 2005.*

Sundsvalls Kommun (2006:a) *Samrådsförslag avfallsplan 2006.*

RVF Utveckling- Avfall Sverige(1999:a) Rapport 00:2, *Kartläggning av insamlingssystem för lättnedbrytbart biologiskt avfall från restauranger, storkök och butiker.* ISSN 1404-4471.

RVF Utveckling- Avfall Sverige (1999:b) Rapport 00:3, *Kartläggning av insamlingssystem för lättnedbrytbart biologiskt avfall från hushåll.* ISSN 1404-4471.

RVF Utveckling- Avfall Sverige (2004) Rapport 2004:04, *System för kvalitetssäkring av uppgraderad biogas.* ISSN 1103-4092.

RVF Utveckling – Avfall Sverige (2005:a) Rapport 2005:06, *Utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat avfall. En rapport från BUS-projektet.*

RVF Utveckling- Avfall Sverige (2005:b) Rapport 2005:14, *Biologisk avfallsbehandling i Norge och Sverige: Vad fungerar bra och vad kan fungera bättre? En syntesstudie av de nio delprojekten inom BUS.* ISSN 1103-4092.

RVF Utveckling- Avfall Sverige (2006) Rapport 2006:07, *Bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Nyckeltal med användarhandledning.* ISSN 1103-4092.

Ånge Kommun (2004) *Avfallsplan för Ånge kommun.*

9.2 Källor på Internet

Avfallskvarn AB. (2006) Besöksdatum: 2006-09-22
URL: <http://www.avfallskvarn.se/Historik.htm>

Dagspress. (2006) Besöksdatum: 2006-10-05
URL: <http://www.dagspress.se/>

Disperator. (2006) Besöksdatum: 2006-10-05
URL: <http://www.disperator.se/index.aspx?languageID=1>

Edström, M, Malmén L., Torén A., Ringmar A., Palm, O.(2001) *JTI-rapport: Hantering av bioavfall i storkök – ett pilotförsök*
Besöksdatum: 2006-09-21
URL: <http://www.jti.se/publikat/rapporter/k&a/r-25med.pdf>

Ekmaco Reagro. (2006) Besöksdatum: 2006-09-11
URL: <http://www.reagro.se/>

Envac. (2006) Besöksdatum: 2006-09-11

URL: <http://www.envac.se/frameset.asp>

HEMAB. (2006:a) *Fastighetsrenhållning. Ny taxa 2006-07-01.*

Besöksdatum: 2006-10-02

URL:

<http://www.hemab.se/affarsomraden/renhallning/priser/fastighetsrenhallning.4.1000bcffb818701a17fff1768.html>

HEMAB. (2006:b) *Pressmeddelande 2006-09-26. Sopor till Sundsvall minskar utsläppen.*

Besöksdatum: 2006-10-02

URL:

<http://www.hemab.se/download/18.14828e710da9def2b28000206/F%C3%B6rbr%C3%A4nning+i+Sundsvall+2006-09-29.pdf>

Konsumentverket. (2005) *Remissyttrande 2002-05-27. Remissvar angående utredningen om "Ett ekologiskt hållbart omhändertagande av avfall" (Naturvårdsverkets rapport 5177)*

Besöksdatum: 2006-10-04

URL:

<http://www.konsumentverket.se/mallar/sv/remiss.asp?lngArticleId=2191&lngCategoryId=569>

Jämtlands län. (2006) *Regional System Analys av biorester och brännbart avfall. Ett kommunalt samverkansprojekt inom Jämtlands län.*

Besöksdatum: 2006-10-18

URL:

<http://www.ostersund.se/download/18.b32ed4f8b2849c2a7fff1566/Kortversion+av+systemanalys.doc>

Landstinget Västernorrland. (2006) *Miljöredovisning 2005. Härnösand 14 juni 2006.*

Besöksdatum: 2006-10-02

URL:

<http://www.lvn.se/upload/om%20ditt%20landsting/miljö/miljöredovisning%202005.pdf>

Länsstyrelsen Västernorrland. (2006) *Fakta om Västernorrlands län 2006.*

Besöksdatum: 2006-09-28

URL:

<http://www.y.lst.se/download/18.1424b7b10c384fad2f80001109/Fakta+om+Västernorrland+2006.pdf#search=%22%C3%A5nge%20kommun%20inv%C3%A5nare%20areal%22>

Malmö stad. (2005) Slutrapport. Bo01.

Besöksdatum: 2006-12-01

URL: <http://www.malmo.se/download/18.6208c8a10ea46337548000865/LIP-slutrapport.pdf>

MittSverigeVatten. (2006) Besöksdatum: 2006-09-25

URL: http://www.mittsverigevatten.se/templates/SV_Page____2255.asp

Naturvårdsverket (2002) *Källsortering och insamling av biologiskt nedbrytbart avfall. Underlagsrapport till uppdrag om ett ekologiskt hållbart omhändertagande av avfall.*

Besöksdatum: 2006-12-01

URL: <http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln/pdf/620-5195-4.pdf>

Naturvårdsverket. (2003) *Metoder för lagring, rötning och kompostering av avfall.*

Handbok med allmänna råd till 2 kap. 3 § miljöbalken.

Besöksdatum: 2006-09-18

URL: <http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln/pdf/620-0130-2.pdf>

Naturvårdsverket. (2005) *Strategi för hållbar avfallshantering: Sveriges avfallsplan.*

Besöksdatum: 2006-09-12

URL: <http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln/pdf/620-1248-7.pdf>

Naturvårdsverket. (2006) *Emissionsfaktorer.*

Besöksdatum: 2006-12-21

URL:

<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/lagar/konvent/luftklimat/luftdok/klimat.htm>

Reko Sundsvall AB. (2006) *Avfallstaxa 2006 Sundsvalls kommun.*

Besöksdatum: 2006-09-15

URL:

http://www.rekosundsvall.se/Bilder_och_dokument/Dokument/Avfallstaxa%202006.doc

RoDAB AB. (2006) Besöksdatum: 2006-10-05

URL: <http://www.rodab.se/>

Statistiska centralbyrån. (2006) *Kommunfakta 2006, Nordanstig.*

Besöksdatum: 2006-10-05

http://www.nordanstig.se/download/kommunfakta_2006.pdf

Sellberg, E., Bissmont, M., Hallmer, M., Persson, E. (2005) *Insamling av bioavfall på Sofielundskolan. Insamling och behandling av biologiskt avfall från restauranger.*

Besöksdatum: 2006-09-21

URL:

<http://www.malmo.se/download/18.6cf7991610a68cc43bd80008706/Projektrapport+Sofielundsskolan.pdf>

Stockholms stad. Renhållningsförvaltningen. (2006)

Besöksdatum: 2006-09-26

URL: [http://www.stockholm.se/files/65500-](http://www.stockholm.se/files/65500-65599/file_65513.pdf#search=%22r%C3%B6tning%20bioavfall%20%22)

[65599/file_65513.pdf#search=%22r%C3%B6tning%20bioavfall%20%22](http://www.stockholm.se/files/65500-65599/file_65513.pdf#search=%22r%C3%B6tning%20bioavfall%20%22)

Sundsvalls Energi AB. (2006:a) *Pressmeddelande 2006-06-27*

Besöksdatum: 2006-09-28

URL:

http://www.sundsvallenergi.com/Bilder_och_dokument/Dokument/060627%20Avfallsbr%C3%A4nsleavtal.pdf

Sundsvalls Energi AB. (2006:b) *Pressmeddelande 2006-09-01*

Besöksdatum: 2006-09-28

URL:

http://www.sundsvallenergi.com/Bilder_och_dokument/Dokument/060901%20Kraftv%C3%A4rmeverket%20levererar%20v%C3%A4rme.pdf

Sundsvalls kommun. (2006:b) *Anmälan om kompostering av avfall.*

Besöksdatum: 2006-09-28

URL:

<http://www.sundsvall.se/download/18.598fee2d10c48f49d8180002372/Anm%C3%A4lan+kompost+060112.pdf>

Sundsvalls kommun. (2006:c) *Näringsrika Sundsvall.*

Besöksdatum: 2006-10-05

URL:

<file:///C:/Documents%20and%20Settings/secbn/Lokala%20inst%E4llningar/Temporary%20Internet%20Files/Content.IE5/AN2R6HYF/N%25C3%25A4ringsrika+Sundsvall+2006%5B1%5D.ppt#311,2,Karta>

Sundsvalls kommun. (2006:d) *Sundsvallsregionen.*

Besöksdatum: 2006-10-05

URL:

<http://www.sundsvall.se/omsundsvallskommun/utvecklingochstorreprojekt/sundsvallsregionen.4.461a4d4d109f4468cd980006570.html> 2006-10-05

Sundsvalls kommun. (2007) *Statistik.*

Besöksdatum: 2007-01-08

URL:

<http://www.sundsvall.se/omsundsvallskommun/statistik.4.5c31f1e71084d60515e8000966.html>

Svenska biogasföreningen. (2006) Besöksdatum: 2006-09-26

URL: <http://www.sbgf.org/default.asp?sida=42&sub=25>

januari Gastekniskt Center AB. (2004) Besöksdatum: 2006-09-28

URL:

<http://www.sgc.se/Energigas/index2.asp?Area=Energigas&ID=435&Submenu2=Biogas>

Sveriges Miljömål. (2003) *Kommunerna och miljömålen. Samspel på lokal nivå- en idéskrift.*

Besöksdatum: 2006-09-29

URL: http://miljomal.nu/las_mer/rapporter/kommuner/komm_miljomal03.pdf

Sveriges Miljömål. (2006) *När vi Västernorrlands läns miljömål?*

Besöksdatum: 2006-10-05

URL: <http://miljomal.nu/Pub/RegUpp.php?MmID=15&LocType=Lan&LocID=22>

Sveriges Riksdag. (2006) *Betänkande 2005/06:SkU33, Beskattning av visst hushållsavgift som förbränns, m.m. (prop. 2005/06:125 delvis).*

Besöksdatum: 2006-10-17

URL: http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3322&dok_id=GT01SkU33

Timrå Kommun. (2006) *Avfallsplan 2006*.

