

# EXAMENSARBETE

## KÖKSAVFALLSKVARNAR Ett behandlingsalternativ för blött organiskt avfall?

*En förstudie i Sundsvall*



MARIA FORSBERG  
ANNA OLOFSSON

**CIVILINGENJÖRSPROGRAMMET**

Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för VA-teknik

2003:187 CIV • ISSN: 1402 - 1617 • ISRN: LTU - EX -- 03/187 -- SE

## Förord

Detta examensarbete har utförts vid Avdelningen för VA-teknik, Luleå tekniska universitet. Arbetet utfördes på uppdrag av Sundsvall Vatten AB och Reko Sundsvall AB. Rapporten är skriven under vårterminen 2003 och ingick som ett sista moment i vår utbildning till civilingenjörer i Samhällsbyggnadsteknik vid Luleå tekniska universitet.

Vi vill tacka våra handledare Helena Palmqvist, doktorand på Avdelningen för VA-teknik vid Luleå tekniska universitet, Anna Stenlund, utredningsingenjör vid Sundsvall Vatten AB samt Gunilla Edmark, processingenjör vid Sundsvall Vatten AB för all hjälp och alla värdefulla synpunkter på rapporten som vi fått under arbetets gång.

Vi vill även tacka all personal på Sundsvall Vatten AB, Reko Sundsvall AB och Sundsvall Energi AB för den hjälp vi fått med information och material samt för ett trevlig bemötande.

Tack också till Surahammars KommunalTeknik för att vi fick ta del av era erfarenheter av köksavfallskvarnar vid vårt studiebesök i Surahammar.

Sundsvall den 10 juni 2003



Maria Forsberg



Anna Olofsson

## Sammanfattning

För att uppfylla förbuden mot deponering av brännbart avfall fr.o.m. 2002 och organiskt avfall fr.o.m. 2005 ska hushållsavfall i Sundsvalls kommun behandlas genom förbränning. Behandlingen ska kompletteras med hemkompostering och kompostering av rent och blött organiskt avfall från storkök och livsmedelsbutiker. Ett ytterligare komplement till biologisk behandling av matavfall är införande av köksavfallskvarnar i hushåll och storkök. Det innebär att matavfall mals ned och transporteras i avloppsledningsnätet till reningsverk, där det genomgår behandling och omvandlas till biogas och rötslam.

Examensarbetet utfördes på uppdrag av Sundsvall Vatten AB och Reko Sundsvall AB. Rapportens syfte var att utreda möjligheten och konsekvenserna av att införa köksavfallskvarnar som ett kompletterande behandlingsalternativ för blött organiskt avfall i Sundsvalls kommun. Utredningen ledde till en rekommendation som anger i vilken omfattning köksavfallskvarnar kan vara lämpligt att införa samt ett förslag på en lämplig avfallskvarnsutrustning i hushåll.

Rapporten baserades på tidigare studier och erfarenheter av köksavfallskvarnar, dagens (2003) avfallshantering i Sundsvalls kommun samt de kommunala målen för avfallsbehandling. Dessutom studerades tekniska begränsningar i aktuella reningsverk samt ledningsnät som visar lämpliga områden för eventuellt införande av avfallskvarnar i Sundsvall. För att utreda miljökonsekvenser och ekonomiska konsekvenser vid införande av köksavfallskvarnar gjordes en jämförelse med behandlingsalternativen förbränning och hemkompostering. Avfallskvarnens tekniska funktion och användarvänlighet undersöktes genom malförsök med en kontinuerligt matad kvarn.

Utredningen resulterade i en rekommendation att införa avfallskvarnar som ett komplement till dagens (2003) avfallsbehandling i Sundsvalls kommun. Rekommendationen grundas på Sundsvalls kommuns miljömål och tidigare studier som visar att avfallskvarnssystemet inte medför några problem i ledningsnät och reningsverk samt att systemet förenklar avfallshanteringen. Vid införande av avfallskvarnar ökar systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering, men ökningen anses uppvägas av ovanstående fördelar med köksavfallskvarnar. Miljökonsekvensberäkningarna kunde inte ligga till grund för rekommendationen eftersom resultaten inte visade någon tydlig tendens för vilket behandlingsalternativ som är mest fördelaktigt ur miljösynpunkt. Köksavfallskvarnar är inte ett alternativ för samtliga hushåll och storkök i Sundsvalls kommun då ledningsnätet i vissa områden inte klarar den ökade belastningen från nytillkommet matavfall.

Förslag på lämplig avfallskvarnsutrustning i hushåll är en satsvis matad avfallskvarn med lock. En satsmatad kvarn stänker inte vid malning samt medför högre säkerhet än en kontinuerligt matad kvarn.

## **Abstract**

In order to comply with the deposit ban of combustible waste from 2002 and the ban of depositing organic waste from 2005, household waste in Sundsvall is treated with incineration. Home composting and central compost for organic waste from large-scale kitchens and grocery stores are used as supplementary treatment. Another biological treatment for organic waste is food waste disposers for households and large-scale kitchens. The organic waste is ground by the disposals and transported in the sewerage to a wastewater treatment plant, where the waste is treated and converted into biogas and sludge.

This masters thesis was commissioned by Sundsvall Water Company (Sundsvall Vatten AB) and the waste company Reko Sundsvall AB. The object of this report was to investigate the possibility and consequences of introducing waste disposers, in the municipality of Sundsvall, as a supplementary treatment for organic waste. The investigation resulted in a recommendation that indicates in what extension food waste disposers could be suitable to introduce in the City of Sundsvall. A proposal about appropriate waste disposer equipment for households was also given.

The report was based on earlier studies and experiences of waste disposers, the waste disposal in Sundsvall today (2003) and the municipal goals for waste treatment processing. Furthermore, the technical limitations for wastewater treatment plants and the sewerage were studied to illustrate suitable areas for waste disposers. To investigate environmental and economic consequences, when introducing waste disposers, a comparison with incineration and home composting was made. The technical functions and the usability of the food waste disposer were analysed by grind experiments with a continuous fed waste disposer.

The municipality of Sundsvall was recommended to introduce waste disposers as a supplementary treatment to the waste disposal today (2003). The recommendation was based on the environmental goals of the municipality of Sundsvall and earlier studies showing that the system of food waste disposers do not lead to any significant problems in the sewerage or the wastewater treatment plants. Furthermore, waste disposers simplify the waste disposal for users. Introduction of waste disposers increases the cost of the system for waste disposal in Sundsvall, however, the advantages of waste disposers mentioned above compensate the increase. The calculations of environmental consequences could not be used for the recommendation since there were no obvious results that showed the most environmental friendly alternative for treatment of organic waste. Waste disposers are not an alternative for every household and large-scale kitchens in the municipality of Sundsvall, as the sewerage in certain areas could not manage the increased load from additional food waste.

A batch fed food waste disposer with a lid is proposed as suitable waste disposer equipment. The batch fed waste disposer does not spatter when grinding and provides a higher security than a continuous fed disposer.

# Innehållsförteckning

<b>1 INLEDNING</b> .....	<b>9</b>
1.1 BAKGRUND .....	9
1.2 SYFTE.....	9
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	10
1.4 METODBESKRIVNING .....	10
1.5 RAPPORTENS STRUKTUR.....	10
<b>2 LITTERATURSTUDIE</b> .....	<b>11</b>
2.1 KÖSAVFALLSKVARNAR.....	11
2.1.1 <i>Historia</i> .....	11
2.1.2 <i>Teknisk funktion</i> .....	11
2.1.3 <i>Malbart avfall</i> .....	12
2.1.4 <i>Vatten- och energiförbrukning</i> .....	12
2.1.5 <i>Ljud</i> .....	12
2.1.6 <i>Lukt</i> .....	13
2.1.7 <i>Juridiska aspekter</i> .....	13
2.2 BESKRIVNING AV KÖSAVFALLSKVARNSSYSTEM .....	14
2.2.1 <i>Rörledningar inom fastigheten</i> .....	15
2.2.2 <i>Det allmänna avloppsledningsnätet</i> .....	16
2.2.3 <i>Avloppsreningsverk</i> .....	17
2.3 TIDIGARE STUDIER AV KÖSAVFALLSKVARNAR .....	20
2.3.1 <i>Staffanstorp</i> .....	20
2.3.2 <i>Surahammar</i> .....	22
2.3.3 <i>Göteborg</i> .....	24
2.3.4 <i>Östra sjukhuset, Göteborg</i> .....	25
2.4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER ANGÅENDE LITTERATURSTUDIEN .....	25
<b>3 AVFALLSHANTERINGEN I SUNDSVALL</b> .....	<b>27</b>
3.1 BEHANDLINGALTERNATIV FÖR BLÖTT ORGANISKT AVFALL .....	27
3.1.1 <i>Förbränning</i> .....	27
3.1.2 <i>Kompostering</i> .....	29
3.1.3 <i>Rötning</i> .....	30
3.2 DISKUSSION OCH SLUTSATSER ANGÅENDE AVFALLSHANTERINGEN I SUNDSVALL .....	31
<b>4 UTREDNING AV MÖJLIGHETEN OCH KONSEKVENSERNA AV ATT INFÖRA KÖSAVFALLSKVARNAR I SUNDSVALL</b> .....	<b>33</b>
4.1 STUDIE AV AVLOPPSRENINGSVERK OCH AVLOPPSLEDNINGSNÄT .....	33
4.1.1 <i>Sundsvall-Selånger</i> .....	33
4.1.2 <i>Skön-Alnö</i> .....	34
4.1.3 <i>Njurunda</i> .....	35
4.2 PILOTOMRÅDEN BOSVEDJAN-BYDALEN OCH SUNDSVALLS SJUKHUS .....	36
4.2.1 <i>Beskrivning av köksavfallskvarnssystemet</i> .....	37
4.2.2 <i>Miljökonsekvenser vid hantering av matavfall</i> .....	39
4.2.3 <i>Ekonomiska konsekvenser vid hantering av matavfall</i> .....	59
4.2.4 <i>Inställning till köksavfallskvarnar</i> .....	64
4.3 DISKUSSION OCH SLUTSATSER ANGÅENDE MÖJLIGHETEN OCH KONSEKVENSERNA AV ATT INFÖRA KÖSAVFALLSKVARNAR I SUNDSVALL .....	65
4.3.1 <i>Studie av avloppsreningsverk och avloppsledningsnät</i> .....	65
4.3.2 <i>Miljökonsekvenser för områdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus</i> .....	65
4.3.3 <i>Ekonomiska konsekvenser för områdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus</i> .....	66

<b>5 MALFÖRSÖK</b> .....	<b>67</b>
5.1 INSTALLERAD AVFALLSKVARN .....	67
5.1.1 <i>Beskrivning av experimentell utrustning och metod</i> .....	67
5.1.2 <i>Resultat</i> .....	67
5.1.3 <i>Diskussion och slutsatser angående installerad avfallskvarn</i> .....	67
5.2 UNDERSÖKNING AV DET MALDA MATAVFALLETS PARTIKELSTORLEK .....	68
5.2.1 <i>Beskrivning av experimentell utrustning och metod</i> .....	68
5.2.2 <i>Resultat</i> .....	68
5.2.3 <i>Diskussion och slutsatser angående det malda avfallets partikelstorlek</i> .....	69
<b>6 SLUTDISKUSSION OCH REKOMMENDATIONER ANGÅENDE SYSTEMET MED KÖKSAVFALLSKVARNAR</b> .....	<b>70</b>
6.1 FÖR- OCH NACKDELAR MED KÖKSAVFALLSKVARNAR .....	70
6.2 REKOMMENDATIONER.....	72
6.3 FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER .....	72
<b>7 REFERENSER</b> .....	<b>73</b>

**BILAGA 1 OMRÅDESINDELNING**

**BILAGA 2 BRÄDDNING**

**BILAGA 3 PROCESSBILD ÖVER FILLANVERKET**

**BILAGA 4 MILJÖKONSEKVENSBERÄKNINGAR**

**BILAGA 5 EKONOMISKA BERÄKNINGAR**

**BILAGA 6 SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTUNDERSÖKNING**

**BILAGA 7 MALFÖRSÖK**

## 1 Inledning

### 1.1 Bakgrund

Under 90-talet minskade inte avfallsproduktionen utan problemen kring avfallshanteringen blev snarare större. I EU:s miljöhandlingsprogram som antogs i juni 2001 är målet att konsumtionen av förnybara och icke-förnybara resurser inte ska överstiga vad miljön klarar. Det uppnås genom att öka resurseffektiviteten avsevärt samt att förebygga uppkomsten av avfall (Europa, 2002).

I Sverige berörs omhändertagande av avfall av de miljömål som riksdagen fastställde 1999. Det nationella miljö kvalitetsmålet "God bebyggd miljö" innefattar bl.a. att mängden deponerat avfall ska halveras till år 2005 (räknat från 1994 års nivå) samtidigt som den totala mängden avfall inte ökar. Ett förslag på komplettering av målet "God bebyggd miljö" innebär att "år 2010 omhändertas minst 25 % av hushållens matavfall och 50 % av motsvarande avfall från restauranger, storkök och butiker genom biologisk behandling. Målet avser källsorterat och centralt behandlat avfall." Regeringen avser även att komma med förslag till ett delmål om återföring av fosfor från organiskt avfall och avloppsslam till jordbruksmark utan risk för hälsa och miljö. För att uppfylla miljö kvalitetsmålen fattade regeringen beslut om ett antal styrmedel som t.ex. förbud mot att deponera organiskt avfall fr.o.m. år 2005 och brännbart avfall fr.o.m. 2002. Dessutom föreslås en höjd deponiskatt för avfall som omfattas av dispens från deponeringsförbuden (Naturvårdsverket, 2002:b).

För att uppfylla förbuden mot deponering av brännbart och organiskt avfall ska hushållsavfall i Sundsvalls kommun behandlas genom förbränning. Behandlingen ska kompletteras med hemkompostering och kompostering av rent och blött organiskt avfall från storkök och livsmedelsbutiker. Enligt Sundsvalls kommuns avfallsplan bör dock blött organiskt avfall främst rötas, men alternativet anses inte realistiskt av kostnadsskäl (Sundsvall kommun, 2001). För att undvika höga investeringskostnader i nya röttningsanläggningar kan införande av köksavfallskvarnar i hushåll och storkök vara en alternativ behandlingsmetod för matavfall. Då transporteras matavfallet i avloppsledningsnätet till reningsverk där befintliga rötkammare används för den biologiska behandlingen.

I USA finns köksavfallskvarnar installerade i cirka 50 procent av hushållen. I Europa är det dock ovanligt med avfallskvarnar och i Sverige uppskattas att färre än 1 procent av hushållen har en kvarn installerad (Kärman *et al*, 2001). Att avfallskvarnar är sällsynta i Sverige beror huvudsakligen på Naturvårdsverkets restriktiva hållning till avfallskvarnar. Den grundas på att det är olämpligt att sambehandla rent matavfall med avloppsslam. Dessutom är det av emissionsskäl olämpligt att belasta ledningsnät och reningsverk med matavfall (Naturvårdsverket, 2001).

### 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utreda möjligheten och konsekvenserna av att införa köksavfallskvarnar som ett kompletterande behandlingsalternativ för blött organiskt avfall i Sundsvalls kommun. Utredningen ska leda till en rekommendation som anger i vilken omfattning köksavfallskvarnar kan vara lämpligt att införa i Sundsvall samt ett förslag på lämplig avfallskvarnsutrustning i hushåll.

Utredningen baseras på följande delar:

- Tidigare studier och erfarenheter av köksavfallskvarnar.
- Dagens (2003) avfallshantering i Sundsvalls kommun samt de kommunala målen för avfallsbehandling.
- Studier av tekniska begränsningar i reningsverk och ledningsnät som visar lämpliga områden för eventuellt införande av avfallskvarnar i Sundsvalls kommun.
- Jämförelser av miljökonsekvenser och ekonomiska konsekvenser mellan behandlingsalternativen köksavfallskvarnar, hemkompostering och förbränning av matavfall.
- Praktiska malförsök som undersöker avfallskvarnens tekniska funktion och användarvänlighet.

### **1.3 Avgränsningar**

Studier av reningsverk och ledningsnät är begränsade till områdena Sundsvall-Selånger, Skön-Alnö och Njurunda. Områdena är anslutna till de tre största reningsverken i Sundsvall.

Den geografiska avgränsningen för utredningen av miljökonsekvenser och ekonomiska konsekvenser för avfallskvarnar, hemkompostering och förbränning av matavfall är de utvalda pilotområdena Bosvedjan-Bydalen samt Sundsvalls sjukhus. Miljökonsekvenserna begränsas till förbrukning och utvinning av energi, utsläpp av försurande och eutrofierande ämnen, utsläpp av växthusgaser samt restprodukternas kvalitet med hänsyn till tungmetallhalter. Den ekonomiska analysen innefattar endast det tekniska systemet. Ingen hänsyn tas till ekonomiska konsekvenser av förändringar i arbetsmiljö, hygien eller lukt.

Endast en kontinuerligt matad köksavfallskvarn för hushåll används vid malförsöken.

### **1.4 Metodbeskrivning**

Rapporten är baserad på litteraturstudier, praktiska försök, intervjuer, en enkätundersökning och studiebesök. Litteraturstudierna omfattar huvudsakligen tidigare erfarenheter och studier av köksavfallskvarnar, avfallsplanen för Sundsvalls kommun samt miljörapporter och driftinstruktioner för Sundsvalls reningsverk. Malförsök genomfördes med en avfallskvarn för att utvärdera kvarnens tekniska funktion samt användarvänlighet. Intervjuer gjordes med berörda personer på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall Energi AB och Reko Sundsvall AB för att erhålla information om Sundsvalls avfallshantering samt till utredningen av möjligheten och konsekvenserna av att införa köksavfallskvarnar i Sundsvalls kommun. För att observera det enda storskaliga försöket med avfallskvarnar i Sverige gjordes ett studiebesök i Surahammar.

### **1.5 Rapportens struktur**

Rapporten är uppdelad i sex delar; kapitel ett innefattar bakgrund, syfte, avgränsningar och metod för rapporten därefter följer, i kapitel två, en litteraturstudie av tidigare studier och erfarenheter av köksavfallskvarnar. Kapitel tre och fyra berör Sundsvalls avfallshantering samt möjligheten och konsekvenser av att införa avfallskvarnar i Sundsvalls kommun. Resultat och slutsatser från malförsök med avfallskvarn redovisas i kapitel fem och slutdiskussion och rekommendationer ingår i det sista kapitlet som belyser de viktigaste resultaten och ger förslag på fortsatta studier.



## 2 Litteraturstudie

### 2.1 Köksavfallskvarnar

#### 2.1.1 Historia

Köksavfallskvarnen uppfanns på 1920-talet i USA. 10 år senare lanserades den första kommersiella avfallskvarnen. Idag (2003) har cirka 50 procent av alla hushåll i USA en kvarn installerad. Förutom i USA säljs avfallskvarnar utan restriktioner i ett 50-tal länder (Nilsson, 1999:b).

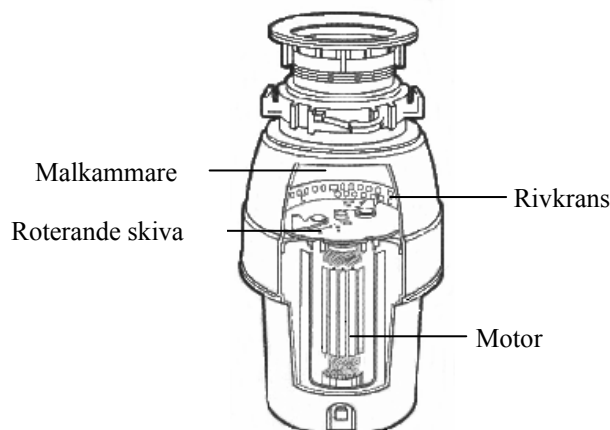
I Sverige installerades avfallskvarnar som en bekvämlighetsanordning i hushållen under 40- och 50-talet. På 60-talet koncentrerades miljödebatten kring vattenrening och myndigheterna tyckte då att avfallskvarnar inte var en bra lösning för behandling av matavfall, eftersom de bidrog till ökad belastning på avloppsreningsverken. Till följd av detta infördes i stort sett totalförbud mot installation av avfallskvarnar under 70- och 80-talen (Nilsson *et al*, 1990).

I Europa är det ovanligt med avfallskvarnar och i Sverige beräknas att färre än 1 procent av hushållen har en kvarn installerad (Kärman *et al*, 2001). Naturvårdsverket är negativt inställd till införandet av avfallskvarnar, då de tycker att det är olämpligt att sambehandla rent matavfall med avloppsslam (Naturvårdsverket, 2001).

Det enda storskaliga införandet av avfallskvarnar i Sverige har utförts i Surahammars kommun, där cirka 1 500 kvarnar är installerade idag (2003) (Thunström, 2003). I övrigt har försök i enstaka bostadsområden eller fastigheter genomförts i t.ex. Staffanstorps, Malmö och Kalmar (Kärman *et al*, 2001).

#### 2.1.2 Teknisk funktion

Köksavfallskvarnar används för att mala ner matavfall i enskilda hushåll och storkök. Kvarnen installeras under diskbänken i anslutning till köksavloppet, som ska ha en diameter på 90 millimeter, och utloppet ansluts till ett u-format vattenlås. En eventuell diskmaskin kan kopplas till kvarnen för extra rengöring. I storkök kan köksavfallskvarnen även monteras som en fristående enhet. Köksavfallskvarnar arbetar antingen satsvis eller kontinuerligt. I Sverige är det vanligast att satsvis matade kvarnar används eftersom de har högre säkerhet än kontinuerligt matade kvarnar. En satsvis matad kvarn går inte att starta om inte locket sätts på i körläge, vilket gör det omöjligt att komma åt rivverket när kvarnen är igång. På detta sätt elimineras olycksrisken. Vid användning av en satsvis matad kvarn matas matavfallet ner i kvarnen samtidigt som vatten spolas. För att starta kvarnen placeras sedan locket i körläge. En kontinuerligt matad kvarn startas/stoppas med en manuell strömbrytare och går medan vattnet spolar ner matavfallet i malkammaren. Om kvarnen riskerar att överbelastas bryts strömmen till motorn automatiskt (Karlberg & Norin, 1999).



**Figur 2.1** Köksavfallskvarn i genomskärning (Lövstedt & Norlander, 2002).

Endast organiskt, rivbart avfall är avsett att malas i en köksavfallskvarn. När matavfall matas ned i kvarnen hamnar det i malkammaren på en roterande skiva som har ett antal hål på 3-4 millimeter. Utanför skivan, som vanligen roterar med 1 400 varv per minut, sitter en fast rivkrans. Med hjälp av centrifugalkraften slungas det inkommande materialet mot rivkransen och pressas ut genom hålen vidare till utloppsledningen (se figur 2.1). Eftersom dagens (2003) avfallskvarnar river sönder det inkommande matavfallet och har en begränsad håldiameter kommer hårda, icke-rivbara material att stanna i kvarnens överdel. De kan lätt avlägsnas manuellt när kvarnen inte är i drift (Karlberg & Norin, 1999).

Det är av intresse att veta avfallets partikelstorlek efter malning eftersom det påverkar sedimenteringen i ledningsnät och sedimenteringsbassänger samt mängden rens som fastnar i reningsverkets rensgaller. Kvarnar av märket Disperator ska normalt ge upphov till 3-5 millimeter partiklar (Karlberg & Norin, 1999) medan Avfallskvarn AB uppger att deras kvarnar resulterar i 0-5 millimeter partiklar (Avfallskvarn AB, 2003). Malförsök gjorda av Jenny Nilsson vid Mälardalens högskola visar dock att även stora bitar kan passera kvarnen. Lök kunde t.ex. återfinnas i 5-6 centimeter stora bitar efter malning (Nilsson, 1999:b).

### 2.1.3 Malbart avfall

I stort sett allt matavfall från hushåll kan malas i köksavfallskvarnar. Den komposterbara fraktionen kan delas in i icke malbart avfall (20 %), indirekt malbart avfall (13 %) och malbart avfall (67 %) (Karlberg & Norin, 1999). Kvarnarnas rivfunktion kan inte riva allt för hårda eller seiga material så som grova köttben, senor, fiskskinn, grönsaker med långa fibrer, t.ex. majscolv, samt stora mängder fett och deg. Den indirekt malbara fraktionen består av matavfall som slängs tillsammans med sin förpackning t.ex. smör eller mjukost som blivit gammal. Till malbart avfall hör fiskrens, grönsaker, räk-, frukt-, potatis- och äggskal, hushållspapper och kaffefilter m.m. Om en kortare maltid önskas kan avfallet delas ner i mindre bitar innan det placeras i kvarnen (Kärman *et al*, 2001).

### 2.1.4 Vatten- och energiförbrukning

El- och vattenförbrukning i hushållen kommer, enligt kvarntillverkarna, att öka vid installation av avfallskvarnar. Spolvattenbehovet för att transportera bort det malda avfallet beräknas vara 3-6 liter per hushåll och dygn (Johansson, 2002). Det motsvarar en extra toalettspolning per dygn (Gustavsberg, 2003). Varken i Staffanstorp (Nilsson *et al*, 1990) eller Surahammar (Karlberg & Norin, 1999) har studier visat på någon ökad vattenförbrukning efter införandet av avfallskvarnar.

Energibehovet för motorn som driver avfallskvarnen är 3-4 kWh per hushåll och år (Karlberg & Norin, 1999).

### 2.1.5 Ljud

Fast installerade maskiner ska, enligt svensk byggnorm, ej medföra en varaktig störning som överskrider 35 decibel i kök och 30 decibel i bostadsrum. Vatten- och avloppsinstallationer får högst orsaka 40 decibel i kök och 35 decibel i bostadsrum hos grannlägenheter. I Staffanstorp gjordes en ljudmätning i en av försöklägenheterna när den var under byggnation. Blandat matavfall maldes ned kontinuerligt under vattenspolning. När kvarnen var fylld med matavfall var ljudnivån lägre än när den kördes tom (Nilsson *et al*, 1990).

I köket hos grannlägenheten på samma plan var ljudnivån (Nilsson *et al*, 1990):

Under tomgångskörning med och utan vattenspolning	> 28 dB
Under malning	32 dB
Med enstaka inslag upp till	35 dB

Där kvarnen var installerad var ljudnivån i köket (Nilsson *et al*, 1990):

Under tomkörning	50 dB
Med vattenspolning	55 dB
Under malning upp till	70 dB

Då båda lägenheterna var under byggnation när mätningarna gjordes kan det antas att ljudnivån kommer att sänkas efter att köksluckor, möbler och textilier installerats. De uppmätta ljudnivåerna motsvarar en tystgående diskmaskin (Nilsson *et al*, 1990).

### 2.1.6 Lukt

Normalt uppstår ingen lukt från avfallskvarnen eftersom att matavfallet spolas direkt ut i avloppsledningsnätet och transporteras bort. I enstaka fall har brukare uppfattat en svag lukt efter malning av t.ex. räkskal. Det beror troligtvis på att för lite vatten spolats i samband med malningen, vilket lett till att kvarnen inte blivit riktigt ren (Johansson, 2002).

### 2.1.7 Juridiska aspekter

Vid installation av avfallskvarnar kan vissa juridiska frågor bli aktuella. I kommuners allmänna bestämmelser för brukande av den allmänna vatten- och avloppsanläggningen (ABVA) klagörs ansvarsfördelningen mellan fastighetsägare ansluten till den allmänna va-anläggningen och huvudman för den allmänna va-anläggningen. Gällande avfallskvarnar, har de flesta kommunerna använt svenskt vattens normalförslag till ABVA från 2002. Förslaget lyder: "Avfallskvarnen får endast installeras om va-verket efter ansökan medger det." I normalförslaget finns även kommentarer till föreslagna bestämmelser. I dem anges att huvudmannen får sätta upp villkor av teknisk och ekonomisk art som gäller brukare av avfallskvarnar. Det finns inga hinder för att införa ett generellt förbud mot installation av avfallskvarnar i en kommuns ABVA (Svenskt Vatten AB, 2002).

Även om kommunen ombesörjt installationen av en avfallskvarn ingår kvarnen i fastighetens installation, vilket innebär att fastighetsägaren äger och ansvarar för den. Om fastighetsägare i en kommun har installerat en avfallskvarn utan kommunens medgivelse borde det vara teoretiskt möjligt för kommunen att tvinga fastighetsägaren att avlägsna kvarnen. I ett område där avfallskvarnar kan tillåtas skulle kommunen kunna ge ut ett tillstånd i efterhand till en fastighetsägare som installerat en avfallskvarn (Kärman *et al*, 2001).

VA-lagen tillåter kommuner att ta ut en avgift för hushåll som har en avfallskvarn installerad. Avgiften ska baseras på den nytta som hushållet har av att ansluta en avfallskvarn till det allmänna avloppsledningsnätet samt de kostnader som användandet av avfallskvarnen medför för kommunen. De kommuner som har en taxa för avfallskvarnar har också möjlighet att ta ut en retroaktiv avgift tre år tillbaka för kvarnar som installerats utan tillstånd (Kärman *et al*, 2001). Enligt Kärman *et al* (2001) består de ökade kostnaderna för va-anläggningen vid införande av avfallskvarnar av t.ex.:

- Mer föroreningar i avloppsvattnet leder till ökade belastningskostnader vid behandling av avloppsvatten.
- Ökade kostnader för hantering och omhändertagande av avskilt slam vid behandling av avloppsvatten.
- Ökade drift- och kapitalkostnader om investeringar behövs för att återställa miljökonsekvenser som det nytillkomna matavfallet medför.
- Ökade drift- och underhållskostnader av ledningsnätet t.ex. ökat behov av spolning, råttbekämpning m.m.
- Ökade kostnader för administration för att värdera om installation är möjlig, hålla register på anslutna kvarnar, ta betalt enligt särskild taxa m.m.

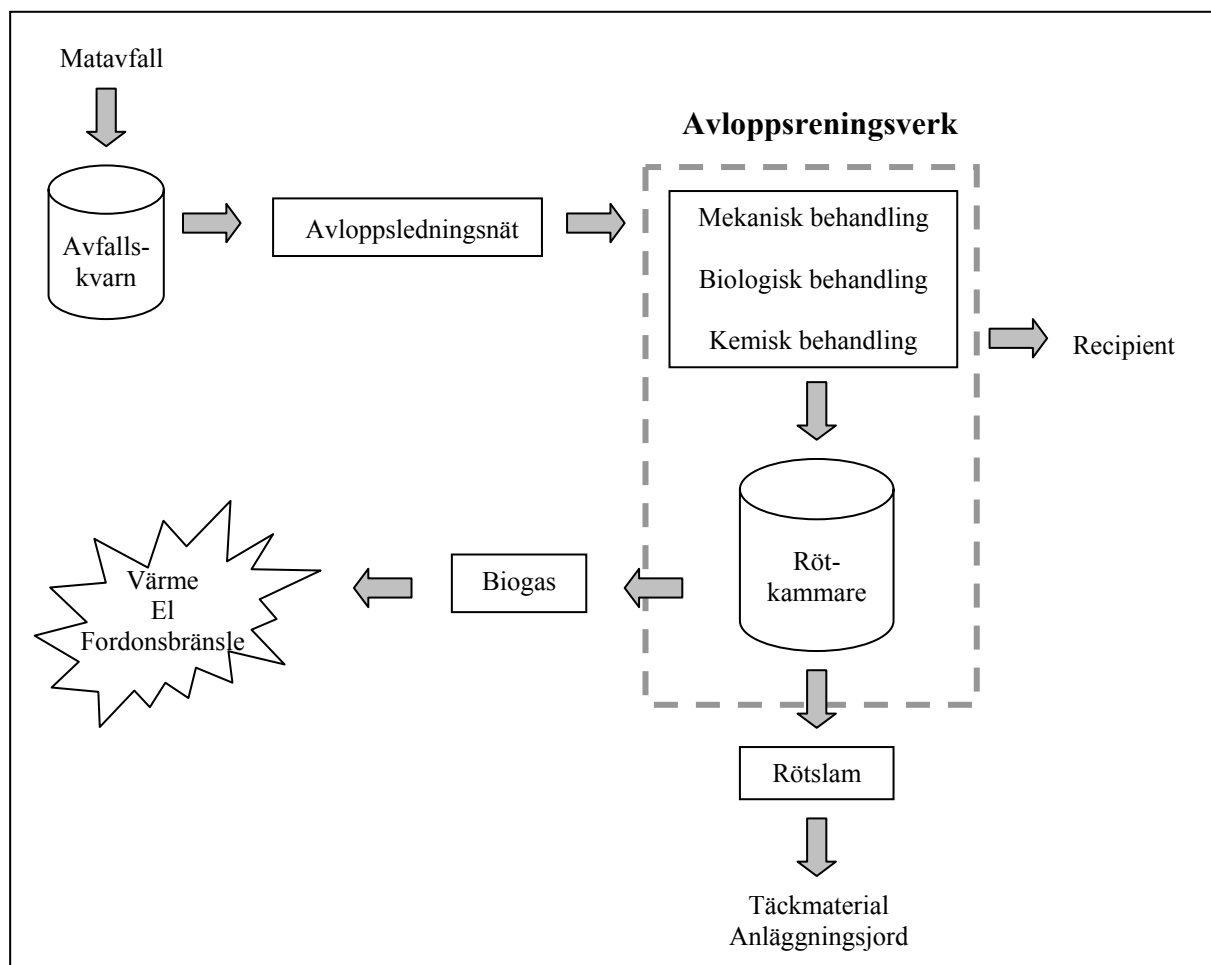
Vid taxesättningen bör kommunen även ta hänsyn till ökade intäkter. Den ökade slamvolymen kan ge ökade intäkter om biogasen från röt-kammaren nyttogörs (Kärman *et al*, 2001).

För att underlätta insamlingen av organiskt avfall i ett område är det bra om alla fastigheter utnyttjar samma sorts insamlingssystem som t.ex. hemkompostering, central kompostering eller avfallskvarnar. Det borde emellertid inte vara möjligt att tvinga alla hushåll i ett område att installera en kvarn. Då kommunen som huvudman tillåter installation av kvarnar, ansvarar de också för att den allmänna avloppsvattenledningen fungerar. Om skador skulle uppkomma till följd av sedimentansamlingar i ledningsnätet orsakade av malt matavfall kan kommunen bli skadeståndsskyldig (Kärroman *et al*, 2001).

För storkök, där det produceras mycket matavfall, kan det vara praktiskt att installera en avfallskvarn. Enligt råd till föreskriften 6:6211 i Boverkets byggregler (BFS 1998:38) ges kommunen möjlighet att ställa krav på att avskiljare ska installeras om spillvattnet innehåller mer än obetydliga mängder av fett, slam eller fasta partiklar som ger påtaglig risk för avsättning i det allmänna ledningssystemet. Det medför att kommuner, som tillåter installation av avfallskvarnar i storkök, borde ha möjlighet att ställa krav på att det malda matavfallet leds via en avskiljare till det allmänna avloppsledningssystemet (Kärroman *et al*, 2001).

## 2.2 Beskrivning av köksavfallskvarnssystem

I figur 2.2 illustreras köksavfallskvarnssystemet. Matavfall mals ner i köksavfallskvarnen för att sedan transporteras tillsammans avloppsvatten i ledningsnätet till reningsverket. I reningsverket genomgår det mekanisk, biologisk och kemisk behandling för att slutligen nå vattenrecipienten. Slam som genereras vid trestegsbehandlingen omvandlas i röt-kammaren till biogas och rötslam. Biogasen kan användas till värme- och elproduktion samt fordonsbränsle (Lindberg, 1997). Idag (2003) accepterar inte Lantbrukarnas riksförbund att rötslam sprids på odlingsmark eller betesmark (Edmark, 2003). Det kan istället nyttjas för t.ex. tillverkning av anläggningsjord eller som täckmaterial (Stenlund, 2003).

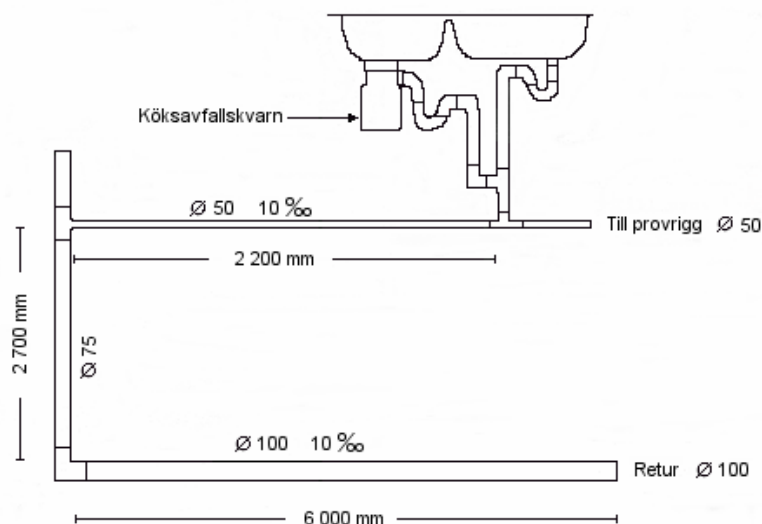


Figur 2.2 Schematisk bild över köksavfallskvarnssystemet.

### 2.2.1 Rörledningar inom fastigheten

Installering av köksavfallsquvarnar kan medföra igensättningsproblem i vattenlås, ledningar och serviser. Genom ett rörsystem i god kondition, väl lagda ledningar utan bakfall samt att undvika vattenlås med 90 graders krökar förebyggs problemet med igensättningar (Kärman *et al*, 2001).

I Surahammar filmas servisledningar till de fastigheter som valt att installera avfallsquvarnar. Det för att bedöma om anslutningen är olämplig med hänsyn till brister i servisledningen (Karlberg & Norin, 1999). Problemfria PVC-ledningar utgör ett undantag från filmning av ledningar. Fastigheter med kända brister i ledningar fick ett förbud mot installation av avfallsquvarnar utan att genomgå inspektion. Det för att undvika att quvarnarna får skulden för eventuella avloppsstopp som kan uppstå i framtiden. Ett känt problem som inte gick att upptäcka genom filmning var att det ofta uppstod stopp efter installation av avfallsquvarnar i gamla fastigheter med en stående ledning ner i källaren. Avloppsstoppet uppstod i 90-graderskröken efter den stående ledningen. Det berodde på att fett ansamlats där under flera år vilket medförde att ledningen lätt blev igensatt när matavfall tillkom i avloppsvattnet (Andersson, 2003). Under tiden från det storskaliga införandet av avfallsquvarnar i Surahammar (1997-1998) fram till idag (2003) har problem med igensättningar i servisledningar varit få (Thunström, 2003).



**Figur 2.3** Avloppssystem för långtidsförsök (Nilsson *et al*, 1990).

I samband med en fallstudie i Staffanstorps (1990) utfördes ett långtidsförsök för att kontrollera risken för igensättningar i rörinstallationer inomhus. Avloppssystemet för långtidsförsöket utformades enligt figur 2.3. Systemet belastades med en mängd malet matavfall motsvarande vad fem personer genererar under 15 år. Simuleringen utfördes i cykliska förlopp med 15 minuters intervall. Vid försökets slut besiktigades och fotograferades rörsystemet. Då konstaterades en kraftig avsättning i 100 mm-röret närmast det vertikala 75 mm-röret. I 100 mm-röret fann man även en tillväxt vid vattenlinjen på några millimeter. En tunnväggig ”avloppshud” hade uppkommit i 50 mm-röret. Provtagningarna kunde inte genomföras på helgerna, vilket medförde en viss uttorkning av ledningarna. Det bidrog troligtvis till att den kraftiga avsättningen som bildats i 100 mm-röret lossnade från rörväggen. Långtidsförsöket påvisade sammanfattningsvis ingen större risk för igensättning i servisledningar (Nilsson *et al*, 1990).

### 2.2.2 Det allmänna avloppsledningsnätet

Den restriktiva hållningen mot köksavfallskvarnar i Sverige har till en stor del grundats på befarade konsekvenser för ledningssystemet. Enligt Kärroman *et al* (2001) bör följande aspekter framförallt övervägas:

- En ökad risk för stopp i rörledningar inom fastigheten samt i svackor och vid allt för svag lutning i det allmänna avloppsledningsnätet.
- Nedbrytning av det lättnedbrytbara biologiska avfallet börjar redan i ledningsnätet vilket leder till bildning av svavelväte, som är en giftig och illaluktande gas. Det bildas även svavelsyra som är aggressiv mot betongen i rören.
- Den ökade mängden matavfall som transporteras i ledningarna kan locka till sig råttor.
- Ökade utsläpp av obehandlat vatten till recipienten via bräddning.

För att undvika dessa negativa effekter är det viktigt att köksavfallskvarnar ansluts till avloppsledningar som inte har problem med svavelvätebildning och klarar rådande krav vad gäller självrensning. Lutningen på ledningarna är därmed av betydelse vid införandet av kvarnar, eftersom avloppsstopp och till en viss del även nedbrytningen av organisk substans i ledningar styrs av denna aspekt (Kärroman *et al*, 2001). Som exempel har Surahammars KommunalTeknik förbjudit installation vid en ledningslutning mindre än 2 promille (Nilsson, 1999).

I Surahammar genomfördes ett försök för att undersöka effekterna på avloppsledningsnätet vid införande av avfallskvarnar. När försöket påbörjades rensolades och filmades ledningsnätet hos två identiska flerfamiljshus, Skivlingen 1 och Skivlingen 2. I Skivlingen 2 installerades avfallskvarnar, medan Skivlingen 1 fungerade som referensobjekt. Efter drygt ett år filmades ledningarna och då kunde inga skillnader mellan objekten konstateras. Ytterligare två år senare filmades ledningssystemet i samband med att servisledningen till Skivlingen 2 högtrycksspolades. Inte heller denna gång kunde ansamlingar av partiklar, slam eller fett observeras (Karlberg & Norin, 1999). I Staffanstorp utfördes en liknande undersökning. Avloppsledningarna spolades och filmades som en besiktningståtgärd innan installationen av kvarnarna. Efter att ledningarna belastats med matavfall i drygt ett år filmades ledningarna återigen. Då konstaterades att påväxten i ledningarna var normal (Nilsson *et al*, 1990).

Svavelväte bildas i ledningar då sulfat reduceras till sulfid i samband med anaerob nedbrytning av organiskt material. Gasen medför problem som dålig lukt, korrosion samt hälso- och explosionsrisker. Svavelväte kan även bidra till problem med processerna i avloppsreningsverk. Det är olämpligt att införa avfallskvarnar i områden som har problem med svavelvätebildning i tryckledningar (Kärroman *et al*, 2001).

Problemet med att ledningssystem lockar till sig råttor är relativt litet. Eftersom råttor är gnagare dras de inte till det nermalda matavfallet. Man bör dock beakta malförsöken av Nilsson (1999) som visade att det nermalda avfallet delvis bestod av långa trådformiga rester istället för mindre partiklar (Kärroman *et al*, 2001).

Vid bräddning på avloppsledningsnät eller vid avloppsreningsverk leds obehandlat avloppsvatten direkt till recipienten. Vid införande av avfallskvarnar ökar belastningen på recipienten eftersom det nytillkomna matavfallet kan bidra med upp till en 30-procentig ökning av halten organiska ämnen i avloppsvattnet. Myndigheternas restriktiva hållning till köksavfallskvarnar beror till stor del på denna aspekt (Karlberg & Norin, 1999).

Enligt Nilsson *et al* (1990) har avloppsvatten med nermalta matavfall en sådan konsistens att inga problem kommer att uppstå i samband med pumpning. Det finns dock en möjlighet att det sker en viss sedimentation i pumpsumpen samt en ökad flytslambildning (Nilsson *et al*, 1990).

Under perioden från införandet av avfallskvarnar i Surahammar (1997-1998) och fram till idag (2003) har det inte uppstått några avloppsstopp på det allmänna ledningsnätet som beror på installationen av kvarnarna. Inte heller några problem i samband med pumpning eller i form av ökad svavelvätebildning har observerats. Kontinuerliga renspolningar av avloppsledningssystemet genomförs inte till följd av kvarnarna (Thunström, 2003).

De senaste tio åren har utvecklingen gått mot en mer vattensnål teknik för toaletter, hushållsmaskiner, disk- och tvättmaskiner. Det leder till att koncentrationen av föroreningar ökar i avloppsvattnet. Införandet av avfallskvarnar kommer att bidra till att koncentrationsökningen sker snabbare. Slutligen nås en gräns då ytterligare koncentrationsökning och minskning av flödet kan leda till att transportproblem uppstår i avloppsledningssystem (Nilsson *et al*, 1990).

### 2.2.3 Avloppsreningsverk

#### **Inkommande avloppsvatten**

Efter införandet av köksavfallskvarnar i Staffanstorp märktes inte någon tydlig ökning av avloppsvattenflödet (Nilsson *et al*, 1990). I Surahammar minskade det inkommande flödet till avloppsreningsverket efter installationen. Det kan förklaras av ledningsrenoveringar som utfördes under samma period. Därmed är det svårt att utvärdera avfallskvarnarnas påverkan på flödet till reningsverket (Karlberg & Norin, 1999).

Föroreningsbidraget i form av närsalter och syreförbrukande ämnen till avloppsreningsverk ökar vid anslutning av köksavfallskvarnar. I tabell 2.1 redovisas det specifika föroreningsbidraget från avloppsvatten respektive matavfall utifrån schablonvärden (Karlberg & Norin, 1999).

I Staffanstorp togs prover, i nära anslutning till fastigheterna, på avloppsvattnet före och efter installationen av avfallskvarnar för att undersöka det normalda matavfallets föroreningsbidrag. Avloppsvattnets föroreningsmängder ökade enligt tabell 2.1. Mängden organsikt material påverkades kraftigt vid införandet av avfallskvarnar. Kvoten COD:BOD sjönk, vilket medför att tillskottet av organiskt material bestod till största del av lättnedbrytbara fraktioner. Eftersom den oorganiska delen sjönk och den organiska delen ökade bestod torrsubstansen och den suspenderade substansen nästan uteslutande av organiskt material. Minskningen av totalfosfor kunde inte bero på avfallskvarnarna. Förklaringen var troligen istället en högre totalfosforhalt än normalt i de prover som togs innan avfallskvarnarna installerats. Den högre totalfosforhalten berodde sannolikt på en onormalt stor användning av rengöringsmedel vid inflyttningen till de nybyggda husen. Ökningen av löst fosfor kunde till en viss del förklaras av avfallskvarnarna, eftersom en stor del av det eventuella fosfortillskottet som tillfördes från matavfallet gick mycket snabbt i lösning (Nilsson *et al*, 1990).

**Tabell 2.1** Teoretiskt föroreningsbidrag från avloppsvatten respektive matavfall (Karlberg & Norin, 1999) samt ökning av föroreningsmängder vid införandet av köksavfallskvarnar i Staffanstorp (Nilsson *et al*, 1990).

	Avlopp <sup>1</sup> (kg/pers,år)	Matavfall <sup>2</sup> (kg/pers,år)	Staffanstorp Total (kg/pers,år)	Staffanstorp Löst (kg/pers,år)
Torrsubstans	63,9	17,5	10,2	-
Suspenderad substans	-	-	12,4	-
Glödförlust (organiskt del)	44,5	13,1	19,4	-
Glödrest (oorganisk del)	-	-	(-9,1)	-
BOD <sub>7</sub>	17,5	9,1	11,3	4,0
Totalfosfor	0,8	0,07	(-0,3)	0,2
Totalkväve	4,9	0,4	0,5	(0)
Kalium	1,5	0,2	-	-
Bly	1,1	1,8	-	-
Kadmium	0,2	0,007	-	-
Koppar	2,6	1,7	-	-
Krom	1,8	2,0	-	-
Kvicksilver	0,03	0,003	-	-
Nickel	1,1	0,6	-	-
Zink	22,3	8,8	-	-
Klor	-	-	(0)	-
Mängd	73000 l/pers,år	51,1 kg/pers,år	-	-

1) Data huvudsakligen från Naturvårdsverket, 1995 (Karlberg & Norin, 1999).

2) Mängderna baseras på att en person genererar 75 kg matavfall per år och utav denna del mals 67 procent. Data från Olsson Retzner (1998), RVF (1996) och Wicke (1987) (Karlberg & Norin, 1999).

Föroreningsbidraget från det nermalda matavfallet i Surahammar har inte varit spårbart i analyser av inkommande avloppsvatten. Det kan bero på att halterna och även mängderna av föroreningar varierar mycket från dag till dag. Den procentuella ökningen av BOD<sub>7</sub> som var beräknad gick inte att utläsa. Ökningen av gallerrensmängder och gasproduktion tydde dock på att matavfallet kom fram till reningsverket. BOD<sub>7</sub>:N-kvoten ökade efter installationen av avfallskvarnarna. Då ökningen av inkommande BOD<sub>7</sub> inte kunde bekräftas var det en minskning av kvävemängden som kunde förklara resultatet. Kväveminskningen kunde bero på denitrifikation i ledningsnätet (Karlberg & Norin, 1999).

### Mekanisk behandling och försedimentering

Merparten av matavfallet som kommer till avloppsreningsverket avskiljs i förbehandlingen och försedimenteringen, vilket medför att dessa steg främst påverkas av införandet av köksavfallskvarnar (Kärrman *et al*, 2001). Cirka 50 procent av mängden inkommande BOD<sub>7</sub> avskiljs före det biologiska steget i Surahammars reningsverk (Karlberg & Norin, 1999).

Den mekaniska reningen vid reningsverket i Surahammar består av ett rensgaller med en spaltvidd på 3 millimeter (Thunström, 2003). Då avfallskvarnar installerades ökade mängden gallerrens. Utifrån antagandena att ökningen berodde på matavfall som fastnat i gallren samt att den specifika vikten hos avfallet i gallerrenset var lika som i köket, fastnade knappt 4 procent av inkommande matavfall i rensgallren (Karlberg & Norin, 1999). Enligt Surahammars KommunalTeknik har inte mängden gallerrens ökat till följd av kvarnarna (Thunström, 2003). Inte heller någon skillnad på sandkvaliteten från sandfånget har noterats (Karlberg & Norin, 1999).

Rensgaller med mindre spaltvidd förväntas ge mer gallerrens vid införande av avfallskvarnar. Det leder i sin tur till högre hanteringskostnader. För att reducera denna ökning kan gallren drivas med kortare gångtider mellan rensningarna, vilket medför att en viss del av rensset släpps igenom. Att använda ett grövre galler är ett annat alternativ (Karlberg & Norin, 1999).



Sedimenteringsförsök på avloppsvatten från hushåll med avfallskvarnar i Staffanstorp visade på goda sedimenteringsegenskaper hos en stor del av partikelinnehållet. 50 procent av suspenderad substans hade sedimenterat efter mindre än 10 minuter och 88 procent hade sedimenterat efter två timmar. De goda sedimenteringsegenskaperna medför en god avskiljning i försedimenteringsbassängen (Nilsson *et al*, 1990). Det har observerats i Surahammars reningsverk där avskiljningsgraden är hög jämfört med andra avloppsreningsverk med motsvarande utformning och belastning. Däremot kunde ingen bedömning göras över hur stor del av matavfallet som avskiljs i försedimenteringen och hur stor del som förs vidare in i reningsverket i upplöst form (Karlberg & Norin, 1999). Enligt studien av Nilsson *et al* (1990) är cirka 75 procent av matavfallets BOD<sub>7</sub> partikelbundet och 25 procent löst.

### **Biologisk behandling**

I Surahammars reningsverk påverkades inte det biologiska steget märkbart av det tillkomna matavfallet. Bedömningen grundades på att det inte skedde någon förändring i turbokompressorernas strömförbrukning. Den kan användas för att upptäcka ändringar i luftningsarbetet som i sin tur styrs av den organiska belastningen. Förklaringen till detta antogs vara att en stor del av matavfallet avskiljs i försedimenteringen (Karlberg & Norin, 1999). Enligt Surahammars KommunalTeknik är det svårt att bedöma hur syresättningen vid det biologiska steget påverkas av den ökade belastningen i form av matavfall. Det beror på att det även råder stora variationer vid syresättningen under normala förhållanden (Thunström, 2003).

### **Kemisk behandling**

Det kemiska fällningssteget borde inte påverkas, eftersom biologisk fosforavskiljning gynnas av det malda matavfallet (Kärman *et al*, 2001). Vid Surahammars reningsverk skedde ingen ökad dosering av fällningskemikalier. Det berodde på att det inte blev någon betydande ökning av fosforhalten i inkommande avloppsvatten vid införandet av avfallskvarnar (Karlberg & Norin, 1999). Genom ett fällningsförsök i Staffanstorp konstaterades ingen märkbar påverkan på det kemiska fällningssteget vid införandet av avfallskvarnar (Nilsson *et al*, 1990).

### **Slambehandling**

Belastningen på slamhanteringen påverkas vid införandet av köksavfallskvarnar. Studien i Staffanstorp visar att anslutning av avfallskvarnar till reningsverk ökar mängden primärslam med cirka 30 gram TS per person och dygn och mängden sekundärslam med cirka 10 gram TS per person och dygn medan kemslammet har en försumbar ökning. Det motsvarar en ökning av slammängden med 50 respektive 10 procent per person och dygn (Kärman *et al*, 2001). Analys av slam från sedimenteringsförsöket i Staffanstorps fallstudie visade att närmare 90 procent av slammet bestod av organiskt material som borde vara enkelt att röta (Nilsson *et al*, 1990).

Vid Surahammars reningsverk är ökningen av mängden slam till följd av matavfallet mindre än beräknat (Thunström, 2003). Enligt Karlberg och Norin (1999) var inte ökningen av sådan betydelse att några skillnader i driften eller förändringar i slamhanteringen kunde observeras. Sedimenteringsförtjockaren fungerade som vanligt efter anslutningen av avfallskvarnarna. Prover som togs på rötat slam visade inte några avvikelser från föregående år (Karlberg & Norin, 1999).

I studien från Surahammar konstaterades att mängden producerad biogas i röt-kammaren ökade i enlighet med avfallets teoretiska biogaspotential. Det var endast köksavfallskvarnarna som kunde förklara den markanta ökningen av gasproduktionen. Övriga relevanta driftparametrar som uppehållstider och röt-kammartemperaturer var desamma som tidigare (Karlberg & Norin, 1999). Enligt Surahammars KommunalTeknik ökade inte mängden producerad biogas lika mycket som beräknat till följd av det nytillkomna matavfallet (Thunström, 2003).

Vid rötning av slammet kommer en stor del av kvävet från matavfallet att omvandlas till ammonium, vilket troligtvis kommer att föras tillbaka och blandas med inkommande avloppsvatten. Det nytillkomna kväveflödet i form av ammonium kan medföra en ökad belastning på eventuell kväverening. Flödet av kväve kommer även att påverka det biologiska steget och kan därmed leda till ökade kväveutsläpp. Kvävereningen kan dock främjas av det tillförda matavfallet om fördenitrifikation används (Kärman *et al*, 2001).

### Utgående avloppsvatten

Införandet av avfallskvarnar kan medföra ökade utsläpp av närsalter till vattenrecipienten, vilket är negativt för miljön. Enligt Kärman *et al* (2001) tyder det på att allt organiskt material från matavfallet som når reningsverket kan brytas ned med mekanisk och biologisk behandling. Därmed medför inte avfallskvarnar något ökat utsläpp av BOD<sub>7</sub> (Kärman *et al*, 2001). I Surahammar var belastningsökningarna små, vilket medförde att behandlingen av fosfor och BOD<sub>7</sub> kunde justeras för att behålla den rådande reduktionskapaciteten. I reningsverk utan aktiv kväverening går det inte att styra kvävebehandlingen på samma sätt. Ökningen av utgående kvävemängd blir betydligt mindre än ökningen i inkommande mängd, eftersom en stor del av kvävet från matavfallet är partikelbundet och avskiljs genom sedimentation. Skillnaden mellan in- och utgående kvävemängd blir inte lika stor i reningsverk där rötslammet avvattnas. Det beror på att rejektvattnet som bildas vid avvattningen innehåller ammonium (Karlberg & Norin, 1999).

Analys av behandlat avloppsvatten från Surahammars reningsverk visade att utgående halter av BOD<sub>7</sub>, fosfor och kväve höll samma genomsnittliga nivå som åren innan anslutningen av avfallskvarnarna (Karlberg & Norin, 1999; Thunström, 2003).

Mätningar vid Staffanstorps avloppsreningsverk visade inga tydliga förändringar orsakade av avfallskvarnarna. Dessutom observerades inga skillnader ur driftsynpunkt eller reningseffekt, gällande både vatten- och slamfasen (Nilsson *et al*, 1990).

## 2.3 Tidigare studier av köksavfallskvarnar

### 2.3.1 Staffanstorp

I Staffanstorp i Skåne installerades köksavfallskvarnar i ett bostadsområde med 100 nybyggda lägenheter. Där utfördes en fullskalestudie mellan 1987-1990, i ledning av Lunds universitet, för att undersöka beteendevetenskapliga aspekter samt vilken påverkan köksavfallskvarnar har på avloppsledningsnät och reningsverk. En förstudie genomfördes för att bedöma förutsättningarna och konsekvenserna av installation av avfallskvarnar i området. I den ingick även laboratorieförsök som bl.a. att studera igensättningar i ledningar, bullermätningar, sedimentationsmätningar och malförsök (Nilsson *et al*, 1990).

### Avfallshantering

Vid tiden för studien skedde insamling av allt hushållsavfall för vidare transport till en avfallsanläggning, där största delen av avfallet förbrändes. Det fanns även en frivillig återvinning av papper och glas som kommunen ansvarade för (Nilsson *et al*, 1990).

### Avloppsreningsverk

Reningsverket är dimensionerat för 20 000 personekvivalenter och belastningen vid tidpunkten för studien var 14 000 personekvivalenter, vilket innebar en överkapacitet på 30 procent (Nilsson *et al*, 1990).

Vid reningsverket sker mekanisk, biologisk och kemisk behandling av avloppsvatten. Slammet avvattnas och kalkas innan det används som gödselmedel i jordbruket. Utsläppskraven som fastställts för då gällande tillstånd uppnåddes med en bred marginal genom en hög reningseffekt (Nilsson *et al*, 1990).

## Hushållens attityder till köksavfallskvarnar

Försöket i Staffanstorp föregicks av en informationskampanj till de berörda hushållen. I den ingick bl.a. informationsträffar innan försöket startade samt skriftlig information från kvarnleverantören. En beteendevetenskaplig studie genomfördes en tid innan samt sex månader efter att köksavfallskvarnarna installerats för att undersöka de boendes inställning till avfallskvarnar. Undersökningen utfördes med hjälp av enkäter och svarsfrekvensen var 81 respektive 83 procent (Nilsson *et al*, 1990).

Inställning hos de boende före respektive efter installationen av avfallskvarnar var följande (Nilsson *et al*, 1990):

	Före	Efter
• Positiva	30 %	56 %
• Tveksamma	63 %	36 %
• Negativa	7 %	8 %

Anledningen till en mer positiv inställning var att avfallskvarnar kunde användas för att bli av med matrester på ett snabbt och enkelt sätt. Miljö- och hygienargument bidrog även till den mer positiva synen på avfallskvarnar (Nilsson *et al*, 1990).

Skälen till att vara tveksam eller negativ till avfallskvarnar ändrades mellan undersökningarna. Uppfattningen att avfallskvarnen skulle krångla minskade kraftigt. Däremot ökade rädslan för att tappa saker i kvarnen samt att den kan vara farlig för barn. Argument som tillkom var svårigheter med att veta vad som skulle malas samt att det tog lång tid att mala matavfallet (Nilsson *et al*, 1990).

I studien av Nilsson *et al* (1990) visades att avfallskvarnen inte användes som ett effektivt källsorteringsredskap utan som ett redskap för att förenkla hushållsarbetet.

## Sammanfattning av studien i Staffanstorp

Mängden avfall minskade med cirka 35 kilogram per person och år till 160 kilogram per person och år vid införandet av köksavfallskvarnarna, vilket motsvarade en reduktion på 18 viktprocent. Det medförde en volymminskning i deponin på cirka 30 procent, eftersom densiteten sjunker vid utsortering av det tunga och våta matavfallet. Även avfallets fukthalt minskar, vilket gav ett ökat energiutbyte med cirka två procent vid förbränning. Andelen matavfall minskade från 41 procent till 33 procent räknat på den totala mängden hushållsavfall. Det innebar viktmässigt att en tredjedel av matavfallet malts ner. Det organiska hushållsavfallet innehåller cirka 20 procent som inte är möjligt att mala, vilket medför att cirka hälften av den tekniskt malbara delen sorterades bort (Nilsson *et al*, 1990).

Källsorteringen ledde till att det luktade mindre i soffhusen och från soppåsen. Därmed kunde soppåsen lagras längre i skåpet under diskbänken, vilket minskade antalet tömningar (Nilsson *et al*, 1990).

Under de två första åren efter införandet av köksavfallskvarnar hade totalt åtta stycken kvarnar bytts ut. Orsakerna var maskinellt fel i ett fall och missljud i de övriga sju. En relativt stor grupp av hushåll (40 %) hade enklare problem som bl.a. stopp då man försökt mala olämpliga saker. Mer än 50 procent av de boende var positivt inställda till kvarnarna efter installationen (Nilsson *et al*, 1990).

Inga problem uppstod i avloppsledningsnätet efter anslutningen av avfallskvarnarna. Analyser av avloppsvattnets föroreningsmängder i närheten av fastigheterna visade en kraftig ökning av suspenderat material (50 %), som i huvudsak var organsikt. Tillskottet bestod av partiklar som sedimenterade snabbt och var lättnedbrytbara. Ökningen av närsalter, kväve och fosfor var liten. I avloppsreningsverket observerades inga skillnader ur driftssynpunkt eller reningseffekt (Nilsson *et al*, 1990).

### **Situationen idag**

En uppföljande studie genomfördes av Staffanstorps kommun 1999. Där undersöktes de boendes inställning till och användning av avfallskvarnarna cirka tio år efter införandet. Enkäten besvarades av 76 av 100 bostadsrättsinnehavare. I 66 av lägenheterna fanns kvarnar fortfarande kvar, men antalet kvarnar som var i bruk regelbundet var 56 stycken. Det fanns ett antal anledningar till varför kvarnen var nedmonterad eller endast användes sporadiskt. Bland annat menade man att den var obekvämt att använda, svårskött, ofta hade driftstörningar, stoppade lätt, bullrade, spred lukt och/eller kunde vara en säkerhetsrisk. Driftavbrott har skett hos minst 15 hushåll under de tio år som avfallskvarnarna varit i drift. Antalet driftavbrott varierade mellan ett till ett tiotal tillfällen. Orsaken till avbrotten berodde främst på stopp av olika slag som kunde härledas till att avfallskvarnen använts på ett felaktigt sätt. Av dem som fortfarande använde avfallskvarnen angav de flesta att sophantering har minskat. 90 procent av hushållen menade även att soporna blivit lättare och torrare, att det luktade mindre i bostaden och att hela familjen var överens om att avfallskvarnen är miljövänlig. Något färre (77 %) tyckte att det luktade mindre i sophuset (Nilsson, 1999:a).

I studien undersöktes även påverkan på avfallshanteringen och effekter på avloppsledningsnät samt avloppsreningsverk. Avfallsmängden hade inte minskat jämfört med andra områden. Det berodde på att områdets avfall hanterades via sophus med containrar för blandat avfall. En inre ledningsinspektion utfördes under hösten 1998 i det aktuella områdets avloppsledningsnät. Vid inspektionen kunde ingen märkbar sedimentation konstateras till följd av avfallskvarnarna. Inga förändringar i form av ökad slammängd eller påverkan av det biologiska steget har observerats i reningsverket. Anledningen till detta var att antalet avfallskvarnar anslutna till reningsverket var för få (Nilsson, 1999:a).

### **2.3.2 Surahammar**

Det första försöket med avfallskvarnar i Surahammar i Västmanland startade 1993 i ett flerbilshus i bostadsrättsföreningen Skivlingen. Då försöket gav tillfredställande resultat ville Surahammars KommunalTeknik införa avfallskvarnar som ett alternativ i renhållningstaxan i hela kommunen (Karlberg & Norin, 1999). De lade stor vikt vid att informera invånarna innan beslut togs om den nya renhållningsordningen. Genom att anordna visningar och möten på allmänna platser skapades en personlig kontakt mellan de boende och KommunalTeknik, vilket medförde en positiv inställning hos befolkningen (Andersson, 2003). 1997 startade installationen av avfallskvarnar i de hushåll som valt kvarnar som källsorteringsalternativ. I december 1998 hade cirka 1 500 hushåll avfallskvarnar, vilket motsvarar 40 procent av de hushåll som är anslutna till det kommunala avloppsledningsnätet och Haga reningsverk (Karlberg & Norin, 1999).

1999 utfördes en studie för att undersöka effekterna av införandet av avfallskvarnar i Surahammar. Studien gjordes av Karlberg och Norin och publicerades i form av en VA-forskrapport.

### **Avfallshantering**

För hantering av avfall och avloppsvatten ansvarar Surahammars KommunalTeknik AB. 1997 infördes en ny renhållningsordning i Surahammars kommun som innebar att hushållen, via ett taxsystem, fick välja på följande tre alternativ för källsortering av matavfall (Karlberg & Norin, 1999):

1. Avfallskvarn
2. Hemkompostering
3. Särskilt kärl för organiskt avfall

Vid installation av avfallskvarnar finns två alternativ. Antingen kan hushållen välja att själva köpa in sin kvarn och ansvara för installationen eller låta Surahammars KommunalTeknik stå för installationen av avfallskvarnen till en fast avgift under åtta år. Det senare alternativet medför även en gratis filmning av servisleddningen innan kvarnen installeras (Karlberg & Norin, 1999).

Hemkomposteringsalternativet innebär att hushållen själva köper och sköter om sin kompostbehållare. De ska även se till att kompostprodukten används som gödselmedel. Alternativet med hemkompostering ger den lägsta avgiften (Karlberg & Norin, 1999).

De hushåll som väljer ett särskilt kärl för organiskt avfall får ytterligare ett avfallskärl. Det töms en eller två gånger per vecka beroende på säsong. Vid tömning transporteras det organiska avfallet till en behandlingsanläggning för central kompostering eller rötning. Källsortering med särskilt kärl för organiskt avfall är det dyraste alternativet för fastighetsägaren (Karlberg & Norin, 1999).

Hushållens brännbara fraktion hämtas med bil varannan vecka och transporteras till Vafabs förbränningsanläggning i Västerås (Karlberg & Norin, 1999).

### **Avloppsreningsverk**

Hushållen i Surahammar är anslutna till Haga avloppsreningsverk, som är dimensionerat för 12 000 personekvivalenter. 1999 var belastningen 9 500 personekvivalenter, vilket innebär en överkapacitet på cirka 20 procent. Reningsverket är utformat för mekanisk, biologisk och kemisk behandling. Vid tidpunkten för Karlberg och Norins studie (1999) uppfylldes reningskraven med god marginal. Delar av året används utgående flöde som bevattning av energigräs på avloppsreningsverkets egna arealer (Karlberg & Norin, 1999).

Slammet från reningsverket behandlas i två seriekopplade rötammare. Därefter komposteras rötresten och används för tillverkning av anläggningsjord (Thunström, 2003). Biogasen som bildas i rötgasanläggningen används för produktion av el och värme till de egna anläggningarna (Karlberg & Norin, 1999).

### **Hushållens attityder till köksavfallskvarnar**

Då den nya renhållningsordningen antogs 1997 valde cirka 40 procent av hushållen i Surahammar att installera en avfallskvarn (Karlberg & Norin, 1999). Driftinstruktioner gavs ut till hushållen i form av en kort skriftlig beskrivning för att undvika problem och felanvändning av kvarnarna. Vid frågor fanns även personlig kontakt tillgänglig vid Surahammars KommunalTeknik (Andersson, 2003). En enkätundersökning, som riktades till de hushåll som fått en avfallskvarn installerad, genomfördes under augusti 1998. 60 procent av hushållen besvarade enkäten och av dessa tyckte 96 procent att kvarnen fungerade ”mycket bra” eller ”ganska bra”. Var femte hushåll hade någon gång haft problem med kvarnen. Typiska problemområden var stopp i ledningar inom fastigheten, olika material som fastnat i kvarnen samt att kvarnar skakat lös till följd av felaktig installation (Karlberg & Norin, 1999). Eftersom inga systematiska undersökningar har gjorts om befolkningens attityder till avfallskvarnar är det svårt att säga huruvida hushållen är fortsatt positiva till kvarnar som källsorteringsalternativ efter flera års användande (Kärrman *et al*, 2001).

### **Sammanfattning av studien i Surahammar**

Vid införandet av avfallskvarnar i bostadsrättsföreningen Skivlingen kunde sophämtningen minskas från tömning av sex 400-literskärl två gånger per vecka till tre 400-literskärl en gång i veckan (Karlberg & Norin, 1999).

I bostadsrättsföreningen Skivlingen finns två identiska huskroppar. Avfallskvarnar installerades i den ena byggnaden medan den andra fungerade som referensobjekt. Drygt ett respektive tre år efter att kvarnarna installerats spolades och filmades avloppsledningarna. Vid dessa tidpunkter kunde inga skillnader mellan fastigheternas avloppsledningsnät observeras.

Avloppsledningsnätet kontrollerades extra noggrant under den period då avfallskvarnar infördes storskaligt i Surahammar (1997-1998). Det utökade kontrollprogrammet gällde framförallt ledningssträckor som bedömts vara mer benägna att sätta igen och bestod bl.a. av återkommande spolningar och filmning av avloppsledningar. Inga problem med igensättningar eller avlagringar i avloppsledningsnätet upptäcktes under perioden för införandet av avfallskvarnar (Karlberg & Norin, 1999).

Reningsverket drabbades inte av några driftstörningar till följd av avfallskvarnarna. Ingen mängdökning av inkommande fosfor, kväve eller BOD<sub>7</sub> kunde påvisas. En förändring av sammansättningen på avloppsvattnet kunde visas genom den förändrade BOD<sub>7</sub>:N-kvoten. Föroreningsutsläppen via utgående avloppsvatten ökade inte och driftspersonalen märkte ingen skillnad i slamhanteringen. Mängden gallerrens ökade med knappt 4 procent av det inkommande matavfallet (Karlberg & Norin, 1999).

Vid en enkätundersökning som genomfördes under augusti 1998 var en klar majoritet av hushållen nöjda med kvarnen. Några hushåll hade drabbats av driftstopp i kvarnen eller igensättningar i ledningar, men problemen var oftast lätta att åtgärda (Karlberg & Norin, 1999).

### **Situationen idag**

Efter införandet av avfallskvarnar i Surahammar (1997-1998) har endast enstaka avfallskvarnar installerats. Enligt Surahammars KommunalTeknik är det fortfarande (2003) cirka 1 500 hushåll som har avfallskvarn som källsorteringsalternativ. Hittills har inga kvarnar installerats i storkök, men funderingar finns på att göra det i framtiden (Thunström, 2003).

Avfallsmängderna och antalet tömningar av sopkärl har minskat i Surahammar efter införandet av avfallskvarnar. Hur stor del av minskningen som beror på avfallskvarnarna kan inte påvisas eftersom hemkompostering och annan källsortering infördes vid samma tidpunkt. Varken ledningsproblem eller ökad belastning på reningsverket har uppstått efter installationen av avfallskvarnarna. Det har inte skett någon märkbar ökning av mängden gallerrens. En ökad slam- och gasmängd har dock observerats vid Haga avloppsreningsverk, men ökningarna är mindre än förväntat (Thunström, 2003).

En uppföljande undersökning bland hushåll med avfallskvarnar är planerad till april 2003. I den ska det utredas om kvarnarna har motsvarat förväntningarna och hur kvarnsystemet fungerar (Virkkala, 2003).

### **2.3.3 Göteborg**

En förstudie, i form av en VA-forskrappport, har utförts för att utreda för- och nackdelar vid ett storskaligt införande av köksavfallskvarnar i Göteborg. Aspekter som studerades var hushållens attityder och beteenden, miljö och kretslopp, teknisk funktion samt ekonomi och organisation (Kärrman *et al*, 2001).

Materialflödesanalyser genomfördes på två system för behandling av matavfall; insamling till centralkompostering och system med köksavfallskvarnar. Modelleringarna visade att båda systemen bidrar till en relativt liten miljöpåverkan jämfört med samhällets totala påverkan på miljön. Systemet med köksavfallskvarnar gav ett överskott av energi och lägre utsläpp av växthusgaser och försurande ämnen jämfört med systemet för kompostering. Det blev dock en ökning av eutrofierande utsläpp och mängden slam till reningsverket med kvarnsystemet. Restprodukterna från båda systemen uppnådde kraven, gällande tungmetallhalter, för att spridas på åkermark. Kompostresten betraktas som lättare att kvalitetssäkra som gödselmedel eftersom matavfallet behandlas utan att blandas med andra flöden (Kärrman *et al*, 2001).

Ekonomiska beräkningar visade att införandet av köksavfallskvarnar eller centralkompostering i Göteborg skulle innebära en ökad systemkostnad för behandling av organiskt avfall jämfört med systemet för förbränning. Insamling för behandling med central kompostering var dock mer ekonomiskt fördelaktigt än ett system med köksavfallskvarnar. I ett storkök som genererar cirka 48 ton matavfall per år var den totala systemkostnaden lägre med avfallskvarnar än med centralkompostering eller förbränning (Kärrman *et al*, 2001).

### 2.3.4 Östra sjukhuset, Göteborg

I en studie om hantering av köksavfall från storkök har en utvärdering genomförts av avfallskvarnar vid Östra sjukhuset i Göteborg. 1991 installerades två avfallskvarnar i sjukhuskökets diskrum för att mala matrester från matsal och övrig bespisning. Det genereras cirka 60 ton matavfall per år vid Östra sjukhuset. Avfallskvarnarna är anslutna till en fettavskiljare där merparten av matavfallet sedimenterar. Resterande mängd transporteras i ledningsnätet till Ryaverket. Slammet från fettavskiljaren transporteras till Ryaverkets rökammare (Velande, 1994).

Anledningen till införandet av avfallskvarnar var att Östra sjukhuset ville uppnå en bättre arbetsmiljö. Resultatet blev att personalen var mycket nöjd med installationen eftersom de slapp den tidigare hanteringen av matavfall (Velande, 1994).

I samband med installationen av avfallskvarnarna uppstod interna rörledningsproblem. Efter installationen har endast enstaka problem förekommit. Vid studier av den första delen på utgående ledning från fettavskiljaren kunde inga tecken på igensättning observeras under åren 1992-1994. Analyser på inkommande och utgående vatten från fettavskiljaren visade betydligt högre respektive högre föroreningshalter än typiskt hushållsspillvatten. Det innebär att installation av avfallskvarn i storkök utan fettavskiljare kan leda till ökad belastning på avloppsreningsverket samt ökade risker för igensättningar i ledningsnät (Velande, 1994).

Enligt Velande (1994) bör användningen av avfallskvarnar i kombination med fettavskiljare accepteras vid storkök ur en teknisk-funktionell synvinkel. En bedömning av varje enskilt fall behövs dock göras för att kontrollera vad som tillförs avloppsvattnet (Velande, 1994).

#### **Situationen idag**

Avfallskvarnarna vid Östra sjukhuset används idag (2003). Några reparationer har utförts på kvarnarna men inga stora problem har uppstått under åren 1994-2003. Personalen har observerat att det går bra att mala väldigt feta matrester medan det förekommer svårigheter med att mala vissa sorters ben (Olsson, 2003:c).

### **2.4 Diskussion och slutsatser angående litteraturstudien**

Svenska Naturvårdsverket har under en längre tid haft en negativ inställning till köksavfallskvarnar. Under 60-talet ansåg Naturvårdsverket att införande av avfallskvarnar skulle leda till en ökad belastning på reningsverken. Det storskaliga införandet av kvarnar i Surahammar har dock visat att det normalda matavfallet inte gett något ökat föroreningsbidrag till reningsverket eller recipienten. Idag (2003) grundas den negativa inställningen på att det rena matavfallet blandas med orena avloppsflöden. Lantbrukarnas riksförbund accepterar inte idag (2003) att avloppsslam används som gödselmedel på åkermark, vilket innebär att matavfallets näringsämnen inte kan återföras till jordbruket vid sambehandling med avloppsvatten. Detta är en viktig aspekt att ta hänsyn till.

Köksavfallskvarnar kan vara ett alternativ för behandling av organiskt avfall utan att det behöver leda till ökade problem i avloppsledningsnät och avloppsreningsverk. Kommuner har rätt att införa förbud mot avfallskvarnar i fastigheter och områden där installation anses olämplig. Avfallskvarnar får dock inte vara det enda alternativet eftersom det inte är möjligt att tvinga hushåll att installera en kvarn. Kommuner har möjlighet att ta ut en avgift för ökade kostnader för va-anläggningen från hushåll med avfallskvarn. Det rekommenderas dock inte till en början om avfallskvarnar ska bli ett nyttjat alternativ.

Undersökningar i Surahammar och Staffanstorp visade att risken för igensättningar i servisledningar är liten. Det gäller generellt eftersom att servisledningar inte påverkas av antalet kvarnar i samhället. För att undvika avloppsstopp i fastigheter bör servisledningarna filmas och eventuella fel åtgärdas innan kvarnen installeras.

Innan en kommun tar beslut om att införa avfallskvarnar som ett behandlingsalternativ för organiskt avfall bör statusen hos de allmänna ledningsnäten utredas och bedömas. Det för att undvika ledningsstopp samt ökat föroreningsbidrag till recipienten vid bräddning. I Staffanstorp och Surahammar har inga problem i det allmänna ledningsnätet uppstått till följd av avfallskvarnarna. En större ort med fler kvarnar anslutna skulle dock kunna ge ett annat resultat. Därmed är det av intresse att genomföra ett mer storskaligt försök än i t.ex. Surahammar.

Matavfall bidrar till en ökad föroreningsmängd i avloppsvatten. Det observerades i Staffanstorp där prover togs i direkt anslutning till fastigheten. Analyser på inkommande avloppsvatten till Surahammars reningsverk visade inte på några onormala variationer i form av ökade föroreningsmängder. Dessa iakttagelser tyder på att matavfallet omvandlas under transporten i ledningsnätet till reningsverket. Undersökningar bör göras för att utreda hur matavfallets sammansättning förändras i ledningsnätet. Det för att få kunskap om hur det nytillkomna matavfallet kommer att belasta reningsverket.

Vid Surahammars reningsverk har ingen ökad mängd gallerrens kunnat konstateras till följd av avfallskvarnarna. En liten ökning vore dock rimlig eftersom upp till fem centimeter stora partiklar har upptäckts vid malförsök. En mindre spaltvidd hos rengallerret leder till en större mängd gallerrens. För att minska ökningen kan gallren drivas med kortare gångtid eller så kan ett grövre galler användas. Minskningen av gallerrens kommer i sådana fall troligtvis att återfinnas i form av en ökad mängd primärslam.

Den enda påverkan som har konstaterats vid Surahammars reningsverk är en ökad slammängd, som har lett till en ökad produktion av biogas. En effekt är att den ökade slammängden ger en ökad mängd rötslam som måste omhändertagas. Det kemiska och biologiska steget samt reningseffekten har dock inte påverkats. Orsaken till detta kan vara en stor överkapacitet i reningsverket. Dessutom har ganska få kvarnar installerats, vilket medför att koncentrationsökningen av organiska ämnen blir liten. Om alla hushåll i en kommun införskaffar avfallskvarn skulle koncentrationen sannolikt bli högre i avloppsvattnet. Då är det möjligt att funktionen hos det kemiska och biologiska steget skulle påverkas. Avfallskvarnar bör inte anslutas till ett reningsverk som redan är överbelastat, eftersom det kan leda till ökade utsläpp. Ett överbelastat reningsverk bräddar förmodligen mycket samt har en sämre reningseffekt vid höga vattenflöden.

Hushållens attityder till avfallskvarnar är till största delen positiva. Med ökad erfarenhet minskar problemen med kvarnarna, vilket leder till fler positiva användare. Surahammar lade stor vikt vid att informera kommuninnevånarna innan beslut togs om införande av avfallskvarnar som källsorteringsalternativ. Det är att rekommendera innan en sådan stor förändring genomförs.

Införande av avfallskvarn i storkök kan vara en bra lösning för omhändertagande av matavfall om den kompletteras med en fettavskiljare. Det till följd av att en storkökskvarn leder till minskad avfallshantering, vilket i sin tur medför arbetstidsbesparing och förbättrad arbetsmiljö. Installationen av avfallskvarnar vid Östra sjukhuset i Göteborg har inte medfört några större problem. Det rekommenderas dock att en bedömning görs av varje enskilt storkök för att bl.a. undvika igensättningar i avloppsledningsnätet. För att säkerställa att reningsverk och ledningsnät klarar den ökade belastningen av matavfall bör anslutning av avfallskvarnar i storkök ske successivt.



### 3 Avfallshanteringen i Sundsvall

Reko Sundsvall AB ansvarar för hanteringen av avfall i Sundsvalls kommun. Det lokala målet för avfall enligt Sundsvalls Agenda 21 lyder (Sundsvalls kommun, 2001):

*"Inga nya tippar ska anläggas i Sundsvall. Detta betyder att vi i första hand ser till att avfall inte uppkommer. I andra hand ska allt som vi idag kallar avfall återanvändas, återvinnas eller återföras till det naturliga kretsloppet. Vi ska inte lämna nedsmutsade mark- och vattenområden i arv efter oss."*

Enligt förordningen om deponering av avfall (SFS 2001:512) kommer det bli ett förbud mot att deponera organiskt avfall från 1 januari, 2005. Syftet med deponeringsförbudet är att minska deponeringen och dess negativa effekter på miljön samt att återföra näringsämnen till odling (Sundsvalls kommun, 2001).

I Sundsvalls kommun gäller följande prioritering vid val av avfallsbehandling (Sundsvalls kommun, 2001):

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

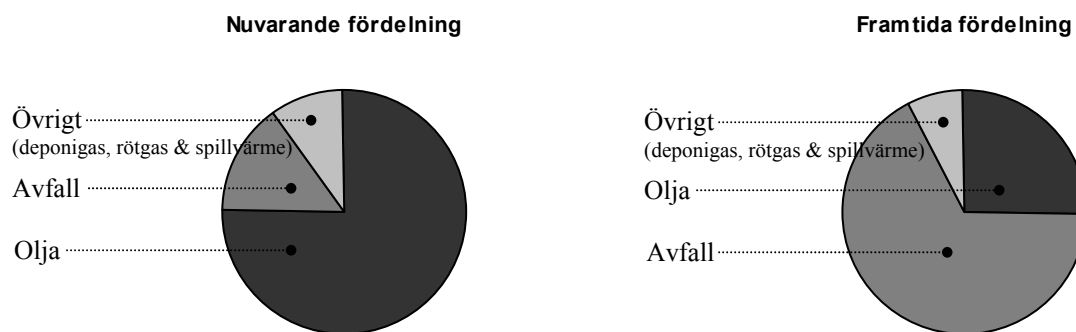
Med ovanstående avfallsstege menas att Sundsvalls kommun i första hand ska eftersträva att återanvända, därefter ska avfallet återvinnas i största möjliga uträkning. Avfall som inte kan återanvändas eller återvinnas ska gå till energiåtervinning i Korstaverket. Återstående del läggs på deponi. Målet är att minimera mängden hushållsavfall medan valet av behandlingsteknik för hushållsavfall styrs främst av möjligheten till avsättning för restprodukterna och av kostnaden (Sundsvalls kommun, 2001).