Besöksdatum: 2006-09-19

URL: <http://www.timra.se/upload/2078/Avfallsplan%202006.doc>

TIRAB. (2006) *Hushållstaxa*.

Besöksdatum: 2006-09-19

URL: <http://www.tirab.se>

9.3 Muntliga källor

Allérestaurangen (2006) Telefonnummer: 060- 172291

Telefonintervju: 2006-12-07

Axbrink, Mats. (2006) Hälsoskyddsinspektör, Norrhälsinge miljökontor.

Telefonintervju: 2006-09-26.

Barrling, Peder. (2006) Projektledare för ”Matgas”, Tekniska Verken, Linköping.

Intervju, studiebesök: 2006-10-12

Berggren, Kalle. (2006) Avfallsansvarig och driftspersonal, Farligt avfall, Reko

Mejlkontakt: 2006-12-18

Bergsjö Centralskola, skolkök (2006) Telefonnummer: 0652-36254

Telefonintervju: 2007-01-08

Bäck, Mats. (2006) Miljöchef. Sundsvall Energi.

Personlig kontakt under hösten, 2006

Cedervall, Jessica. (2007) Chef biologisk behandling. NSR.

Telefinintervju: 2007-01-22

Ekendahl, Dick. (2006). Säljare våtfallssystem på Envac.

Telefonintervju: 2006-09-19.

Friman, Monica. (2006) Inspektör Miljöskydd, Miljökontoret, Härnösand kommun.

Telefonintervju: 2006-09-26

Hellström, Hanna. (2006) Biologisk behandling, Avfall Sverige.

Telefonintervju: 2006-12-04

Hemingberg, Mikael (2006) Säljare RoDAB.

Intervju: 2006-10-17

Hermansson, Mikael. (2006) Ansvarig för slamtömning i Sundsvallsområdet.

Studiebesök slamtömning i Kovland: 2006-09-13

Kyrkmöns skola, skolkök (2006) Telefonnummer: 060 –30458

Telefonintervju: 2006-12-07

Liden skola (2006) Telefonnummer: 0692- 10320

Telefonintervju: 2006-12-07

Lindberg, Gunnar (2006) Miljörätt AB, Projektledare för Avfallsprojekten i Västernorrlands län 1998-2004.

Mejlkontakt: 2006-09-29 Intervju: 2006-10-10

Matglädjens pensionärsrestaurang (2006) Telefonnummer: 060- 191000

Telefonintervju: 2006-12-07

Matknuten, Stöde (2006) Telefonnummer: 0691- 10034

Telefonintervju: 2006-12-07

Mattson, Elisabeth. (2006) Tekniska förvaltningen, Ånge Kommun.

Telefonintervju: 2006-09-26

Nedansjö skola (2006) Telefonnummer: 060- 23241

Telefonintervju: 2006-12-07

Nilsson, Karolina. (2006) Hälsoskyddsinspektör, Miljökontoret, Sundsvalls kommun.

Mejlkontakt: 2006-09-28

Nyström, Folke. (2006) Utvecklingschef Avlopp, MittSverige Vatten.

Personlig kontakt

Persson, Mikael.(2006) Projektledare Kompostprojekt, Gästrike Återvinnare.

Telefonintervju: 2006-10-16

Richnau, Mats. (2007) Affärsområdeschef, Sundfrakt AB.

Mejlkontakt: 2007-01-09

SanSac (2007) Återförsäljare av Molok. Telefonnummer: 013-13 04 20

Telefonintervju: 2007-01-17

Selberg, Lena. (2006) Bygg- och miljökontoret Ånge kommun.

Telefonintervju: 2006-09-26.

Servicehuset Alnö, Restaurang Anemonen (2006) Telefonnummer: 060- 663465

Telefonintervju: 2006-12-07

Skarin, Ola. (2006) Renhållningschef, Tekniska förvaltningen, Östersund.

Studiebesök: 2006-10-19

Skjöld, Lars-Åke. (2006) Förbundsdirektör Gästrike Återvinnare.

Telefonintervju: 2006-10-16

Sjöholm, Helena. (2007) Sundsvalls kommun.

Telefonintervju: 2007-01-10

Sundsvalls Expressbyrå (2007) Telefonnummer: 060-100100
Telefonintervju: 2007-01-19

Svensson, Börje. (2006:a) Bonde ansluten till Ekmaco ReAgro.
Studiebesök på kompostanläggning: 2006-09-14

Svensson, Hans.(2006:b) Bonde.
Studiebesök hämtning och tömning av bioavfall: 2006-09-27.

Svensson, Patrik. (2006:c) Bonde.
Studiebesök hämtning och tömning av bioavfall: 2006-09-27.

Söderberg, Andreas (2006) Sköter tömning av avfallskvarnar i Linköping, ÖHS AB.
Telefonintervju: 2006-11-06

Tallen, Bredsand skola (2006) Telefonnummer: 060- 569317
Telefonintervju: 2006-12-07

TIRAB, Timrå Renhållnings AB (2007) Telefonnummer: 060 - 57 39 15
Telefonintervju: 2007-01-08

Va Gott (2006) Telefonnummer: 060- 192891
Telefonintervju: 2006-12-07

Västermalms skola, skolkök (2006) Telefonnummer: 060- 198486
Telefonintervju: 2006-12-07

Åkersvik skola, skolkök (2006) Telefonnummer: 060- 192476
Telefonintervju: 2006-12-07

Örjestål, Marie (2007) HEMAB, Härnösand
Mejlkontakt: 2007-01-31

Östberg, Lena (2006) Assistent och Säkerhetsrådgivare, Reko
Personlig kontakt under hösten: 2006

9.4 Övriga dokument

Företeckning över livsmedelsverksamheter i Sundsvalls kommun år 2006,
tillhandahållet av Yvonne Sellstedt.

Företeckning över livsmedelsverksamheter i Timrå kommun år 2006, tillhandahållet av
Margareta Eriksson.

Företeckning över livsmedelsverksamheter i Härnösand kommun år 2006,
tillhandahållet av Frida Uebel.

Företeckning över livsmedelsverksamheter i Ånge kommun år 2006, tillhandahållet av
Lena Selberg.

Företeckning över livsmedelsverksamheter i Nordanstigs kommun år 2006,
tillhandahållet av Ulrica Broren.

Bilaga 1 Mängd bioavfall i Sundsvallsregionen

B1.1 Hushållsavfall

Totala mängder bioavfall från hushåll

- 100 kg bioavfall / hushåll och år sorteras ut (Hellström, 2006).
- 60 % sorteringsutbyte (Hellström, 2006).

Tabell B1.1 Möjliga utsorterade mängder bioavfall från hushåll

Kommun	Antal hushåll	Total mängd bioavfall (ton/år)	Möjlig utsorterad mängd (ton/år)
Sundsvall	42773	4277	2566
Timrå	7577	758	455
Härnösand	11431	1143	686
Ånge	5109	511	307
Nordanstig	4137	414	248
Totalt	71027	7103	4262

Utsorterade mängder hushållsavfall med olika metoder

- **Biologisk behandling av bioavfall idag**

Nollalternativet innebär vad som görs idag, d.v.s. 1868 hushåll hemkomposterar. (Nilsson, 2006).

- **Hemkompostering**

I Sundsvalls kommun fanns år 2005 cirka 20 300 villahushåll (Sundsvalls kommun, 2007). Gästrike Återvinnarens anslutningsgrad antas, där inga lägenhetshushåll hemkomposterar medan anslutningsgraden för villor är cirka 20 % (Skjöld, 2006).

- **Avfallskvarn**

Lämpliga hushåll för avfallskvarn är cirka 11500 (Forsberg & Olofsson, 2003; Sundsvalls kommun, 2007). Sorteringsutbyte 60 % (Hellström, 2006).

- **Rötning av pressvätska från hushållsavfall på Fillanverket**

Sorteringsutbyte 60 % (Hellström, 2006). 60 % av utsorterad mängd pressas ut till rötning (Cedervall, 2007).

- **Rötning i Östersund, med bara hushållsavfall från Sundsvall**

Sorteringsutbyte 60 % (Hellström, 2006).