Sundsvalls kommun har tillsammans med andra kommuner i Västernorrland utrett behandlingsalternativ för blött organiskt avfall. Resultatet av det regionala samarbetet blev att hushållsavfall ska förbrännas och att behandlingen ska kompletteras med hemkompostering och insamling centralt i Sundsvall av rent och blött organiskt avfall från storkök och livsmedelsbutiker (Sundsvalls kommun, 2001).

#### 3.1 Behandlingsalternativ för blött organiskt avfall

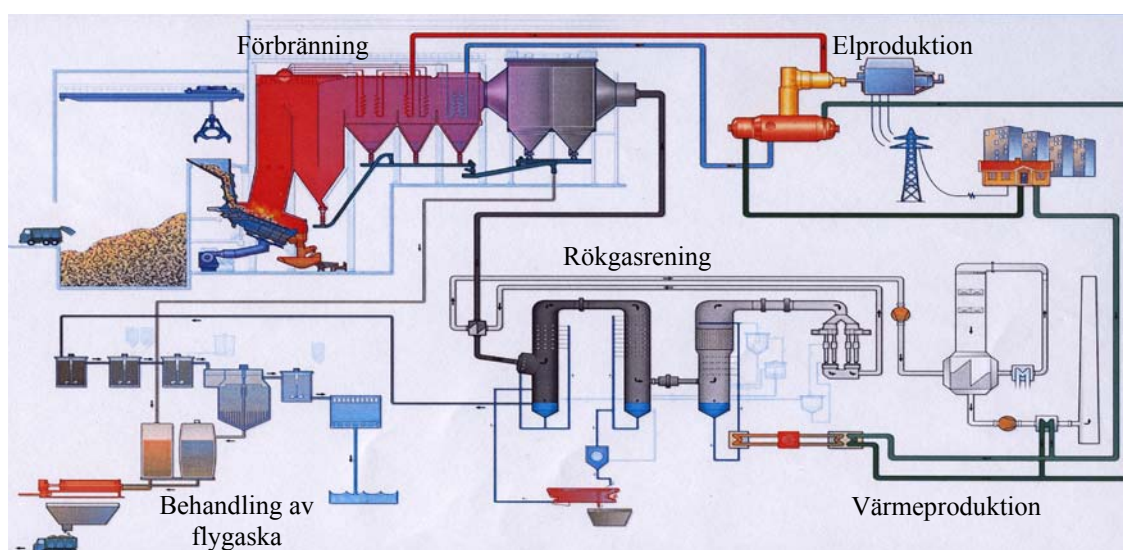
##### 3.1.1 Förbränning

I Sundsvall är avsättning för energi god i form av ett väl utbyggt fjärrvärmesystem. Kraftvärmeanläggningen vid Korstaverket producerar cirka 540 GWh fjärrvärme och cirka 160 GWh el (Olsson, 2003:a). Bränsle till energiproduktionen utgörs av fossila bränslen, avfall, spillvärme från ett pappersbruk samt små mängder metangas från deponi och reningsverk. I ett pågående projekt, i ledning av Sundsvall Energi AB, utreds möjligheten för en utökad energiåtervinning ur avfall, från dagens (2003) cirka 40 000 ton till cirka 200 000 ton avfall per år. Det för att uppfylla förbuden mot deponering av brännbart avfall år 2002 och organiskt avfall år 2005 samt att minska användningen av fossilt bränsle (Sundsvalls kommun, 2001). I figur 3.1 illustreras nuvarande och framtida fördelning av bränsle till energiproduktionen vid Korstaverket.



**Figur 3.1** Nuvarande och framtida fördelning av bränsle vid Korstavverket (Sundsvall Energi AB, 2003).

Idag (2003) sker fjärrvärmeproduktionen i två oljeeldade hetvattenpannor på vardera 80 MW, en fastbränslepanna för avfall på 20 MW, ett olje- och gasoeldat kraftvärmeverk på 110 MW värme och 60 MW elproduktion samt en elpanna på 55 MW. Det planerade utbytet av fossilt bränsle ska ske genom att utöka anläggningen med en fastbränslepanna för avfall på 50 MW (SWECO VBB VIAK, 2002). Oljeanvändningen beräknas då minska från 55 000 till 20 000 kubikmeter per år. Den nya fastbränslepannan förväntas att vara i drift år 2007. Det under förutsättning att Miljödomstolen godkänner den nya anläggningen under år 2003 (Sundsvall Energi AB, 2003). Förbehandling av hushållsavfall sker idag på Blåbergets avfallsbehandlingsanläggning. Efter utbyggnaden planeras en ny behandlingsanläggning i direkt anslutning till avfallsbränningen vid Korstavverket (Sundsvalls kommun, 2001). I figur 3.2 visas en schematisk bild över en avfallsförbränningsanläggning.



**Figur 3.2** Schematisk bild över en avfallsförbränningsanläggning (Olsson, 2003:a).

Restprodukter som bildas vid förbränning av avfall är bottenaska och slagg samt flygaska. Idag (2003) deponeras bottenaska och slagg utan särskild behandling, medan flygaska fuktas och härddas före deponering. Utvecklingsarbete sker för att kunna återvinna metaller och konstruktionsmaterial ur bottenaskor och slagg (Sundsvalls kommun, 2001). Flygaska klassas som farligt avfall, eftersom det finns risk för urlakning av tungmetaller och andra skadliga ämnen vid deponering. Det råder hårda miljökrav vid deponering av flygaska (SWECO VBB VIAK, 2002).

Avfallsförbränning innebär föroreningsemissioner till luft i form av svaveldioxid, kväveoxider, ammoniak, metaller samt dioxiner. Efter den planerade utbyggnaden av Korstavverket kommer utsläpp till vatten ske i form av kylvatten samt behandlat processvatten (SWECO VBB VIAK, 2002).

### 3.1.2 Kompostering

I Sundsvall är avsättningen för kompostrest, i form av jordförbättringsmedel, begränsad på grund av jordbruksstrukturen. Centralkompostering är därmed inte aktuellt utan en- och flerfamiljfastigheter uppmanas till hemkompostering av organiskt avfall för att minska avfallsmängder och kostnader (Sundsvalls kommun, 2001). Det sker dock insamling av källsorterat organiskt avfall från kommunala storkök och livsmedelsbutiker i Sundsvall för vidare transport till en mindre kompostanläggning. Anläggningen drivs av en lokal lantbrukare som tar emot cirka 4 000 kilogram matavfall per vecka. Matavfall av animaliskt ursprung tillåts endast att komposteras i anläggningen om det har varit upphettat till 70°C. Kompostresten och lakvattnet som bildas vid komposteringen används som gödselmedel på lantbrukarens åkrar. Reko Sundsvall har planer på att utöka verksamheten genom att ansluta fler lantbrukare och storkök samt att eventuellt bygga en kompostanläggning som skulle drivas i kommunens regi (Eriksson, 2003).

Hemkompostering ska ske i en skadedjursäker behållare (se figur 3.3). Komposten ska skötas på ett sådant sätt att olägenhet för miljö och hälsa inte uppstår. Det krävs inget tillstånd för att kompostera hushållsavfall på fastigheten, men det är anmälningspliktigt till Miljökontoret (Sundsvalls kommun, 2001).



**Figur 3.3** Varmkompostbehållare för kompostering av matavfall (SanSac AB, 2003).

Vid kompostering sker aerob (syrerik) nedbrytning av organiskt material med hjälp av mikroorganismer. Slutprodukterna är koldioxid, vatten och näringsrik kompostrest. Energin som frigörs under processen avgår som spillvärme (Lagerkvist, 2001). Kompostresten bildar ett långtidsverkande och fast fosforgödselmedel, som kan användas som jordförbättring vid odling (Svenska renhållningsverksföreningen, 2003).

Kompostering styrs av följande faktorer:

- **Näring.** Balansen mellan kolrikt och kväverikt avfall är av stor betydelse för nedbrytningsprocessen. Vid en hög C:N-kvot avtar nedbrytningsprocessen och vid en låg C:N-kvot bildas illaluktande ammoniak (Råd & Rön, 2003).
- **Syre.** Vid en för låg syrehalt börjar avfallet brytas ner anaerobt istället för aerobt, vilket kan medföra att dålig lukt uppstår (Råd & Rön, 2003). Syreförsörjningen påverkas av vattenhalt, materialets struktur, porositet och omblandning (Naturvårdsverket, 2002:a).
- **Fukt.** I en för torr kompost avstannar nedbrytningsprocessen. Är komposten för blöt kan det uppstå problem med dålig lukt och lakvatten (Råd & Rön, 2003).
- **Temperatur.** Vid 60°C uppnås optimal nedbrytningshastighet och hygienisering (Naturvårdsverket, 2002:a).

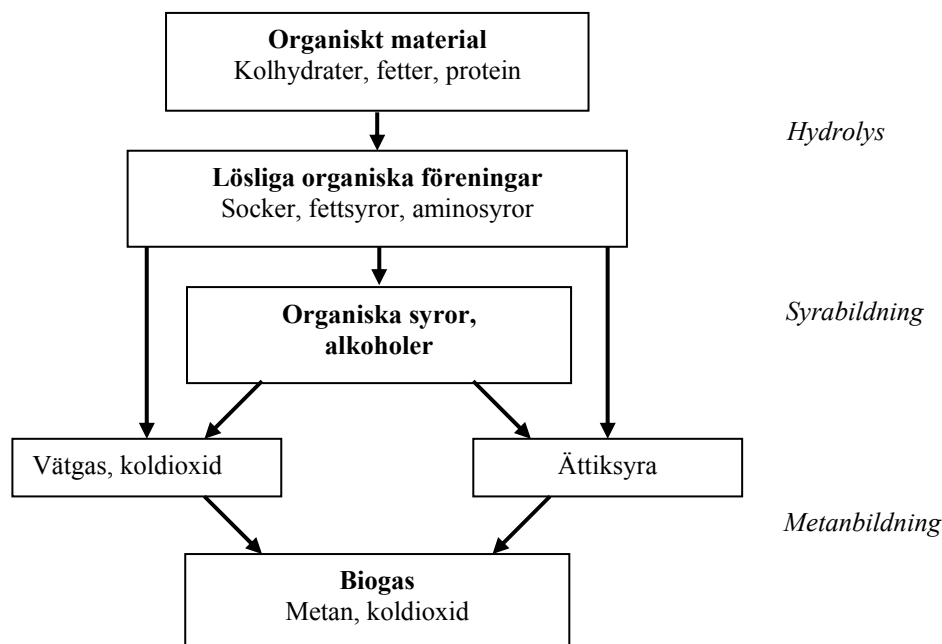
Kompostering av rent och lättnedbrytbart organiskt avfall orsakar oftast mycket ringa störningar på miljön (SWECO VBB VIAK, 2002). Utsläpp till luft kan bestå av ammoniak, lustgas och metan. Lakvatten som uppstår vid kompostering kan innehålla närsalter och organiskt material (Naturvårdsverket, 2002:a). Eventuellt kan det förekomma metaller och svårnedbrytbara föreningar i kompostresten och lakvattnet (SWECO VBB VIAK, 2002).

### 3.1.3 Rötning

Enligt Sundsvalls avfallsplan (2001) bör blött organiskt avfall i första hand rötas. I ett regionalt avfallsprojekt kom kommunerna i Västernorrland fram till att inga fler röttningsanläggningar bör byggas i länet. Anledningarna var att rötning innebär höga kostnader samt att det är svårt att finna avsättning för rötresten (Sundsvalls kommun, 2001). I Sundsvall finns röttningsanläggningar på de tre största reningsverken Tivoliverket, Fillanverket samt Essviksverket (Sundsvall Vatten AB, 1994; 2002:a; 2002:b).

Rötning sker under anaeroba (syrefria) förhållanden. I figur 3.4 illustreras en förenklad schematisk bild över röttningsprocessen. Nedbrytningen av organiskt material sker i följande tre steg (Lagerkvist, 2001):

1. **Hydrolys.** Komplexa och svårlösliga organiska föreningar, såsom kolhydrater, fetter och proteiner omvandlas med hjälp av bakterier till enklare och lösliga föreningar som enkla sockerarter, fettsyror och aminosyror. Nedbrytningen sker genom en hydrolytisk reaktion, vilket innebär att vatten upptas under reaktionen.
2. **Syrabildning.** De hydrolyserade föreningarna bryts ner av bakterier till organiska syror och alkoholer, som i sin tur bryts ner till mindre föreningar som t.ex. ättiksyra. Gaser som bildas är främst koldioxid och vätgas.
3. **Metanbildning.** Metanbildningen sker på följande två sätt av två olika grupper bakterier: 1) koldioxid och vätgas omvandlas till vatten och metan och 2) ättiksyra omvandlas till metan och koldioxid.



Figur 3.4 Förenklad schematisk bild över röttningsprocessen (Lagerkvist, 2001).

Biogasen som produceras kan användas till värme- och elproduktion samt fordonsbränsle (Lindberg, 1997). Vid reningsverken i Sundsvall utnyttjas gasen för värmeproduktion (Sundsvall Vatten AB, 1994; 2002:a; 2002:b).

Rötresten ger ett snabbverkande fosforgödselmedel, vilket kan ersätta konstgödsel inom jordbruket (Edmark, 2003). Enligt naturvårdsverkets föreskrifter (1994:2) får inte rötresten som uppstår vid reningsverk användas till odling eller som gödsel på betesmark, eftersom den kan innehålla tungmetaller och andra miljögifter (Naturvårdsverket, 2003:a). Lantbrukarnas riksförbund accepterar inte avloppsslam som gödselmedel vid produktion av livsmedel (Edmark, 2003). Röttslam från Sundsvalls reningsverk används som täckmaterial och för tillverkning av anläggningsjord (Stenlund, 2003).

Utsläpp till luft och vatten är ringa vid slutet reaktorrötning. Utsläpp till luft kan uppstå vid in- och utmatning samt vid efterlagring under anaeroba förhållanden. Vid efterlagring sker upp till tio procent av metanbildningen (Naturvårdsverket, 2002:a). Vattnet som generas under rötprocessen vid reningsverk blandas med inkommande avloppsvatten för att genomgå behandling innan det slutligen når vattenrecipienten (Sundsvall Vatten AB, 2002:a).

### **3.2 Diskussion och slutsatser angående avfallshanteringen i Sundsvall**

Ett ytterligare alternativ för behandling av blött organiskt avfall är köksavfallskvarnar. I hushåll och storkök mals matavfall i en kvarn för att sedan transporteras i det allmänna avloppsledningsnätet till avloppsreningsverken. Höga investeringskostnader för nya röttningsanläggningar undviks när befintliga rötchamrar vid Sundsvalls reningsverk kan användas för att behandla matavfall.

Utifrån avfallstegen i kommunens avfallsplan placeras behandlingsalternativen för blött organiskt material i följande ordning:

- 1. Rötning.** Innebär att matavfallet genomgår material- och energiåtervinning.
- 2. Kompostering.** Innebär att matavfallet genomgår materialåtervinning.
- 3. Förbränning.** Innebär att matavfallet energiåtervinns och deponeras.

För behandling av matavfall i Sundsvall är kompostering det mest fördelaktiga alternativet med avseende på avsättning för restprodukten. Kompostresten kan användas till odling, vilket innebär att näringsämnen återcirkuleras. Därefter följer rötning av matavfall i avloppsreningsverk eftersom rötresten nyttjas som täckmaterial och anläggningsjord. För restprodukterna från förbränning finns ingen avsättning idag (2003). Utifrån denna aspekt bör förbränning undvikas för behandling av organiskt material.

En fördel med förbränning och rötning jämfört med kompostering är att energi kan utvinnas ur det organiska materialet. Förbränningsalternativet kommer även att förbruka energi i form av transporter vid insamling av avfall. Insamlad fakta tyder på att rötning och kompostering har en mindre påverkan på miljön än förbränning. Det grundas på att förbränning av avfall ger utsläpp av mycket giftiga ämnen i form av dioxiner samt ger upphov till den miljöfarliga restprodukten flygaska.

Förbränning av organiskt material är ett praktiskt möjligt alternativ för samtliga hushåll i Sundsvall. Möjligheten att installera en köksavfallskvarn eller att hemkompostera är dock begränsad. Det är endast hushåll som uppfyller de tekniska kraven som t.ex. ledningsnät med tillräcklig lutning och få avloppsstopp som har en möjlighet att installera en kvarn. Begränsande faktorer vid hemkompostering är avsättning för kompostresten samt disponibel yta för placering av en kompostbehållare. Det krävs även ett visst engagemang från användaren för att få en väl fungerande kompost. Därmed är hemkompostering inte ett alternativ för alla hushåll. Den kalla vintern medför att kompostens funktion blir sämre, vilket kan innebära att komposten inte klarar att ta emot matavfall året om. Till följd av detta ökar mängden matavfall i den brännbara fraktionen.

Utifrån Sundsvalls mål för avfallshantering bör blött organiskt avfall i första hand rötas och om rötning inte är möjligt bör avfallet komposteras. Eftersom kommunen valt att avstå från att bygga nya röttningsanläggningar samt att införa centralkompostering för hushåll måste en viss mängd av matavfallet gå till förbränning. Sundsvalls kommun bör dock eftersträva att matavfall ska behandlas biologiskt. En bra lösning för behandling av källsorterat organiskt avfall från storkök och affärer är insamling för kompostering hos lokala lantbrukare. Därmed bör denna verksamhet utökas till en större skala. Innan den slutliga rekommendationen ges för om avfallskvarnar bör införas som ett kompletterande behandlingsalternativ för blött organiskt avfall i Sundsvall kommer miljökonsekvens- och ekonomiberäkningar utföras i denna rapport.

## 4 Utredning av möjligheten och konsekvenserna av att införa köksavfallskvarnar i Sundsvall

### 4.1 Studie av avloppsreningsverk och avloppsledningsnät

Lämpliga områden för eventuellt införande av avfallskvarnar i Sundsvall togs fram genom att studera avloppsreningsverk och det allmänna avloppsledningsnätet. Studien koncentreras till distrikten Sundsvall-Selånger, Skön-Alnö och Njurunda. Områdena är anslutna till de tre största reningsverken i Sundsvall Tivoliverket, Fillanverket respektive Essviksverket. Områdesindelningen har gjorts efter Sundsvall Vattens indelning av drift-, underhåll- och förnyelseområden (DUF) (se bilaga 1). Reningsverk och ledningsnät har utretts med hjälp av driftinstruktioner, miljörapporter och avloppsstoppsstatistik för ledningsnätet. Dessutom har diskussioner förts med ansvarig personal vid Sundsvall Vatten AB. Ett område kan bli aktuellt för införande av avfallskvarnar om följande kriterier uppfylls:

- Reningsverket som området är anslutet till ska ha en överkapacitet på minst 20 procent.
- Vid normala driftförhållanden får ingen bräddning ske i reningsverket eller på ledningsnätet.
- Ledningsnätet ska ha god lutning, få svackor och/eller högt flöde.
- Få avloppsstopp på ledningsnätet.
- Ledningsnätet ska vara i bra skick.

Kriterierna är uppsatta utifrån studier av fallstudierna i Staffanstorp och Surahammar.

#### 4.1.1 Sundsvall-Selånger

##### Tivoliverket

Tivoliverket är beläget på norra sidan av Sundsvalls hamn och är dimensionerat för 85 000 personekvivalenter (Sundsvall Vatten AB, 2002:b). Idag (2003) är 62 000 personekvivalenter anslutna, vilket ger en överkapacitet på 26 procent (Sundsvall Vatten AB, 2003:b). Enligt en utredning av SWECO VBB VIAK (2000) kan 13-16 000 köksavfallskvarnar anslutas till Tivoliverket eftersom det finns utrymme att öka den organiska belastningen i rötkastrarna (SWECO VBB VIAK, 2000). För Tivoliverkets upptagningsområde se bilaga 1.

Tivolis avloppsreningsverk är utformat för mekanisk, kemisk och biologisk behandling. Uppströms i direkt anslutning till Tivoliverket ligger Regnbågen, ett utjämningsmagasin på 30 000 kubikmeter, som reglerar flödet in i verket och bidrar till en minskad bräddning. Till följd av hydraulisk överbelastning kan bräddning ske på ett flertal ställen i både regnbågen och reningsverket. Utloppsledningen från Tivoliverket mynnar i Sundsvallsfjärden (Sundsvall Vatten AB, 2002:b).

Slambehandlingen sker med förtjockning, stabilisering genom rötning och avvattning. Avvattnat slam används idag (2003) som täckmaterial vid Enåsengruvan (Grannas, 2003). Gasen som bildas i rötkastrarna förbränns i en rötgasanläggning och den erhållna värmen leds ut på fjärrvärmenätet för att värma upp de egna lokalerna. Om all gas inte kan förbrännas leds den överblivna gasen till en gasfackla (Sundsvall Vatten AB, 2002:b).

##### Avloppsledningsnät

Tivoliverket uppfyller kraven på överkapacitet och ingen bräddning vid normala driftförhållanden (se bilaga 2). Därmed blir ledningsnätet och dess bräddning avgörande för ett områdes lämplighet vid installation av avfallskvarnar.

### **Lämpliga områden**

Västra och östra Granloholm, östra Nacksta, Sallyhill samt Sidsjön (se bilaga 1) har ledningar med god lutning och tillräckligt stort flöde för att undvika igensättning (Bouvin, 2003; Roslund, 2003). På ledningssträckan som ansluter de lämpliga områdena till Tivoliverket finns tio bräddpunkter (Sundsvall Vatten AB, 2003:b). Bräddning har skett under onormala förhållanden under åren 1998-2002 och beror till största del på kraftig nederbörd (se bilaga 2).

### **Tänkbara områden**

I stort sett hela den centrala delen av Sundsvall har ett ledningsnät med tillräcklig lutning. Däremot är ledningsnätet väldigt gammalt i områdena Fagerdal, Höglunda, Södermalm, Östermalm, samt nedre Haga och Haga, vilket gör det olämpligt att installera avfallskvarnar i dagsläget (se bilaga 1). Om ledningarna i områdena renoveras bör ytterligare undersökningar göras för att utreda om det är lämpligt att införa avfallskvarnar (Bouvin, 2003; Roslund, 2003).

Sundsvalls centrum har ett högt flöde, vilket gör det lämpligt att införa avfallskvarnar i området (se bilaga 1) (Roslund, 2003). Det är dock svårt för en spolbil att komma åt vid ledningsstopp och många källarlokalerna används som butikslager. För att undvika stora kostnader vid eventuella stopp till följd av kvarnar bör centrum inte betraktas som ett lämpligt område förrän flera pilotförsök med goda resultat genomförts (Bouvin, 2003).

### **Olämpliga områden**

Områden som inte uppfyller de uppställda kraven på lutning är Bergsåker, Granlo, Västermalm, Norrmalm, Ortvik, Petersvik, Skönsmon och Kubikenborg (se bilaga 1). Eftersom huvudledningen från Kovland, Silje-Östanå och Österro går genom Bergsåker klassas även dessa områden som opassande för avfallskvarnar (Bouvin, 2003; Roslund, 2003).

## **4.1.2 Skön-Alnö**

### **Fillanverket**

Cirka åtta kilometer nordost om Sundsvall ligger Fillanverket som är dimensionerat för 30 000 personekvivalenter (Sundsvall Vatten AB, 2002:a). Idag (2003) är 23 400 personekvivalenter anslutna, vilket medför en överkapacitet på 22 procent (Sundsvall Vatten AB, 2003:b). Det kan anslutas 13-16 000 köksavfallskvarnar till Fillanverket eftersom röt-kammaren har en låg organisk belastning (SWECO VBB VIAK, 2000). För Fillanverkets upptagningsområde se bilaga 1.

Avloppsvattnet genomgår mekanisk, kemisk och biologisk behandling i Fillanverket. Vid högt flöde i verket kan förbikopplingar till utloppsledningen ske. Bräddning från verket sker via silar som tar bort en del av partiklarna i avloppsvattnet. Det behandlade eller bräddade avloppsvattnet leds ut i Alnösundet (Sundsvall Vatten AB, 2003:b).

Slambehandlingen består av förtjockning, stabilisering med hjälp av rötning och avvattning (Sundsvall Vatten AB, 2002:a). Från 1 oktober, 2003 ska rötslammet användas som täckmaterial vid Enåsengruvan (Grannas, 2003). Den gas som utvinns under rötningen förbränns i en gaspanna och levereras i form av värme till fjärrvärmenätet, som värmer upp reningsverket och dess lokaler. Överbliven gas leds till en gasfackla där den bränns (Sundsvall Vatten AB, 2002:a).

### **Avloppsledningsnät**

Kraven på överkapacitet och ingen bräddning vid normala driftförhållanden uppfylls i Fillanverket (se bilaga 2). Ledningsnätet och dess bräddning blir därför avgörande för ett områdes lämplighet vid införande av avfallskvarnar.



### *Lämpliga områden*

Bosvedjan-Bydalen har relativt nya ledningar med bra lutning och tillräckligt flöde för att undgå sedimentering. Dessutom skulle Sundsvalls sjukhus vara lämpligt då ledningarna uppfyller alla uppställda krav (se bilaga 1) (Aspholm, 2003; Bouvin, 2003). Det finns inga bräddpunkter längs ledningen som förbinder ovanstående områden med Fillanverket (Sundsvall Vatten AB, 2003:b).

### *Tänkbara områden*

Vid små ökning av flödet sker mycket bräddning på ledningsnätet som ansluter till Fillanverket från norr. Skulle problemen på ledningssträckan lösas kan det bli aktuellt med avfallskvarnar i områdena Sundsbruk, Birsta, Ljustadalen, Ljusta övre och Ljusta nedre (se bilaga 1). Ytterligare undersökningar bör dock göras i områdena innan beslut om avfallskvarnar tas. Det är troligt att endast delar av områdena kommer att kunna installera kvarnar (Aspholm, 2003; Bouvin, 2003).

### *Olämpliga områden*

Hela Alnön är ett problemområde med dåliga lutningar och mycket stopp på avloppsledningsnätet. Skönvik, Gångviken och Tunadal uppfyller inte heller de krav som finns på lutning och flöde (se bilaga 1) (Aspholm, 2003; Bouvin, 2003).

## 4.1.3 Njurunda

### **Essviksverket**

Essviksverket ligger i Njurunda, cirka 16 kilometer söder om Sundsvall, och är dimensionerat för 16 000 personekvivalenter. Idag (2003) är 12 000 personekvivalenter anslutna till verket, vilket medför en överkapacitet på 25 procent (Sundsvall Vatten AB, 2003:b). Röt-kammaren har en låg organisk belastning. Därmed kan 8-10 000 hushåll med avfallskvarnar anslutas till Essviksverket (SWECO VBB VIAK, 2000). För Essviksverkets upptagningsområde se bilaga 1.

I Essviksverket behandlas avloppsvattnet med mekanisk, kemisk och biologisk behandling samt sandfiltrering. Om reningsverket blir överbelastat kan bräddning ske genom förbikopplingar i verket. Recipient för det bräddade och behandlade avloppsvattnet är Ljungan och Svartviksfjärden (Sundsvall Vatten AB, 1994).

Överskottsslam behandlas med förtjockning, stabilisering i form av rötning och avvattning. Rötresten används till markförädling (Larsson, 2003). Gasen som produceras vid rötningen används som bränsle i en gaspanna för att värma upp reningsverket. Överbliven gas bränns i en gasfackla (Sundsvall Vatten AB, 1994).

### **Avloppsledningsnät**

Essviksverket uppfyller de uppställda kraven gällande överkapacitet och bräddning (se bilaga 2). Det leder till att ledningsnätet och dess bräddning avgör om ett område är lämpligt för installation av avfallskvarnar.

### *Lämpliga områden*

Nedre och övre Bredsand, Kvissleby, Skottsund och Klockarberget har de rätta förutsättningarna för att kunna installera avfallskvarnar (se bilaga 1) (Bouvin, 2003; Henriksson, 2003). Det finns nio bräddpunkter på ledningssträckan som ansluter ovanstående områden till Essviksverket (Sundsvall Vatten AB, 2003:b). Under åren 1998-2002 har bräddning skett under onormala förhållanden och den har i huvudsak berott på stora mängder nederbörd (se bilaga 2).

### *Tänkbara områden*

För södra och norra Nolby skulle ytterligare utredningar behövas (se bilaga 1). Det kan vara möjligt att installera avfallskvarnar i hushåll på några gator eller i särskilda bostadsområden, där förutsättningarna är goda. Delar av områdena har dålig lutning på ledningarna, vilket gör det olämpligt att installera kvarnar (Bouvin, 2003; Henriksson, 2003).

Hemmanet ligger högt, vilket gör att det har bra lutning på ledningarna till Essviks reningsverk (se bilaga 1). Under 2002 utfördes ledningsreoveringar på området, vilket medför att Hemmanet kan bli ett aktuellt område (Henriksson, 2003). Det nya ledningsnätet bör dock få vara i drift minst ett år innan slutgiltigt beslut tas. Under den tiden kan eventuella problem upptäckas (Bouvin, 2003).

#### *Olämpliga områden*

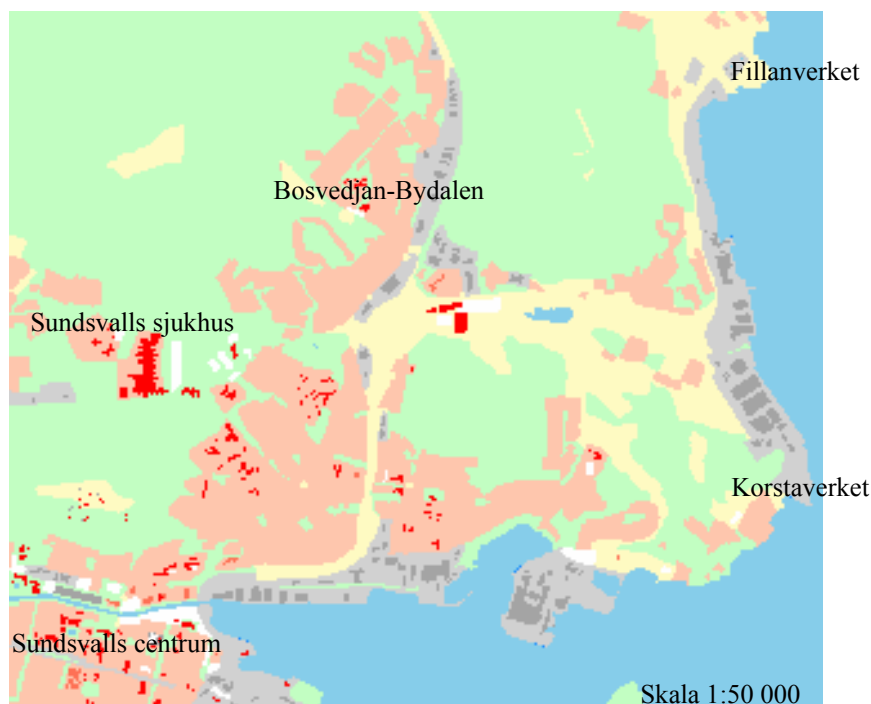
Flera områden i Njurunda är uteslutna på grund av att deras ledningar har dålig lutning. Det gäller Nyhamn, Essvik, Nyland, Juniskär, Mjösund, Värsta, Njurundabommen och Åmon (se bilaga 1) (Bouvin, 2003; Henriksson, 2003).

#### **4.2 Pilotområden Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus**

Efter att studerat Sundsvalls ledningsnät och reningsverk valdes två pilotområden, där installation av avfallskvvarnar anses vara lämpligt. De valda pilotområdena är Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus (se figur 4.1). Bosvedjan-Bydalen representerar ett område med vanliga hushåll medan sjukhuset utgör ett exempel på ett storkök.

Bosvedjan-Bydalen är ett bostadsområde som är beläget cirka fyra kilometer norr om Sundsvalls centrum (Eniro Sverige AB, 2003). I pilotområdet finns blandad bebyggelse i form av flerfamiljshus, radhus och villor. Antalet invånare i området är cirka 4 800 och utav dessa bor 59 procent i enfamiljshus och 41 procent i flerfamiljshus. Det totala antalet hushåll är cirka 2 000 (Statistiska centralbyrån, 2001).

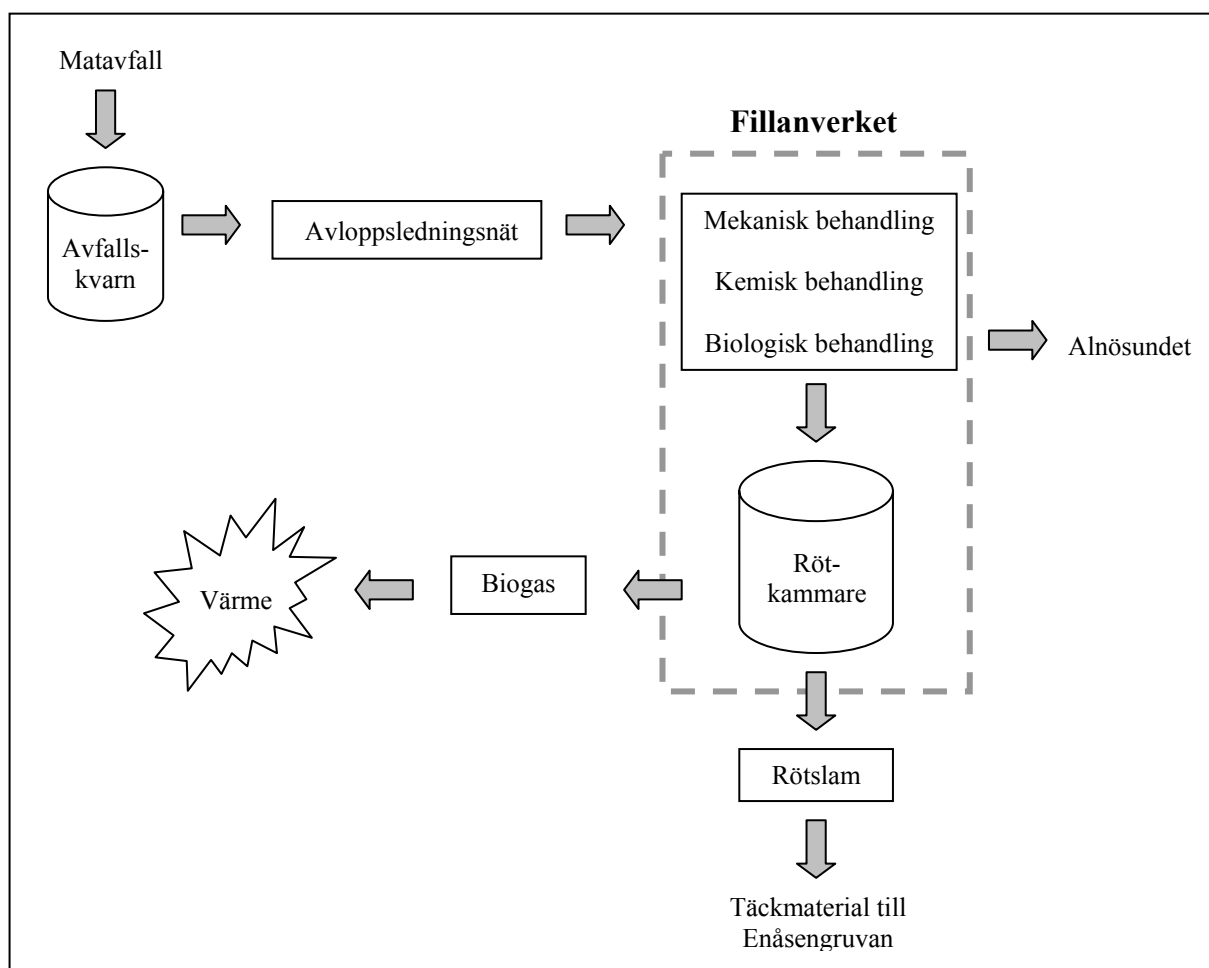
Sundsvalls sjukhus är beläget cirka 4 kilometer nordost om Sundsvalls centrum (Eniro Sverige AB, 2003). Sjukhusets storkök tillagar mat till sjukhuset och externa anläggningar. Varje dag tillreds cirka 2 500 portioner mat, varav 1 200 serveras på sjukhuset (Svensson, 2003).



**Figur 4.1** Översiktskarta för pilotområdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus (Sundsvalls kommun, 2000).

#### 4.2.1 Beskrivning av köksavfallskvarnssystemet

I figur 4.2 illustreras systemet för behandling av matavfall som denna rapport avser att undersöka för pilotområdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus.



**Figur 4.2** Schematisk bild av köksavfallskvarnssystemet för behandling av matavfall från pilotområdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus.

Det malda matavfallet transporteras från köksavfallskvarnen i avloppsledningsnätet till Fillanverket. Där genomgår det mekanisk, kemisk och biologisk behandling tillsammans med avloppsvattnet. Slam som bildas under behandlingen leds till röt-kammaren för stabilisering (Sundsvall Vatten AB, 2002:a). Under nedbrytningsprocessen genereras rötslam och biogas. Rötslammet används från 1 oktober, 2003 som täckmaterial vid Enåsengruvan och biogasen omvandlas till värme (Stenlund, 2003).

#### Avloppsledningsnät

De två pilotområdena angränsar varandra och deras ledningsnät går samman till en gemensam huvudledning som leder till Fillanverket. Avloppsvattnet passerar inga pumpstationer på väg till reningsverket, utan transporteras med hjälp av självfall. På den aktuella ledningssträckan finns inga bräddpunkter där obehandlat avloppsvatten kan släppas ut till recipienten (Edmark, 2003).

#### Fillanverket

I första hand är Fillanverket byggt för att reducera avloppsvattnets innehåll av bakterier, syreförbrukande ämnen och fosfor. Dessutom ska synliga föroreningar som sand, grus och andra grova partiklar avskiljas (Sundsvall Vatten AB, 2002:a). Dimensionerande värden samt Fillanverkets belastning under 2002 visas i tabell 4.1.

**Tabell 4.1** Dimensionerande värden för Fillanverket samt Fillanverkets belastning under år 2002.

	Enhet	Dimensionerande data <sup>1</sup>	Total belastning 2002 <sup>2</sup>	Överkapacitet (%)
Antal anslutna	pe	30 000	23 400	22
Inkommande flöde	m <sup>3</sup> /h	750	485	35
BOD <sub>7</sub> -belastning	kg/d	2 100	2 410	-15
Fosforbelastning	kg/d	85	55	35
Rötkammare	m <sup>3</sup>	2 000	2 000	-
Slamproduktion	ton/år	-	1 789	-
Gasproduktion	m <sup>3</sup> /d	-	1 250	-

1. Sundsvall Vatten AB, 2002:a.

2. Sundsvall Vatten AB, 2003:b.

Fillanverkets utsläppskrav för behandlat avloppsvatten är 15 mg/l BOD<sub>7</sub> och 0,5 mg/l totalfosfor (Sundsvall Vatten AB, 2002:a). I tabell 3.2 visas reningsgraden som uppnåddes i Fillanverket under 2002.

**Tabell 4.2** Fillanverkets reningsgrad under år 2002 (Sundsvall Vatten AB, 2003:b).

	Inkommande (mg/l)*	Utgående (mg/l)*	Reningsgrad (%)
BOD <sub>7</sub>	210	9,8	95
Tot-P	4,8	0,31	94

\*Baserat på genomsnittliga månadsvärden.

Fillanverket är uppbyggt i fyra behandlingsblock (se bilaga 3):

1. Inloppsblocket
2. Fällningsblocket
3. Bioblocket
4. Slambehandlingen

#### 1. Inloppsblocket

I inloppsblocket utförs den mekaniska behandlingen. Inkommande avloppsvatten samlas i en pumpsump, varifrån det uppföras med snäckpumpar till tre roterande silar med en håldiameter på 1,5 millimeter. Det silade vattnet leds till luftade sandfång där grövre partiklar sedimenterar. Partiklarna pumpas vidare till en sandavvattare för att sedan transporteras tillsammans med rensat till kommunens förbränningsanläggning (Sundsvall Vatten AB, 2002:a).

När inkommande flöde överstiger 1 500 kubikmeter per timme sker bräddning från Fillanverket. Flöden mellan 1 500-3 000 kubikmeter per timme bräddas till utloppsledningen efter de roterande silarna. Flöden över 3 000 kubikmeter per timme bräddas direkt från inloppspumpstationen till utloppsledningen (Sundsvall Vatten AB, 2002:a).

#### 2. Fällningsblocket

Från sandfången förs vattnet vidare till fällningsblocket. Där tillsätts en fällningskemikalie under intensiv omrörning. Därefter fördelas avloppsvattnet över två parallella behandlingslinjer, i vilka flockning sker. Efter flockningskamrarna, som är försedda med långsamtgående grindomrörare, leds vattnet till försedimenteringsbassänger. Slam från försedimenteringen leds till förtjockaren (Sundsvall Vatten AB, 2002:a).

### 3. Bioblocket

I bioblocket förvandlas organiskt material till biologiskt slam med hjälp av mikroorganismer. Det sker under aeroba (syrerika) och näringsrika förhållanden i luftningsbassänger. Metoden som används är ”aktivt slam”-metoden, som innebär att slam recirkuleras för att skapa en lång uppehållstid för mikroorganismerna. Överskottsslam pumpas till förtjockarna i slambehandlingen. Från bioblocket leds det behandlade avloppsvattnet via utloppsledningen till recipienten (Sundsvall Vatten AB, 2002:a).

### 4. Slambehandling

Primärslam och kemslam från försedimenteringen går igenom Fillanverkets slambehandling. Slammet behandlas i en förtjockare och en röt-kammare. Röt-slamm avvattnas med hjälp av centrifuger och rejeckt-vattnet leds till inloppsblocket för att genomgå behandling. Det avvattnade slammet används från 1 oktober, 2003 som täckmaterial vid Enåsengruvan (Stenlund, 2003). Röt-slammets kvalitet vad gäller tungmetaller redovisas i tabell 4.3. Röt-gasen som bildas transporteras ut på Sundsvall Energis fjärrvärmenät (Sundsvall Vatten AB, 2002:a). Externslam t.ex. mjölk, fil och blod från slakteri som kommer till Fillanverket leds idag (2003) till inloppsblocket för att genomgå behandling. Det medför att Fillanverket idag (2003) inte har någon överkapacitet för BOD<sub>7</sub> (se tabell 4.1). En ombyggnad är planerad för att leda externslammet direkt till slambehandlingen, vilket kommer att innebära en minskad belastning på Fillanverkets behandlingssteg (Edmark, 2003).

**Tabell 4.3** Gränsvärden för slam som ska spridas på åkermark och tungmetallhalter i Fillanverkets röt-slamm.

Parametrar	Gränsvärde <sup>1</sup> (mg/kg TS)	Röt-slamm <sup>2</sup> (mg/kg TS)
Bly	100	30
Kadmium	2	0,9
Kvicksilver	2,5	0,7
Krom	100	44

1. Naturvårdsverket, 2003:b.

2. Baserat på årsmedelvärden för 2002 (Sundsvall Vatten AB, 2003:b).

#### 4.2.2 Miljökonsekvenser vid hantering av matavfall

För att utreda om köksavfallskvarnar är ett miljövänligt alternativ för behandling av matavfall kommer en jämförelse göras med förbränning och hemkompostering. De aspekter som kommer att undersökas är förbrukning och utvinning av energi, utsläpp av försurande och eutrofierande ämnen, utsläpp av växthusgaser samt restprodukternas kvalitet med avseende på tungmetallhalter.

#### Materialflödesanalys för hushållens behandlingsalternativ för matavfall

##### Förutsättningar för materialflödesanalys

För att bedöma de miljömässiga konsekvenserna genomförs materialflödesanalyser på följande behandlingsalternativ för hushållens matavfall:

1. Förbränning
2. Hemkompostering
3. Köksavfallskvarnar

Undersökningen utförs på pilotområdet Bosvedjan-Bydalen, vilket innebär att den funktionella enheten (f.e.) definieras som ”mängden avfall som genereras från 2000 hushåll i området Bosvedjan-Bydalen under ett år”. Antal boende i området är cirka 4 800 personer. Av dessa bor 59 procent i enfamiljshus och resten i flerfamiljshus. De boende i området genererar cirka 360 ton matavfall per år, vilket motsvarar 76 kilogram matavfall per person och år (Kärman *et al*, 2001). Tabell 4.4 visar sammansättningen för hushållens matavfall.

**Tabell 4.4** Sammansättning för hushållens matavfall (Kärrman *et al*, 2001).

Parameter	Matavfall (g/pers,d)
Torrsubstans	73
BOD <sub>7</sub>	25
Totalfosfor	0,25
Totalkväve	1,3
Bly	$6,6 \cdot 10^{-4}$
Kadmium	$8,5 \cdot 10^{-6}$
Kvicksilver	$1,8 \cdot 10^{-6}$
Krom	$6,6 \cdot 10^{-4}$
Mängd matavfall	208

### Systemgräns

Systemgränsen avgränsar de analyserade behandlingsalternativen för matavfall enligt följande:

- Hantering av matavfall i hushållen.
- Insamling av matavfall från hushållen.
- Transport till behandlingsanläggning.
- Behandling av matavfall.
- Transport av restprodukter.
- Restprodukternas kvalitet (Effekten av användningen av restprodukterna ingår ej i analysen).

Behandlingsalternativen för matavfall från hushåll utreds enligt följande energiaspekter:

- Elförbrukning.
- Oljeförbrukning.
- Utvinning av el och värme.

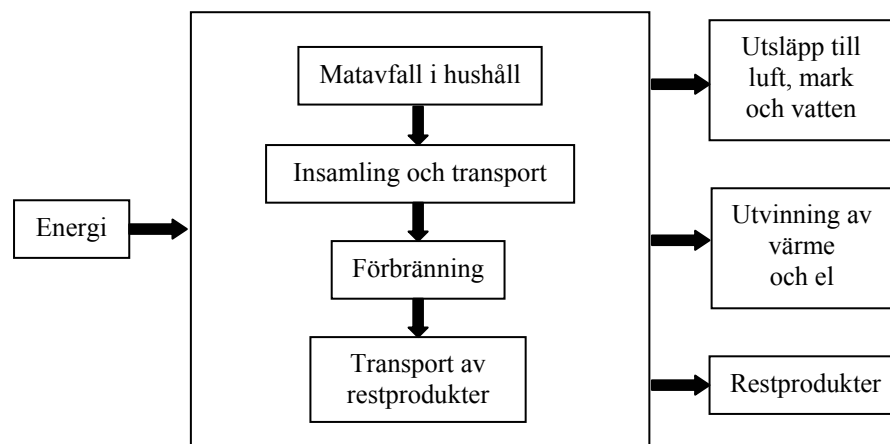
De miljömässiga konsekvenser som utreds för behandlingsalternativen för matavfall från hushåll är följande:

- Utsläpp av växthusgaser samt försurande och eutrofierande ämnen.
- Restprodukternas kvalitet med hänsyn till tungmetallhalter.

### Beskrivning av behandlingsalternativen för hushållens matavfall

#### Alternativ 1. Förbränning

System för förbränning av matavfall innebär att avfallet samlas in från hushållen och förs till förbränning vid Korstaverket. Restprodukter från förbränningen transporteras till Blåbergets avfallsanläggning för deponering. Figur 4.3 visar de delar av systemet som studerats vid materialflödesanalysen. Till följd av den planerade utbyggnaden av Korstaverket, i form av en ny avfallspanna, kommer två scenarier att analyseras. Scenario 1 och scenario 2 representerar före respektive efter en eventuell utbyggnad av Korstaverket.



Figur 4.3 Schematisk bild över systemet för förbränning.

#### *Insamling och transport av matavfall*

Vid insamling och transport av matavfall förbrukas energi i form av diesel. Det innebär även utsläpp till luft, mark och vatten. Insamlingen av matavfall från hushållen i området Bosvedjan-Bydalen sker enligt följande:

#### **1. Framkörning.**

Vid scenario 1 och scenario 2 kör sopbilar från Sundfrakts garage till insamlingsområdet Bosvedjan-Bydalen. Sträckan är 1 kilometer. En sobils lastkapacitet är cirka 7 ton avfall och dieselförbrukningen är 0,55 liter per kilometer. Scenario 1 inkluderar även att lastbilar kör 17 kilometer från Sundfrakts garage till Blåbergets avfallsanläggning. Lastbilarna som transporterar sorterat avfall från Blåberget till Korstaverket har en kapacitet på 25 ton och en dieselförbrukning på 0,7 liter per kilometer (Richnau, 2003).

#### **2. Insamling av matavfall i området Bosvedjan-Bydalen.**

Sträckan sobilen kör vid insamling av avfall i området Bosvedjan-Bydalen är cirka 8 kilometer (Eriksson, 2003).

#### **3. Transport från området Bosvedjan-Bydalen till förbränning vid Korstaverket.**

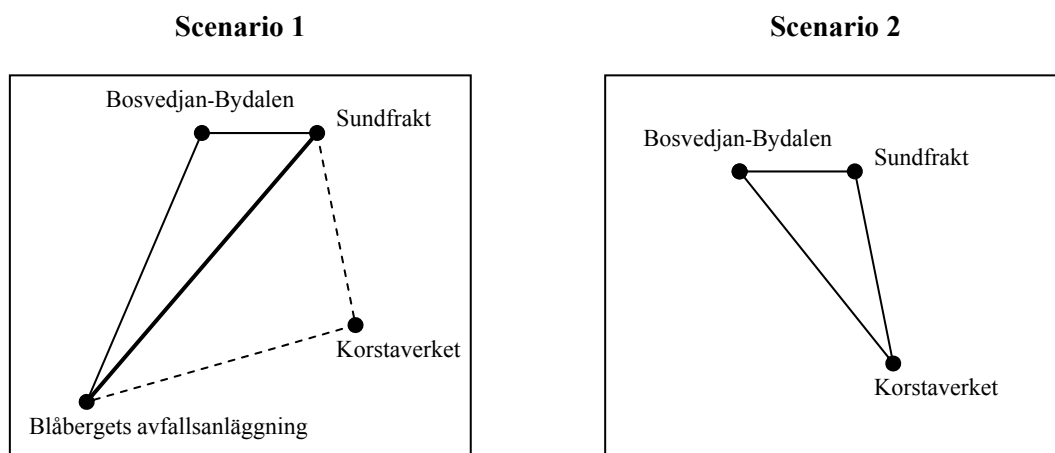
Scenario 1. Matavfallet transporteras först med sobil från området till Blåbergets avfallsanläggning. Sträckan är 16 kilometer. Därefter transporteras matavfallet 18 kilometer till Korstaverket med lastbilar.

Scenario 2. Sobilar transporterar matavfallet direkt från området till Korstaverket. Sträckan är 3 kilometer.

#### **4. Återkörning.**

Scenario 1. Sobilar och lastbilar körs från Blåberget respektive Korstaverket till Sundfrakts garage. Sträckan är 17 respektive 4 kilometer.

Scenario 2. Transport av sobilar från Korstaverket till Sundfrakts garage. Sträckan är 4 kilometer.



**Figur 4.4** Sopbilens (heldragen linje) och lastbilens (streckad linje) transportsträcka vid insamling av matavfall i området Bosvedjan-Bydalen. (Tjock heldragen linje representerar både sopbilens och lastbilens transportsträcka).

### Förbränning

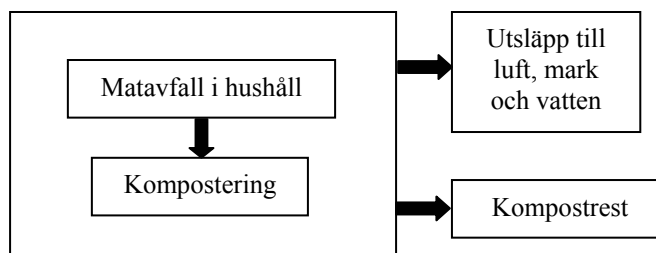
Förbränning av matavfall sker vid Korstaverket. Där utvinns energi ur matavfallet i form av el och fjärrvärme. Det effektiva värmevärdet vid förbränning av matavfall är cirka 1,2 kWh per kilogram matavfall (Kärrman *et al*, 2001). Den befintliga avfallspannan förbrukar 116 kWh el per ton avfall (Vamling, 2003) medan den planerade avfallspannans elförbrukning kommer att vara 82 kWh per ton avfall (Wiklund, 2003). Scenario 1 medför även en elförbrukning på 67 kWh per ton avfall vid sortering av avfallet vid Blåbergets avfallsanläggning (Olsson, 2003:b). Vid förbränning av avfall sker emissioner till luft. Scenario 2 kommer även att innebära utsläpp till vatten från behandlat processvatten. 15 procent av matavfallet som genomgår förbränning bildar restprodukter i form av aska och slagg (Sundsvall Energi AB, 2002).

### Transport av restprodukter

Restprodukter från förbränningen transporteras med lastbil från Korstaverket till Blåbergets avfallsanläggning. Sträckan är 18 kilometer. Vid scenario 1 och scenario 2 är lastbilens kapacitet 10 ton respektive 25 ton. Dieselförbrukningen är 0,4 respektive 0,7 liter per kilometer (Bäck, 2003). Scenario 1 inkluderar även framkörning till Korstaverket och återkörning till Sundfrakts garage, vilket medför att den totala transportsträckan blir 39 kilometer. Vid scenario 2 utnyttjas lastbilar som kör avfallsbränsle (ej hushållsavfall) från Blåberget till Korstaverket för transport av restprodukterna. Transportsträckan blir då 18 kilometer.

### Alternativ 2. Hemkompostering

Vid hemkompostering behandlas matavfallet i en kompostbehållare som är placerad på gångavstånd från hushållen. Kompostresten används som gödselmedel i närliggande trädgårdar. Det sker ingen utvinning eller förbrukning av energi vid hemkompostering. Figur 4.5 visar de delar som studerats vid materialflödesanalysen. En viss mängd av matavfallet (20 %) antas hamna i den brännbara fraktionen (Karlberg & Norin, 1999). Det innebär att den delen av matavfallet kommer genomgå systemet för förbränning (se figur 4.3).



**Figur 4.5** Schematisk bild över systemet för hemkompostering.



### Kompostering

Utsläpp till luft och vatten vid kompostering sker i form av kväveförlust. Den beräknas enligt följande (Kärman *et al*, 2001):

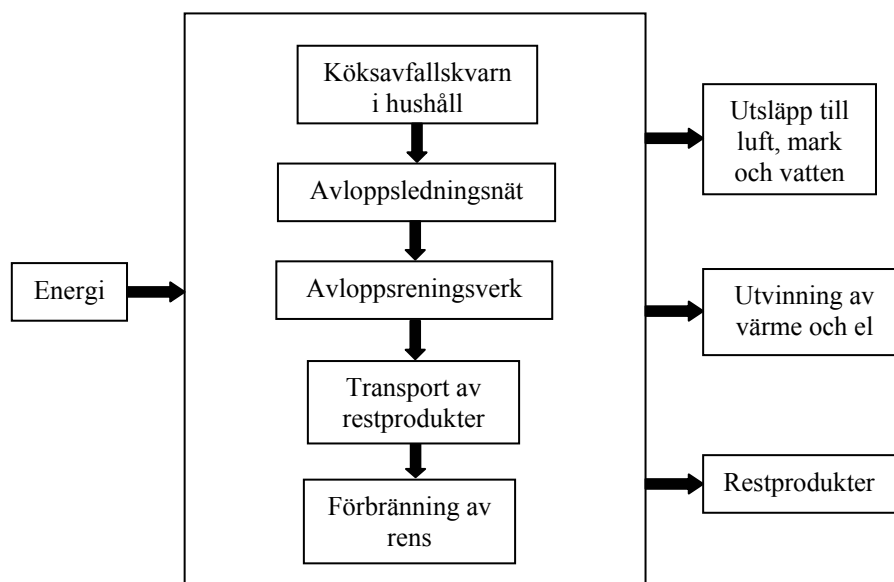
$$\text{Kväveförlust (\% av inkommande kvävemängd)} = 0,377 - 0,01108 \cdot \text{C:N} \quad (\text{ekvation 1})$$

Där C:N betyder kvoten mellan ingående kol- och kvävemängd i avfallet. Kväveförlusten består av 2 procent kvävgas (N<sub>2</sub>), 9 procent lustgas (N<sub>2</sub>O) och resten ammoniak (NH<sub>3</sub>) (Kärman *et al*, 2001).

Kompostresten förväntas bestå av 40 procent av inkommande mängd torrs substans, 85 procent av inkommande kvävemängd samt 99 procent av inkommande mängder totalfosfor, kadmium, och kvicksilver (Kärman *et al*, 2001). Även bly och krom antas kvarstå till 99 procent i kompostresten.

### Alternativ 2. Köksavfallskvarnar

I system med köksavfallskvarnar källsorteras matavfall i hushållen för att malas och transporteras med avloppsledningsnätet till Fillanverket. Rens från reningsverket transporteras till Korstavverket för förbränning och fr.o.m. oktober, 2003 ska rötslam användas som täckmaterial vid Enåsengruvan. Figur 4.6 visar de delar av systemet som studerats vid materialflödesanalysen.



Figur 4.6 Schematisk bild över systemet för köksavfallskvarnar.

### Köksavfallskvarn i hushåll

Vid alternativet med avfallskvarnar antas samtliga 2 000 hushåll i Bosvedjan-Bydalen medverka. Av hushållens totala mängd matavfall uppskattas att 67 procent mals ned i kvarnen och 33 procent sorteras i den brännbara fraktionen. En större mängd matavfall hamnar i den brännbara fraktionen än vid hemkompostering (20 %). Det beror på att en del av det komposterbara matavfallet inte är malbart. En avfallskvarns elbehov är 3-4 kWh per år (Karlberg & Norin, 1999).

### Avloppsledningsnät

Det normalda matavfallet leds till Fillanverket med det befintliga ledningsnätet. Eftersom inga bräddpunkter eller pumpstationer finns på ledningssträckan mellan Bosvedjan-Bydalen och Fillanverket sker ingen miljöpåverkan från avloppsledningsnätet (Sundsvall Vatten AB, 2003:b).

#### *Avloppsreningsverk*

Efter samråd med Edmark (2003) antas 10 procent av det nermalda matavfallet fastna i Fillanverkets silar. Vid onormalt stora flöden sker bräddning efter silarna. Utifrån medelvärdet för bräddning under åren 1998-2002 (se bilaga 2) uppskattas mängden matavfall som kommer att bräddas varje år till tre procent av inkommande, förutsatt att lika stor del av inkommande matavfall som av inkommande flöde bräddas. Av inkommande mängder antas 1,3 procent BOD<sub>7</sub>, 1,4 procent totalfosfor och 1,5 procent totalkväve bräddas. Det grundas på medelvärden för bräddning under åren 1999-2001 (Sundsvall Vatten AB, 1999; 2000; 2001; 2002:c; 2003).

Enligt Nilsson *et al* (1990) uppskattas 70 procent av inkommande mängd matavfall sedimentera i försedimenteringsbassängerna. Återstående matavfall går vidare till den biologiska behandlingen. Där antas att 50 procent bryts ned och 50 procent bildar slam som förs vidare till röt-kammaren (Edmark, 2003). Luftningsbehovet i det biologiska behandlingssteget är 1,4 kilogram syre per kilogram organiskt TS (Kärman *et al*, 2001). Tillskottet av matavfall antas inte ha någon påverkan på den kemiska behandlingen eller på det utgående vattnets sammansättning. Detta grundas på en studie i Surahammar (Karlberg & Norin, 1999).

Slam från försedimenteringen och överskottsslam från det biologiska steget förs till röt-kammaren. Utifrån studier av sedimenteringsförsök i Staffanstorp (1990) antas 80 procent av slammets TS vara organiskt material som kan brytas ned. 30 procent av tillförd TS återfinns i rötresten i form av nedbrytningsprodukter och icke nedbrytbart material (Nilsson *et al*, 1990). I röt-kammaren bildas 0,7 kubikmeter biogas per tillförd kilogram organiskt material. Biogasen genererar 6 kWh energi per kubikmeter gas (Edmark, 2003) och av den totala mängden producerad energi går cirka en sjättedel till förluster (Kärman *et al*, 2001). Andelen av olika ämnen som fastläggs i slammet har uppskattats utifrån värden uppmätta under åren 1999-2002. Av inkommande flöde fastläggs 38 procent kvicksilver, 64 procent kadmium, 68 procent krom samt 78 procent bly (Sundsvall Vatten AB, 2000; 2001; 2002:c; 2003).

#### *Transport av restprodukter*

Renset från silarna transporteras med lastbil till Blåbergets avfallsanläggning. Lastbilen har en lastkapacitet på 12 ton och bränsleförbrukningen är 0,4 liter diesel per kilometer (Svärd, 2003). Efter inblandning med hushållsavfall transporteras rensat med en lastbil med 25 tons kapacitet till Korstaverket där det förbränns. Den totala sträckan lastbilarna kör under transporten är cirka 90 kilometer. Efter installation av den planerade avfallspannan kommer rensat att kunna köras direkt från Fillanverket till Korstaverket (Olsson, 2003:b). Transportsträckan blir då 26 kilometer.

Från 1 oktober, 2003 ska rötslammet användas som täckmaterial vid Enåsengruvan. Transporten kommer att ske med en lastbil som har lastkapacitet 32 ton och förbrukar 0,5 liter diesel per kilometer. Den sammanlagda transportsträckan är 270 kilometer (Jönsson, 2003).

#### *Förbränning av rens*

För förbränning av rens gäller samma parametrar som vid systemet för förbränning av matavfall (se figur 4.3).

## Resultat

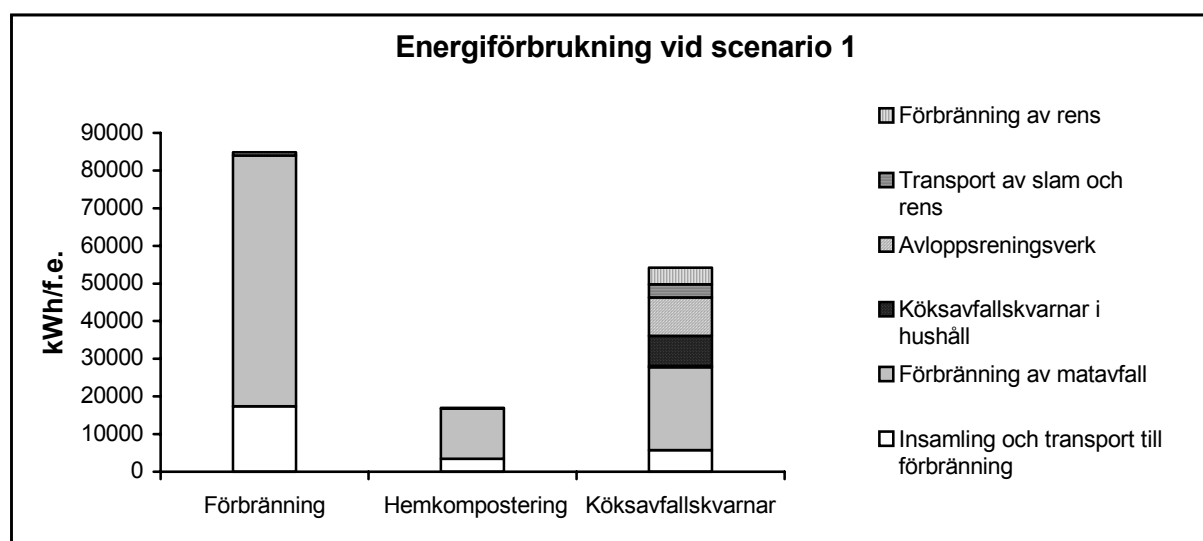
Resultaten är baserade på miljökonsekvensberäkningar i bilaga 4.

## Energi

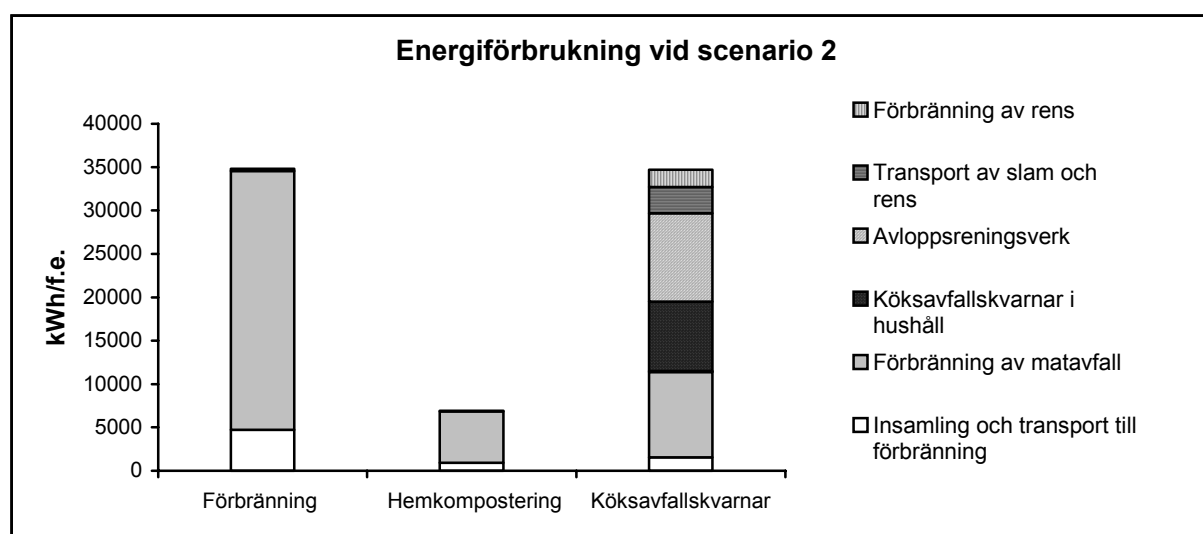
Vid beräkningar antogs inga kvalitativa skillnader mellan olika energityper.

### Energiförbrukning

Vid befintligt förbränningssystem är energiförbrukningen störst för alternativet med förbränning av matavfall. Förbränning av matavfall i Korstaverket utgör den största delen av energiförbrukningen för samtliga tre alternativen (se figur 4.7). Till följd av minskad elförbrukning i den nya förbränningsanläggningen samt att sortering av avfall vid Blåberget upphör blir energiförbrukningen för köksavfallskvarnar och förbränning lika stor efter utbyggnaden av Korstaverket (se figur 4.8). Hemkompostering av matavfall förbrukar minst energi vid båda förbränningssystemen.



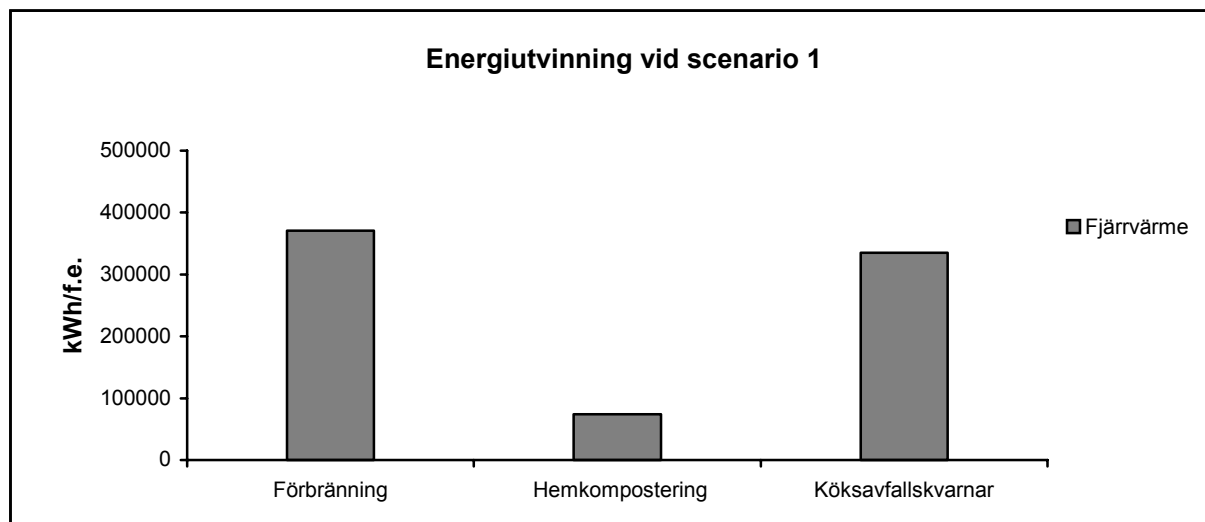
**Figur 4.7** Energiförbrukning vid behandling av matavfall från hushåll med befintligt (2003) förbränningssystem.



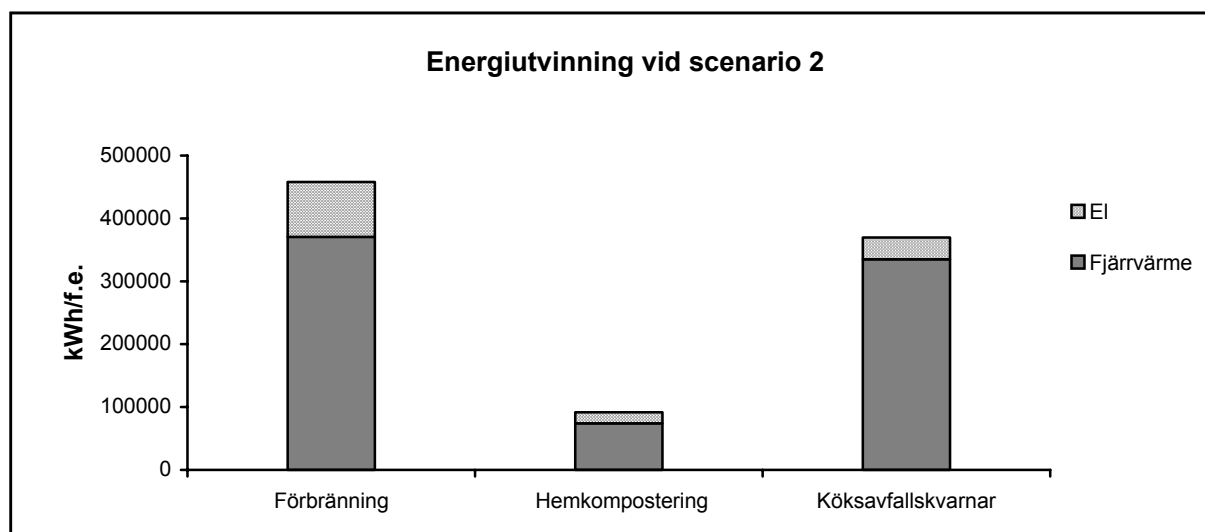
**Figur 4.8** Energiförbrukning vid behandling av matavfall från hushåll med planerat förbränningssystem.

*Energiutvinning*

Förbränning av matavfall medför störst energiutvinning vid befintligt och planerat förbränningssystem, medan hemkompostering ger lägst energiutvinning (se figur 4.9 och 4.10). I jämförelsen mellan kvarn- och kompostalternativet utvinns betydligt mer energi från system med köksavfallskvarnar, vilket beror på att den normala delen av matavfallet leds till Fyllanverkets rötchammare för produktion av fjärrvärme. I hemkomposten kan inte överskottsvärmen nyttiggöras.



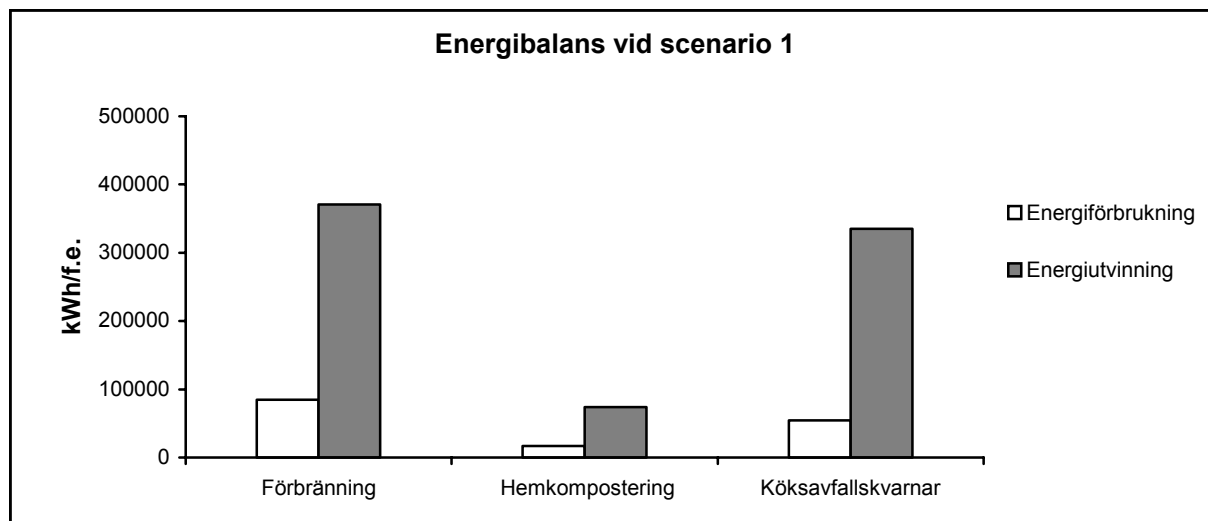
**Figur 4.9** Energiutvinning vid behandling av matavfall från hushåll med befintligt (2003) förbränningssystem.



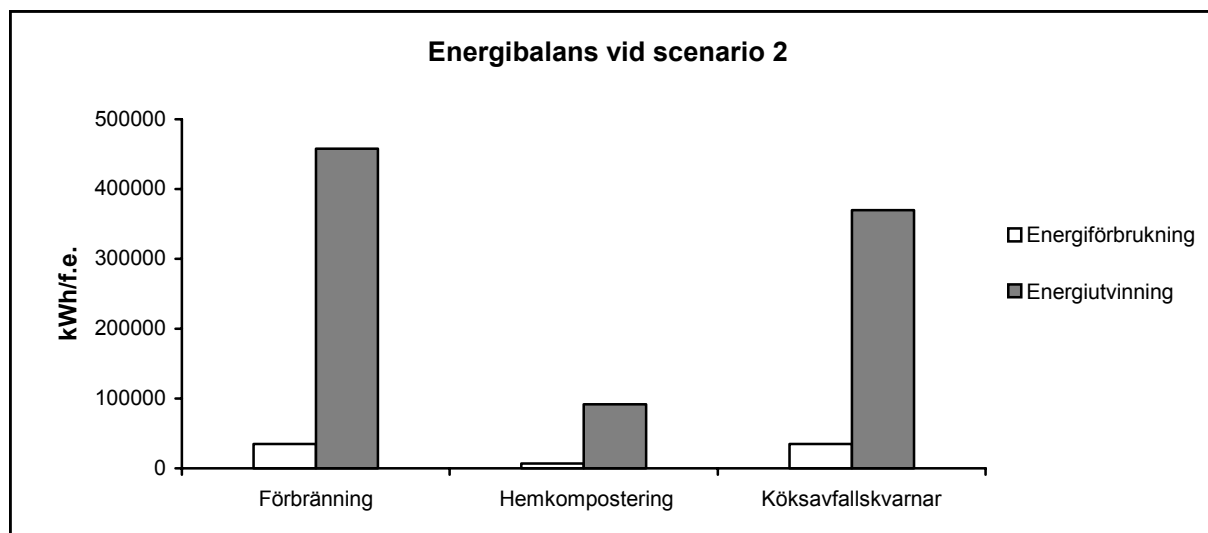
**Figur 4.10** Energiutvinning vid behandling av matavfall från hushåll med planerat förbränningssystem.

### Energibalans

Energiförbrukning och energiutvinning illustreras i form av energibalanser. Vid nuvarande system för förbränning har alternativen förbränning och köksavfallskvarnar lika stor positiv energibalans (se figur 4.11). Figur 4.12 visar energibalansen för de tre alternativen efter den eventuella utbyggnaden av Korstaverket. Förbränning har störst positiv energibalans till följd av att den nya avfallspannan genererar både el och fjärrvärme. Hemkompostering ger lägst positiv energibalans vid både förbränningssystemen, eftersom att ingen energi utvinns vid kompostering av matavfall.



Figur 4.11 Energibalans vid behandling av matavfall från hushåll med befintligt (2003) förbränningssystem.

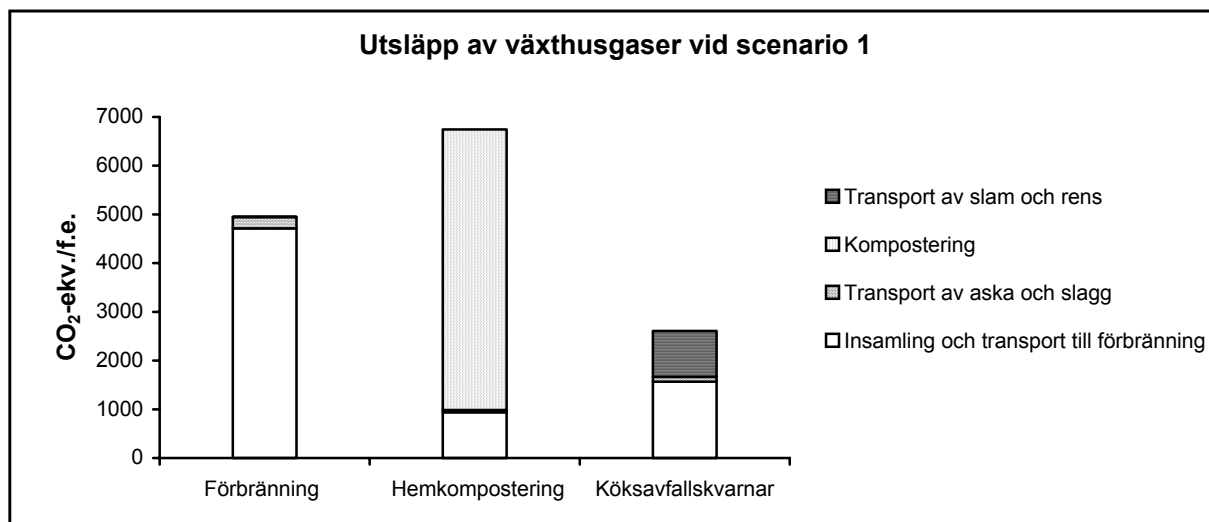


Figur 4.12 Energibalans vid behandling av matavfall från hushåll med planerat förbränningssystem.

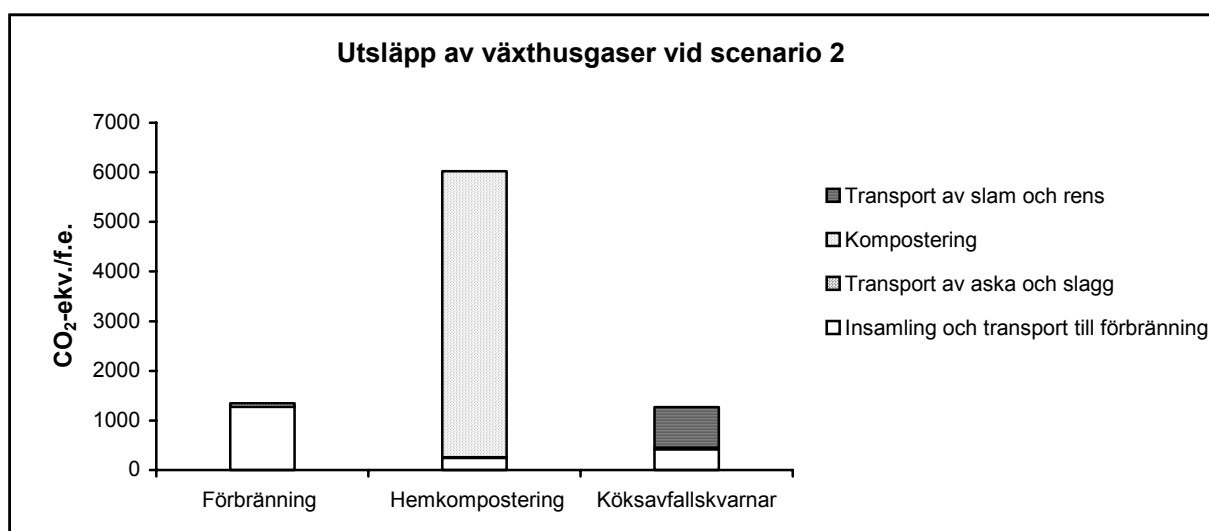
## Miljö

### Utsläpp av växthusgaser

Vid befintligt och planerat förbränningssystem bidrar hemkompostering till större utsläpp av växthusgaser än förbränning och köksavfallskvarnar (se figur 4.13 och 4.14). Det beror på att ingen rening av kväveutsläpp sker vid kompostbehållaren. Nuvarande förbränningssystem medför att alternativet med förbränning ger större utsläpp av växthusgaser än avfallskvarnar till skillnad från planerat förbränningssystem där utsläppen blir lika stora. Vid en eventuell utbyggnad av Korstaverket minskar utsläppen av växthusgaser markant på grund av minskade transporter vid insamling av brännbart material.



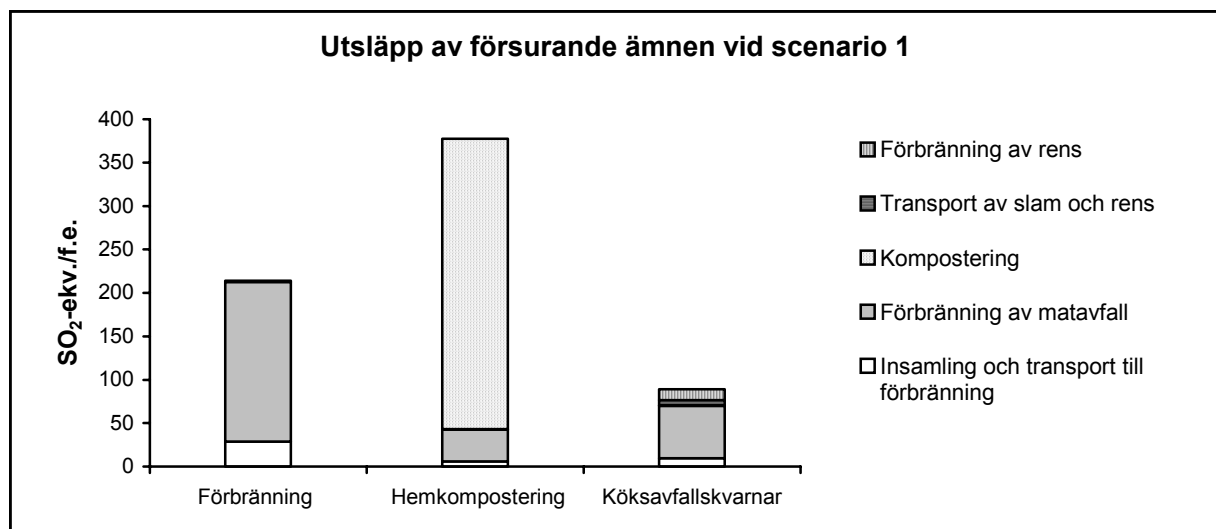
**Figur 4.13** Utsläpp av växthusgaser vid behandling av matavfall från hushåll med befintligt (2003) förbränningssystem. Beräknat som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: Fossilt CO<sub>2</sub>=1 och N<sub>2</sub>O=320 (Almemark *et al*, 1998).