Tabell B1.2 Utsorterade bioavfallsmängder ur olika alternativ

Insamling & behandlingsmetod	Utsorterad mängd	Mängd inkl. kompostering	% av delmål
Total mängd bioavfall	6307	-	100
Total mängd hushållsavfall	4277	-	68
Nuvarande biologisk behandling	187	507	8
Hemkompostering	406	726	12
Avfallskvarn	690	1010	16
Rötning av pressvätska	1540	1860	29
Rötning i Östersund	2566	2886	46

B1.2 Bioavfall från restauranger, storkök och butiker

Tabell B1.3 Bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Sundsvall

Sundsvalls kommun				
Restauranger (123)				
	Lagade portioner per dag	Komposterad mängd	Total mängd avfall	Total mängd bioavfall
Akzo Nobel, personalmässen			4705	3388
AMICA AB Restaurang Bjälken	100			10950
AMICA AB Valmets personalmatsal	200			21900
AMICA AB Ährléns Café och Restaurang	150 -250			21900
Athena	100-150			13688
Bergafjärdens camping	sommar			
Birstabaren HB	100			10950
Bowling Restaurang Brasseriet	25-100			6844
Brandstation	200			21900
Brämökalven	sommar			
Café Piccolo	150			16425
Casion Cosmopol, Sundsvall	100-250			19163
Catering Classic				8240
Centralens Pub och Restaurang			4364	3142
Chaow Praya River			6874	5087
Comfort hotel Sundsvall				8240
Copper & Co			5102	3673
Daltons Saloon				8240
Deltagrillen				8240
Dingersjö Gästgiveri			667	480
E-14 Baren	100			10950

Elite Hotel Knaust			26315	13158
Enjoy Bowling Birsta				8240
Esplanadrestaurangen			11890	8561
Folkets Hus & Park (Aveny)	250			27375
Folkets Park- Parkrestaurangen				8240
Galtsröms café och restaurang			1687	1214
Golfrestaurangen Skottssund				8240
Grand Hotel				8240
Hantverkavillan kök och matsalar	150-250			10950
Hos Gamil		699		699
Hos Gamil Skönsmonhuset				8240
Hotel Baltic				8240
Hotel Continental				8240
Hotell Svea				8240
Hotell Södra Berget			24530	12265
Hubergets hembygdsgård			1990	1433
IBIS Hotel			8282	4141
Ikea Restaurangen	>250			27375
Irish Pub AB				8240
Jop's krog			11043	7951
Klippangården				8240
Kronans vägkrog			11275	8456
Kubals personalmatsal			4310	3103
Källarkrogen				8240
Kävstabrons Camping				8240
La Casita				8240
Larssons Corner				8240
Lasses Matstuga	450			49275
Lilla Hotellet				8240
Liss Motell AB i Sundsvall			363	261
Lomtjärn konferens				8240
Matglada Kockens Pastahus				8240
Matkrogen				8240
Midälvagården				8240
Mässen Ortvikens Pappersbruk				8240
Norrlandskällaren				8240
O'learys Bar och Restaurang			16584	11949
Oscar Matsal & Bar				8240
Park Arena				8240
Parnassen Personalmatsal				8240
Petssons mackor			269	199
Players				8240
Railway Saloon AB	50			5475
Red Rock	25-100			6844
Restaurang 19:e hålet			4228	3044
Restaurang Backinh AB				8240
Restaurang Bilbiten			8204	6071
Restaurang Blå Katten	< 25			1369

Restaurang Bykrogen	25			2738
Restaurang Canton				8240
Restaurang Chat	50-100			8213
Restaurang China				8240
Restaurang Cupolen	100-150			13688
Restaurang Dragons	150			16425
Restaurang Etage	100			10950
Restaurang Grankotten	200			21900
Restaurang Hamnstugan			1394	1004
Restaurang Hornet	100			10950
Restaurang Innergården 1891	200			21900
Restaurang Jade Garden	100			10950
Restaurang Ljungan	25-100			6844
Restaurang Lörudden	sommar			
Restaurang M	100-200			16425
Restaurang Ming Palace	100			10950
Restaurang mobilen	100-150			13688
Restaurang Notvallen	25-100			6844
Restaurang och café Juniskär	sommar			
Restaurang och Café Sporthallen	100			10950
Restaurang Primero	100-200			16425
Restaurang Rimini	50-100			8213
Restaurang Saffran	50			5475
Restaurang Skönsberg	100-200			16425
Restaurang Smedjan	< 25			1369
Restaurang Svartviks Herrgård			7079	5097
Restaurang Tandoori House	50-200			13688
Restaurang Thai Hao	50-100			8213
Restaurang Traktören	100-150			13688
Restaurang Viktoria	100-200			16425
Restaurang Vindhem			1730	1246
Restaurang Åkroken	50-150			10950
Restaurante Il Barone			6054	4359
Royal Restaurang	100			10950
Saigon Palace Nya			5560	4114
Salt och Peppar	50-100			8213
Scandic, Världshusbacken			18642	9321
Sea Street Sushi Bar	50 -100			8213
Sju kryddor	50-200			13688
Skatans café	sommar			
Skeppsbrokällaren	50-250			16425
Skimmer, Sundsvalls studenter			6692	4818
Spisa hos Lisa	50-150			10950
Stekhuset Hörnan	50-150			10950
Sundsvalls Stadshus Restaurang			13626	9811
Svenssons bar	50 -100			8213
Tranviken Restaurang	sommar			
Travbanerestaurangen	torsdagar			

Bergsåker				
Utsiktens Turistgård HB	<25			1369
V&S Produktion Sundsvall	50			5475
Villa Marieberg	50-100			8213
Voltrestaurangen			3834	2760
Östanskärs jakt och konferens	50			5475
Österströms Herrgård			6490	4673
Pizza/ Hamburgare (70)				
	Antal lagade portioner per dag	Komposterad mängd	Total mängd avfall	Total mängd bioavfall
Apolo			2917	2100
Asianmästaren				1783
Bella Italia				1783
Bergsåker kiosk				1783
Big Boy				1783
Biteline				1783
Blå kiosken	100			1825
Bommengrillen				1783
Capri				1783
Curres gatukök			1548	1115
Dallas pizzeria				1783
Dannes kiosk				1783
Finsta kiosken				1783
Frasses hamburgare				1783
Granlo Pizzeria	50			913
Haga kiosk och grill				1783
Haga kvarterskrog	50-100			1369
Isas Restaurang och Pizzeria	50-100			1369
Kebab City			13039	9388
Kovlands pizzeria	50-100			1369
Kovlandskiosken				1783
Kubikens Pizza, Kebab och Gatukök	50			913
Luddes gatukök	50-100			1369
Marco Polo				1783
Max Hamburgerrestaurang				5000
Mc'Donalds Birsta	100-250			3194
Mc'Donalds City	100-250			3194
Mc'Donalds Östermalm			20671	14883
Momangen			5810	4183
Nattkrubbet				1783
Nedansjö Matstuga, KARSAK	50			913
Norrmalms wok			667	480
Ortviksgrillen				1783
Pizza City				1783
Pizza Playa	50-100			1369
Pizzabutik Blå och Gul	50-100			1369
Pizzeria Alforno			762	549

Pizzeria Bredsand	50-100			1369
Pizzeria Ciao	50-100			1369
Pizzeria Cleopatra			1580	1138
Pizzeria Gonzales	50-100			1369
Pizzeria La Specia	50-100			1369
Pizzeria Milano	50-100			1369
Pizzeria Ocean	50-100			1369
Pizzeria och Grill Mexicana	50-100			1369
Pizzeria Palmermo	50-100			1369
Pizzeria Parma	50-100			1369
Pizzeria Polo	50-100			1369
Pizzeria Pompei	50-100			1369
Pizzeria Riviera			6528	4700
Pizzeria Robertos	50-100			1369
Pizzeria San Remo	50-100			1369
Pizzeria Vera			2387	1719
Rest. Pizzeria Tizi	50-100			1369
Restaurang och Pizzeria Mama Ros	50-100			1369
Restaurang Pizzeria Kermit	50-100			1369
Restaurang Pizzeria Vinkeln			4821	3471
Restaurang Sevgin	50-100			1369
Sibylla Inn			667	480
Sky Park Restaurang och Café	50-100			1369
Stjärngrillen	50-100			1369
Stockviks gatukök	50-100			1369
Stockviks pizzeria			2254	1623
Swedish Young, Young Chin Eriks	50-100			1369
Texas Pizzeria	50-100			1369
Tjackses grillbar	50-100			1369
Wokie Dokie			3993	2875
Vängåvans gatukök	50-100			1369
Åkes Kiosk och Gatukök	50-100			1369
Ö-grillen			4919	3542

Större butiker (16)				
	Antal årsanställda	Komposterad mängd	Total mängd avfall	Total mängd bioavfall
Coop Forum		31361		31361
Hemköp, Granlo			23760	12355
Hemköp, Skönsberg	4 -10			8400
Hemköp, Stenstan	4 -10			8400
Ica Kvantum Bydalen		24228		24228
Ica Kvantum Nacksta		6237		6237
Ica Kvantum Nivrena		8476		8476
Ica Supermarket Alnö			32975	17147
Ica Supermarket Bommen	4 - 10			8400
Ica Supermarket Esplanad			50463	26241
Ica Supermarket Matfors			43521	22631

Ica Supermarket Stöde			20120	10462
Konsum Extra Sundsvall			24467	12723
Lidl Sundsvall	4 - 10			8400
Willys Birsta	4 -10			8400
Willys Skönsberg			29434	15306
Närbutiker (15)				
	Antal årsanställda	Komposterad mängd	Total mängd avfall	Total mängd bioavfall
Berga sommarbutik	sommar			
Bosvedjans Jourlivs			1282	667
China Market	< 4			4000
City Livs	< 4			4000
Gugges Livs			1241	645
Ica Ettan	< 4			4000
ICA Holmhallen			2709	1409
ICA Indal	< 4			4000
Ica Kovland	< 4			4000
Ica Kubiken	< 4	5398	4928	5398
Ica Liden	< 4			4000
ICA Nära Norrliden	< 4			4000
ICA Nära, Bergsgatan			38795	20173
Ica Sidsjö	< 4			4000
Ica Stubinen Livs	< 4			4000
K-marknad Alnö	< 4			4000
Konsum Bergsåker	< 4			4000
Konsum Haga	< 4			4000
Konsum Skönsmon	< 4			4000
Lucksta Livs	< 4			4000
Mat-Oriental Handel	< 4			4000
Rasoul Market	< 4			4000
Sjögatan Livs	< 4			4000
Stöde Närköp	< 4			4000
Tempo Bredsand	< 4			4000
Tempo Matfors	< 4			4000
Viet Thai	< 4			4000
Tillagningskök (11)				
	Antal lagade portioner per dag		Total mängd bioavfall	
Allérestaurangen	1500		32 850	
Kyrkmöns skola	2000		2136	
Matglädjen, Kristinelund	500		10 950	
Nedansjö skola	23		246	
Produktionsköket Sundsvalls sjukhus	2500		54 750	
Restaurang Anemonen, Alnö	3500		37 380	
Restaurang Matknuten	500		10 950	
Restaurang Va'gott	1350		14 418	
Tallen Bredsands skola	65		694	
Västermalms skola	3200		34 176	
Åkersvikskolan	3500		37 380	