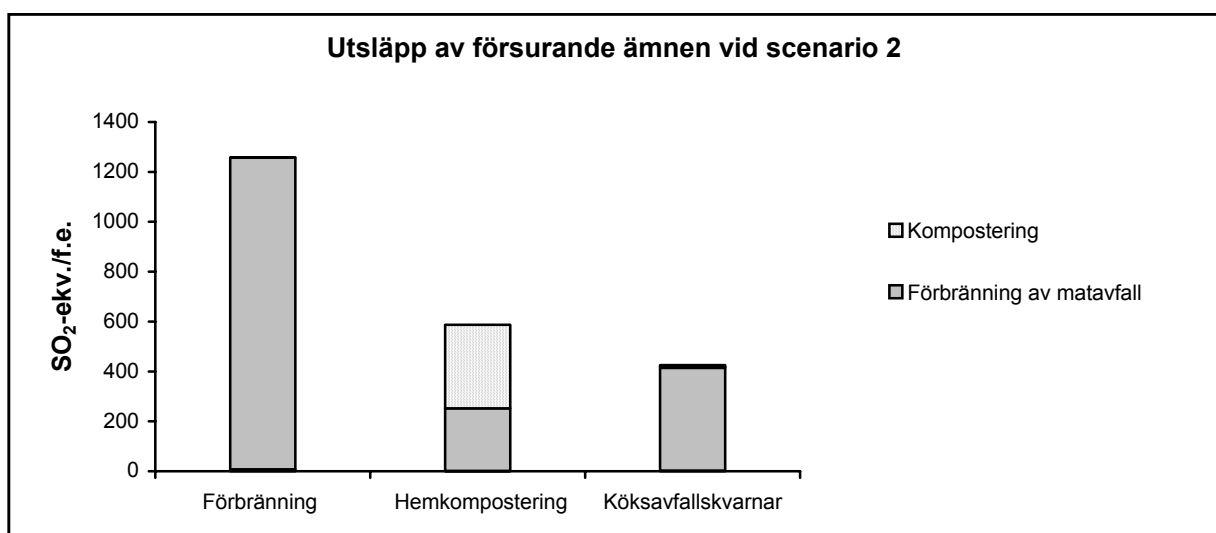
**Figur 4.14** Utsläpp av växthusgaser vid behandling av matavfall från hushåll med planerat förbränningssystem. Beräknat som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: Fossilt CO<sub>2</sub>=1 och N<sub>2</sub>O=320 (Almemark *et al*, 1998).

### Utsläpp av försurande ämnen

Hemkompostering dominerar utsläppen av försurande ämnen vid dagens (2003) förbränningssystem (se figur 4.15). Likasom för växthusgaser beror det på obefintlig rening av kväveemissioner vid kompostbehållaren. Förbränning och köksavfallskvarnars bidrag till försurning utgörs av transporter med dieseldrivna fordon. Den nya förbränningsanläggningen kommer att innebära en markant ökning av försurande utsläpp jämfört med dagens anläggning (2003), eftersom den nya anläggningen medför utsläpp av behandlat processvatten. Det medför att alternativet med förbränning av matavfall ger det största bidraget till försurning (se figur 4.16). Köksavfallskvarnar ger lägst utsläpp av försurande ämnen vid båda förbränningssystemen.



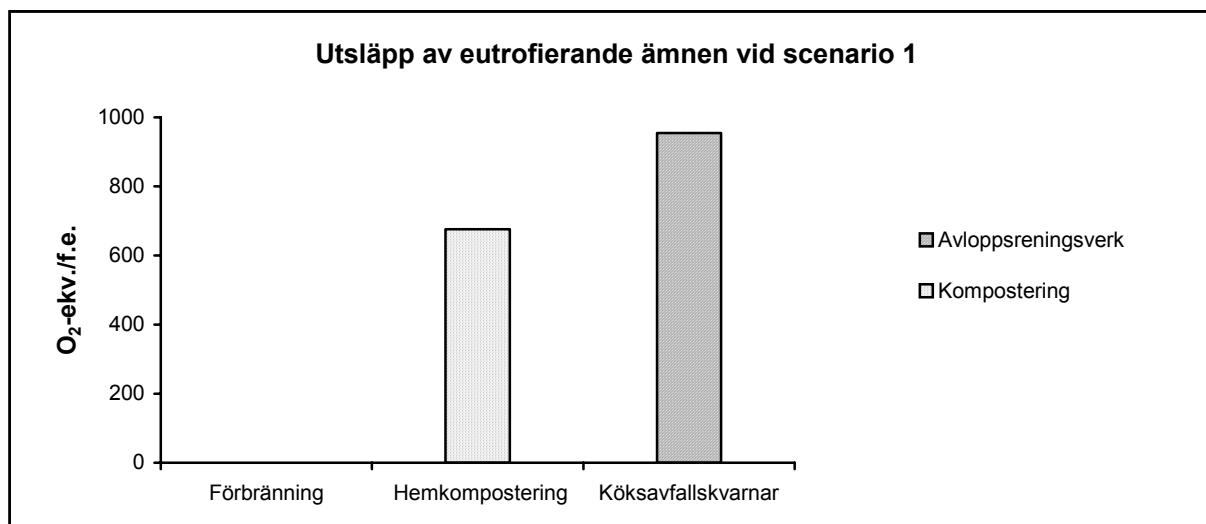
**Figur 4.15** Utsläpp av försurande ämnen vid behandling av matavfall från hushåll med befintligt (2003) förbränningssystem. Beräknat som SO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: SO<sub>2</sub>=1, NO<sub>x</sub>=0,7; NH<sub>3</sub>=1,88 och SO<sub>4</sub>=1 (Almemark *et al*, 1998).



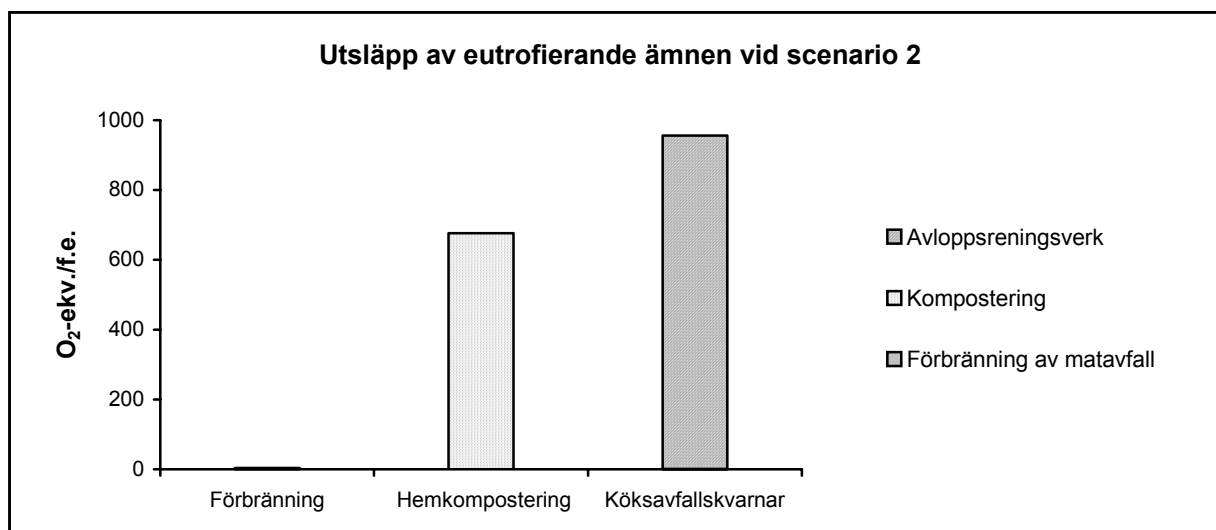
**Figur 4.16** Utsläpp av försurande ämnen vid behandling av matavfall från hushåll med planerat förbränningssystem. Beräknat som SO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: SO<sub>2</sub>=1, NO<sub>x</sub>=0,7; NH<sub>3</sub>=1,88 och SO<sub>4</sub>=1 (Almemark *et al*, 1998).

Utsläpp av eutrofierande ämnen

Fillanverkets recipient är fosforbegränsad, vilket innebär att fosforutsläpp är av störst betydelse vid eutrofiering. Köksavfallskvvarnar ger störst utsläpp av eutrofierande ämnen vid båda förbrännings-systemen. Det beror på att matavfall leds till recipienten, vid bräddning från Fillanverket, tillsammans med avloppsvatten som endast genomgått mekanisk behandling. Eutrofierande utsläpp från hemkompostering är inte av samma betydelse som från köksavfallskvvarnar. Det beror på att utsläppen inte sker direkt till recipienten. Vid dagens (2003) system för förbränning av avfall sker inte några utsläpp av eutrofierande ämnen (se figur 4.17). Den planerade avfallsförbränningsanläggningen ger utsläpp till vatten vid förbränning av matavfall, men bidraget till eutrofieringen är försumbart (se figur 4.18).



**Figur 4.17** Utsläpp av eutrofierande ämnen vid behandling av matavfall från hushåll med befintligt (2003) förbränningssystem. Beräknat som O<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: BOD<sub>7</sub>=1, P=140, NH<sub>3</sub>=3,8 och NH<sub>4</sub>=3,6 (NH<sub>3</sub> och NH<sub>4</sub> bidrar endast vid nitrifikation) (Kärman *et al*, 2001).



**Figur 4.18** Utsläpp av eutrofierande ämnen vid behandling av matavfall från hushåll med planerat förbränningssystem. Beräknat som O<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: BOD<sub>7</sub>=1, P=140, NH<sub>3</sub>=3,8 och NH<sub>4</sub>=3,6 (NH<sub>3</sub> och NH<sub>4</sub> bidrar endast vid nitrifikation) (Kärman *et al*, 2001).



### Restprodukter

För att godkännas som gödselmedel krävs att restprodukterna uppfyller krav på innehåll av tungmetaller. I tabell 4.5 visas restprodukternas innehåll av tungmetaller och gränsvärdet för spridning på åkermark. Både kompostrest och rötslam från matavfall är av tillräckligt god kvalitet för att användas på åkermark.

**Tabell 4.5** Tungmetallflöden vid användning av restprodukter som gödselmedel.

	Gränsvärde <sup>1</sup> (mg/kg TS)	Kompostrest <sup>2</sup> (mg/kg TS)	Rötslam <sup>2</sup> (mg/kg TS)
Bly	100	22	30
Kadmium	2	0,29	0,32
Kvicksilver	2,5	0,06	0,04
Krom	100	22	26

1. Naturvårdsverket, 2003:b.

2. Se beräkningar i bilaga 4.

Vid förbränning av avfall bildas bottenaska, slag och flygaska. Till följd av att matavfall förbränns tillsammans med annat avfall innehåller flygaska stora mängder tungmetaller och klassas därmed som farligt avfall. Bottenaska och slag innehåller betydligt lägre föroreningshalter, men används inte idag (2003) som gödselmedel utan läggs på deponi (SWECO VBB VIAK, 2002).

### Materialflödesanalys för behandling av matavfall från storkök

#### Förutsättningar för materialflödesanalys

Materialflödesanalyser genomförs på följande två behandlingsalternativ för matavfall från storkök:

1. Förbränning
2. Köksavfallskvarn med fettavskiljare

Analyserna utförs på storköket vid Sundsvalls sjukhus. Storköket genererar 104 ton matavfall under ett år (2002). 39 ton av matavfallet komposteras i sjukhusets kompostanläggning. Kompostresten används som jordförbättringsmedel i sjukhusets trädgård (Rasmussen, 2003:a). Det innebär att den funktionella enheten (f.e.) definieras som ”behandling av 65 ton matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus under ett år”. I tabell 4.6 redovisas sammansättningen för matavfall.

**Tabell 4.6** Sammansättning för matavfall  
(Kärrman *et al*, 2001).

Parameter	Matavfall (kg/ton matavfall)
Torrsubstans	348
BOD <sub>7</sub>	119
Totalfosfor	1,2
Totalkväve	6,2

### Systemgräns

Systemgränsen avgränsar de analyserade behandlingsalternativen för matavfall enligt följande:

- Hantering av matavfall i storkök.
- Transport till behandlingsanläggning.
- Behandling av matavfall.
- Transport av restprodukter.

De aspekter som studerats är energiförbrukning, energiutvinning, utsläpp av försurande och eutrofierande ämnen samt utsläpp av växthusgaser.

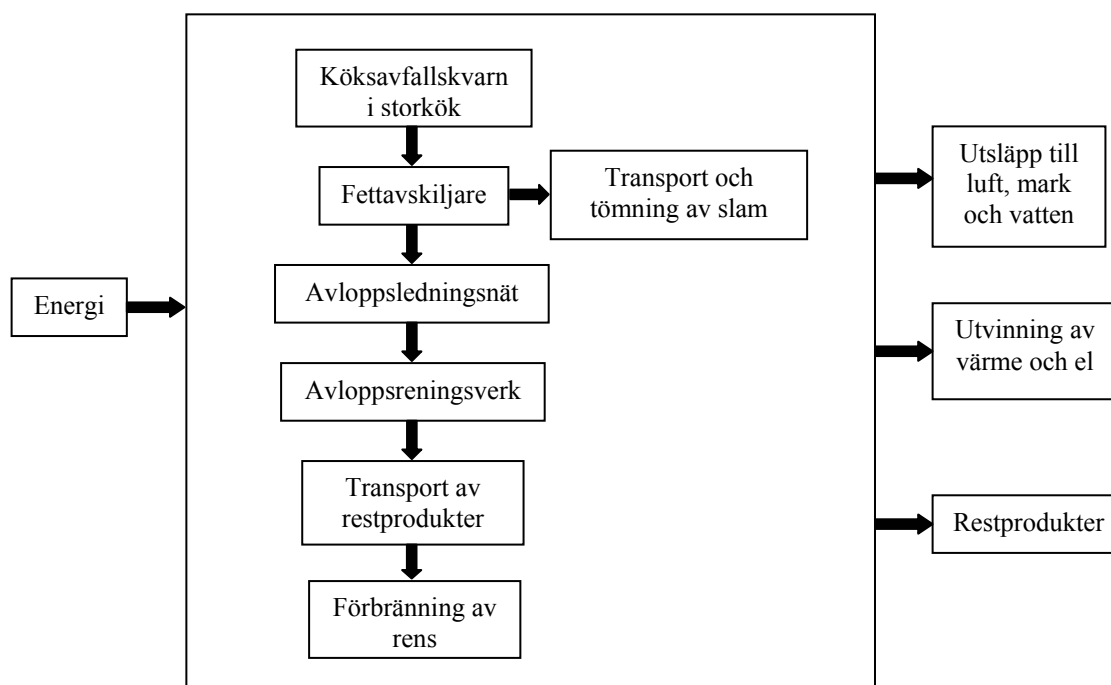
## Beskrivning av behandlingsalternativen för matavfall från storkök

### Alternativ 1. Förbränning

De delar av det tekniska systemet för förbränning som studerats vid materialflödesanalysen är de samma som vid studien för hushåll (se figur 4.3). Samma förutsättningar råder för transporter och förbränning av matavfall, eftersom Sundsvalls sjukhus angränsar till området Bosvedjan-Bydalen (se bilaga 1).

### Alternativ 2. Köksavfallskvvarn med fettavskiljare

Systemet med köksavfallskvvarn i storkök innebär att matavfallet mals ner i en storkökskvvarn och leds till en fettavskiljare. I fettavskiljaren sedimenterar merparten av matavfallet och resterande del transporteras i avloppsledningsnätet till Fillanverket. Den del av matavfallet som avskiljs i fettavskiljaren transporteras med slamsugningsbil till Fillanverkets rötkammare. Förutsättningarna för avloppsledningsnät, avloppsreningsverk samt transport av restprodukter är de samma som vid hushållsstudien. Figur 4.19 visar de delar av systemet som studerats vid materialflödesanalysen.



Figur 4.19 Schematisk bild över systemet för köksavfallskvvarn med fettavskiljare.

#### Köksavfallskvvarn i storkök

En storkökskvvarn med en malkapacitet på 165 kilogram matavfall per dag har ett elbehov på 365 kWh per år (Bogdanoff, 2003). 65 ton matavfall mals i kvarnen under ett år.

#### Fettavskiljare

Det malda matavfallet leds till en fettavskiljare, där 70 procent av TS i matavfallet sedimenterar (Kärrman *et al*, 2001). Partikelbundet kväve och fosfor antas avskiljas i fettavskiljaren. Andel partikelbundet kväve och fosfor är 23 respektive 32 procent (Nilsson *et al*, 1990). 75 procent av inkommande BOD<sub>7</sub> fastläggs i slamavskiljaren (Velandar, 1994).

#### Transport och tömning av slam

Slammet från fettavskiljaren transporteras med slamsugningsbil till Fillanverket. Bilens lastkapacitet är 11 kubikmeter och dieselförbrukningen är 0,4 liter per kilometer (Sjödin, 2003). Den totala transportsträckan är cirka 26 kilometer. Det inkluderar framkörning till Sundsvalls sjukhus, transport till Fillanverket samt återkörning till Midvacs garage i Nacksta. Dieselförbrukningen vid tömning av fettavskiljaren är 0,3 liter per kubikmeter slam (Fransson, 2002).

## Resultat

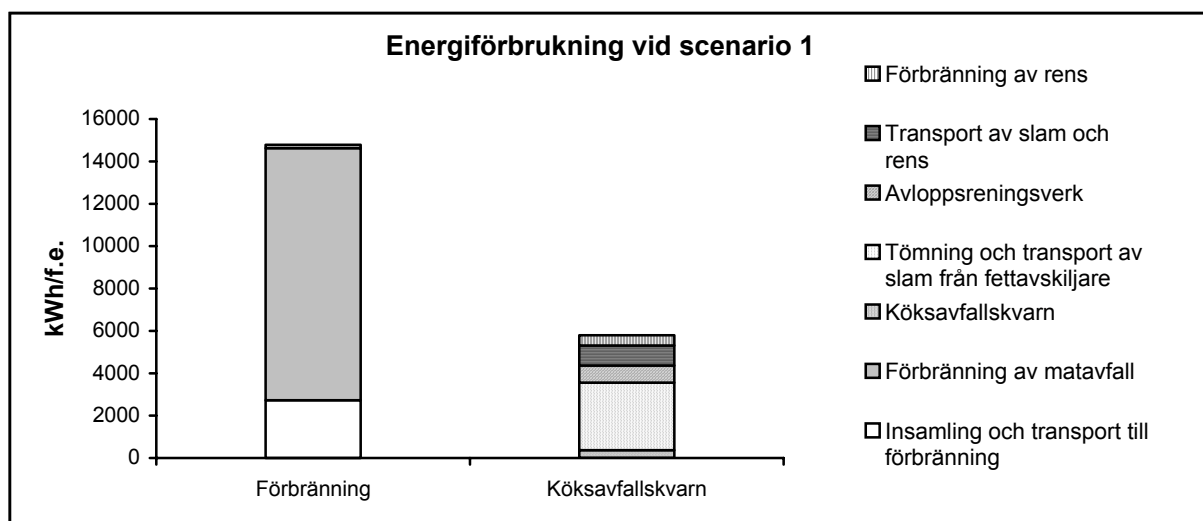
Resultaten är baserade på miljökonsekvensberäkningar i bilaga 4.

## Energi

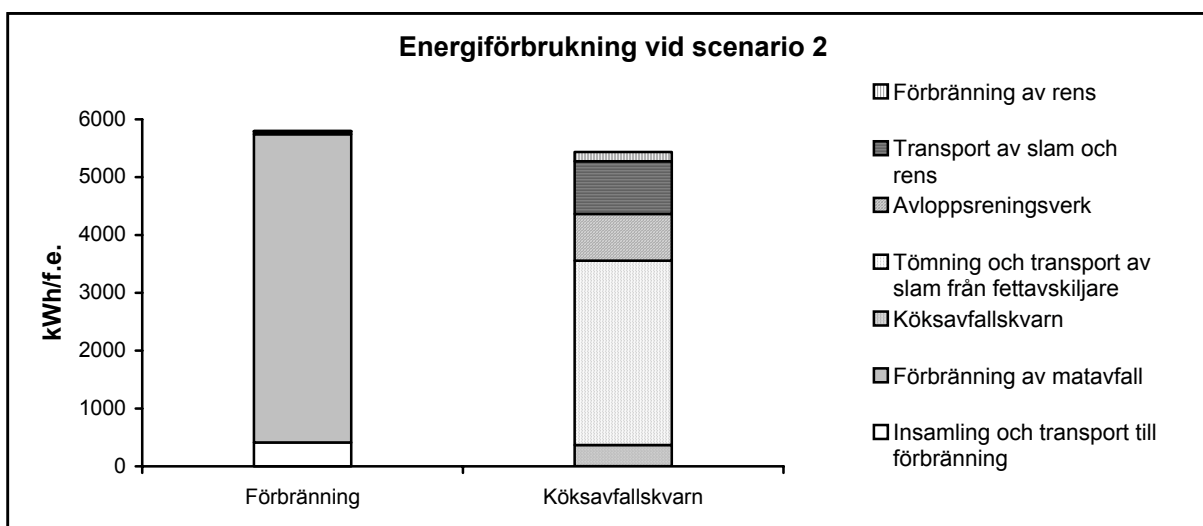
Vid beräkningar antogs inga kvalitativa skillnader mellan olika energityper.

### Energiförbrukning

Vid befintligt förbränningssystem ger förbränning av sjukhusets matavfall störst energiförbrukning (se figur 4.20). Till följd av minskad elförbrukning i den nya förbränningsanläggningen samt att sortering av avfall vid Blåberget upphör blir energiförbrukningen för köksavfallskvarnar och förbränning av matavfall lika stor (se figur 4.21). Tömning och transport av slam från fettavskiljaren utgör den dominerande delen av kvarnalternativets energiförbrukning.



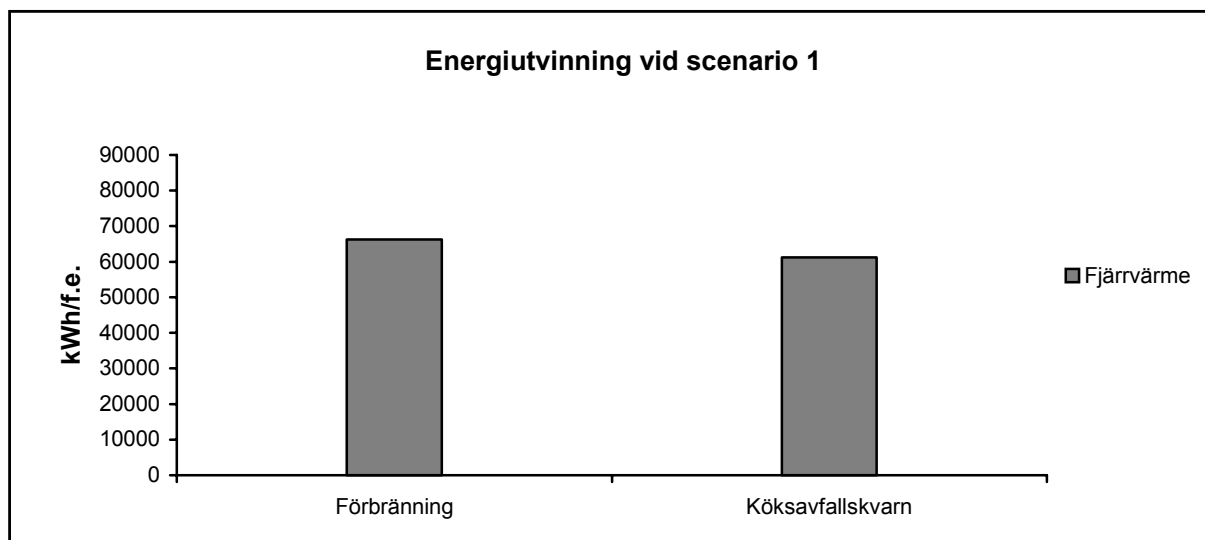
**Figur 4.20** Energiförbrukning vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med befintligt (2003) förbränningssystem.



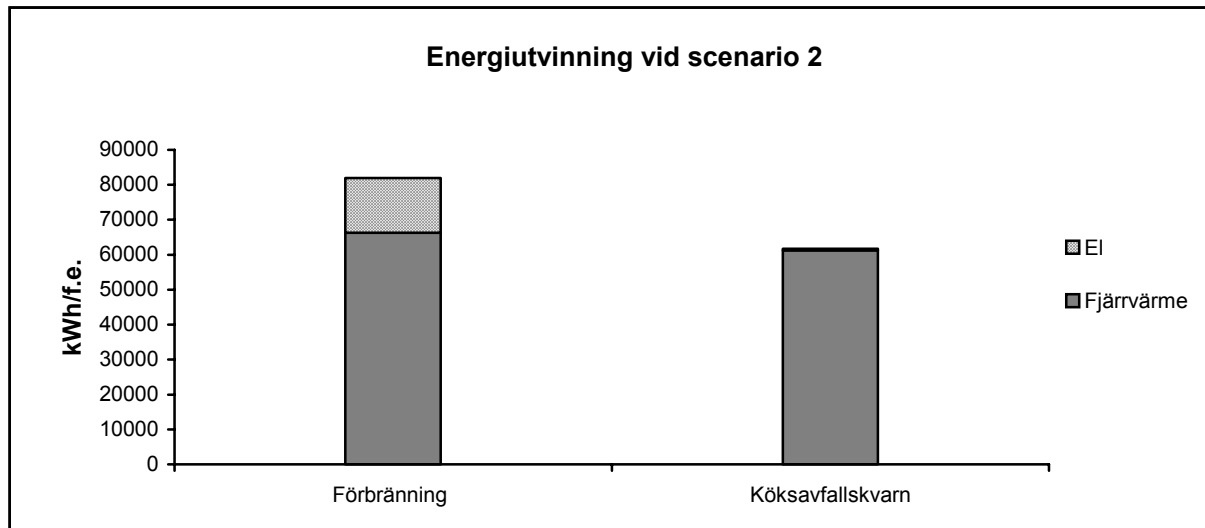
**Figur 4.21** Energiförbrukning vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med planerat förbränningssystem.

### Energiutvinning

Vid befintligt förbränningssystem ger förbränning och köksavfallskvvarn lika stor mängd energi i form av fjärrvärme (se figur 4.22). Fjärrvärmeproduktionen är lika för de båda alternativen vid planerat förbränningssystem (se figur 4.23). Energiutvinningen blir dock högre vid förbränning av sjukhusets matavfall än vid behandling med avfallskvvarn. Det beror på att den nya förbränningsanläggningen producerar både fjärrvärme och el.



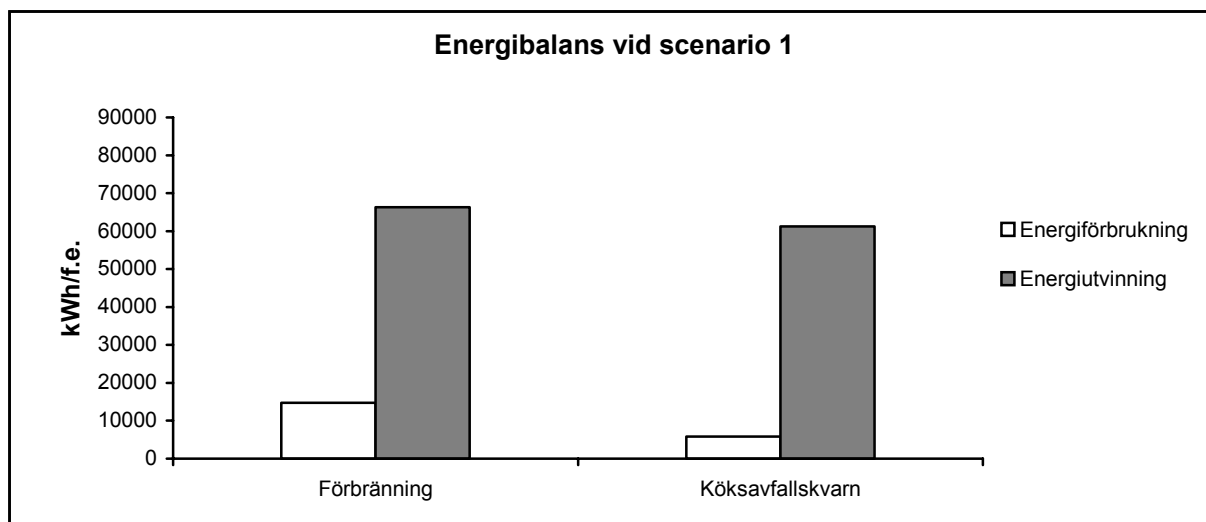
**Figur 4.22** Energiutvinning vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med befintligt (2003) förbränningssystem.



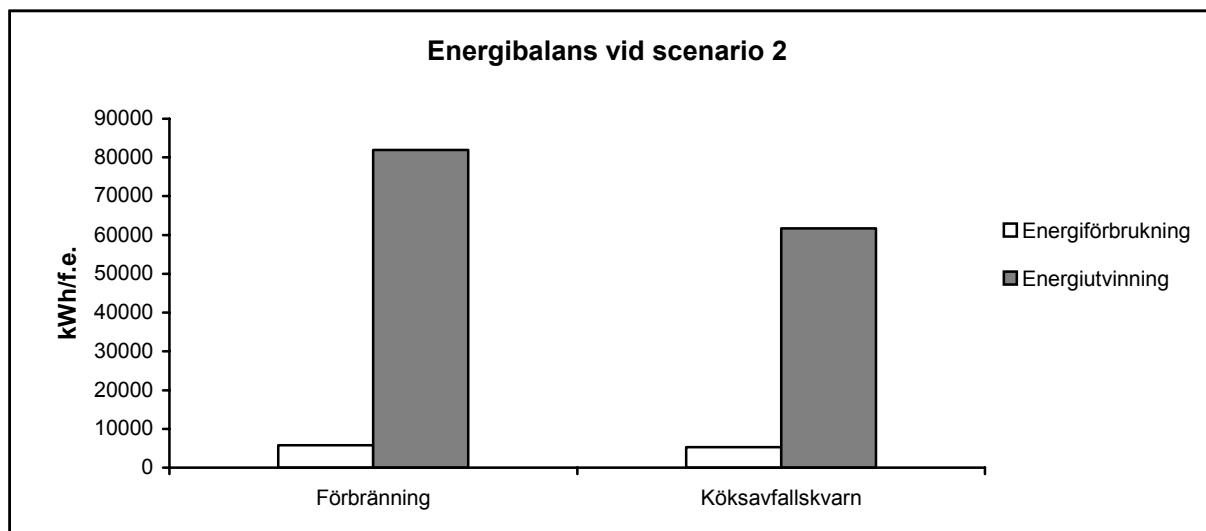
**Figur 4.23** Energiutvinning vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med planerat förbränningssystem.

### Energibalans

I figur 4.24 visas att den positiva energibalansen för förbränning och köksavfallskvarn är lika stor vid dagens (2003) förbränningsystem. Utvinning av både el och fjärrvärme vid den planerade förbränningsanläggningen medför att förbränningsalternativet får en högre positiv energibalans än alternativet med köksavfallskvarn (se figur 4.25).



**Figur 4.24** Energibalans vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med befintligt (2003) förbränningsystem.

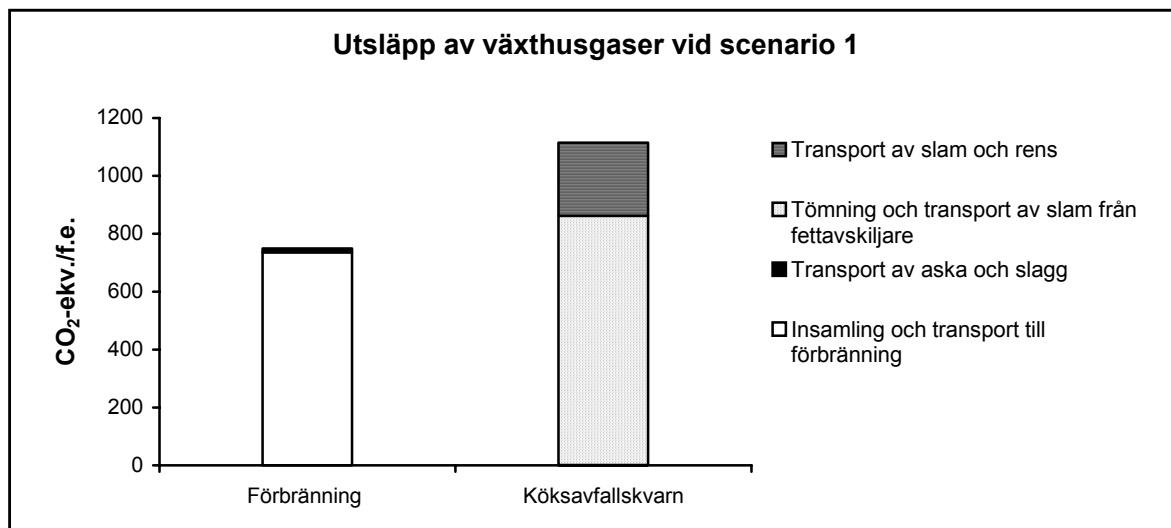


**Figur 4.25** Energibalans vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med planerat förbränningsystem.

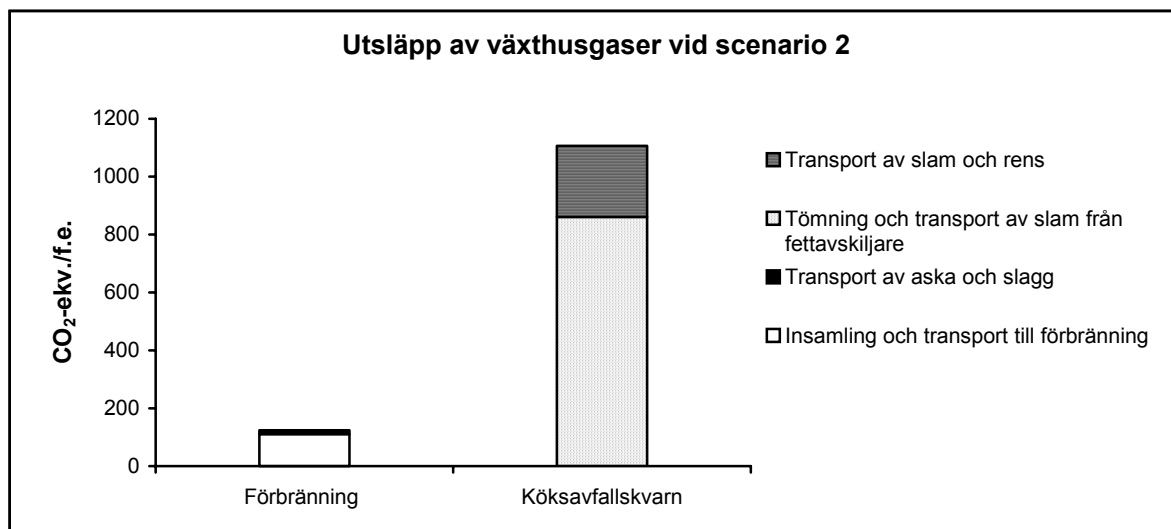
## Miljö

### Utsläpp av växthusgaser

Kvarnalternativet bidrar med störst utsläpp av växthusgaser vid båda förbränningssystemen (se figur 4.26 och 4.27). Bidraget utgörs huvudsakligen av tömning och transport av slam från fettavskiljaren.



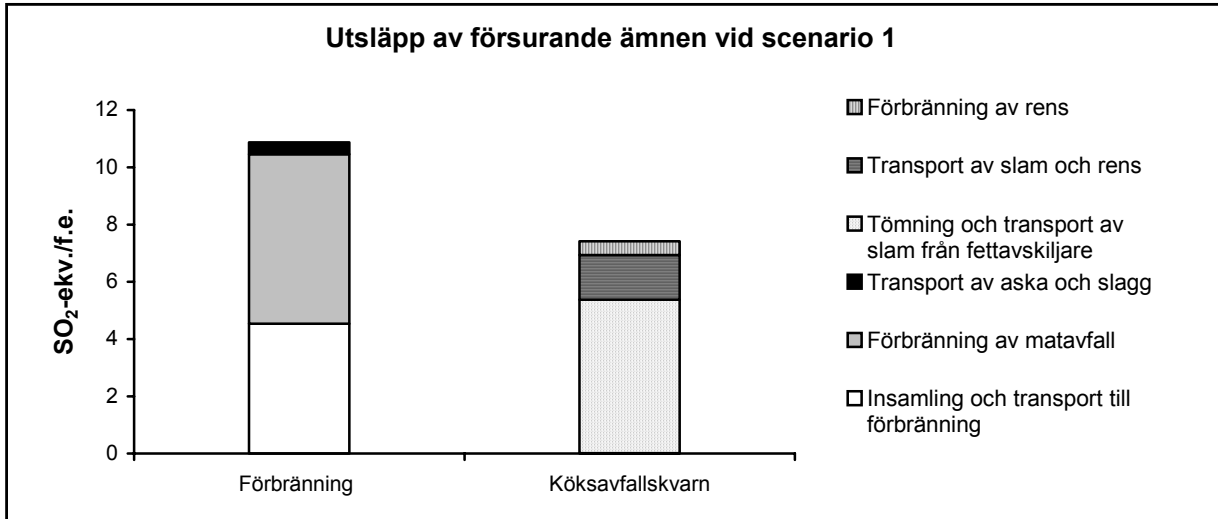
**Figur 4.26** Utsläpp av växthusgaser vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med befintligt (2003) förbränningssystem. Beräknat som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: Fossilt CO<sub>2</sub>=1 och N<sub>2</sub>O=320 (Almemark *et al*, 1998).



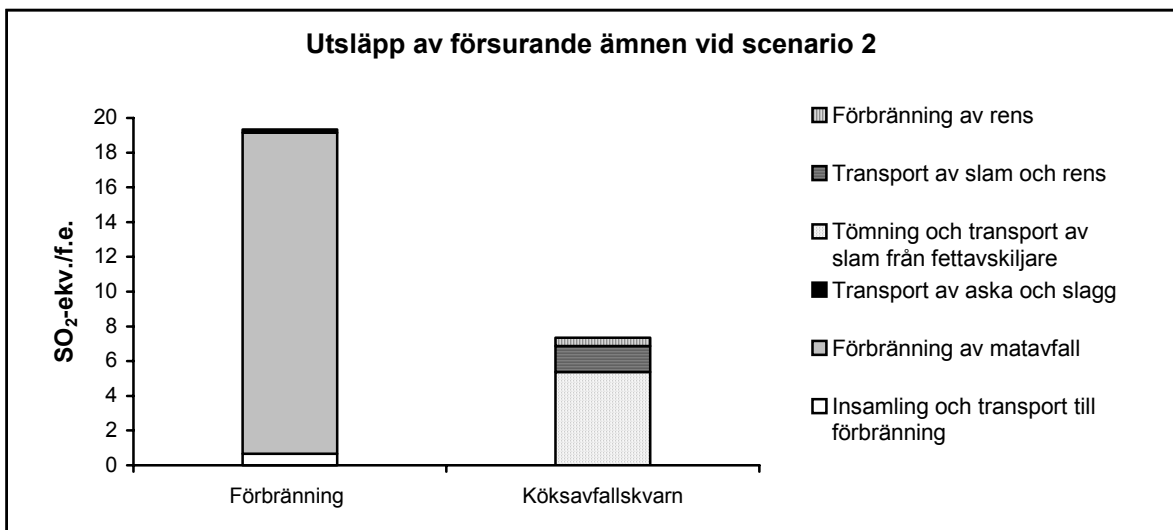
**Figur 4.27** Utsläpp av växthusgaser vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med planerat förbränningssystem. Beräknat som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: Fossilt CO<sub>2</sub>=1 och N<sub>2</sub>O=320 (Almemark *et al*, 1998).

Utsläpp av försurande ämnen

Vid befintligt och planerat förbränningsystem bidrar alternativet med köksavfallskvarn med mindre utsläpp av försurande ämnen än förbränningsalternativet (se figur 4.28 och 4.29). Den planerade förbränningsanläggningen bidrar med större utsläpp vid förbränning av matavfall jämfört med dagens (2003) anläggning. Det beror på att den planerade avfallsförbränningsanläggningen medför utsläpp av behandlat processvatten.



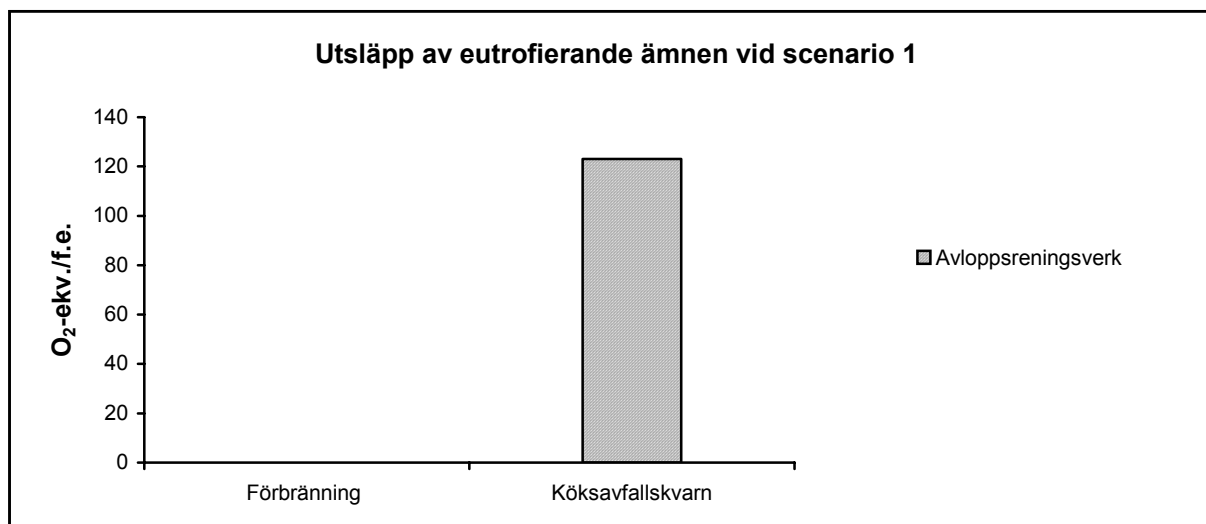
**Figur 4.28** Utsläpp av försurande ämnen vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med befintligt (2003) förbränningsystem. Beräknat som SO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: SO<sub>2</sub>=1, NO<sub>x</sub>=0,7; NH<sub>3</sub>=1,88 och SO<sub>4</sub>=1 (Almemark *et al*, 1998).



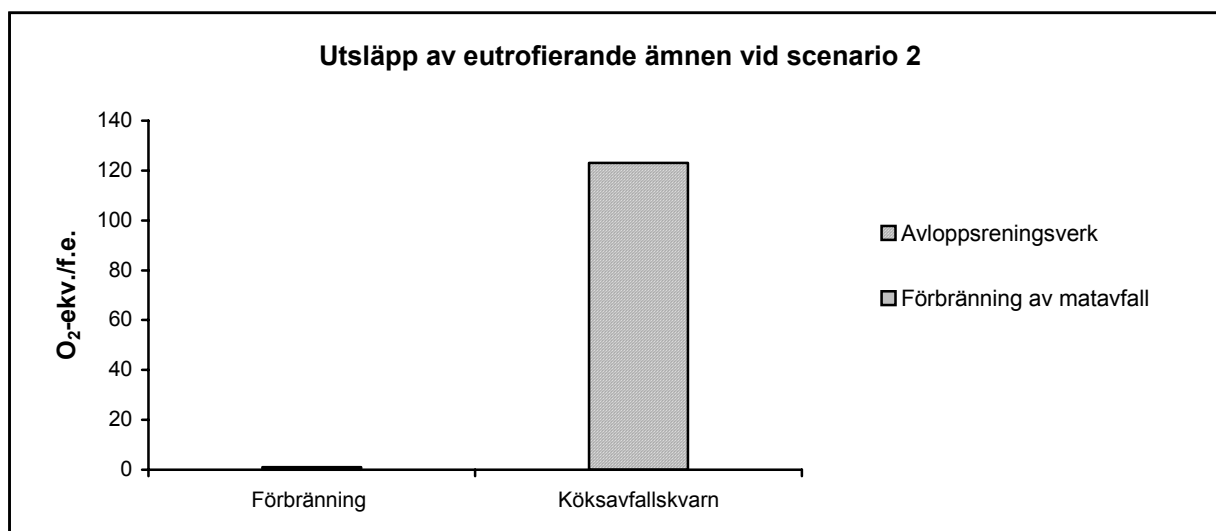
**Figur 4.29** Utsläpp av försurande ämnen vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med planerat förbränningsystem. Beräknat som SO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: SO<sub>2</sub>=1, NO<sub>x</sub>=0,7; NH<sub>3</sub>=1,88 och SO<sub>4</sub>=1 (Almemark *et al*, 1998).

Utsläpp av eutrofierande ämnen

Fosforutsläpp har störst betydelse vid eutrofiering, eftersom Fillansverkets recipient är fosforbegränsad. Vid dagens förbränningssystem (2003) sker inga utsläpp till recipienten, vilket medför att matavfall som bräddas vid Fillanverket är den enda bidragande orsaken till eutrofiering (se figur 4.30). I jämförelse med avfallskvarnen är de eutrofierande utsläppen försumbara från förbränning av matavfall i den nya förbränningsanläggningen (se figur 4.31).



**Figur 4.30** Utsläpp av eutrofierande ämnen vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med befintligt (2003) förbränningssystem. Beräknat som O<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: BOD<sub>7</sub>=1, P=140, NH<sub>3</sub>=3,8 och NH<sub>4</sub>=3,6 (NH<sub>3</sub> och NH<sub>4</sub> bidrar endast vid nitrifikation) (Kärman *et al*, 2001).



**Figur 4.31** Utsläpp av eutrofierande ämnen vid behandling av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus med planerat förbränningssystem. Beräknat som O<sub>2</sub>-ekvivalenter per funktionell enhet med följande viktning av bidragen: BOD<sub>7</sub>=1, P=140, NH<sub>3</sub>=3,8 och NH<sub>4</sub>=3,6 (NH<sub>3</sub> och NH<sub>4</sub> bidrar endast vid nitrifikation) (Kärman *et al*, 2001).



### 4.2.3 Ekonomiska konsekvenser vid hantering av matavfall

I analysen utreds de ekonomiska konsekvenserna för Sundsvalls avfallshantering vid införande av biologisk behandling av matavfall istället för förbränning. Analysen innefattar även undersökningar av besparingar och kostnader för hushållens avfallshantering. De biologiska behandlingsalternativ som undersöks är hemkompostering och köksavfallskvarnar. Ökningen av den biologiska behandlingen innebär investeringar i kompostbehållare eller köksavfallskvarnar, men även besparingar i form av en minskad förbränning av matavfall. Analysen innefattar endast det tekniska systemet. Ingen hänsyn har tagits till ekonomiska konsekvenser av förändringar i arbetsmiljö, hygien eller lukt.

#### **Ekonomiska konsekvenser för Sundsvalls avfallshantering**

##### *Hushåll*

##### **Förutsättningar**

Analysen genomförs på 2 000 hushåll i området Bosvedjan-Bydalen, vilket innebär att den funktionella enheten (f.e.) definieras som ”behandling av matavfall från 2 000 hushåll i området Bosvedjan-Bydalen under ett år”. Studien visar hur systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering förändras om hela området behandlar matavfall med antingen hemkompostering eller köksavfallskvarnar istället för förbränning.

Hemkompostering behandlar 80 procent av matavfallet, vilket motsvarar 291 ton matavfall i området Bosvedjan-Bydalen. Det innebär att mängden matavfall som går till förbränning minskar med 291 ton.

Köksavfallskvarnar malar ner 67 procent av matavfallet, motsvarande en mängd av 244 ton i området Bosvedjan-Bydalen. Det malda matavfallet transporteras sedan i ledningsnätet till Fillans avloppsreningsverk. Insamling av matavfall till förbränning minskar därmed med 244 ton.

##### **Resultat**

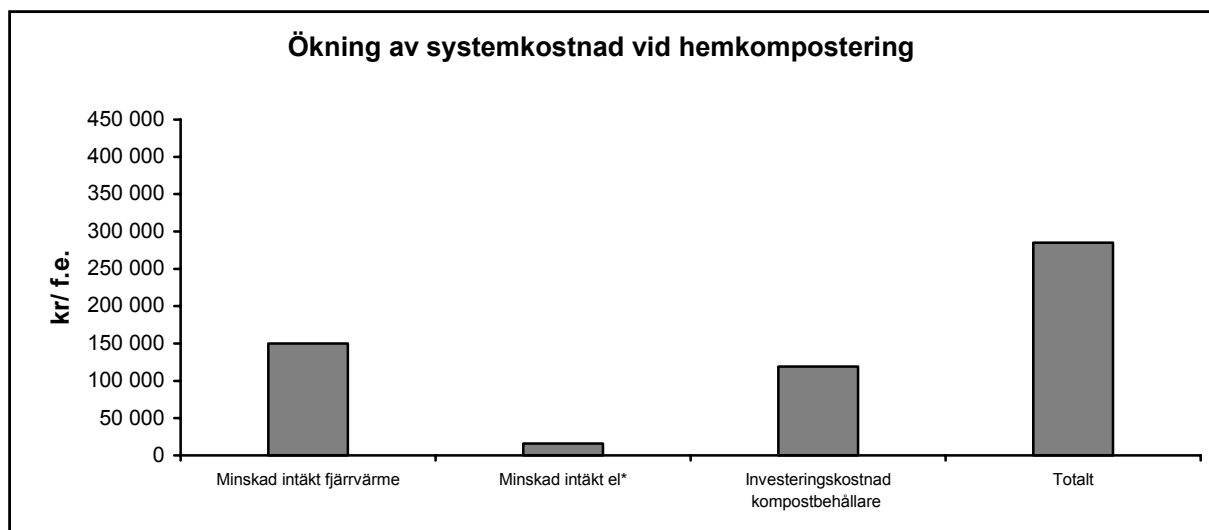
##### *Hemkompostering*

Hemkompostering innebär att matavfall behandlas i kompostbehållare som är placerade på gångavstånd från av hushållen. Insamling av matavfall till förbränning minskar med 291 ton i området Bosvedjan-Bydalen. Leveransen av fjärrvärme och el minskar då en mindre mängd matavfall behandlas vid Korstaverkets förbränningsanläggning.

Systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering förändras vid införande av hemkompostering i hela området Bosvedjan-Bydalen. I figur 4.32 visas de förändringar som medför att systemkostnaden ökar. Ökningen består i huvudsak av investering i kompostbehållare samt minskade intäkter från förbränning av matavfall i form av producerad fjärrvärme.

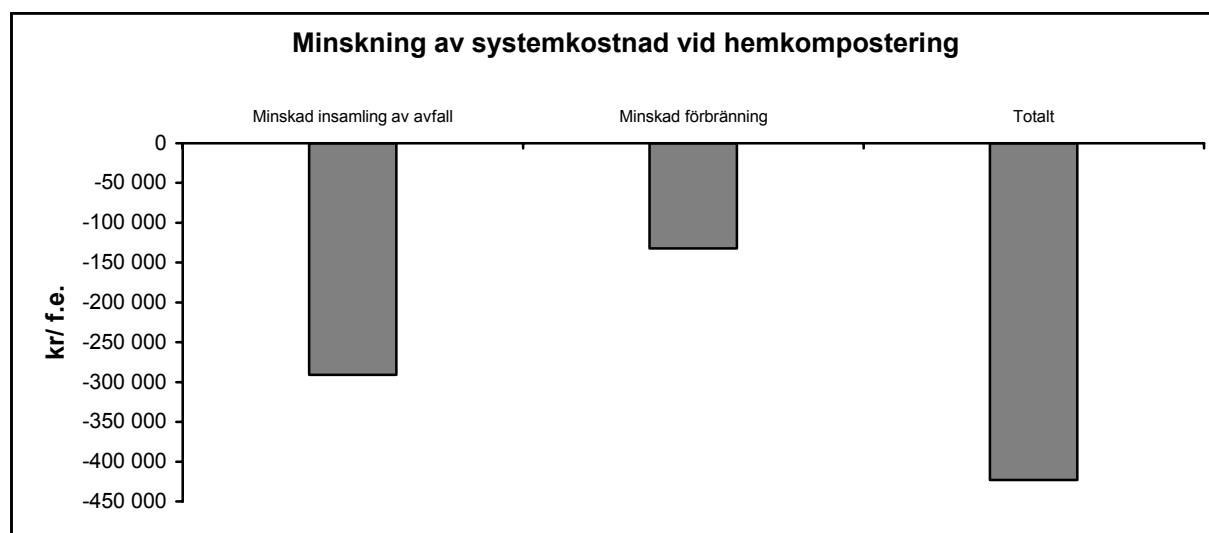
Förändringar som leder till att systemkostnaden minskar illustreras i figur 4.33. Den enda förändringen som uppstår är att en mindre mängd matavfall går till förbränning. Det innebär minskade kostnader för insamling och transport samt förbränning av matavfall.

Införande av hemkompostering som behandlingsalternativ för matavfall istället för förbränning innebär att systemkostnaden sjunker med 138 000 kr per funktionell enhet.



\* Gäller endast efter den planerade utbyggnaden av Korstaverket.

**Figur 4.32** Ökning av systemkostnaden för behandling av matavfall vid införande av hemkompostering istället för förbränning (utifrån beräkningar i bilaga 5).



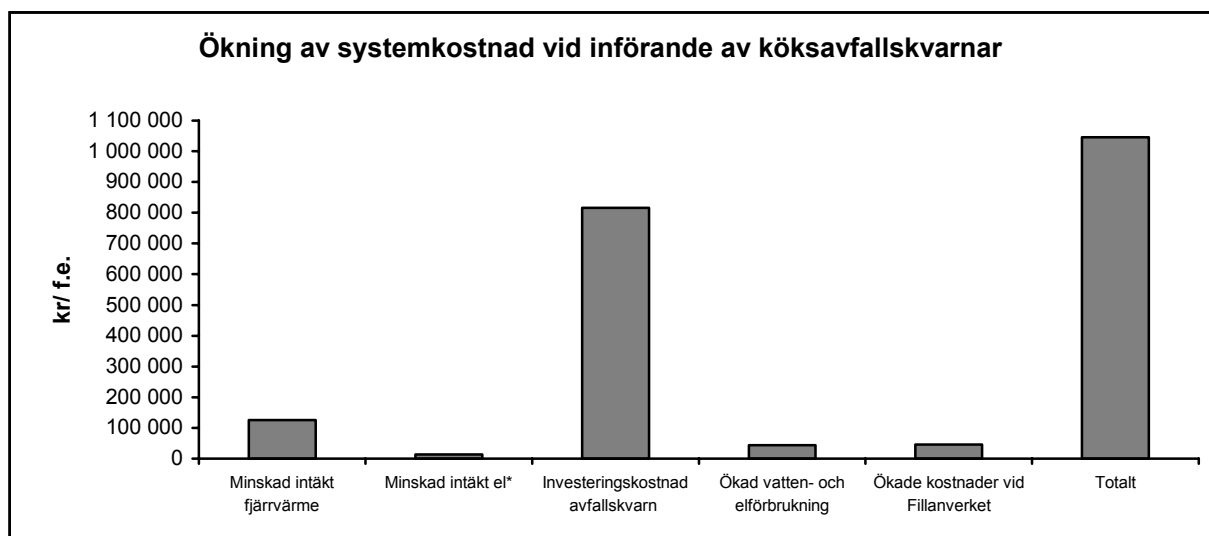
**Figur 4.33** Minskning av systemkostnaden för behandling av matavfall vid införande av hemkompostering istället för förbränning (utifrån beräkningar i bilaga 5).

### Köksavfallskvarnar

Matavfall mals ner i köksavfallskvarnar och transporteras i ledningsnätet till Fillans avloppsreningsverk för behandling tillsammans med övrigt avloppsvatten. Det leder till ökade mängder gallerrens och slam samt en ökad biogasproduktion. Den ökade mängden biogas leder till en ökad fjärrvärmeproduktion. Insamling och förbränning av matavfall minskar med 244 ton i området Bosvedjan-Bydalen. Det medför att leveransen av fjärrvärme och el minskar från behandling av matavfall vid Korstaverkets förbränningsanläggning.

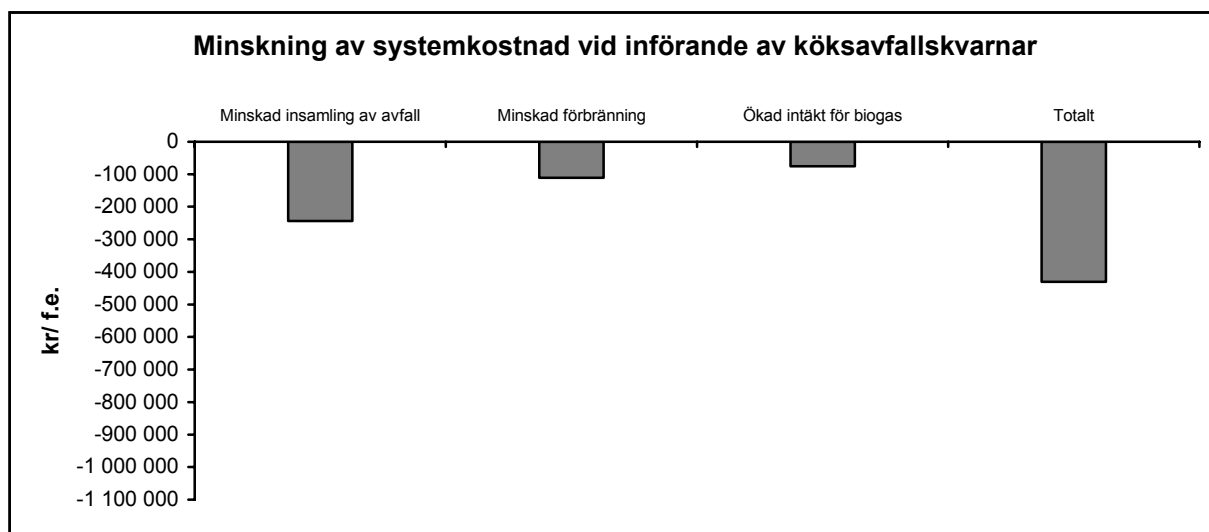
Behandling av matavfall i köksavfallskvarnar leder till att systemkostnaden antingen ökar eller minskar. Förändringar som medför att systemkostnaden ökar illustreras i figur 4.34. Den klart dominerade kostnadsökningen är investeringar i avfallskvarnar. De övriga faktorerna står endast för 20 procent av den totala ökningen av systemkostnaden.

I figur 4.35 visas förändringar som innebär att systemkostnaden minskar. Den bidragande faktorn till minskningen är huvudsakligen minskad insamling av matavfall till förbränning. Systemkostnaden stiger med 615 000 kr per funktionell enhet vid införande av köksavfallsskvarnar som behandlingsalternativ för matavfall istället för förbränning.



\* Gäller endast efter den planerade utbyggnaden av Korstaverket.

**Figur 4.34** Ökning av systemkostnaden för behandling av matavfall vid införande av köksavfallsskvarnar istället för förbränning (utifrån beräkningar i bilaga 5).



**Figur 4.35** Minskning av systemkostnaden för behandling av matavfall vid införande av köksavfallsskvarnar istället för förbränning (utifrån beräkningar i bilaga 5).

## Storkök

### Förutsättningar

I analysen studeras storköket vid Sundsvalls sjukhus. Det innebär att den funktionella enheten (f.e.) definieras som ”behandling av 65 ton matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus under ett år”. Studien visar förändringen av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering om allt matavfall, som idag (2003) deponeras, från storköket vid Sundsvalls sjukhus mals ned i en storköksavfallsquarn istället för att gå till förbränning.

Behandling av matavfall med storköksavfallsquarn innebär att avfallet mals ner och leds till en fettavskiljare. I fettavskiljaren sedimenterar merparten av matavfallet. Resterande del transporteras i avloppsledningsnätet till Fillanverket och genomgår samma behandling om övrigt avloppsvatten. Matavfallet som avskiljs i fettavskiljaren transporteras med slamsugningsbil till Fillanverkets rötchammare.

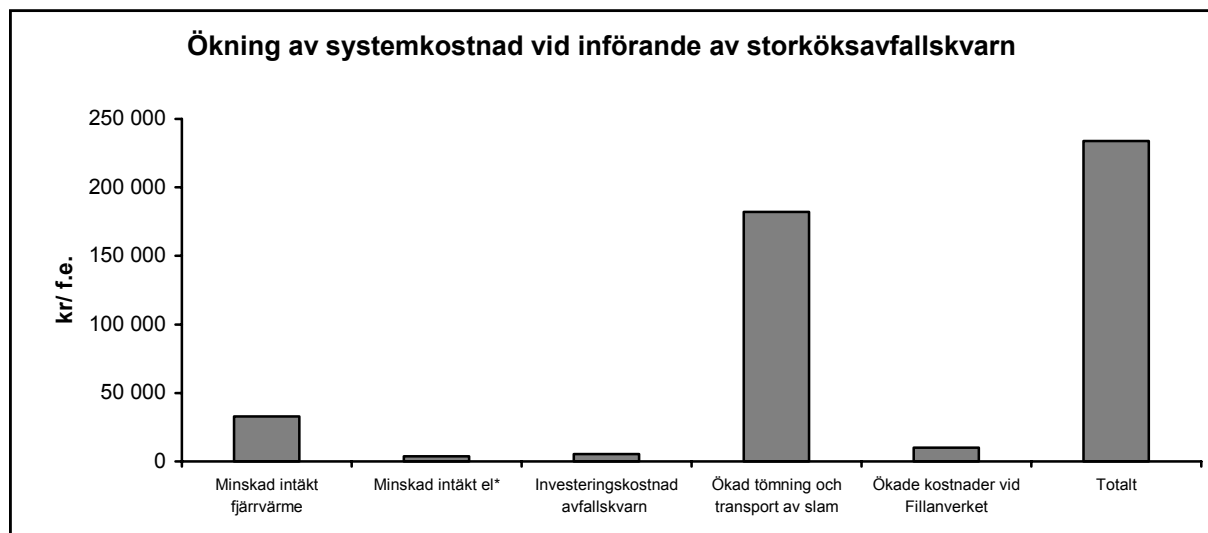
### Resultat

Behandling av matavfall med avfallsquarn innebär att matavfallet mals ner. I den efterföljande fettavskiljaren avskiljs 70 procent av matavfallet och transporteras med slamsugningsbil till Fillanverkets rötchammare. Resterande del transporteras i ledningsnätet till Fillanverket och genomgår samma behandling som avloppsvatten. Det nytillkomna matavfallet leder till en ökad biogasproduktion samt ökade mängder rens och slam. Den ökade mängden biogas medför en ökad fjärrvärmeproduktion. Insamling och förbränning av matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus minskar med 65 ton, vilket innebär att leveransen av fjärrvärme och el minskar från Korstaverkets förbränningsanläggning.

Figur 4.36 visar förändringar som innebär att systemkostnaden ökar. Den klart dominerade kostnadsökningen är ökad tömning och transport av slam från fettavskiljaren. De övriga faktorerna utgör endast cirka 20 procent av den totala ökningen av systemkostnaden.

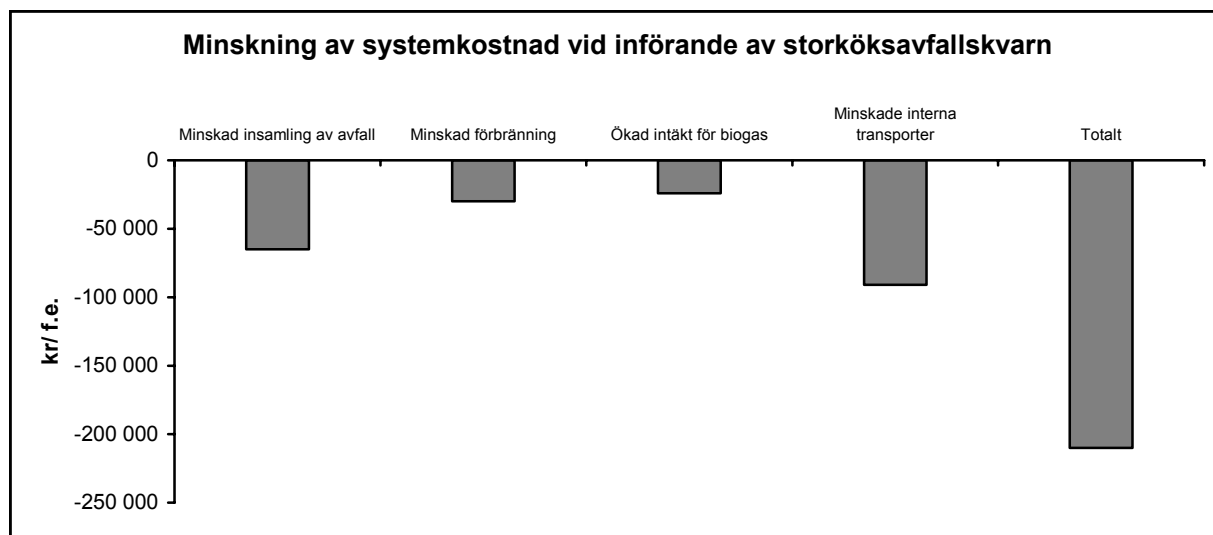
Förändringar som bidrar till en minskning av systemkostnaden illustreras i figur 4.37. Minskade interna transporter vid Sundsvalls sjukhus storkök samt insamling av en mindre mängd matavfall till förbränning är de huvudsakliga förändringarna som ger en minskad systemkostnad.

Införande av köksavfallsquarn i storköket vid Sundsvalls sjukhus innebär att systemkostnaden stiger med 24 000 kr per funktionell enhet jämfört med insamling av avfall till förbränning.



\*Gäller endast efter den planerade utbyggnaden av Korstaverket.

**Figur 4.36** Ökning av systemkostnaden vid behandling av matavfall med storköksavfallskvarn istället för förbränning (utifrån beräkningar i bilaga 5).



**Figur 4.37** Minskning av systemkostnaden vid behandling av matavfall med storköksavfallskvarn istället för förbränning (utifrån beräkningar i bilaga 5).

## Ekonomiska konsekvenser för hushållens avfallshantering

### Förutsättningar

I Sundsvall råder idag (2003) en viktbaserad avfallstaxa. Varje tömning av sopkärlet registreras och vägs. Hushållen får betala en fast avgift samt en rörlig avgift efter antalet tömningar och vikt på avfallet.

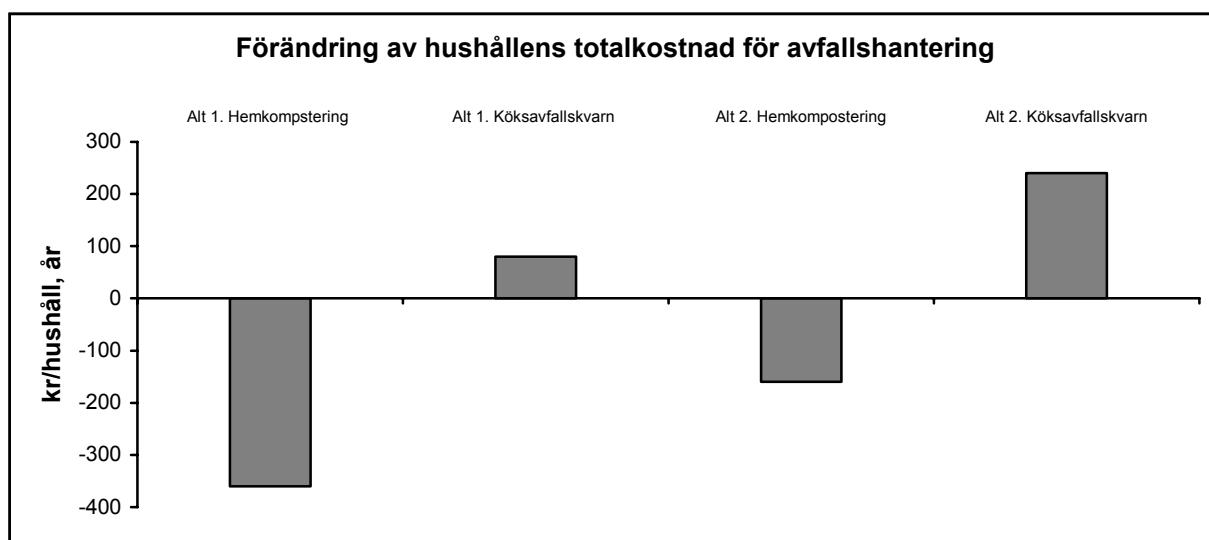
Kostnadsberäkningar genomfördes för att undersöka om hemkompostering samt avfallskvarnar bidrar till en ökad eller minskad totalkostnad för hushållens avfallshantering jämfört med insamling av matavfall till förbränning (se bilaga 5). Följande två alternativ undersöktes:

**Alternativ 1.** Innefattar ett enfamiljshus med 3 personer. Ett sopkärl på 190 liter byts ut mot ett sopkärl på 140 liter vid införande av en avfallskvarn eller en kompostbehållare.

**Alternativ 2.** Innefattar ett flerfamiljshus med 20 lägenheter och 50 personer. Införandet av antingen 20 stycken avfallskvarnar eller 10 stycken kompostbehållare medför att antalet sopkärl kan minskas med ett 370 liters sopkärl. Minskningen av antalet sopkärl baseras på att ett kärl rymmer cirka 50 kilogram avfall (Eriksson, 2003). Antalet kompostbehållare baseras på att en behållare på 300-375 liter kan behandla avfall från 5 personer (Konsumentverket & Råd & Rön, 2002).

## Resultat

Införandet av antingen hemkompostering eller köksavfallskvarnar bidrar till en förändrad totalkostnad för hushållens avfallshantering enligt figur 4.38. Hemkompostering leder till en minskning av totalkostnaden för hushållens avfallshantering. Kostnaden för alternativen med en- respektive flerfamiljshus minskar med 360 kr per hushåll och år (inkl. moms) respektive 160 kr per hushåll och år (exkl. moms). Vid införande av avfallskvarn ökar hushållens kostnader med 80 kr per hushåll och år (inkl. moms) respektive 240 kr per hushåll och år (exkl. moms) för alternativen en- respektive flerfamiljshus. Skillnaden i investeringskostnad mellan kompostbehållare och avfallskvarn är den huvudsakliga orsaken till att det lönar sig för hushållen att införa hemkompostering men inte avfallskvarn.



**Figur 4.38** Förändrad totalkostnad per år för hushållens avfallshantering vid införande av antingen hemkompostering eller köksavfallskvarn. Totalkostnaden för alternativ 1 och 2 är inklusive respektive exklusive moms.

### 4.2.4 Inställning till köksavfallskvarnar

För att få en uppfattning om inställning till köksavfallskvarnar hos några av hushållen i Sundsvall skickades enkäter till 100 hushåll i pilotområdet Bosvedjan-Bydalen. Undersökningen bygger inte på beteendevetenskapliga teorier och är inte korrekt ur statistisk synpunkt. Med enkäten följde ett informationsblad innehållande en teknisk beskrivning av en avfallskvarn. Informationsbladet innehöll ingen övrig allmän fakta som t.ex. pris eller fördelar och nackdelar med avfallskvarn. Svarsfrekvensen på enkäterna var 49 procent. En sammanställning av enkäterna visas i bilaga 6.

Det finns tre bostadstyper i området Bosvedjan-Bydalen. De som besvarat enkäten bor i villa (33 %), radhus (45 %) och lägenhet (22 %). För dessa hushåll bestod familjesammansättningen av en eller två vuxna med barn (37 %), ensamstående utan barn (10 %) och par utan barn (53 %). Det var en jämn fördelning mellan män och kvinnor och åldern låg generellt över 46 år.

I stort sett alla som besvarade enkäten lagar en eller flera måltider under både vardagar (98 %) och helgdagar (100 %). Hemkompostering av matavfall sker endast hos ett fåtal av hushållen (14 %). Det var dock något fler hushåll (23 %) som komposterade trädgårdsavfall.

Inställning till avfallskvarnar var följande:

- Positiva 33 %
- Negativa 37 %
- Tveksamma 30 %

Det främsta skälet till en positiv inställning till avfallskvarnar var att det är ett bekvämt sätt att göra sig av med matrester. Andra argument var att det är bra för miljön samt att det blir ekonomiskt gynnsamt i form av lägre avfallstaxa.

Huvudskälen till den negativa inställningen var att avfallskvarnen kanske krånglar mycket samt att den tar stor plats under diskbänken. Osäkerhet i hur länge kvarnen håller, stopp i avloppet, svårigheter att använda vasken och besvärande lukt var andra vanliga argument.

Den tveksamma inställningen till avfallskvarnar grundades främst på att avfallskvarnen tar stor plats under diskbänken. Anledningar som dyrt att införskaffa en kvarn, stopp i avloppet och behovet av mer information bidrog även till hushållen tveksamma inställning.

### **4.3 Diskussion och slutsatser angående möjligheten och konsekvenserna av att införa köksavfallskvarnar i Sundsvall**

#### **4.3.1 Studie av avloppsreningsverk och avloppsledningsnät**

Det är möjligt att ansluta avfallskvarnar till de tre största reningsverken i Sundsvall eftersom de har en överkapacitet samt utrymme att öka den organiska belastningen i rötkastrarna. Om införande av kvarnar blir aktuellt bör installation ske områdesvis för att få en uppfattning om hur ledningsnät och reningsverk påverkas.

Sundsvalls kommun kommer inte kunna erbjuda köksavfallskvarnar som alternativ för källsortering av matavfall till samtliga hushåll, eftersom vissa områden aldrig kommer att bli lämpliga utifrån de uppsatta kriterierna.

#### **4.3.2 Miljökonsekvenser för områdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus**

##### **Hushåll**

Vid behandling av matavfall med befintligt system för förbränning är den positiva energibalansen likvärdig med avfallskvarnssystemet. Behandlingsalternativet med köksavfallskvarnar bidrar till mindre utsläpp av växthusgaser och försurande ämnen, men genererar mer eutrofierande utsläpp än förbränningsalternativet. Efter utbyggnaden av Korstaverket kommer förbränning få en större positiv energibalans än köksavfallskvarnar. Det beror huvudsakligen på en lägre elförbrukning i den nya avfallspannan samt att hushållsavfallet inte behöver sorteras innan förbränning. Det nya förbränningsystemet bidrar till betydligt större utsläpp av försurande ämnen än kvarnalternativet. Utsläpp av växthusgaser minskar vid det nya systemet för förbränning. Därmed blir påverkan på växthuseffekten densamma för kvarn- och förbränningsalternativet. Även efter utbyggnad av Korstaverket kommer köksavfallskvarnar att ge störst bidrag till eutrofiering. Slam som genereras vid rötning av matavfall från köksavfallskvarnar innehåller låga halter av tungmetaller. Rötrestens innehåll av tungmetaller kommer dock att öka något då matavfallet blandas med avloppsvatten. Vid förbränning av matavfall tillsammans med annat avfall bildas flygaska som innehåller höga halter av tungmetaller samt bottenaska och slagg med betydligt lägre halter tungmetaller.

Nuvarande (2003) förbränningssystem innebär att behandling av matavfall i köksavfallskvvarnar ger en betydligt större positiv energibalans än hemkompostering av matavfall. Det till följd av att fjärrvärme produceras av matavfall som når Fillanverkets rötchammare. Utsläpp av växthusgaser och försurande ämnen är mindre vid avfallskvvarnsalternativet, eftersom hemkompostering av matavfall genererar stora kväveutsläpp. Utsläpp från hemkompostering anses dock inte lika betydande som utsläpp från dieseldrivna fordon och förbränning, då de härstammar från en naturlig process. Köksavfallskvvarnar ger större bidrag till eutrofiering än hemkompostering. Dessutom är utsläpp från hemkompostering mer fördelaktiga eftersom de inte sker direkt till recipienten. Det nya systemet för förbränning medför liknade resultat som befintligt system i energibalans och miljöpåverkan. Utsläpp av försurande ämnen från förbränning av matavfall ökar dock markant, vilket innebär att skillnaden i utsläpp mellan alternativen minskar. Det medför även att kväveutsläpp från hemkompostering blir mindre betydande. Kompostrest och rötslam som uppkommer vid behandling av matavfall understiger gränsvärdena för tungmetaller vid spridning på åkermark. Vid behandling av matavfall i Fillanverket kommer tungmetallhalterna i rötslammet bli något högre. Halterna i Fillanverkets rötslam understiger dock gränsvärdena för användning på åkermark (se tabell 4.3).

### **Storkök**

Dagens (2003) förbränningssystem för avfall ger lika stor positiv energibalans som ett system med köksavfallskvvarn vid behandling av matavfall. Det nya förbränningssystemet ger större positiv energibalans än avfallskvvarnsystemet. Vid befintligt (2003) och planerat förbränningssystem kommer köksavfallskvvarnar att bidra till mer utsläpp av växthusgaser och eutrofierande ämnen, medan förbränning ger ett större bidrag till försurning. Avfallskvvarnsystemets energiförbrukning samt utsläpp av växthusgaser och försurande ämnen kan minskas om fettavskiljarens volym utökas. En ökad volym av fettavskiljaren medför minskad tömning och transport av slam.

### **4.3.3 Ekonomiska konsekvenser för områdena Bosvedjan-Bydalen och Sundsvalls sjukhus**

#### **Hushåll**

Införandet av antingen köksavfallskvvarnar eller hemkompostering innebär att systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering kommer öka respektive minska jämfört med förbränning av matavfall. Det enskilda hushållets totalkostnad för avfallshantering påverkas genom att kostnaden ökar respektive minskar vid införande av köksavfallskvvarn eller hemkompostering. Investeringskostnader i avfallskvvarnar utgör den huvudsakliga kostnadsökningen. Genom inköp av ett stort parti avfallskvvarnar kan troligtvis investeringskostnaden minskas kraftigt. Det medför en mindre ökning av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering och en minskning av hushållets totalkostnad vid införande av köksavfallskvvarnar.

#### **Storkök**

Systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering ökar vid införande av en storköksavfallskvvarn. Den klart dominerande kostnadsökningen är tömning och transport av slam från fettavskiljaren. En ökning av fettavskiljarens volym skulle leda till minskad kostnad för tömning och transport av slam, vilket förmodligen kommer att innebära att systemkostnaden minskar istället för att öka. Det trots att ombyggnaden av fettavskiljaren medför ökade investeringskostnader.



## 5 Malförsök

### 5.1 Installerad avfallskvarn

Malförsök utfördes med en installerad avfallskvarn för att utreda dess användarvänlighet samt påverkan på omgivande miljö i form av lukt, ljud och stänk. Försöken resulterade även i en uppskattning av avfallskvarnens malkapacitet.

#### 5.1.1 Beskrivning av experimentell utrustning och metod

Vid försöken användes en köksavfallskvarn av märket Jegon 600, som är lämplig för en familj med flera personer. Avfallet sönderdelas med hjälp av rivklackar som finns placerade på kvarnens roterande bord i malkammaren och matning av matavfall sker kontinuerligt (Avfallskvarn AB, 2003).

Avfallskvarnen installerades och anslöts mellan köksavloppet och det u-formade vattenlåset enligt figur 5.1. Den manuella strömbrytaren som startar och stoppar kvarnen placerades på väggen ovanför diskbänken. Under malförsöken matades matavfall ner i malkammaren samtidigt som vatten spolades. För att underlätta nedmatningen avlägsnades stänkskyddet.



**Figur 5.1** Försöksuppställning vid malförsök med installerad köksavfallskvarn.

#### 5.1.2 Resultat

Den installerade avfallskvarnen malde blandat matavfall snabbt och lätt. Ljudnivån ökade med ökad hårdhet på det malda materialet och minskade vid användning av stänkskyddet. Då hårda material så som kotlettben maldes var ljudnivån något besvärande. För att kunna mata ner matavfall kontinuerligt krävdes att stänkskyddet avlägsnades, vilket ledde till stänk vid malning av hårda material eller små mängder matavfall. Inga matrester observerades i malkammaren efter slutförd malning. Det uppstod varken lukt eller svårigheter med att använda slasken till följd av installationen av avfallskvarnen.

#### 5.1.3 Diskussion och slutsatser angående installerad avfallskvarn

Utifrån ovanstående observationer rekommenderas en satsvis matad avfallskvarn med lock för att undvika stänk vid malning. Dessutom innebär en satsvis matad kvarn en högre säkerhet eftersom rivverket blir otillgängligt under malning. Avfallskvarnen upplevdes inte som ett ytterligare arbetsmoment i avfallshanteringen utan som en resurs i hushållsarbetet, då man på ett enkelt och snabbt sätt kunde göra sig av med sitt matavfall.

## 5.2 Undersökning av det malda matavfallets partikelstorlek

Matavfallets partikelstorlek i avloppsvattnet har betydelse för igensättningar i avloppsledningsnät och mängden gallerrens i avloppsreningsverk. Därmed genomfördes ett antal egna malförsök för att undersöka det malda avfallets partikelstorlek. Försöken gav även en uppfattning om malbarheten hos olika typer av matavfall samt kvarnens tekniska funktion.

### 5.2.1 Beskrivning av experimentell utrustning och metod

Vid försöken användes samma avfallskvarn som i föregående försök. Köksavfallskvarnen placerades på en arbetsbänk med utloppet över en hink (se figur 5.2), där malrester och spolvatten samlades upp. För att avskilja resterna silades innehållet i hinken. Partikelstorleken dokumenterades före och efter malning av matavfallet. Malförsöket genomfördes med en spolvattenmängd på cirka 3 liter under en gångtid på cirka 30 sekunder.



**Figur 5.2** Försöksuppställning vid malförsök för att undersöka det malda matavfallets partikelstorlek.

Försök utfördes på följande matavfall:

- Rått kött
- Stekt kött
- Kycklingben
- Kycklingskinn
- Äggskal
- Kokt spaghetti
- Bananskal
- Apelsinskal
- Apelsinklyftor
- Potatisskal
- Majscolv
- Gul lök

### 5.2.2 Resultat

Partiklarnas medelstorlek hos det malda matavfallet uppskattades till 4-5 millimeter. Storleken varierade från mindre än 1 millimeter upp till 4 centimeter, vilket framgår av bilder i bilaga 7. De större bitarna utgjordes av skal från apelsinklyftor och lök, stjälkar från persilja samt senor från både rått och stekt kött. En liten mängd av ovan nämnda matavfall samt majsskal och bananstjälkar fanns kvar i malkammaren efter maltidens slut. En utökad gångtid bidrog till att den största delen av resterna i malkammaren maldes ner.

### 5.2.3 Diskussion och slutsatser angående det malda avfallets partikelstorlek

Det malda matavfallet bör inte medföra någon risk för igensättningar i ledningsnätet, eftersom det i huvudsak bestod av mindre partiklar. Flödet i ledningarna är förmodligen tillräckligt stort för att kunna transportera dessa små partiklar. De större bitarnas långsmala form innebär att de inte är av sådan storlek att de kan orsaka stopp i ledningarna.