Förskolor, 51 stycken	3932	41 994
Mottagningskök (71)		
	Antal lagade portioner per dag	Total mängd bioavfall
Alens skola		
Allsta skola	90	961
Almedalens sjukhem	50	1095
Alnö Sol	38	832
Ankarsviks skola	115	1228
Anundgårds skola	23	246
Attmarhem	140	2168
Axgården	18	394
Bergsåkers skola	400	4272
Björkbacken	225	2403
Bosvedjeskolan	400	4272
Bredsand skola	200	2136
Bruksgården	104	2278
Essviks skola	140	1495
Granbacken	66	1445
Granloholms skola	260	2777
Granlunda	76	1664
Gångvikens skola	160	1709
Haga skolan	480	5126
Havsundet	48	1051
Hedbergsska skolan	1100	11 748
Heliås friskola	145	1549
Hellbergsgården	54	1183
Höglundaskolan	600	6408
Högoms skola	300	3204
John Bauer skola	280	2990
Katrinelund	475	5073
Knutshemmet	36	788
Korsta skolan	200	2136
Kristna skolan Oasen	100	1068
Kyrkmöns skola, Furubacken	110	1175
Kyrkskolan	100	1068
Lidens skola	171	1129
Lindgården	320	7008
Ljustadalens skola hög/mellan	510	5447
Ljustagården	64	1402
Lucksta skola, låg	70	748
Matfors skola	170	1816
Mimerskolan	220	2350
Nackstaskolan	320	3418
Nivrenaskolans matsal	700	7476
Nylands skola	130	1388
Prolympia Tomteskolan	250	2670
Runsviks skola	120	1282
Rutsgården	18	394
Sankt Olofsskolan	320	3418

Skogsbrynet	36	788
Skottsundsbacken	202	4424
Sköle skola	170	1816
Skönsbergs skola	400	4272
Skönsmohuset	146	3197
Skönsmon skola	260	2777
Solede skola	140	1465
Solgården	43	942
Solhaga	108	2365
Sticksjö skola	260	2777
Stige skola		
Stöde skola	380	4058
Sundsvalls montesoriskola	140	1495
Svaderns gymnasieskola	440	4699
Svartviks skola	120	1282
Södermalms skola	300	3204
TH Matservice KomVux	0	
Thulegården	38	832
Tingsta	86	1883
Tomtegränd	84	1840
Tunastrands sjukhem	60	1314
Uslands skola	350	3738
Vallens skola	200	2136
Vibackeskolan	550	5874
Öde skola		
Österro skola	110	1175
TOTALT		2 029 000

Tabell B1.4 Bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Timrå.

Timrå kommun		
	Antal anställda	Kg bioavfall per år
Tillagningskök (2)		
Bergeforsens daghem	1 till 4	3500,00
Centralköket Sörbergeskolan	1 till 4 (4500)	3500,00
Mottagningskök (9)		
Ala skola	mindre än 4	2800,00
Bergeforsens skola	mindre än 4	2800,00
Böle skola	mindre än 4	2800,00
Fagerviks skola	mindre än 4	2800,00
Laggarbergs skola	mindre än 4	2800,00
Ljustorps skola	90 port	961
Norra gymnasieskolan	mindre än 4	2800,00
Söråkers folkets hus förening	mindre än 4	2800,00
Vivsta skola	mindre än 4	2800,00
Restaurang (18)		

Bye Rast	mindre än 4	6000,00
Café Akvariet, Shoja restaurang AB	mindre än 4	6000,00
Café Holmö Brygga	mindre än 4	6000,00
Conferera AB	mindre än 4	6000,00
Ebbas	mindre än 4	6000,00
Flygrestaurangen	4 till 10	21000,00
Golfrestaurang Hole in one	mindre än 4	6000,00
Helvis Matservice	mindre än 4	6000,00
Rest Asia Foodhouse HB	mindre än 4	6000,00
Restaurang Allamanda	mindre än 4	6000,00
Restaurang Celeste	mindre än 4	6000,00
Restaurang Wifsta	mindre än 4	6000,00
Restaurang Vivstamon	4 till 10	21000,00
Stures matservering	mindre än 4	6000,00
Söråker Hotell AB	4 till 10	21000,00
Tobbes lunch och catering	mindre än 4	6000,00
Två Tallar	mindre än 4	6000,00
Vårdshuset Idyllen	mindre än 4	6000,00
Pizza/Hamburgare (14)		
Aksoy Pizza Kebab House	mindre än 4	2000,00
Frasses hamburgare	mindre än 4	2000,00
Göteborgarns	mindre än 4	2000,00
Inez Gatukök	mindre än 4	2000,00
Kisbas Mat AB	mindre än 4	2000,00
Pizzeria Atlantic	mindre än 4	2000,00
Pizzeria Cosmos	mindre än 4	2000,00
Pizzeria Indiana	mindre än 4	2000,00
Pizzeria La Sola	mindre än 4	2000,00
Rastplats Bölesjön	mindre än 4	2000,00
Sörberge Gatukök	mindre än 4	2000,00
Sörberge Pizzabutik	mindre än 4	2000,00
Timrå Pizzabutik	mindre än 4	2000,00
Timrågrillen	mindre än 4	2000,00
Större butiker (4)		
Ica Supermarket	mer än 10	12000,00
Ica Supermarket Söråker	4 till 10	8400,00
Konsum Nord	mer än 10	12000,00
LIDL Sverige AB	4 till 10	8400,00
Närbutiker (3)		
Ica Andersson	4 till 10	11200,00
Ica Forsen	mindre än 4	3200,00
Ljustorps handel	mindre än 4	3200,00
TOTALT		290 500

Tabell B1.5 Bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Härnösand.

Härnösand kommun			
	Antal årsanställda	Lagade portioner/dag	Kg bioavfall /år
Restauranger (36)			
Amenta	< 4		7500
Antjärns camping	< 2		4500
Apotequet	4 – 10		21000
Café 9:an	< 4		7500
Café Kanaludden	< 4		7500
Café och restaurang Samba	< 4		7500
Café Skeppet/rest	< 4		7500
First Hotel Stadt	< 4		7500
Hamnkrogen	< 4		7500
Hemsö camp	< 2		7500
Hemsö Fästning	< 4		7500
Highway Hotell och Restaurang	< 4		7500
Härnö Dans och Konferens	< 4		7500
Kafé Strömkarlen/rest	< 4		7500
Kaisers Restaurang	< 4		7500
Kajutan/ O´Learys	4 – 10		21 000
Kanalcaféet/rest.	< 4		7500
Kochs Delikatessbod	< 4		7500
Matglada oxen	< 4		7500
Matmetropolen			
Minikrogen	< 4		7500
New China	< 4		7500
Nybrokällaren	< 4		7500
Palms världshus	< 4		7500
Restaurang 401	< 4		7500
Restaurang Ayutaya	< 4		7500
Restaurang Bittens	< 4		7500
Restaurang Nya Varvet	4 – 10		21 000
Restaurang Portalen	< 4		7500
Restaurang Royal	4 – 10		21 000
Sam´s Irish Pub	< 4		7500
Sankt Petri Logens Restaurang	4 – 10		21 000
Solebo Konferens	< 4		7500
Spjutegårdens Gästgiveri	< 4		7500
Vårsta diakongård	< 4		7500
Vägnö Krog	< 2		4500
Pizzeria /Hamburgare (18)			
Big Boy Härnösand	< 4		2500
Briggens Pizzeria	< 4		2500
Härnö Pizzeria och kebab	< 4		2500
Konditori Intim	< 2		1500
Matpasset	< 4		2500
Matverkstan	< 4		2500
Matvraket	< 4		2500
Mc Donalds AB	4 – 10		1500

Pizzeria Pinocchio	< 4		2500
Pizzeria Torino	< 4		2500
Pizzeria Tre kronor	< 4		2500
Pizzeria Ängel	< 4		2500
Prismas Kebab	< 4		2500
Restaurang ooh Pizzeria Sorrento	< 4		2500
Taccobaren	< 4		2500
Öbackaringen	< 2		1500
Ödmarks grill	< 4		2500
Östanbäckens Pizzeria	< 4		2500
Större butiker (4)			
Coop Forum	11 – 30		24 600
Hemköp	4 –10		8400
Ica Kvantum Härnöhallen	11 –30		24 600
Ica Supermarket Älandsbro	4 – 10		8400
Närbutiker (4)			
Handlar´n Hälledal	< 4		4000
Handlar´n Viksjö	< 4		4000
ICA Nära Norrhallen	< 4		4000
Tempo	4 – 10		11 200
Storhushåll (6)			
Currystugan	< 2		2100
Kockskolan/ Utb. Kök	< 4		3500
Kokeriet	< 4		3500
Kristinaskolan	< 4		3500
Lars Larsson	< 4		3500
Saltviksanstalten	< 4		3500
Tillagningskök (5)		Lagade portioner/ dag	
Brunne skola	< 4	250	2670
Brunnegården *	< 2	40	854,4
Häggdångers skola	< 2	50	534
Navet	11 – 30	6000	64080
Solbrännans dagcenter *	< 2	35	766,5
Mottagningskök (25)			
Bondsjö förskola	< 2	65	694,2
Bondsjöhöjdens skola	< 2	175	1896
Brännans förskola	< 2	305	3257,4
Brännaskolan	< 4	1200	12 816
Franzéns skolan	< 4	640	6835,2
Gerestaskolan	< 4	710	7582,8
Grönbackens förskola	< 2	75	801
Gångvikdalens förskola	< 2	70	747,6
Hälledals förskola	< 2	70	747,6
Hälledals skola	< 2	135	1441,8
Högsjögården *	< 2	40	876
Kiörningskolan	< 4	300	3204
Koltrasten *	< 2		2100

Kvarnens /Älandsbro förskola	< 2	70	747,6
Landgrensskolan	4 till 10	1200	12 816
Murbergets förskola	< 2	80	854,4
Murbergsskolan	< 2	250	2670
Solensskolan	< 4	400	4272
Stigsjö förskola	< 2		2100
Svalans förskola	< 2	25	267
Tullportens förskola	< 2	75	801
Ugglan *	< 2		2100
Ädelhem *	< 2		2100
Älandsbro skola	< 2	300	3204
Ängets förskola	< 2	80	854,4
TOTALT			623490,9

Tabell B1.6 Bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Ånge.

Ånge kommun			
	Antal årsanställda	Antal lagade portioner per dag	Kg bioavfall per år
Tillagningskök (17)			
Alby skola	Mindre än 4	44	470
AWPE	Mindre än 4	125	2738
Boberg, Minerva, Björkbacka, Fågelb	4 till 10	827	8832
Bullerbyns förskola	Mindre än 4	60	1314
Erikslunds skola	Mindre än 4	66	1901
Fränsta sjukhem	Mindre än 4	50	1050
Fränsta skola	Mindre än 4	340	3631
Haffragården	Mindre än 4	30	657
Hallstaborg	Mindre än 4	30	657
Ljungaverk skola	Mindre än 4	80	854
Spångbrogården	Mindre än 4	235	5147
Sörgården förskola	Mindre än 4	40	876
Torpshammars skola	Mindre än 4	82	876
Torpsro	4 till 10	200	4380
Viskans kriminalvårdsanstalt	Mindre än 4	100	2190
Ålsta Folkhögskola	4 till 10	60	641
Överturingen skola	Mindre än 4	20	214
Mottagningskök (1)			
Parkbacken	Mindre än 4	45	986
Restauranger (12)			
Boda Borg	Mindre än 4		6000
Bykrogen i Fränsta	Mindre än 4		6000
Gästis	Mindre än 4		6000
Herrgårdspensionatet i Torpshammar	4 till 10		21000
Hotell Mittlandia	4 till 10		21000
Hussborgs Herrgård och konferens	Mindre än 4		6000
Lime Bar	Mindre än 4		6000

Stensjöns ekonomiska förening	Mindre än 4		6000
Restaurang Björnbiten	Mindre än 4		6000
Restaurang Knutstation	Mindre än 4		6000
Restaurang Mittpunkten	Mindre än 4		6000
Restaurang Träporten	Mindre än 4		6000
Pizza/ Hamburgare (4)			
Söderings gatukök	Mindre än 4		2000
La Bamba	Mindre än 4		2000
Pizzeria Saqqara	Mindre än 4		2000
Pizzeria Vagabondo	Mindre än 4		2000
Stora butiker (2)			
Ica Ånge	11		13200
Konsum Ånge	11		13200
Närbutiker (10)			
Ali Livs	Mindre än 4		3200
Gluggen HB	Mindre än 4		3200
Ica Fränsta	11		17600
Konsum Fränsta	4 till 10		11200
Konsum Ljungaverk	Mindre än 4		3200
Konsum Torpshammar	4 till 10		11200
Konsum Överturingen	Mindre än 4		3200
Kölsillre handel	Mindre än 4		3200
Tempo Alby	Mindre än 4		3200
Östavalls livs	Mindre än 4		3200
TOTALT		270200	270200

Tabell B1.7 Bioavfall från restauranger, storkök och butiker. Nordanstig.

Nordanstig kommun		
	Antal portioner per dag	Kg bioavfall per år
Tillagningskök (9)		
Backens skola	25-250 port/dag	1202
Bergsjö Centralskola	250-2500 (450)	12015
Gnarps skola	25-250 port/dag	1202
Hagängsgården	25-250 port/dag	2464
Hassela Skola och Restaurang Raggmunken	25-250 port/dag	1202
Hosianna skolan	25-250 port/dag	1202
Jättendals skola	25-250 port/dag	1202
Sörgårdens kök	25-250 port/dag	2464
Mottagningskök (9)		
Bergesta Servicehus	25-250 port/dag	2464
Bergviks Förskola	25-250* port/dag	534
Bersjö Trima	25-250 port/dag	2464
Björkbacken	25-250 port/dag	2464
Bringsta skola	25-250* port/dag	534
Ilisbo Skola	25-250 port/dag	1202

Lönnergskolan	25-250* port/dag	534
Stocka skola	< 25 port/dag	134
Strömsbruks skola	25-250 port/dag	1202
Restaurang (14)		
Berggårdens gästgiveri	25-250* port/dag	5475
Bergsjö Hotell	25-250 port/dag	12 319
Bondis	< 25 port/dag	1369
Café och Restaurang Måsen	< 25 port/dag	1369
Gnarpsbadens camping	< 25 port/dag	1369
Gränsfors Bruk AB	< 25 port/dag	1369
Hassela sport och konferens	25-250 port/dag	12 319
Jurees Thai-restaurang	< 25 port/dag	1369
Mat och Kaffestugan	25-250 port/dag	12 319
Pensionat Björken	< 25 port/dag	1369
Restaurang Sjömärket	< 25 port/dag	1369
Stocka Folkets Hus	< 25 port/dag	1369
Strömbaren	25-250 port/dag	12 319
Tuuk's kök	< 25 port/dag	1369
Världshuset 17 rum & kök	25-250 port/dag	12 319
Älvstugården	< 25 port/dag	1369
Pizzeria / Hamburgare (12)		
Alanya Pizzeria	< 25 port/dag	228
Bergsjö Grill och Pizzeria	< 25 port/dag	228
Charles Pizzeria	< 25 port/dag	228
Familjekiosken	25-250* port/dag	912
Hassela Sport och Konferens, Hamburgare	<25 port/dag	228
Hasselakollektivet	< 25 port/dag	228
Ilsbo Restaurang och Pizza	< 25 port/dag	228
Johnnys Gatukök	< 25 port/dag	228
Marias Färdkost	25-250 port/dag	2053
Pizzeria Porto Fino	< 25 port/dag	228
Närbutiker (1)		
ICA Stjärnan Gnarp	<4	3200
Större butiker (3)		
ICA Supermarket, Bergsjöhallen	4-10	8400
ICA Supermarket, Starks	4-10	8400
Konsum Hassela	<4	2400
TOTALT		142434

Bilaga 2 Miljö- och Energiuträkningar

Med funktionell enhet (f.e.) menas mängd bioavfall som genereras i undersökt område under ett år.

B2.1 Val av storkök för modell

- För 500- 1700 portioner per dag är MicroVac lämplig avfallsskvarn, standardtank 2 kubikmeter (Ekendahl, 2006).
- För 150-1000 portioner per dag är NanoVac lämplig avfallsskvarn, 670 liter tank (Ekendahl, 2006).

Tabell B2.1 Samtliga tillagningskök med över 500 lagade portioner per dag i Sundsvalls kommun.

Tillagningskök	Antal lagade portioner per/dag	Lämplig avfallsskvarn
Anemonen, Alnö	3500	MicroVac
Allérestaurangen	1500	MicroVac
Kyrkmöns skola	2000	MicroVac
Matglädjen, Kristinelund	500	NanoVac
Matknuten, Stöde	500	NanoVac
Sundsvalls sjukhus	2500	MicroVac
Va'gott, Matfors	1350	MicroVac
Västermalms skola	3200	MicroVac
Åkersviksskolan	3500	MicroVac

- Mängd bioavfall från tillagning, ej tallrikskrap är cirka 0,033 liter/portion (Sellberg et al., 2005).
- Till skolor lagas mat 178 skoldagar/år, till pensionärshem 365 dagar/ år (SundsvallsKök, 2006).

Tabell B2.2 Hämtningar per år med slambil

Tillagningskök	Möjlig utsorterad mängd (liter /dag)	Liter / år	Minst antal hämtningar/ år
Anemonen, Alnö	117	20 826	11
Allérestaurangen	50	18 250	10
Kyrkmöns skola	67	11 926	6
Matglädjen, Kristinelund	17	6205	10
Matknuten, Stöde	17	3715	6
Sundsvalls sjukhus	83	30 296	16
Va'gott, Matfors	45	8682	5
Västermalms skola	107	19 046	10
Åkersviksskolan	117	20 826	11

- $1 \text{ m}^3 \text{ bioavfall} = 0.85 \text{ ton}$.
- Matknuten i Stöde, Va'gott i Matfors och Kyrkmon skola i Njurunda ligger alla utanför stan och har ett avvikande hämtningsintervall. Därför tas de bort ur räkneexemplet.
- Utan dessa blir bioavfallsmängden $115\,449 \text{ liter/år} = 98131.65 = 98 \text{ ton/år}$
- Om sjukhuset antas ha en 3 m^3 lagringstank blir hämtningsintervallet även där 11 ggr/år .