Den mekaniska behandlingen hos de tre största reningsverken i Sundsvall består av rens-galler med en spaltvidd på 3 millimeter (Sundsvall Vatten AB, 2002:b) respektive silar med en håldiameter på 1,5 millimeter (Sundsvall Vatten AB, 1994; Sundsvall Vatten AB, 2002:a). Utifrån detta och storleken på partiklarna hos det malda avfallet antas mängden rens öka. Ökning bör inte motsvara mängden partiklar som är större än 1,5-3 millimeter efter malning, eftersom en viss del av avfallet troligtvis kommer att sönderdelas eller brytas ner under transporten i ledningsnätet.

Allt matavfall som undersöktes i försöken gick lätt att mala. Det problem som uppstod var att en liten mängd trådiga och sega material fastnade i malkammaren. Därmed bör brukaren tänka på att utöka maltiden något vid malning av dessa material, eftersom försök visade att längre maltid bidrog till att rengöra kvarnen.

Malförsök av Nilsson (1999) tillsammans med detta malförsök visar att det malda avfallets partikelstorlek kan variera mellan olika kvarnar. Valet av avfallskvarn har därmed betydelse för hur ledningsnät och reningsverk kommer att påverkas.

## **6 Slutdiskussion och rekommendationer angående systemet med köksavfallskvarnar**

Köksavfallskvarnar är lämpligt att införa som ett kompletterande behandlingsalternativ för blött organiskt avfall i Sundsvalls kommun för att ge hushåll ytterligare en valmöjlighet till biologisk behandling av matavfall förutom hemkompostering. För storkök är köksavfallskvarn tillsammans med en fettavskiljare ett mycket bra alternativ för biologisk behandling av matavfall, eftersom kapaciteten för kompostering av matavfall från storkök är begränsad i Sundsvalls kommun. Rekommendationerna grundas på Sundsvalls kommuns miljömål samt att köksavfallskvarnssystemet enligt denna studie inte verkar medföra några problem i ledningsnät eller reningsverk och att systemet förenklar avfallshanteringen. Den ökade systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering vid införandet av avfallskvarnar anses uppvägas av ovanstående fördelar med köksavfallskvarnar. Miljökonsekvensberäkningar kunde inte ligga till grund för rekommendationen eftersom resultaten inte visade någon tydlig tendens för vilket behandlingsalternativ som är mest fördelaktigt ur miljösynpunkt.

Sundsvalls kommun kan dock inte erbjuda köksavfallskvarnar som ett behandlingsalternativ för matavfall till samtliga hushåll och storkök, eftersom ledningsnätet i vissa områden sannolikt inte kommer att klara den ökade belastningen från nytillkommet matavfall. Det finns ändå en möjlighet för Sundsvalls kommun att införa köksavfallskvarnar som ett alternativ i avfallshanteringen, då kommunen har möjlighet att förbjuda avfallskvarnar i områden där installation anses olämplig.

Förslag på lämplig avfallskvarnsutrustning i hushåll är en satsvis matad avfallskvarn med lock. En satsvis matad kvarn stänker inte vid malning samt medför högre säkerhet än en kontinuerligt matad kvarn.

### **6.1 För- och nackdelar med köksavfallskvarnar**

Tidigare studier visar att hushållens attityder till avfallskvarnar i huvudsak är positiva. Under malförsöken upplevdes avfallskvarnen som en resurs i hushållsarbetet, då det gick enkelt och snabbt att göra sig av med matavfallet. Inga svårigheter att mala olika typer av matavfall konstaterades, men en liten mängd trådiga och seniga material fastnade i malkammaren.

Undersökningar i Surahammar och Staffanstorps visar en liten risk för igensättningar i servis- och avloppsledning till följd av avfallskvarnarna. Även utförda malförsök visar att det malda matavfallet inte bör medföra någon risk för igensättningar i ledningar då det i huvudsak består av små partiklar (4-5 millimeter). Bräddning på ledningsnätet leder dock till ökade föroreningsbidrag till recipienten.

Enligt studier i Surahammar påverkas inte det biologiska och kemiska behandlingssteget samt reningseffekten i reningsverk med överkapacitet vid införande av avfallskvarnar. Det har dock konstaterats att slammängden ökar, vilket medför en ökad mängd rötslam som måste omhändertas. Den ökade slammängden innebär även att produktionen av biogas ökar, vilket leder till en ökning av fjärrvärmeproduktionen. Ingen ökning av mängden rens har observerats vid Surahammars reningsverk. Utifrån malförsöken i denna rapport bör mängden gallerrens öka då medelstorleken på det malda matavfallets partiklar (4-5 millimeter) är större än spaltvidden (3 millimeter) och håldiametern (1,5 millimeter) i rens-gallret respektive silarna vid de undersökta reningsverken i Sundsvall. Ökningen bör inte motsvara mängden partiklar som direkt efter malning är större än 1,5-3 millimeter, eftersom en viss del av avfallet troligtvis bryts ner eller sönderdelas under transporten i ledningsnätet.

Enligt avfallsstegen i Sundsvalls avfallsplan bör behandling av matavfall främst ske genom rötning, eftersom det medför att matavfallet genomgår både material- och energiåtervinning. Det till skillnad från kompostering och förbränning där matavfallet genomgår materialåtervinning respektive energiåtervinning samt deponering. För att utreda om köksavfallskvarnar är ett miljövänligt behandlingsalternativ gjordes en jämförelse med förbränning och hemkompostering. Utredningen genomfördes i området Bosvedjan-Bydalen och till följd av att den planerade utbyggnaden av Korstaverket i form av en ny förbränningsanläggning utreddes två scenarier, befintligt (2003) och planerat förbränningssystem.

Vid befintligt (2003) förbränningssystem ger alternativet med köksavfallskvarnar följande miljökonsekvenser jämfört med:

### 1. Förbränning

- + Mindre utsläpp av växthusgaser.
- + Mindre utsläpp av försurande ämnen.
- Mer eutrofierande utsläpp.
- 0 Lika stor positiv energibalans.
- 0 Restprodukterna används ej som gödselmedel.

### 2. Hemkompostering

- + Större positiv energibalans.
- + Mindre utsläpp av växthusgaser.
- + Mindre utsläpp av försurande ämnen.
- Mer eutrofierande utsläpp.
- Till skillnad från rötresten används kompostresten som gödselmedel.

Vid planerat förbränningssystem ger alternativet med köksavfallskvarnar följande miljökonsekvenser jämfört med:

### 1. Förbränning

- + Mindre utsläpp av försurande ämnen.
- Mindre positiv energibalans.
- Mer eutrofierande utsläpp.
- 0 Lika stora utsläpp av växthusgaser.
- 0 Restprodukterna används ej som gödselmedel.

### 2. Hemkompostering

- + Större positiv energibalans.
- + Mindre utsläpp av växthusgaser.
- + Mindre utsläpp av försurande ämnen.
- Mer eutrofierande utsläpp.
- Till skillnad från rötresten används kompostresten som gödselmedel.

#### Teckenförklaring

- + Köksavfallskvarnar är mer fördelaktigt än det jämförda alternativet.
- Köksavfallskvarnar är mindre fördelaktigt än det jämförda alternativet.
- 0 Köksavfallskvarnar är likvärdigt med det jämförda alternativet.

Innehållet av tungmetaller i restprodukterna som uppstår vid behandling av matavfall med avfallskvarnar och hemkompostering understiger gällande gränsvärden för spridning på åkermark. Idag (2003) accepterar inte Lantbrukarnas riksförbund att rötresten användas till odling eller som gödsel på betesmark när det rena matavfallet blandas med orena avloppsflöden vid Fillanverket (Edmark, 2003). Det trots att rötresten vid Fillanverket understiger gränsvärdena för tungmetaller. Däremot finns avsättning för rötresten i form av täckmaterial eller jordförbättringsmedel. Avsättningen för kompostresten är som gödselmedel i hushållens trädgårdar. Det finns dock inga garantier att varje enskilt hushåll använder sin kompostrest som gödselmedel. När matavfall blandas med annat avfall vid förbränning uppstår restprodukter i form miljöfarlig flygaska samt bottenaska och slagg som idag (2003) deponeras.

Miljökonsekvenser som uppstår vid behandling av matavfall med köksavfallskvarnar och förbränning jämfördes även för storköket vid Sundsvalls sjukhus. Alternativet med köksavfallskvarnar ger följande miljökonsekvenser jämfört med förbränning vid de två utredda scenarierna:

#### **1. Befintligt (2003) förbränningsystem**

- + Mindre utsläpp av försurande ämnen.
- Mer utsläpp av växthusgaser.
- Mer eutrofierande utsläpp.
- 0 Lika stor positiv energibalans.

#### **2. Planerat förbränningsystem**

- + Mindre utsläpp av försurande ämnen.
- Mindre positiv energibalans.
- Mer utsläpp av växthusgaser.
- Mer utsläpp av eutrofierande ämnen.

Teckenförklaring

- + Köksavfallskvarnar är mer fördelaktigt än förbränning.
- Köksavfallskvarnar är mindre fördelaktigt än förbränning.
- 0 Köksavfallskvarnar är likvärdigt med förbränning.

Vid ett eventuellt införande av köksavfallskvarnar i samtliga hushåll i området Bosvedjan-Bydalen kommer systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering att öka jämfört med förbränning av matavfall. Inför Sundsvalls kommun istället hemkompostering skulle systemkostnaden minska. De enskilda hushållens totalkostnad för avfallshantering ökar respektive minskar vid införande av köksavfallskvarn eller hemkompostering. Systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering skulle öka vid installation av en avfallskvarn i storköket vid Sundsvalls sjukhus istället för att behandla matavfallet med förbränning.

## **6.2 Rekommendationer**

Om ett införande av köksavfallskvarnar blir aktuellt som ett kompletterande behandlingsalternativ för matavfall bör kommunen lägga stor vikt vid att informera kommuninvånarna. Det är viktigt att ge medborgarna en ökad kunskap samt en möjlighet att framföra sina åsikter om avfallskvarnar innan Sundsvalls kommun fattar ett beslut. Lämpligt vore att ta kontakt med Surahammars KommunalTeknik för att ta del av deras erfarenheter.

Införandet av köksavfallskvarnar bör ske successivt för att säkerställa att ledningsnät och reningsverk klarar den ökade belastningen från det nytillkomna matavfallet. För hushållen bör anslutningen ske områdesvis medan storköken bör anslutas ett åt gången. Dessutom rekommenderas att serviciledningarna filmas innan kvarnarna installeras.

Vid införande av en storköksavfallskvarn vid Sundsvalls sjukhus bör fettavskiljarens volym utökas. Det innebär en minskning av tömning och transport av slam från fettavskiljaren, vilket resulterar i minskad miljöpåverkan samt minskade kostnader.

För att minska investeringskostnaden vid inköp av avfallskvarnar till hushåll bör ett stort parti köpas in. Det innebär att den stora ökningen av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering kommer att bli mindre markant.

## **6.3 Förslag till fortsatta studier**

Ett mer storskaligt försök än i Surahammar bör genomföras för att undersöka hur ledningsnät och reningsverk påverkas vid en påtaglig belastningsökning från nytillkommet matavfall.

Undersökningar bör göras för att utreda hur matavfallets sammansättning förändras under transporten i ledningsnätet till reningsverket. Det för att få kunskap om hur det nytillkomna matavfallet belastar reningsverket.

## 7 Referenser

### Tryckta källor

Andersson, G. (1991). *Kalkyler som beslutsunderlag*. 3:e uppl. Lund: Studentlitteratur. ISBN 91-44-43503-7

Johansson, M. (2002). *Matavfallskvarnar*. Nässjö: Miljö- och byggkontoret, Nässjö kommun.

Karlberg, T., Norin, E. (1999). *Köksavfallskvarnar – effekter på avloppsreningsverk. En studie från Surahammar*. Stockholm: Svenska Vatten- och Avloppsföreningen. VA-Forsk rapport 1999-9. ISBN 91-89182-23-5.

Kärman, E., Olofsson, M., Persson, B., Sander, A., Åberg, H. (2001). *Köksavfallskvarnar – en teknik för uthållig resursanvändning? En förstudie i Göteborg*. Stockholm: Svenska Vatten- och Avloppsföreningen. VA-Forsk rapport 2001-02. ISBN 91-89182-53-7.

Lagerkvist, A. (2001). *Landfill technology*. 9:e uppl. Department of Environmental Engineering, division of Waste Science and Technology. Luleå: Universitetstryckeriet. ISSN 1402-1536.

Lindberg, A. (1997). *Biogasanläggningar i Sverige*. Stockholm: AB Realtryck. VA-forsk rapport 1997-4. ISBN 91-88392-19-8.

Lövstedt, C., Norlander, P. (2002). *Undersökning av köksavfallskvarnar i ett separat system i Västra hamnen, Malmö. Insamlingssystemet och röttningsprocessen*. Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik. Lund: Lunds tekniska högskola Lunds universitet. Examensarbete.

Naturvårdsverket. (2001). *Falköpings kommuns ansökan om tillstånd till utökning/komplettering av befintlig röttnings- och komposteringsanläggning m.m. i Falköpings kommun, Västra Götalands län*. Yttrande 2001-05-21. Dnr 511-2645-01 Rp.

Naturvårdsverket. (2002:a). *Förslag till vägledning och allmänna råd för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall samt användning av kompost och rötrest*. Remissversion 2002-09-28.

Naturvårdsverket. (2002:b). *Ett ekologiskt hållbart omhändertagande av avfall*. Uppsala: ORD & FORM i Uppsala AB. ISBN 91-620-5177-6.

Nilsson, H.G. (1999:a). *Bostadsrättsföreningen Glasförgyllaren, Staffanstorps. Sammanställning av svar på enkät angående försöksverksamhet och permanent användning av avfallskvarnar*. Staffanstorps: Staffanstorps kommun.

Nilsson, J. (1999:b). *Avfallskvarnar i Linköping? – Sju scenarier för hantering av organiskt hushållsavfall*. Institutionen för energiteknik. Linköping: Mälardalens högskola. Examensarbete.

Nilsson, P., Hallin, P-O., Johansson, J., Karlén, L., Lilja, G., Petersson, B.Å., Pettersson, J. (1990). *Källsortering med avfallskvarnar i hushållen. – En fallstudie i Staffanstorps*. Lund: Lunds universitet. Bulletin serie VA nr 56.

Rasmussen, B. (2003:a). *Avfallshantering år 2002 vid Sundsvalls sjukhus*. Sundsvall: Härnösand-Medelpads hälso- och sjukvård, landstinget i Västernorrland.

Statistiska centralbyrån. (2001). *Statistik ur Folk- och bostadsräkningen 1990 och nyproduktion av lägenheter*. Statistiska centralbyrån.

Sundsvalls kommun. (2000). *Turistkarta över Sundsvall*. Sundsvall: Stadsbyggnadskontoret.

Sundsvall Vatten AB. (1995). *Fillanverket. För bättre miljö*. Broschyr. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Sundsvall Vatten AB. (1999). *Miljörapporter 1998*. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Sundsvall Vatten AB. (2000). *Miljörapporter 1999*. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Sundsvall Vatten AB. (2001). *Miljörapporter 2000*. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Sundsvall Vatten AB. (2002:c). *Miljörapporter 2001*. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Sundsvall Vatten AB. (2003:a). *Drift, underhåll- och förnyelsekartor*. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Sundsvall Vatten AB. (2003:b). *Miljörapporter 2002*. Sundsvall: Sundsvall Vatten AB.

Svenskt Vatten AB, (2002). *ABVA. Allmänna bestämmelser för brukande av kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning*. Publikation P87. ISSN 0347-1799.

SWECO VBB VIAK. (2000). *Utnyttjande av rötkastrarna vid Tivolis, Fillans och Essviks avloppsreningsverk för externt avfall*. Sundsvall: SWECO VBB VIAK.

SWECO VBB VIAK. (2002). *Miljökonsekvensbeskrivning för utökad användning av avfallsbränsle vid Korstaverket*. Sundsvall: SWECO VBB VIAK. Teknisk rapport. ra02s 2000-03-30.

Velander, M. (1994). *Hantering av köksavfall från storkök. Utvärdering av avfallskvarnar, Östra sjukhuset*. Göteborg: Kjessler & Mannerstråle AB. KM Litt 675 790.

### Källor på Internet

Almemark M, Lindfors L, Oscarsson C, Spännar C. (1998). *A Manual for the Calculation of Ecoprofiles intended for Third Party Certified Environmental Product Performance Declarations*. Besöksdatum 2003-05-02. Senast uppdaterad augusti 1998.  
URL: <http://www.ivl.se/rapporter/pdf/B1303.pdf>

Avfallskvarn AB. (2003). Besöksdatum 2003-02-14. Senast uppdaterad 2003-02-14.  
URL: <http://www.avfallskvarn.se>

Eniro Sverige AB. (2003). *Gula sidorna*. Besöksdatum 2003-03-27. Senast uppdaterad 2003-03-06. URL: <http://www.gulasidorna.se>

Europa. (2002). *Det sjätte miljöhandlingsprogrammet. Miljö 2010: Vår framtid, vårt val*. Besöksdatum 2003-05-12. Senast uppdaterad 2002-09-17.  
URL: <http://europa.eu.int/scadplus/leg/sv/lvb/l28027.htm>

Gustavsberg. (2003). Besöksdatum 2003-02-14. Senast uppdaterad 2003-02-03.  
URL: <http://www.gustavsberg.com>

Konsumentverket & Råd & Rön. (2002). *Marknadsöversikt, Maj 2002, Kompostbehållare*. Besöksdatum 2003-03-17. Senast uppdaterad 2003-03-19.  
URL: [http://www.konsumentverket.se/Documents/marknadsoversikter/kompostbeh\\_2002.pdf](http://www.konsumentverket.se/Documents/marknadsoversikter/kompostbeh_2002.pdf)



Naturvårdsverket. (2003:a). *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket; SNFS (1994:2)*. Besöksdatum 2003-04-11. Senast uppdaterad 1998-09-30.

URL: <http://www.naturvardsverket.se/dokument/lagarforeskri/snfstext/194-2.htm>

Naturvårdsverket. (2003:b). *Metaller och organiska ämnen i avloppsslam*. Besöksdatum 2003-05-08. Senast uppdaterad 2002-10-04.

URL: <http://www.naturvardsverket.se/dokument/fororen/metaller/tungmet/slam.html>

Reko Sundsvall AB. (2003). *Avfallstaxa 2003 Sundsvalls kommun*. Besöksdatum 2003-05-01. Senast uppdaterad 2003-04-29. URL: [http://www.rekosundsvall.com/kund/kund\\_frame.html](http://www.rekosundsvall.com/kund/kund_frame.html)

Svenska renhållningsverksföreningen. (2003). *Biologisk avfallsbehandling*. Besöksdatum 2003-03-19. Uppdatering sker två gånger per månad. URL: <http://www.rvf.se/avfallshantering/00/rub10.html>

Råd & Rön. (2003). *Kompost*. Besöksdatum 2003-03-18. Senast uppdaterad 2003-03-19.

URL: [http://www.radron.se/templates/factsheet\\_\\_\\_\\_2111.asp](http://www.radron.se/templates/factsheet____2111.asp)

SanSac AB. (2003). *Varmkompost BLOKUB*. Besöksdatum 2003-03-18. Uppgift om senaste uppdatering saknas. URL: <http://www.sansac.se/organiskt/biokub/varmkomp.htm>

Sundsvall Energi AB. (2003). *Bakgrund*. Besöksdatum 2003-03-20. Senast uppdaterad v.12 2003.

URL: <http://www.varm.nu/default.asp?id=1085&PTID=>

Sundsvall Energi AB. (2002). *Teknisk beskrivning för fortsatt och utvidgad verksamhet vid Korstavverket i Sundsvall*. Besöksdatum 2003-03-20. Senast uppdaterad v.12 2003.

URL: [http://www.varm.nu/Miljo/Dokumentation/tekn\\_beskr1-75.pdf](http://www.varm.nu/Miljo/Dokumentation/tekn_beskr1-75.pdf)

Sundsvalls kommun. (2001). *Avfallsplan med lokala föreskrifter om avfallshantering för Sundsvalls kommun 2001-2004*. Besöksdatum 2003-04-11. Senast uppdaterad 2003-01-28.

URL: <http://www.sundsvall.se/download/Kommunen/Milj%ef6+och+Folkh%e4la/Avfallsplan-01.pdf>

### Muntliga källor

Agrell, Ingmar. (2003). Civilingenjör på Sundsvall Energi AB, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-29.

Andersson, Per. (2003). Uthyrare vid Surahammars KommunalTeknik, Surahammar. Intervju 2003-04-02.

Aspholm, Stig. (2003). Områdesförvaltare för Skön-Alnö och Indal-Liden vid avdelningen för teknik på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. Intervju 2003-02-27.

Bogdanoff, Ingvar. (2003). Ägare till Avfallskvarn AB, Göteborg. E-postkontakt 2003-04-16.

Bouvin, Göran. (2003). Spolbilsansvarig vid avdelningen för distribution; syd och nord på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. Personlig kontakt under våren 2003.

Bäck, Mats. (2003). Miljöchef vid Sundsvall Energi AB, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-17.

Edmark, Gunilla. (2003). Processingenjör vid avdelningen för produktion; process på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. Personlig kontakt under våren 2003.

Eriksson, Kjell. (2003). Informatör vid Reko Sundsvall AB, Sundsvall. Personlig kontakt under våren 2003.

Fhinn, Åsa. (2003). Kostchef på Sundsvalls sjukhus, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-29.

Fransson, Jan. (2002). Slambilschaufför vid Franssons spol & sug, Luleå. Telefonsamtal 2002-12-06.

Grannas, Stefan (2003). Distriktschef vid avdelningen för produktion; avlopp centralort på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. Personlig kontakt under våren 2003.

Henriksson, Christer. (2003). Områdesansvarig för Njurunda vid avdelningen för teknik på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. Intervju 2003-02-25.

Johansson, Linda. (2003). Trainee vid Sundsvall Energi AB, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-25.

Jönsson, Lennart. (2003). Transportägare vid Mattssons transport AB, Ånge. Telefonsamtal 2003-04-21.

Kroppegård, Jan. (2003). Fjärrvärmechef på Sundsvall Energi AB, Sundsvall. E-post kontakt 2003-04-16.

Larsson, Tomas. (2003). Distriktschef vid avdelningen för produktion; avlopp Ljungan på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. E-postkontakt 2003-05-05.

Olsson, Anna. (2003:a). Projektsamordnare för varm.nu på Sundsvall Energi AB, Sundsvall. Studiebesök vid Korstaverket 2003-03-26.

Olsson, Hans-Erik. (2003:b). Affärsområdeschef för avfall vid Reko Sundsvall AB, Sundsvall. Personlig kontakt under våren 2003.

Olsson, Cecilia. (2003:c). Kostchef och produktionschef på Östra sjukhuset, Göteborg. Telefonsamtal 2003-04-30.

Plastsystem AB. (2003). Återförsäljare av kompostbehållare, Göteborg. Telefonsamtal 2003-03-24.

Rasmussen, Bo. (2003:b). Miljösamordnare på Sundsvalls sjukhus, Sundsvall. E-postkontakt 2003-04-30.

Roslund, Peter. (2003). Utredningsingenjör vid avdelningen för teknik på Sundsvall Vatten AB, Sundsvall. Intervju 2003-03-04.

Sjödin, Mikael. (2003). Slambilschaufför vid Midvac sanering AB, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-23.

Stenlund, Anna. (2003). Utredningsingenjör vid avdelning produktion; process på Sundsvall Vatten AB. Personlig kontakt under våren 2003.

Richnau, Mats. (2003). Affärsområdeschef på Sundfrakt AB, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-24.

Svensson, Marja. (2003). Köksansvarig vid Sundsvalls sjukhus, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-03-27.

Svärd, Patrik. (2003). Driftledare vid Sita AB, Sundsvall. Telefonsamtal 2003-04-19.

Thunström, Alf. (2003). VA-ingenjör vid Surahammars KommunalTeknik, Surahammar. Intervju 2003-04-02.

Vamling, Maria. (2003). Kemiingenjör vid Korstaverket på Sundsvall Energi AB, Sundsvall. E-postkontakt 2003-04-16.

Wiklund, Peter. (2003). Processansvarig för varm.nu på Sundsvall Energi AB, Sundsvall. E-postkontakt 2003-05-20.

Virkkala, Sari. (2003) Miljöingenjör vid Surahammars KommunalTeknik, Surahammar. Intervju 2003-04-02.

Östlund, Cecilia. (2003). Kundtjänstansvarig vid avdelningen för administration; kundtjänst på Sundsvall vatten AB, Sundsvall. Personlig kontakt 2003-03-24.

### **Övriga referenser**

Sundsvall Vatten AB. (1994). *Essviks avloppsreningsverk. Driftinstruktioner*. Umeå: Rust VA-projekt AB.

Sundsvall Vatten AB. (2002:a). *Driftinstruktion Fillanverket*. Stockholm: SWECO VIAK.

Sundsvall Vatten AB. (2002:b). *Driftinstruktion Tivoliverket*. Stockholm: SWECO VIAK.



## Bilaga 1 Områdesindelning



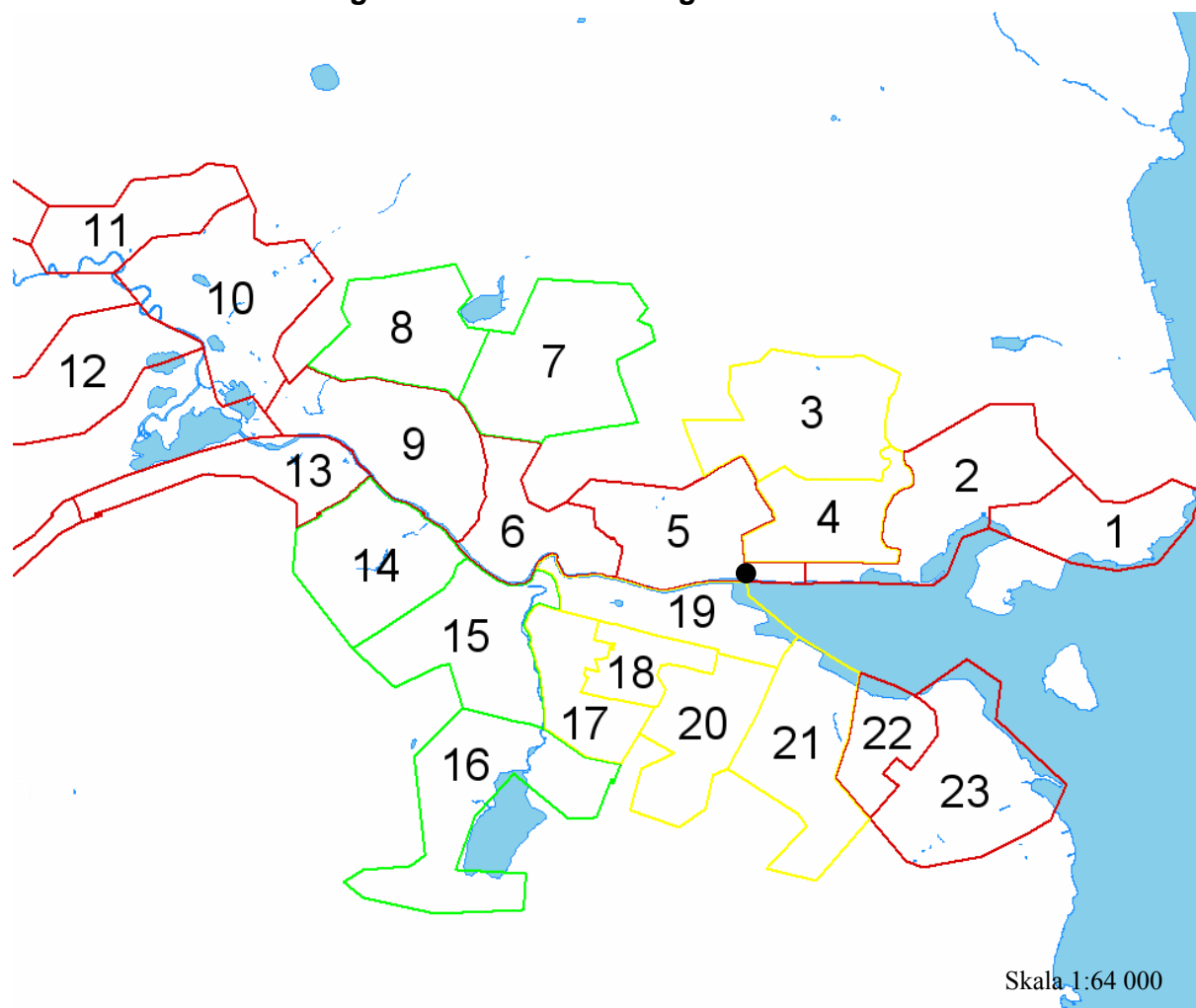
## Bilaga 1 Områdesindelning

### B1.1 Översiktskarta



Figur B1.1 Översiktskarta över Sundsvall (Sundsvalls kommun, 2000).

## B1.2 Sundsvall-Selångers områdesindelning



Figur B1.2 Tivoliverkets upptagningsområde (Sundsvall Vatten AB, 2003:a).

### ■ Lämpliga områden

- 7. Östra Granloholm
- 8. Västra Granloholm
- 14. Östra Nacksta
- 15. Sallyhill
- 16. Sidsjön

### ■ Tänkbara områden

- 3. Haga
- 4. Nedre Haga
- 17. Fagerdal
- 18. Södermalm
- 19. Centrum
- 20. Höglunda
- 21. Östermalm

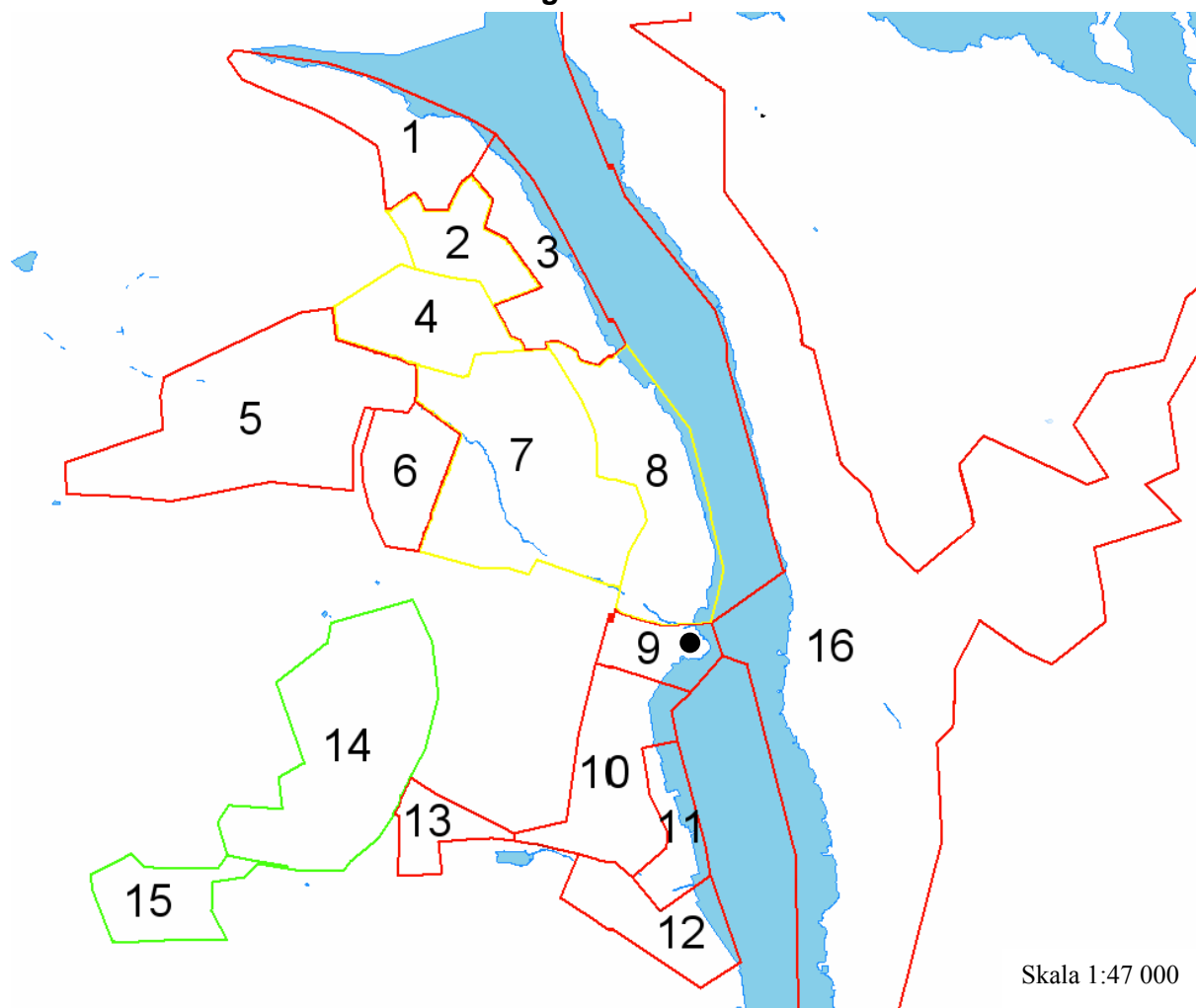
### ■ Olämpliga områden

- 1. Petersvik
- 2. Ortviken
- 5. Norrmalm
- 6. Västermalm
- 9. Granlo
- 10. Bergsåker
- 11. Österro
- 12. Kungsnäs
- 13. Industriområde
- 22. Skönsmon
- 23. Kubikenborg

- Tivoliverket



### B1.3 Skön-Alnös områdesindelning



Figur B1.3 Fillanverkets upptagningsområde (Sundsvall Vatten AB, 2003:a).

#### ■ Lämpliga områden

- 14. Bosvedjan-Bydalen
- 15. Sjukhuset

#### ■ Tänkbara områden

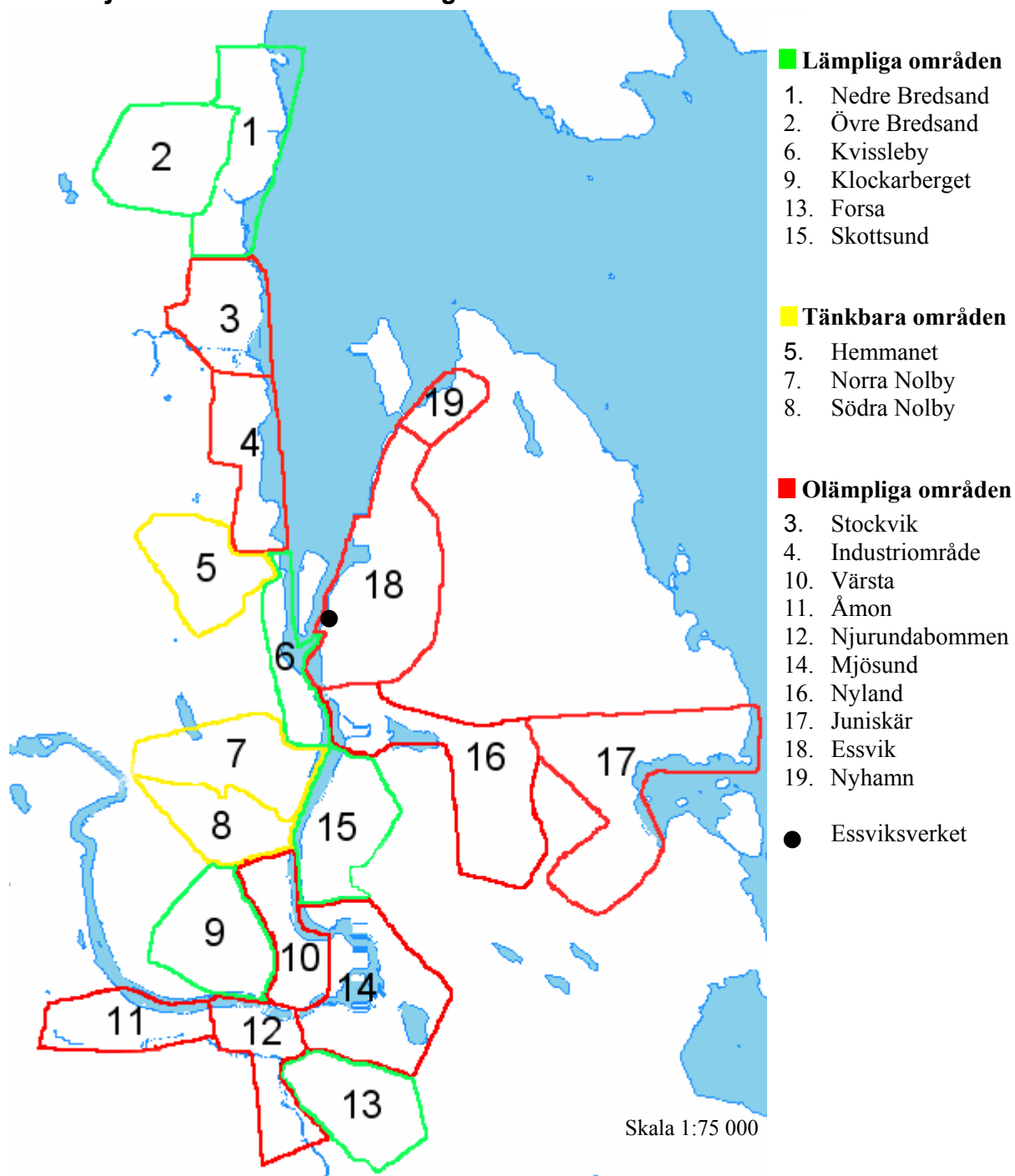
- 2. Sundsbruk
- 4. Birsta
- 7. Ljustadalen
- 8. Johannedal

#### ■ Olämpliga områden

- 1. Skönvik
- 3. Maland
- 5. Industriområde
- 6. Färsta
- 9. Fillan
- 10. Tunadal
- 11. Industriområde
- 12. Korstaverket
- 13. Industriområde
- 16. Alnö

- Fillanverket

#### B1.4 Njurundas områdesindelning



Figur B1.4 Essviksverkets upptagningsområde (Sundsvall Vatten AB, 2003:a).

## Bilaga 2 Bräddning



## Bilaga 2 Bräddning

### B2.1 Sundsvall-Selånger

**Tabell B2.1** Andel av inkommande flöde som har bräddats vid Tivoliverket under åren 1998-2002.

Tivoliverket	Totalt inkommande flöde (m <sup>3</sup> )	Total bräddad mängd (m <sup>3</sup> )	Andel bräddat (%)
1998 <sup>1</sup>	11 533 970	389 650	3,4
1999 <sup>2</sup>	9 247 200	272 100	2,9
2000 <sup>3</sup> *	11 673 200	732 200	6,3
2001 <sup>4</sup> *	11 669 320	309 600	2,7
2002 <sup>5</sup>	7 880 360	0	0

\* År med kraftig nederbörd

**Tabell B2.2** Bräddad mängd från bräddpunkter på avloppsledningsnätet som ansluter de lämpliga områdena till Tivoliverket.

Tivoliverket	Lokalisering (se bilaga 1)	1998 <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> )	1999 <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )	2000 <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	2001 <sup>4</sup> (m <sup>3</sup> )	2002 <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> )
Tivolibron	Centrum	2 000*	40 000**	38 000*	100 000*	400*
Sidsjöv./S:a Allén	Sallyhill	0	0	100*	1 500*	10
Skattehuset	Centrum	0	0	0	50*	10
Videsbron	Sallyhill	0	0	9 000*	30 000*	0
Videgränd	Västermalm	0	0	9 000*	30 000*	0
Nacksta pstn	Östra Nacksta	0	100*	1 000**	5 000*	7 000***
Granloh. stora pstn	Östra Granloholm	0	0	0	0	0
Granloh. lilla pstn	Östra Granloholm	0	0	0	0	0
Verkstadsskolan	Västermalm	20***	0	10*	0	0
Sidsjöv./Sveav.	Fagerdal	-	-	0	3 000*	100
<b>Totalt</b>		<b>2 020</b>	<b>40 100</b>	<b>57 110</b>	<b>169 550</b>	<b>7 520</b>

Orsaken till bräddning är följande:

\* Kraftig nederbörd.

\*\* Snösmältning.

\*\*\* Driftproblem.

### B2.2 Skön-Alnö

**Tabell B2.3** Andel av inkommande flöde som har bräddats vid Fillanverket under åren 1998-2002.

Fillanverket	Total inkommande flöde (m <sup>3</sup> )	Total bräddad mängd (m <sup>3</sup> )	Andel bräddat (%)
1998 <sup>1</sup>	5 468 715	43 470	0,8
1999 <sup>2</sup>	4 853 245	234 315	4,8
2000 <sup>3</sup> *	6 394 150	300 470	4,7
2001 <sup>4</sup> *	5 450 698	177 180	3,3
2002 <sup>5</sup>	4 230 449	46 430	1,1

\* År med kraftig nederbörd.

## B2.3 Njurunda

**Tabell B2.4** Andel av inkommande flöde som har bräddats vid Essviksverket under åren 1998-2002.

Essviksverket	Totalt inkommande flöde (m <sup>3</sup> )	Total bräddad mängd (m <sup>3</sup> )	Andel bräddat (%)
1998 <sup>1</sup>	2 737 665	33 095	1,2
1999 <sup>2</sup>	2 026 816	42 430	2,1
2000 <sup>3</sup> *	2 780 244	193 614	7,0
2001 <sup>4</sup> *	2 268 287	114 100	5,0
2002 <sup>5</sup>	1 610 981	2 000	0,1

\* År med kraftig nederbörd.

**Tabell B2.5** Bräddad mängd från bräddpunkter på avloppsledningsnätet som ansluter de lämpliga områdena till Essviksverket.