B2.2 Insamling och transport

Tabell B2.3 Sammansättning av bioavfall från storkök (Forsberg & Olofsson, 2003).

Parameter	Bioavfall kg / ton bioavfall	Totalmängd kg/ f.e.
Torrsubstans	348	34 104
BOD ₇	119	11 662
Totalfosfor	1,2	118
Totalkväve	1,6	608

Förbränning

- Sobilens lastkapacitet = 6 ton (Bäck, 2006).
- Dieselförbrukning = 5,66 liter/mil inkl. i och urlastning. Baserat på 4 sobilars snittförbrukning per år (Åström, 2006).
- Transportsträcka per hämtning är 35,3 km (Eniro, 2006).
- Bränsleförbrukningen blir 19,98 liter per hämtning.

Kompostering hos bönder

- Sobilens lastkapacitet = $57\,888 / (21 \cdot 3) = 920 \text{ kg} = 0.92 \text{ ton}$
Januari – maj 2006 hämtades 57 888 kg mat från storkök (Östberg, 2006).
Maten hämtas 3 ggr/v. (Svensson, 2006). Perioden januari – maj innefattar 21 veckor.
- Dieselförbrukning = 1.2 liter/mil (Svensson, 2006).
- Transportsträcka per hämtning är 78,3 km (Eniro, 2006).
- Bränsleförbrukning är 9,40 liter per hämtning.

Rötning

- Slamsugbilens lastkapacitet = 12 m^3 (Söderberg, 2006; Hermansson, 2006).
- Dieselförbrukning = 2,25 liter/mil (Hermansson, 2006).
Vid tömning = 0,3 liter/min (Hermansson, 2006).
- NanoVac tar ca 5-6 min att tömma (Söderberg, 2006).
MicroVac tar ca 15 min att tömma (Söderberg, 2006).

Tabell B2.4 Bränsleförbrukning för slambil (liter/ hämtning)

Transportväg	Antal kilometer eller Antal minuter	Bränsleförbrukning (liter/hämtning)
Tömning NanoVac	5	1,5
Tömning MicroVac	5 st * 15 min + 5 = 50 min	15
Insamling	33,2	7,47
Totalt		24,0

Bränsleförbrukning totalt**Tabell B2.4** Hämtningsintervall för samtliga alternativ

Tillagningskök	Kapacitet	Hämtningar/ år	Intervall, ca
Slambil till rötning	12 m ³	11	Var 4:e vecka
Sopbil till förbränning	6 ton	26	Varannan vecka
Sopbil till kompostering	920 kg	104	2 ggr/ vecka

- Vid förbränning sker realistiskt ingen hämtning specifikt för bioavfall. Ett storkök kan däremot antas bestå till stor del av bioavfall och det är av hygieniska skäl inte lämpligt att hämta avfallet med längre hämtningsintervall än varannan vecka, trots att sopbilen har kapacitet att hämta bioavfallet var tredje vecka.

Tabell B2.5 Bränsleförbrukning per år för samtliga alternativ

Alternativ	Liter / år
Förbränning	519
Kompostering	978
Rötning	264

Energi och miljö

- 1 liter diesel = 10 kWh (Forsberg & Olofsson, 2003).

Tabell B2.6 Energiåtgång vid insamling av bioavfall

Alternativ	kWh / f.e.
Förbränning	5190
Kompostering	9780
Rötning	2640

Tabell B2.7 Emissioner till luft vid användning av dieselbränsle (Forsberg & Olofsson, 2003).

Parameter	Emissioner till luft (g/l diesel)
Kväveoxider NOx	19
Lustgas N ₂ O	0,1
Fossilt koldioxid CO ₂	2664
Svaveldioxid SO ₂	3,3

Tabell B2.8 Emissioner till luft för insamling av bioavfall

Alternativ	NO _x (kg/år)	N ₂ O (kg/år)	Fossilt CO ₂ (kg/år)	SO ₂ (kg/år)
Förbränning	9,9	0,05	1383	1,7
Kompostering	18,8	0,098	2605	3,23
Rötning	5,0	0,026	703,3	0,87

B2.3 Förbränning

Energiutvinning vid förbränning av avfall

- Det effektiva värmevärde av förbränning av bioavfall ligger i intervallet 3-16 MJ/kg eller 0,84-4,48 omräknat i kWh, beroende på fukthalt och fetthalt i avfallet. Medelvärde 1.82 kWh/kg (Bäck, 2006).
- Värmeverkningsgrad = 80 % , Elverkningsgrad= 20 % (Bäck, 2006).

Tabell B2.9 Fördelning av energiutvinning ur bioavfall genom förbränning

	Bioavfallets energimängd (kWh/f.e.)	Värmeproduktion (kWh/f.e.)	Elproduktion (kWh/f.e.)
Förbränning	178 000	143 000	36 000

Energiförbrukning

- Elförbrukning vid förbränning är 82 kWh/ton avfall (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Total elförbrukning blir då 8036 kWh/f.e.

Miljöutsläpp från avfallspannan i Korstaverket

Tabell B2.10 Årsutsläpp från avfallspannan i Korstaverket (Bäck, 2006).

Parameter	Emissioner till luft och utsläpp till vatten (g / kg avfall)
Kväveoxider, NO ₂ till luft	0.18
Svaveldioxid, SO ₂ till luft	0.09
Svaveloxid, SO _x till vatten	3.2
Ammonium, NH ₄ till vatten	0.002

Tabell B2.11 Emissioner till luft vid förbränning av bioavfall per funktionell enhet

Nox (kg/f.e.)	SO ₂ (kg/f.e.)
18	9

Tabell B2.12 Utsläpp till vatten vid förbränning av bioavfall per funktionell enhet

Sox (kg/f.e.)	NH ₄ (kg/f.e.)
314	0,2

Växthusgaser

- Formel för beräkning av växthusgasutsläpp: $\text{Utsläpp (gram)} = \text{Bränsleförbrukning (ton)} * \text{värmevärde (MWh per ton)} * \text{emissionsfaktor (gram/MWh)}$ (Naturvårdsverket, 2006).

Tabell B2.13 Utsläpp av växthusgaser vid förbränning (Naturvårdsverket, 2006).

	Metan	Lustgas, N ₂ O
Bioavfall	98 ton	98 ton
Värmevärde bioavfall	1, 82 MWh/ ton	1, 82 MWh/ ton
Emissionsfaktor	10 g/ MWh bränsle	22/ MWh bränsle
Utsläpp	1,783 kg/f.e.	3,924 kg/f.e.

Restprodukter

- Restprodukter från förbränning är aska och slagg.
Slaggen består av t.ex. metall och glasföremål så av bioavfallet bildas ingen slagg. Av allt avfall bildas ca 3 % aska, men det är svårt att avgöra hur stor del som kommer just från bioavfallet (Bäck, 2006). Rest = 1-3 %
Totalt = 0,98- 2,94 ton
- Sopbilens lastkapacitet vid transport av restprodukter = 5,8 ton flygaska/ container (Östberg, 2006). På lastbilens flak finns plats för 3 containrar, där både flygaska och slagg fraktas. Ibland körs 2 containrar flygaska och en container slagg, ibland tvärtom (Sundsvalls Expressbyrå, 2007). I modellen antas 11,6 ton flygaska/transport.
- Dieselförbrukning vid transport av restprodukter = 4,75 liter/mil (Sundsvalls Expressbyrå, 2007).

Tabell B2.13 Bränsleförbrukning vid tranport av restprodukter

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/ kg avfall)
Framkörning	6,9	$2,8 * 10^{-4}$
Till Blåberget	16,2	$6,6 * 10^{-4}$
Återkörning	14,7	$5,9 * 10^{-4}$
Totalt	37,8	$1,5 * 10^{-3}$

- Total bränsleförbrukning blir 1,47 liter – 4,4 liter/f.e.
- Energiförbrukning vid tranport av restprodukter för förbränning blir då 15 –44 kWh/f.e.
- Oavsett om 1 eller 3 % av bioavfallet resulterar i restprodukten flygaska blir energi och miljökonsekvenser marginella. 3 % av bioavfallet antas bli flygaska.

Tabell B2.14 Emissioner från tranport av restprodukter

Alternativ	NO _x (kg/f.e.)	N ₂ O (kg/f.e.)	Fossilt CO ₂ (kg/f.e.)	SO ₂ (kg/f.e.)
Förbränning	0,08	0,00044	11,7	0,015

B2.4 Kompostering

- Kolmängd i bioavfallet är 43 % av torrsubstansen.(Forsberg & Olofsson, 2003).

Tabell B2.15 Ingående kväve- och kolmängder till komposten.

Parameter	Ingående mängd (kg/f.e.)
Totalkväve N	608
Totalkol C	14 664

- $C: N =$ kvoten mellan ingående kol- och kvävemängd i avfallet (Forsberg & Olofsson, 2003).
 $C: N = 24,12$
- Kväveförlust (% av inkommande kvävemängd) = $0,377 - 0,01108 * C: N$ (Forsberg & Olofsson, 2003).
Kväveförlusten är 11 procent, dvs 67 kg kväve.
- Kväveförlusten består av 2 % kvävgas (N_2), 9 % lustgas (N_2O) och resten ammoniak (NH_3) (Forsberg & Olofsson, 2003).

Tabell B2.16 Utsläpp av lustgas och ammoniak från komposten

Parameter	Andel av kväveförlusten (%)	Utsläpp (kg/f.e.)
Lustgas N_2O	9 %	6
Ammoniak NH_3	89 %	60

B2.5 Rötning

Energiutvinning

- TS som tillförs rötkammaren antas bestå av 80 % organiskt material. Cirka 30 % av tillförd TS uppskattas återfinnas i rötresten i form av nedbrytningsprodukter och icke-nedbrytbart material (Forsberg & Olofsson, 2003; RVF Utveckling, 2005:a).
- Det bildas 0,7 kubikmeter biogas per tillfört kilogram organiskt material (Forsberg & Olofsson, 2003).
- 6,4 kWh per kubikmeter gas (Nyström, 2006).
- En sjättedel producerad gas går till förluster (Forsberg & Olofsson, 2003).

Tabell B2.17 Energiutvinning från bioavfall på Fillanverket

Storhet	Måttal	Enhet
TS till Fillanverket	34 104	kg TS/f.e.
Slam till biogas	27 283	kg/f.e.
Genererad mängd gas	19 098	m^3
Energi av gasen	101 856	kWh

Energiförbrukning

Tabell B2.18 Energiförbrukning per dygn för avfallskvarn (Ekendahl, 2006).

Typ av kvarn	kWh/dygn
NanoVac	1
MicroVac	10

Tabell B2.19 Energiförbrukning per år

Typ av kvarn	Antal	Aktiva dygn per år	Energiförbrukning/ år
NanoVac	1 st.	365	365 kWh
MicroVac	2 st.	365	7300 kWh
MicroVac	3 st.	178	5340 kWh
Totalt			13005 kWh

Utsläpp genom bräddning

- För MicroVac är det cirka 1 % av bioavfallet som följer med avloppsvattnet. För NanoVac är bioavfallet som hamnar i avloppsledningsnätet försumbart. (Ekendahl, 2006).
- Totalt 929 kg per år som transporteras via avloppsledningsnätet.
- Partikelbundet bioavfall antas stanna i tanken eller avläggas i fettavskiljaren. Resten transporteras via avloppsledningsnätet till Fillanverket eller Tivoliverket.

Tabell B2.20 Ämnen som följer med avloppsledningsnätet (Forsberg & Olofsson, 2003).

	Procent partikelbundet	Till reningsverk kg/ f.e.
Fosfor	32 %	$0,68 * 0,929 * 1,2 = 0,758$
Kväve	23 %	$0,77 * 0,929 * 6,2 = 4,43$
BOD7	75 %	$0,25 * 0,929 * 119 = 27,64$

Tabell B2.21 Mängd ämnen som slipper ut genom bräddning. (Forsberg & Olofsson, 2003).

Parameter	Andel bräddat (%)	Bräddad mängd storkök kg/ f.e.
Torrsubstans	3,0	2,79
BOD7	1,3	0,36
Totalfosfor	1,4	0,106
Totalkväve	1,5	0,066

Växthusgaser

- Formel för beräkning av metanutsläpp: $\text{Utsläpp (gram)} = \text{Bränsleförbrukning (m}^3\text{)} * \text{värmevärde (MWh per m}^3\text{)} * \text{emissionsfaktor (gram/MWh)}$
(Naturvårdsverket, 2006)

Tabell B2.22 Utsläpp av växthusgaser (Naturvårdsverket, 2006).

	Metan	Lustgas, N₂O
Biogas	19098 m ³	19098 m ³
Värmevärde	0,007 MWh/ m ³	0,007 MWh/ m ³
Emissionsfaktor	3,5 g/ MWh bränsle	7 g/ MWh bränsle
Utsläpp	0,468 kg/f.e.	0,936 kg/f.e.

Restprodukter

- Cirka 30 % av tillförd TS uppskattas återfinnas i rötresten i form av nedbrytningsprodukter och icke-nedbrytbart material. (Forsberg & Olofsson, 2003; RVF Utveckling, 2005:a).
- 10231 kg rötrest till anläggningsjord
- Bränsleförbrukning 4,5 liter/mil (Leman, 2007).
- Lastbilen har en kapacitet på 32 ton (Leman, 2007).

Tabell B2.23 Lastbilens bränsleförbrukning (Eniro, 2007).

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg avfall)
Framkörning Fillan	5	$7,0 \cdot 10^{-5}$
Markförädling	15	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Återkörning	14,5	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Totalt	34,5	$4,9 \cdot 10^{-4}$

- Total bränsleförbrukning 5 liter/f.e.
- Energi 50 kWh/f.e.

Tabell B2.23 Emissioner från transport av restprodukter

Alternativ	NO_x (kg/f.e.)	N₂O (kg/f.e.)	Fossilt CO₂(kg/f.e.)	SO₂(kg/f.e.)
Förbränning	0,095	0,0005	13,3	0,017

Bilaga 3 Ekonomiska konsekvenser

B3.1 – B3.4 avser systemkostnader för de 6 storkök i Sundsvalls kommun som ingår i systemanalysen. Med systemkostnader menas nuvärdet av existerande och framtida kostnader och intäkter för insamling och behandling av bioavfall. B3.5 avser ekonomiska konsekvenser för hushållens avfallshantering.

B3.1 Förbränning

Kostnader

- Kostnad för insamling och transport av avfall är ca 1000 kr per ton (Olsson, 2003).
- Kostnad av förbränning av avfall är 522 kr per ton. Det inkluderar även transport och behandling av restprodukter (Olsson, 2006). Förbränningsskatten som är inräknad, är 90 kr per ton (Bäck, 2006).

Årskostnad för 98 ton bioavfall = 149 156 kr

Intäkter

- Intäkter för fjärrvärme är 0,68 kr per kWh (Sundsvalls Energi, 2006:b)
- Intäkt för elleverans är cirka 0,66 kr per kWh (Ekstrandh, 2006)

Årsintäkter för 98 ton bioavfall är 121 000 kr för elpris på 0,66 kr/kWh.

B3.2 Öppen centralkompostering

Kostnader

- Insamling av bioavfall i Sundsvalls kommun har en fast årskostnad på 470 kr per år, exklusive moms, samt en tömningskostnad på 69 kronor exklusive moms per behållare (Reko Sundsvall AB, 2006).
- 55 kilo är medelvikt för en tunna med bioavfall som hämtas av Svensson och är baserat på statistik från på 2777 hämtade och vägda tunnor från år 2005 och 2006 (Östberg, 2006).
- Antal tunnor som behövs för 98 ton bioavfall är: $98\,000 / 55 = 1782$ stycken
- Kostnad för insamling och transport: $(470 \cdot 6) + (69 \cdot 1782) = 125\,765$ kr

Årskostnad för 98 ton bioavfall är 125 765 kr.

Intäkter

- Gödslet medför besparingar för bonde genom att han slipper köpa gödsel men inga direkta inkomster.

B3.3 Rötning på Fillanverket

Kostnader

- En NanoVac kostar ca 47.000-48.000 för själva enheten. Installation cirka 10.000-15.000 kr (Ekedahl, 2006). Här antas en totalkostnad på 60.000 kr.
- En MicroVac kostar ca 250 000 kr för själva enheten (Ekendahl, 2006). Installation cirka 100.000 kr (Ekendahl, 2006; Sellberg et al., 2005)
- Den ekonomiska livslängden är cirka 10 år och kalkylräntan 6 %, vilket medför en annuitetsfaktor på 0,1359 (Forsberg & Olofsson, 2003).
- En NanoVac förbrukar 365 kWh/ år och en MicroVac 3650 kWh/ år (Ekendahl, 2006). Elkostnad, hushållsel 0,66 kr/kWh (Ekstrandh, 2006).

Tabell B3.1 Årskostnad för kvarn med tank.

Utgift	NanoVac	MicroVac
Investering/år	8154 kr	47565 kr
Energikostnader (0,66 kr/kWh)	240,9 kr	2409 kr
Antal	1 st	5 st
Totalt	8395 kr	249 870 kr

- Slamtömning från tank kostar enligt Rekos avfallstaxa 2006, 338 kr i framkörningsavgift samt 284 kr/m³ (Reko, 2006).
 - Kostnad för insamling blir således: $338 \cdot 11 \cdot 6 + 284 \cdot 115 = 54\,968$ kr.
- Inga investeringskostnader på Fillanverket har antagits.
- Avgift för avfall till organisk tank 25 kr/ m³ (Stenlund, 2007).

Årskostnad för 98 ton bioavfall är 316 108 kr.

Intäkter

- Intäkt för biogas är 202,94 kr/MWh under perioden januari-april och oktober-december. 72,50 kr/MWh för maj-september (Jonsson, 2006).
- Intäkt blir 12 058 kr för vinterhalvår och 3078 kr för sommarhalvår.
- Mantid sparas genom att personal slipper bära bioavfall från kök till soprum, släpa tunnor. Kostnad för mantid 250 kr per timme (Forsberg & Olofsson, 2003).

B3.4 Resultat

Tabell B3.2 Totalkostnad kr/f.e.

	Förbränning	Kompostering hos bönder	Rötning på Fillan
Insamlingskostnad	98 000		54 968
Behandlingskostnad	51 156	125 765	2875
Avfallskvarn	0	0	258 265
Elförbrukning		0	8583

Tabell B3.3 Intäkter kr/f.e.

	Förbränning	Kompostering hos bönder	Rötning på Fillan
Intäkt fjärrvärme	97240	0	0
Intäkt el	23760	0	0
Intäkt biogas	0	0	15 135

Tabell B3.4 Minskad systemkostnad jämfört förbränning

	Kompostering hos bönder (kr/f.e.)	Rötning på Fillan (kr/f.e.)
Minskad insamling av blandat avfall	-23 391	-43032
Minskad förbränning		-48271
Ökad intäkt för biogas	0	-15135
Minskade interna transporter	0	-91250
Totalt	-23391	197688

Tabell B3.5 Ökad systemkostnad jämfört förbränning

	Kompostering hos bönder (kr/f.e.)	Rötning på Fillan (kr/f.e.)
Minskad intäkt fjärrvärme		
Minskad intäkt el	23 760	23 760
Minskad intäkt fjärrvärme	97420	97 420
Investeringskostnad avfallskvarn		245 979
Ökad elförbrukning		7409
Totalt	121 180	374 568

B3.5 Ekonomiska konsekvenser för hushållens avfallshantering

Alla kostnader är inklusive moms. I de fall där enbart uppgifter exklusive moms har gått att få tag på har en momssats på 25 % lagts till.

Undersökta alternativ

Följande två alternativ undersöktes:

Alternativ 1

Alternativ 1 innefattar ett enfamiljshus med 3 personer. Familjen antas använda ett 190 liters sopkärl för brännbart avfall med hämtning var 14:e dag, vilket är det vanligaste sopabonnemanget (Lidow, 2006). Vid införande av avfallskvarn, kompostbehållare eller kärl för insamling av biologiskt avfall kan hämtningsintervallet för den brännbara fraktionen antas förlängas till var fjärde vecka. Det är vanligt för kommuner som infört insamling av bioavfall med hämtning av bioavfall varannan vecka och hämtning av resterande avfall var fjärde vecka (Lidow, 2006).

Alternativ 2

Alternativ 2 har beräknats efter ett flerfamiljshus med 20 lägenheter och 50 personer (Forsberg & Olofsson, 2003). Enligt hushållstaxan är 2 stycken 660 liters kärl lämpligt för hämtning av hushållsavfall för ett flerbostadshus med 50 personer. Hämtningsintervall är varje vecka. Vid införande av 20 stycken avfallskvarnar, 10 stycken kompostbehållare eller utbyte mot kärl för insamling av biologiskt avfall minskar hushållsavfallet för samtliga lägenheter totalt med cirka 70 liter per vecka. En minskning av kärl eller ett ökat hämtningsintervall är därför inte motiverat (Lidow, 2007). Antalet kompostbehållare är baserat på att en behållare på 300-375 liter kan behandla avfall från 5 personer (Forsberg & Olofsson, 2003).

Mängder bioavfall

- En person ger upphov till 76 kg bioavfall per år (Forsberg & Olofsson).
- 67 % lämpar sig till köksavfallskvarn, d.v.s. 51 kg/ person och år (Forsberg & Olofsson).
- För övriga alternativ är 80 % normal utsorteringsgrad, resterande 20 % beräknas gå till förbränning. Utsorterad mängd bioavfall blir därför 61 kg/person och år (Forsberg & Olofsson).

Avfallstaxa 2007

Tabell B3.6 Avfallstaxa för enfamiljshus vid tömning var 14:e dag samt avfallstaxa för flerfamiljshus vid tömning varje vecka (Reko, 2007).

Bostadstyp	Storlek (liter/kärl)	Fast årskostnad (kr)	Hämtningsavgift (kr/tillfälle)	Viktavgift (kr/kg)
En- och tvåfamiljshus	190	845	6,49	1,81
Flerfamiljshus	370	1655	9,69	1,81

Hemkompostering

- Investeringskostnad för kompostbehållare, 131 kr/ år (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Underhållskostnader för kompostbehållaren är inte medtagna (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Mängd komposterbart avfall är 61 kg per person och år (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Informationskostnader 39 kr/hushåll och år, baserat på 7 kommuner som samlar in bioavfall (RVF Utveckling, 2005:a).
- Rabattaxa vid kompostering är 100 kr per anläggning oberoende av kärlstorlek och anläggningstyp (Reko, 2007). Enligt den nya avfallsplanen som kommer att antas under år 2007 kommer inte denna subventionering prioriteras i fortsättningen. Rabatten har därför inte tagits med i beräkningen. Istället föreslås ett bidrag vid köp av kompost (Lidow, 2007).

Tabell B3.7 Totalkostnad för hemkompostering.

	Utgift	Alternativ 1 (kr/hushåll, år)	Alternativ 2 (kr/hushåll, år)
Kostnad	Information	39	39
Kostnad	Investering för kompostbehållare	131	65
Besparing	Minskad vikt kostnad	331	276
Besparing	Minskad hämtningsavgift	84	0
Totalkostnad		-245	-172

Rötning i Östersund

- Kostnad för insamling och borttransport för bioavfall är 210 kr för villahushåll, inklusive arbetstids-, fordons- och förbrukningskostnader som kökspåsar och säckar men exklusive behandlingsavgifter och behållareinvesteringar. Baserat på medelvärde för 7 kommuner som infört insamlingssystem för bioavfall (RVF Utveckling, 1999:b).
- Ett 190 liters kärl beräknas kosta 60 kr/ hushåll och år (Lidow, 2007).
- Kostnad för insamling och borttransport för bioavfall är 93 kr för flerfamiljshushåll, inklusive arbetstids-, fordons- och förbrukningskostnader som kökspåsar och säckar men exklusive behandlingsavgifter och behållareinvesteringar. Baserat på medelvärde för 7 kommuner som infört insamlingssystem för bioavfall (RVF Utveckling, 1999:b).
- En molok kostar cirka 45 000 kr exkl. moms i investeringsavgift inklusive installationskostnader. Livslängden är cirka 15 år (SanSac, 2007). Kalkylränta 6 %. (Nordea, Swedbank).
- Ingen mellanlagring finns medräknad i modellen.

- Mängd hushållsavfall till rötning är 61 kg per person och år (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Transportkostnad till Östersund, cirka 85-130:-/ton beroende på vikt och volym. Medelvärde på 107, 5 kr/ ton antas (Richnau, 2007).
- Uppsakattad behandlingskostnad 700-800 kr/ton. Medelvärde på 750 kr / ton antas (Skarin, 2006).
- Informationskostnader 39 kr/hushåll och år, baserat på 7 kommuner som samlar in bioavfall (RVF Utveckling, 2005:a).

Tabell B3.8 Totalkostnad för rötning i Östersund.

	Utgift	Alternativ 1 (kr/hushåll, år)	Alternativ 2 (kr/hushåll, år)
Kostnad	Information	39	39
Kostnad	Insamling bioavfall	210	93
Kostnad	Kärl /Molok	60	290
Kostnad	Transportkostnad till Östersund	16	14
Kostnad	Behandlingskostnad	115	96
Besparing	Minskad viktkostnad	331	276
Besparing	Minskad hämtningsavgift	84	0
Totalkostnad		25	265

Rötning av pressvätska på Fillanverket

- Kostnad för insamling och borttransport för bioavfall är 210 kr för villahushåll, inklusive arbetstids-, fordons- och förbrukningskostnader som kökspåsar och säckar men exklusive behandlingsavgifter och behållareinvesteringar. Baserat på medelvärde för 7 kommuner som infört insamlingssystem för bioavfall (RVF Utveckling, 1999:b).
- Kostnad för insamling och borttransport för bioavfall är 93 kr för flerfamiljshushåll, inklusive arbetstids-, fordons- och förbrukningskostnader som kökspåsar och säckar men exklusive behandlingsavgifter och behållareinvesteringar. Baserat på medelvärde för 7 kommuner som infört insamlingssystem för bioavfall (RVF Utveckling, 1999:b).
- Investering skruvpress på Fillanverket 1 miljonkronor plus 2,5 miljoner för mixer baserat på inköpspris för NSR (Cedervall, 2007).
- Avskrivningstid för mixer och skruvpress är 5 år (Cedervall, 2007). Kalkylränta är 6 %
- En anslutningsgrad på 60 % antas, d.v.s 25 598 hushåll deltar.
- Behandlingskostnad är svår att uppskatta. För NSR som använder sig av skruvpress i behandling siffrorna ej offentliga. Samma behandlingskostnad som för rötning i Östersund antas därför. 60 % behandlas i rötgasanläggning.
- 40 % förbränns i Korstaverket.

- Informationskostnader 39 kr/hushåll och år, baserat på 7 kommuner som samlar in bioavfall (RVF Utveckling, 2005:a).

Tabell B3.9 Totalkostnad för rötning av pressvätska på Fillanverket.

	Utgift	Alternativ 1 (kr/hushåll, år)	Alternativ 2 (kr/hushåll, år)
Kostnad	Information	39	39
Kostnad	Insamlingskostnad	210	93
Kostnad	Kärl /Molok	60	290
Kostnad	Investering press	33	33
Kostnad	Behandlingskostnad	82	72
Besparing	Minskad vikt kostnad	199	166
Besparing	Minskad hämtningsavgift	84	0
Totalkostnad		141	361

Köksavfallskvarn

- Investeringskostnad för avfallskvarn, 517 kr/hushåll för alternativ 1 och 408 kr per hushåll för alternativ 2 (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Vatten och elförbrukning, 28 kr/hushåll för alternativ 1 och 24 kr per hushåll för alternativ 2 (Forsberg & Olofsson, 2003).
- Informationskostnader 39 kr/hushåll och år, baserat på 7 kommuner som samlar in bioavfall (RVF Utveckling, 2005:a).

Tabell B3.10 Totalkostnad för köksavfallskvarn.

	Utgift	Alternativ 1 (kr/hushåll, år)	Alternativ 2 (kr/hushåll, år)
Kostnad	Information	39	39
Kostnad	Investeringskostnad för avfallskvarn	517	517
Kostnad	Vatten- och elförbrukning	28	28
Besparing	Minskad vikt kostnad	277	231
Besparing	Minskad hämtningsavgift	84	0
Totalkostnad		223	353