Essviksverket	Lokalisering (se bilaga 1)	1998 <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> )	1999 <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )	2000 <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	2001 <sup>4</sup> (m <sup>3</sup> )	2002 <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> )
Bredsands pstn	Nedre Bredsand	10****	5 020**	11 030*	17 000*	800***
Svartviks pstn	Vapelnäs	50*	300**	6 050*	18 000*	2 000***
Kvissleby	Kvissleby	16 000*	4 050**	60 000*	30 000*	200**
Harabergsbron	Kvissleby	100***	500**	100*	3 000*	0
Mjösundsv. pstn	Forsa	0	0	0	50	0
Mjösunds begravn.plats	Mjösund	0	0	0	0	0
Mjösunds pstn	Mjösund	100*	400**	10 000*	25 000***	2 500***
Skottsundsvägen	Skottsund	0	0	100*	1 000*	0
Skottsunds pstn	Nyland	50**	10 000**	0	0	0
<b>Totalt</b>		<b>16 310</b>	<b>20 270</b>	<b>87 280</b>	<b>71 550</b>	<b>5 500</b>

Orsaken till bräddning är följande:

\* Kraftig nederbörd.

\*\* Snösmältning.

\*\*\* Driftproblem.

\*\*\*\* Okänd orsak.

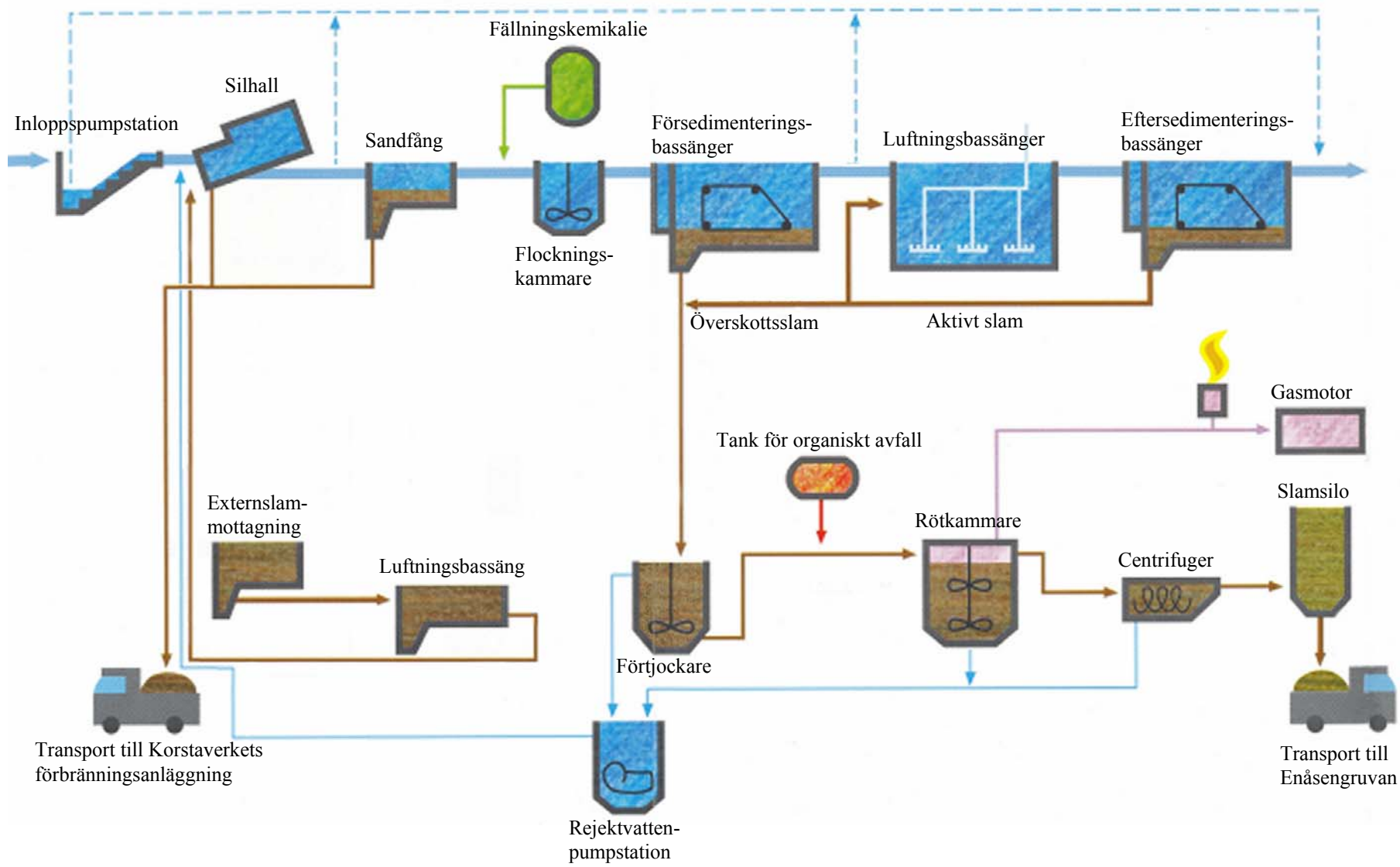
### Referenser:

1. Sundsvall Vatten AB, 1999.
2. Sundsvall Vatten AB, 2000.
3. Sundsvall Vatten AB, 2001.
4. Sundsvall Vatten AB, 2002:c.
5. Sundsvall Vatten AB, 2003:b.

## Bilaga 3 Processbild över Fillanverket







Figur B3.1 Flödesschema över Fillanverket (Sundsvall Vatten, 1995).



## Bilaga 4 Miljökonsekvensberäkningar



## Bilaga 4 Miljökonsekvensberäkningar

### B4.1 Allmänt

- Scenario 1 representerar dagens (2003) system för förbränning av avfall vid Korstaverket.
- Scenario 2 representerar systemet för förbränning av avfall efter en eventuell utbyggnad av Korstaverket.

#### Hushåll

- Funktionell enhet (f.e.) är ”mängden matavfall som genereras från 2 000 hushåll i området Bosvedjan-Bydalen under ett år”.
- Antal personer är 4 788 personer per funktionell enhet.

**Tabell B4.1** Matavfallets sammansättning per funktionell enhet (Kärrman *et al*, 2001).

Parameter	Matavfall (g/pers,d)	Totalmängd (kg/f.e.)
Torrsubstans	73	127 576
BOD <sub>7</sub>	25	43 691
Totalfosfor	0,25	437
Totalkväve	1,3	2 272
Bly	$6,6 \cdot 10^{-4}$	1,2
Kadmium	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Kvicksilver	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Krom	$6,6 \cdot 10^{-4}$	1,2
Mängd matavfall	208	363 505

- **Alternativ 1. Förbränning.** Tabell B4.1 visar ingående mängder till förbränningsanläggningen.
- **Alternativ 2. Hemkompostering.** Tabell B4.2 visar ingående mängder till kompostering och förbränning. Av totalmängden (tabell B4.1) går 80 procent till kompostering och 20 procent till förbränning (Kärrman *et al*, 2001).

**Tabell B4.2** Matavfallets sammansättning per funktionell enhet vid hemkompostering.

Parameter	Till kompostering (kg/f.e.)	Till förbränning (kg/f.e.)
Torrsubstans	102 061	25 515
BOD <sub>7</sub>	34 953	8 738
Totalfosfor	350	87
Totalkväve	1 818	454
Bly	1,0	0,2
Kadmium	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$
Kvicksilver	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$
Krom	1,0	0,2
Mängd matavfall	290 804	72 701

- **Alternativ 3. Köksavfallsquvarnar.** Tabell B4.3 visar ingående mängder till köksavfallsquvarnar och förbränning. Av totalmängden (tabell B4.1) går 67 procent till köksavfallsquvarnar och 33 procent till förbränning (Kärrman *et al*, 2001).

**Tabell B4.3** Matavfallets sammansättning per funktionell enhet vid behandling med köksavfallskvarnar.

Parameter	Till köksavfallskvarnar (kg/f.e.)	Till förbränning (kg/f.e.)
Torrsubstans	85 476	42 100
BOD <sub>7</sub>	29 273	14 418
Totalfosfor	293	144
Totalkväve	1 522	750
Bly	0,8	0,4
Kadmium	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Kvicksilver	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Krom	0,8	0,4
Mängd matavfall	243 548	119 957

### Storkök

- Funktionell enhet (f.e.) är ”behandling av 65 ton matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus under ett år”.

**Tabell B4.4** Matavfallets sammansättning per funktionell enhet (Kärroman *et al*, 2001).

Parameter	Matavfall (kg/ton matavfall)	Totalmängd (kg/f.e.)
Torrsubstans	348	22 620
BOD <sub>7</sub>	119	7 735
Totalfosfor	1,2	78
Totalkväve	6,2	403

- **Alternativ 1. Förbränning (storkök).** Tabell B4.4 visar ingående mängder till förbränningsanläggningen.
- **Alternativ 2. Köksavfallskvarn (storkök).** Tabell B4.4 visar ingående mängder till köksavfallskvarnen.

### Energi

- 1 liter diesel motsvarar cirka 10 kWh (Kärroman *et al*, 2001).

### Miljö

- Tabell B4.5 visar emissioner till luft vid användning av dieselbränsle.

**Tabell B4.5** Emissioner till luft (Kärroman *et al*, 2001).

Parameter	Emissioner till luft (g/l diesel)
Kväveoxider NO <sub>x</sub>	19
Lustgas N <sub>2</sub> O	0,1
Fossilt koldioxid CO <sub>2</sub>	2664
Svaveldioxid SO <sub>2</sub>	3,3

## B4.2 Förbränning

### Insamling och transport

- Sopbilens lastkapacitet är 7 ton och dieselförbrukningen är 0,55 liter per kilometer. Bränsleförbrukningen inkluderar även i- och urlastning (Richnau, 2003).
- Vid scenario 1 transporterar en lastbil, med en kapacitet på 25 ton och dieselförbrukning på 0,7 liter per kilometer, avfall från Blåbergets avfallsanläggning till Korstavverket. Bränsleförbrukningen inkluderar även i- och urlastning (Richnau, 2003).

### Scenario 1

**Tabell B4.6** Sopbilens bränsleförbrukning per kilogram avfall.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg avfall)
Framkörning	1	$7,9 \cdot 10^{-5}$
Insamling*	8	$6,3 \cdot 10^{-4}$
Till avfallsanläggning	16	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Återkörning	17	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Totalt	42	$3,3 \cdot 10^{-3}$

\* Insamling av matavfall ingår ej i beräkningar för förbränning (storkök).

**Tabell B4.7** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram avfall.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg avfall)
Framkörning	17	$4,8 \cdot 10^{-4}$
Till förbränning	18	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Återkörning	18	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Totalt	53	$1,5 \cdot 10^{-3}$

### Scenario 2

**Tabell B4.8** Sopbilens bränsleförbrukning per kilogram avfall.

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

\* Insamling av matavfall ingår ej i beräkningar för förbränning (storkök).

## Bränsleförbrukning

**Tabell B4.9** Total bränsleförbrukning per funktionell enhet vid insamling och transport av matavfall.

Alternativ	Scenario 1 (liter/f.e.)	Scenario 2 (liter/f.e.)
Förbränning	1 745	473
Hemkompostering	349	95
Köksavfallskvarnar	576	156
Förbränning (storkök)	273	41

## Energi

**Tabell B4.10** Total energiförbrukning per funktionell enhet vid insamling och transport av matavfall.

Alternativ	Scenario 1 (kWh/f.e.)	Scenario 2 (kWh/f.e.)
Förbränning	17 450	4 730
Hemkompostering	3 490	950
Köksavfallskvarnar	5 760	1 560
Förbränning (storkök)	2 730	410

## Miljö

### Scenario 1

**Tabell B4.11** Emissioner till luft per funktionell enhet vid insamling och transport av matavfall.

Alternativ	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	33	0,2	4 649	5,8
Hemkompostering	6,6	$3,5 \cdot 10^{-2}$	930	1,2
Köksavfallskvarnar	11	$5,8 \cdot 10^{-2}$	1 534	1,9
Förbränning (storkök)	5,2	$2,7 \cdot 10^{-2}$	727	0,9

### Scenario 2

**Tabell B4.12** Emissioner till luft per funktionell enhet vid insamling och transport av matavfall.

Alternativ	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	9,0	$4,7 \cdot 10^{-2}$	1 260	1,6
Hemkompostering	1,8	$9,5 \cdot 10^{-3}$	253	0,3
Köksavfallskvarnar	3,0	$1,6 \cdot 10^{-2}$	416	0,5
Förbränning (storkök)	0,8	$4,1 \cdot 10^{-3}$	109	0,1

## Förbränning

### Energi

- Effektivt värmevärde för matavfall är cirka 1,2 kWh per kilogram (Kärrman *et al*, 2001).
- Netto värmeverkningsgraden vid Korstaverket är 85 procent. Värmeverkningsgraden kommer vara något högre i den nya avfallspannan. Beräkningar kommer dock genomföras med samma verkningsgrad som för den befintliga avfallspannan eftersom inga exakta värden är framtagna idag (2003) (Vamling, 2003).
- Den befintliga avfallspannan producerar ingen el. Den nya avfallspannan kommer få en netto elverkningsgrad på cirka 20 procent (Johansson, 2003).
- Elförbrukning i den befintliga avfallspannan är 116 kWh per ton avfall (Vamling, 2003). Den nya avfallspannans elförbrukning kommer vara 82 kWh per ton avfall (Wiklund, 2003).
- Vid scenario 1 är elförbrukningen vid sortering av avfall vid Blåbergets behandlingsanläggning 67 kWh per ton avfall (Olsson, 2003:b).



**Tabell B4.13** Energiutvinning vid förbränning av matavfall per funktionell enhet.

Alternativ	Matavfallets energimängd (kWh/f.e.)	Värmeproduktion (kWh/f.e.)	Elproduktion* (kWh/f.e.)
Förbränning	436 206	370 775	87 241
Hemkompostering	87 241	74 155	17 448
Köksavfallskvarnar	143 948	122 356	28 790
Förbränning (storkök)	78 000	66 300	15 600

\* Gäller endast scenario 2.

### Scenario 1

**Tabell B4.14** Energiförbrukning vid sortering och förbränning av matavfall per funktionell enhet.

Alternativ	Elförbrukning vid sortering (kWh/f.e.)	Elförbrukning vid förbränning (kWh/f.e.)
Förbränning	24 355	42 167
Hemkompostering	4 871	8 433
Köksavfallskvarnar	8 037	13 915
Förbränning (storkök)	4 355	7 540

### Scenario 2

**Tabell B4.15** Energiförbrukning vid förbränning av matavfall per funktionell enhet.

Alternativ	Elförbrukning vid förbränning (kWh/f.e.)
Förbränning	29 807
Hemkompostering	5 961
Köksavfallskvarnar	9 836
Förbränning (storkök)	5 330

## Miljö

### Scenario 1

- Tabell B4.15 visar den befintliga avfallspannans emissioner till luft. Baserat på årsutsläpp från avfallspannan vid Korstaverket.

**Tabell B4.16** Emissioner till luft från den befintliga (2003) avfallspannan (Vamling, 2003).

Parameter	Emissioner till luft (g/kg avfall)
NO <sub>x</sub>	0,6
SO <sub>2</sub>	$8,5 \cdot 10^{-2}$

**Tabell B4.17** Emissioner till luft vid förbränning av matavfall per funktionell enhet.

Alternativ	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	218	31
Hemkompostering	44	6,2
Köksavfallskvarnar	72	10
Förbränning (storkök)	39	5,5

## Scenario 2

- Tabell B4.17 visar emissioner till luft efter utbyggnaden av Korstverket. Värdena är baserade på förväntade årsutsläpp.

**Tabell B4.18** Emissioner till luft efter utbyggnaden av Korstverket (Sundsvall Energi AB, 2002).

Parameter	Emissioner till luft (g/kg avfall)
NO <sub>x</sub>	0,2
SO <sub>2</sub>	9,5·10 <sup>-2</sup>

**Tabell B4.19** Emissioner till luft vid förbränning av matavfall per funktionell enhet.

Alternativ	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	73	35
Hemkompostering	15	6,9
Köksavfallskvarnar	24	11
Förbränning (storkök)	13	6,2

- Tabell B4.19 visar utsläpp till vatten efter utbyggnaden av Korstverket. Värdena är baserade på förväntade årsutsläpp.

**Tabell B4.20** Utsläpp till vatten efter utbyggnaden av Korstverket (Sundsvall Energi AB, 2002).

Parameter	Utsläpp till vatten (g/kg avfall)
Svaveloxid SO <sub>x</sub>	3,2
Ammonium NH <sub>4</sub>	2,0·10 <sup>-3</sup>

**Tabell B4.21** Utsläpp till vatten vid förbränning av matavfall per funktionell enhet.

Alternativ	SO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	NH <sub>4</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	1 163	0,7
Hemkompostering	233	0,1
Köksavfallskvarnar	384	0,2
Förbränning (storkök)	208	0,1

## Restprodukter

- Cirka 15 procent matavfallet bildar restprodukter i form av aska och slagg (Sundsvall Energi AB, 2002).

**Tabell B4.22** Mängd restprodukter som genereras vid förbränning av matavfall.

Alternativ	Mängd restprodukter (kg/f.e.)
Förbränning	54 526
Hemkompostering	10 905
Köksavfallskvarnar	17 994
Förbränning (storkök)	9 750

## Transport av restprodukter

### Scenario 1

- Lastbilens kapacitet är 10 ton och dieselförbrukningen är 0,4 liter per kilometer. Bränsleförbrukningen inkluderar även i- och urlastning (Richnau, 2003).

**Tabell B4.23** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram restprodukt.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg restprodukt)
Framkörning	4	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Till avfallsanläggning	18	$7,2 \cdot 10^{-4}$
Återkörning	17	$6,8 \cdot 10^{-4}$
Totalt	39	$1,6 \cdot 10^{-3}$

### Scenario 2

- Lastbilens kapacitet är 25 ton och dieselförbrukningen är 0,7 liter per kilometer. Bränsleförbrukningen inkluderar även i- och urlastning (Richnau, 2003).

**Tabell B4.24** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram restprodukt.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg restprodukt)
Till förbränning	18	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Totalt	18	$5,0 \cdot 10^{-4}$

## Bränsleförbrukning

**Tabell B4.25** Total bränsleförbrukning per funktionell enhet vid transport av restprodukter.

Alternativ	Scenario 1 (liter/f.e.)	Scenario 2 (liter/f.e.)
Förbränning	87	27
Hemkompostering	17	5,5
Köksavfallskvarnar	29	9,0
Förbränning (storkök)	16	4,9

## Energiförbrukning

**Tabell B4.26** Total energiförbrukning per funktionell enhet vid transport av restprodukter.

Alternativ	Scenario 1 (kWh/f.e.)	Scenario 2 (kWh/f.e.)
Förbränning	870	270
Hemkompostering	170	55
Köksavfallskvarnar	290	90
Förbränning (storkök)	160	49

## Miljö

### Scenario 1

**Tabell B4.27** Emissioner till luft per funktionell enhet vid transport av restprodukter.

Alternativ	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	1,7	$8,7 \cdot 10^{-3}$	232	0,3
Hemkompostering	0,3	$1,7 \cdot 10^{-3}$	45	$5,6 \cdot 10^{-2}$
Köksavfallskvarnar	0,6	$2,9 \cdot 10^{-3}$	77	$9,6 \cdot 10^{-2}$
Förbränning (storkök)	0,3	$1,6 \cdot 10^{-3}$	43	$5,3 \cdot 10^{-2}$

## Scenario 2

**Tabell B4.28** Emissioner till luft per funktionell enhet vid transport av restprodukter.

Alternativ	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Förbränning	0,5	$2,7 \cdot 10^{-3}$	72	$8,9 \cdot 10^{-2}$
Hemkompostering	0,1	$5,5 \cdot 10^{-4}$	15	$1,8 \cdot 10^{-2}$
Köksavfallskvarnar	0,2	$9,0 \cdot 10^{-4}$	24	$3,0 \cdot 10^{-2}$
Förbränning (storkök)	$9,3 \cdot 10^{-2}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	13	$1,6 \cdot 10^{-2}$

### B4.3 Hemkompostering

#### Kompostering

- Kolmängden i matavfallet är 43 procent av torrsubstansen (Kärroman *et al*, 2001).

**Tabell B4.29** Ingående mängder av kväve och kol vid kompostering av matavfall är beräknade utifrån tabell B4.2.

Parameter	Ingående mängder (kg/f.e.)
Totalkväve N	1 818
Totalkol C	43 886

- Kväveförlust beräknades enligt ekvation 1. Kväveförlusten är 11 procent eller 200 kilogram kväve per funktionsenhet. Utsläppen består till största delen av lustgas och ammoniak (Kärroman *et al*, 2001).

#### Miljö

**Tabell B4.30** Utsläpp vid hemkompostering (Kärroman *et al*, 2001).

Parameter	Andel av kväveförlusten (%)	Utsläpp (kg/f.e.)
N <sub>2</sub> O (Lustgas)	9	18
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	89	178

#### Kompostrest

**Tabell B4.31** Kompostrestens sammansättning per funktionell enhet (Kärroman *et al*, 2001).

Parameter	Andel kvar i kompostresten (%)	Mängd kvar i kompostresten (kg/f.e.)
Torrsubstans	40	40 824
Totalfosfor	99	347
Totalkväve	85	1 545
Bly	99	1,0
Kadmium	99	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Kvicksilver	99	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Krom	99	1,0

## B4.4 Köksavfallskvarnar

### Köksavfallskvarn i hushåll

- Avfallskvarnens elbehov är 3-4 kWh per år (Karlberg & Norin, 1999).
- Total energiförbrukning är 8 000 kWh per funktionell enhet.

### Köksavfallskvarn i storkök

- Storkökskvarnen har ett elbehov på 1 kWh per dygn (Bogdanoff, 2003).
- Total energiförbrukning är 365 kWh per funktionell enhet.

### Fettavskiljare i storkök

- Fettavskiljarens volym är 4 kubikmeter.
- 70 procent av matavfallets inkommande torrs substans sedimenterar i fettavskiljaren, vilket motsvarar 15 834 kilogram TS per funktionell enhet (Kärman *et al*, 2001). Resterande 30 procent leds till Fillanverket.
- Enligt Velanders (1994) är förhållande för avskilt slam följande; 0,063 kilogram TS per kilogram slam samt 1103 kilogram slam per kubikmeter. Det resulterar i att 228 kubikmeter slam per funktionell enhet transporteras från fettavskiljaren till Fillanverkets röt-kammare.
- Den partikelbundna delen av fosfor och kväve antas avskiljas i fettavskiljaren medan den lösta delen transporteras till reningsverket. 32 procent fosfor och 23 procent kväve är partikelbundet i matavfallet (Nilsson *et al*, 1990). 75 procent av inkommande BOD<sub>7</sub> fastläggs i fettavskiljaren (Velanders, 1994).

### Transport av slam från fettavskiljare

- Slamsugningsbilen har en lastkapacitet på 11 kubikmeter och förbrukar 0,4 liter diesel per kilometer (Sjödin, 2003). Dieselförbrukningen när bilens tank ska fyllas och tömmas är 0,3 liter per kubikmeter slam (Fransson, 2002).

## Bränsle- och energiförbrukning

**Tabell B4.32** Slambilens bränsleförbrukning per kubikmeter slam.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/m <sup>3</sup> rötslam)
Framkörning	10	0,4
Till Fillanverket	7	0,3
Återkörning	12	0,4
Totalt	29	1,1

**Tabell B4.33** Bränsle- och energiförbrukning per funktionell enhet vid tömning och transport av slam från fettavskiljaren.

	Bränsleförbrukning (liter/f.e.)	Energiförbrukning (kWh/f.e.)
Tömning	68	680
Transport	251	2 510
Totalt	319	3190

## Miljö

**Tabell B4.34** Emissioner till luft per funktionell enhet vid tömning och transport av slam från fettavskiljaren.

	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Tömning och transport	6,1	3,2·10 <sup>-2</sup>	850	1,1

### Avloppsledningsnät

- Ingen miljöpåverkan sker från avloppsledningsnätet.

### Avloppsreningsverk

- 10 procent av det normalda matavfallet antas fastna i Fillanverkets silar (Edmark, 2003). Det innebär att 24 355 kilogram rens per funktionell enhet transporteras till förbränning vid användande av avfallskvarnar i hushåll och 1 950 kilogram rens per funktionell enhet vid installation av avfallskvarn i storkök.
- Uppskattningsvis bräddas 3 procent av inkommande mängd matavfall vid Fillanverkets inloppsstation (se bilaga 2). Hur stor andel av olika ämnen som bräddas har beräknats utifrån bräddrapporter från åren 1999-2002 (Sundsvall Vatten AB, 2000; 2001; 2002:c; 2003).

**Tabell B4.35** Bräddade mängder av inkommande matavfall till Fillanverket per funktionell enhet.

Parameter	Andel bräddat <sup>1</sup> (%)	Bräddad mängd hushåll (kg/f.e.)	Bräddad mängd storkök (kg/f.e.)
Torrsubstans	3,0 <sup>2</sup>	2 564	204
BOD <sub>7</sub>	1,3	381	25
Totalfosfor	1,4	4,1	0,7
Totalkväve	1,5	23	4,7
Bly	4,5	3,6·10 <sup>-2</sup>	-
Kadmium	4,7	4,7·10 <sup>-4</sup>	-
Kvicksilver	5,6	1,2·10 <sup>-4</sup>	-
Krom	1,8	1,4·10 <sup>-2</sup>	-
Mängd matavfall	3,0 <sup>2</sup>	7 306	585

1. Medelvärde för hur mycket av inkommande mängder som bräddats de senaste fyra åren (Sundsvall vatten, 2000, 2001; 2002:c; 2003).

2. Medelvärde för hur mycket av det inkommande flödet som bräddats de senaste fem åren (Sundsvall vatten, 1999; 2000; 2001; 2002:c; 2003).

- 70 procent av det inkommande matavfallets TS sedimenterar i försedimenteringsbassängerna (Nilsson *et al*, 1990).
- 17 procent av det inkommande matavfallets TS når den biologiska behandlingen. Av det bryts 50 procent ned och 50 procent bildar slam som förs till rötammaren (Edmark, 2003).

**Tabell B4.36** Slam till rötammaren per funktionell enhet.

Parameter	Hushåll (kg TS/f.e.)	Storkök (kg TS/f.e.)
Primärslam	59 833	4 750
Sekundärslam	7 266	577
Från fettavskiljare	-	15 834
Totalt	67 099	21 161

- Luftningsbehovet i den biologiska behandlingen är 1,4 kilogram syre per kilogram organisk torrs substans. För att uppnå det är elbehovet cirka 1 kWh per kilo syre (Kärrman *et al*, 2001).
- I det biologiska behandlingssteget bryts 7 266 respektive 577 kilogram TS per funktionell enhet ned för hushåll och storkök. Det medför ett luftningsbehov på 10 171 respektive 808 kilogram syre per funktionell enhet.
- Torrs substans som tillförs rötammaren antas bestå av 80 procent organiskt material som kan brytas ned. 30 procent av tillförd torrs substans uppskattas återfinnas i rötresten i form av nedbrytningsprodukter och icke nedbrytbart material (Nilsson *et al*, 1990).
- 0,7 kubikmeter biogas bildas i rötammaren per tillförd kilogram organiskt material (Edmark, 2003).
- I gaspannan genereras 6 kWh per kubikmeter gas (Edmark, 2003). En sjättedel av producerad gas går till förluster (Kärrman *et al*, 2001).

**Tabell B4.37** Genererad mängd rötrest och biogas i rötammaren per funktionell enhet.

	Enhet	Hushåll	Storkök
Slam till rötrest	kg TS/f.e.	20 130	6 348
Slam till rötrest	kg slam/f.e.	67 099	21 161
Slam till biogas	kg GF/f.e.	53 679	16 929
Genererad biogas	m <sup>3</sup>	37 575	11 850

## Energi

**Tabell B4.38** Energiförbrukning och energiproduktion för slam i reningsverket per funktionell enhet.

	Hushåll (kWh/f.e.)	Storkök (kWh/f.e.)
Energiförbrukning	10 172	808
Energiproduktion	187 875	59 250

## Miljö

**Tabell B4.39** Utsläpp till vattenrecipient från bräddning vid reningsverket.

Parameter	Hushåll (kg/f.e.)	Storkök (kg/f.e.)
BOD <sub>7</sub>	381	25
Totalfosfor	4,1	0,7
Totalkväve	23	4,7

## Rötrest

**Tabell B4.40** Rötrestens sammansättning per funktionell enhet.

Parameter	Andel i rötrest* (%)	Mängd i rötrest hushåll (kg/f.e)
Bly	78	0,6
Kadmium	64	6,4·10 <sup>-3</sup>
Kvicksilver	38	8,0·10 <sup>-4</sup>
Krom	68	0,5

\* Medelvärde för hur mycket av inkommande mängder som fastlagts i rötresten de senaste fyra åren (Sundsvall vatten, 2000;2001;2002;2003).

## Transport av restprodukter

### Rötrest

- Rötresten transporteras med en lastbil som har lastkapacitet 32 ton och dieselförbrukning 0,5 liter per kilometer (Jönsson, 2003).

**Tabell B4.41** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram röt slam.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg röt slam)
Framkörning*	0	0
Till Enåsengruvan	180	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Återkörning	90	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Totalt	270	$4,2 \cdot 10^{-3}$

\*Bilen går lastad med annat material på framkörningssträckan.

### Rens från silarna

#### Scenario 1

- Lastbilen som transporterar rens från Fillanverket till Blåberget har en lastkapacitet på 12 ton och dieselförbrukningen är 0,4 liter per kilometer (Svärd, 2003).

**Tabell B4.42** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram rens vid transport mellan Fillanverket och Blåbergets avfallsbehandling.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg rens)
Framkörning	12	$4,0 \cdot 10^{-4}$
Till förbränning	20	$6,7 \cdot 10^{-4}$
Återkörning	8	$2,7 \cdot 10^{-4}$
Totalt	40	$1,3 \cdot 10^{-3}$

- Från Blåberget till Korstaverket transporteras rensset med en lastbil som har lastkapacitet 25 ton och en dieselförbrukning på 0,7 liter per kilometer (Richnau, 2003).

**Tabell B4.43** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram rens vid transport mellan Blåbergets avfallsbehandling och Korstaverket.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg rens)
Framkörning	17	$4,8 \cdot 10^{-4}$
Till förbränning	18	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Återkörning	18	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Totalt	53	$1,5 \cdot 10^{-3}$



## Scenario 2

- Lastbilen som transporterar rens från Fillanverket till Korstaverket har en lastkapacitet på 12 ton och dieselförbrukningen är 0,4 liter per kilometer (Svärd, 2003).

**Tabell B4.44** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram rens.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg rens)
Framkörning	12	$4,0 \cdot 10^{-4}$
Till förbränning	4	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Återkörning	10	$3,3 \cdot 10^{-4}$
Totalt	26	$8,6 \cdot 10^{-4}$

## Bränsle- och energiförbrukning

### Scenario 1

**Tabell B4.45** Total bränsle- och energiförbrukning per funktionell enhet vid transport av rens och rötslam.

	Bränsleförbrukning (liter/f.e.)	Energiförbrukning (kWh/f.e.)
Hushåll	350	3 500
Storkök	94	940

### Scenario 2

**Tabell B4.46** Total bränsle- och energiförbrukning per funktionell enhet vid transport av rens och rötslam.

	Bränsleförbrukning (liter/f.e.)	Energiförbrukning (kWh/f.e.)
Hushåll	303	3 030
Storkök	91	910

## Miljö

### Scenario 1

**Tabell B4.47** Emissioner till luft per funktionell enhet vid transport av rens och rötslam.

	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Hushåll	6,7	$3,5 \cdot 10^{-2}$	932	1,2
Storkök	1,8	$9,4 \cdot 10^{-3}$	250	0,3

### Scenario 2

**Tabell B4.48** Emissioner till luft per funktionell enhet vid transport av rens och rötslam.

	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Hushåll	5,8	$3,0 \cdot 10^{-2}$	807	1,0
Storkök	1,7	$9,1 \cdot 10^{-3}$	242	0,3

## Förbränning av rens

- För förbränning av rens gäller samma parametrar som vid systemet för förbränning av matavfall.

## Energi

**Tabell B4.49** Energiutvinning per funktionell enhet vid förbränning av rens.

	Rensets energimängd (kWh/f.e.)	Värmeproduktion (kWh/f.e.)	Elproduktion* (kWh/f.e.)
Hushåll	29 226	24 842	5 845
Storkök	2 340	1 989	468

\* Gäller endast scenario 2.

**Tabell B4.50** Energiförbrukning vid förbränning av rens per funktionell enhet.

	Elförbrukning hushåll (kWh/f.e.)	Elförbrukning storkök (kWh/f.e.)
Scenario 1	4 457	357
Scenario 2	1997	160

## Miljö

**Tabell B4.51** Emissioner till luft vid förbränning av rens per funktionell enhet.

	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)		SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 1	Scenario 2
Hushåll	15	4,9	2,1	2,3
Storkök	1,2	0,4	0,2	0,2

**Tabell B4.52** Utsläpp till vatten per funktionell enhet vid förbränning av rens vid scenario 2.

	SO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	NH <sub>4</sub> (kg/f.e.)
Hushåll	78	4,9·10 <sup>-2</sup>
Storkök	6,2	3,9·10 <sup>-3</sup>

## Transport av aska och slagg

- Vid förbränning av rens från matavfall från hushåll och storkök bildas 3 653 respektive 293 kilogram aska och slagg per funktionell enhet.

## Energi- och bränsleförbrukning

**Tabell B4.53** Lastbilens bränsleförbrukning per kilogram aska och slagg.

Transportväg	Antal kilometer	Bränsleförbrukning (liter/kg aska & slagg)
Framkörning	4	1,6·10 <sup>-4</sup>
Till avfallsanläggning*	18	7,2·10 <sup>-4</sup>
Återkörning	17	6,8·10 <sup>-4</sup>
Totalt	39	1,6·10 <sup>-3</sup>

\*Endast denna sträcka blir aktuell för scenario 2

**Tabell B4.54** Total bränsle och energiförbrukning per funktionell enhet vid transport av aska och slagg.

	Bränsleförbrukning (liter/f.e.)		Energiförbrukning (kWh/f.e.)	
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 1	Scenario 2
Hushåll	5,8	2,6	58	26
Storkök	0,5	0,2	5,0	2,0

## Miljö

### Scenario 1

**Tabell B4.55** Emissioner till luft per funktionell enhet vid transport av aska och slagg.

	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Hushåll	0,1	$5,8 \cdot 10^{-4}$	15	$1,9 \cdot 10^{-2}$
Storkök	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	1,3	$1,7 \cdot 10^{-3}$

### Scenario 2

**Tabell B4.56** Emissioner till luft per funktionell enhet vid transport av aska och slagg.

	NO <sub>x</sub> (kg/f.e.)	N <sub>2</sub> O (kg/f.e.)	Fossilt CO <sub>2</sub> (kg/f.e.)	SO <sub>2</sub> (kg/f.e.)
Hushåll	$4,9 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	6,9	$8,6 \cdot 10^{-3}$
Storkök	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	0,5	$6,6 \cdot 10^{-4}$



## Bilaga 5 Ekonomiska beräkningar



## Bilaga 5 Ekonomiska beräkningar

### B5.1 Ekonomiska konsekvenser för Sundsvalls avfallshantering

#### Förbränning

##### Kostnader

- Kostnad för insamling och transport av avfall är cirka 1 000 kr per ton (Olsson, 2003:b).
- Kostnad för förbränning av avfall är 455 kr per ton. Den inkluderar även transport och behandling av restprodukter (Olsson, 2003:b).

##### Intäkter

- Intäkt för fjärrvärme är 506 kr per MWh (Kroppegård, 2003).
- Intäkt för elleverans är cirka 230 kr per MWh. Intäkten är baserat på årsmedelvärde (Agrell, 2003). Elutvinning sker endast vid framtida utbyggnad av Korstaverket.

#### Biologisk behandling av matavfall från hushåll

- Funktionell enhet (f.e.) är ”behandling av matavfall från 2 000 hushåll i området Bosvedjan-Bydalen under ett år”.

#### Hemkompostering

##### Kostnader

- En kompostbehållare på 300-375 liter kostar cirka 1 125 kr (exkl. moms) (Konsumentverket & Råd & Rön, 2002). Den ekonomiska livslängden är cirka 20 år (Plastsystem AB, 2003). Kalkylränta är 6 procent och annuitetsfaktorn blir därmed 0,087 (Andersson, 1991). *Annualiserad investeringskostnad är 98 kr per kompostbehållare och år.*
- I flerfamiljshus kan 5 personer dela på en kompostbehållare på 300-375 liter (Konsumentverket & Råd & Rön, 2002). Flerfamiljshus i området Bosvedjan-Bydalen innefattar 1 963 personer, därmed behövs 393 kompostbehållare till deras behandling av matavfall. En egen kompostbehållare placeras på enfamiljshusens tomt. Det finns 820 enfamiljshus i området Bosvedjan-Bydalen (Statistiska Centralbyrån, 2001). Totalt antal kompostbehållare i området blir därmed 1 213 stycken.

*Total annualiserad investeringskostnad är 118 870 kr per f.e.*

- Underhållskostnader för kompostbehållaren är inte medtagna.

#### Köksavfallskvarn

##### Avfallskvarn

##### Kostnader

- En kvarn kostar cirka 3 000 kr (exkl. moms) och den ekonomiska livslängden är cirka 10 år (Karlberg & Norin, 1999). Kalkylräntan är 6 procent, vilket medför att annuitetsfaktorn blir 0,136 (Andersson, 1991). *Annualiserad investeringskostnad är 408 kr per hushåll och år.*

- Vattenförbrukningen ökar med 2 200 liter per hushåll och år vid införande av köksavfallskvarnar (Karlberg & Norin, 1999). I Sundsvall är den rörliga vatten- och avloppsavgiften 9 kr per kubikmeter (exkl. moms) (Östlund, 2003).  
*Vattenkostnaden är 20 kr per hushåll och år.*

- Energiförbehovet är 4 kWh per hushåll och år (Karlberg & Norin, 1999). Marginalkostnaden för hushållsel är cirka 50 öre per kWh (exkl. moms) (Agrell, 2003).  
*Elkostnaden är 2 kr per hushåll och år.*

- Underhållskostnader för kvarnen är inte medtagna.

*Sammanlagd kostnad för avfallskvarn är 430 kr per hushåll och år.*

### **Fillans avloppsreningsverk**

- Fillanverket antas inte behöva några nyinvesteringar för att kunna ta emot det ny tillkomna matavfallet.

### **Kostnader**

- Ökat elbehov vid luftning är 5 kWh per hushåll och år (se bilaga 4). Marginalkostnaden för el är cirka 40 öre per kWh (exkl. moms) (Agrell, 2003).  
*Elkostnad är 2 kr per hushåll och år.*
- Mängden rötslam ökar med 10 kilogram TS per hushåll och år (se bilaga 4). Rörlig kostnad för slambehandling 505 kr per ton TS (Kärrman *et al*, 2001).  
*Slambehandlingskostnad är 5 kr per hushåll och år.*
- Mängden rötslam ökar med 10 kilogram TS per hushåll och år (se bilaga 4). Kostnad för omhändertagande av slam är 250 kr per ton (Grannas, 2003). TS-halten i slammet är cirka 30 procent (Sundsvall Vatten AB, 1999; 2000; 2001; 2002:c). Kostnaden blir därmed 833 kr per ton TS.  
*Kostnad för omhändertagande av slam är 8 kr per hushåll och år.*
- Mängden gallerrens ökar med 12 kilogram per hushåll och år (se bilaga 4). Kostnad för transport och förbränning är 665 kr per ton (Grannas, 2003).  
*Transport- och behandlingskostnad för gallerrens är 8 kr per hushåll och år.*

*Sammanlagd kostnad 23 kr per hushåll och år.*

### **Intäkt**

- Ökad mängd energiutvinning ur biogas efter rötning av matavfallet är 94 kWh per hushåll och år (se bilaga 4). Intäkten för biogas är cirka 40 öre per kWh (Agrell, 2003; Grannas, 2003).

*Sammanlagd intäkt för biogas är 38 kr per hushåll och år.*



## Resultat

- Hemkompostering innebär att insamling av matavfall till förbränning minskar med 291 ton. Det medför att fjärrvärmeproduktionen och elproduktionen minskar med 297 MWh respektive 70 MWh (enligt uträkningar i bilaga 4).
- Vid införande av köksavfallskvarnar i området Bosvedjan-Bydalen minskar mängden matavfall till förbränning med 244 ton. Det medför att fjärrvärmeproduktionen och elproduktionen minskar med 249 MWh respektive 59 MWh (enligt uträkningar i bilaga 4).

### Minskad systemkostnad

**Tabell B5.1** Minskning av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering vid biologisk behandling av matavfall från hushåll jämfört med förbränning.

	Hemkompostering (kr/f.e.)	Köksavfallskvarnar (kr/f.e.)
Minskad insamling av avfall	291 000	244 000
Minskad förbränning	132 000	111 000
Ökad intäkt för biogas	-	76 000
<b>Totalt</b>	<b>423 000</b>	<b>431 000</b>

### Ökad systemkostnad

**Tabell B5.2** Ökning av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering vid biologisk behandling av matavfall från hushåll jämfört med förbränning.

	Hemkompostering (kr/f.e.)	Köksavfallskvarnar (kr/f.e.)
Minskad intäkt fjärrvärme	150 000	126 000
Minskad intäkt el*	16 000	14 000
Investeringskostnader kompostbehållare/avfallskvarn	119 000	816 000
Ökad vattenförbrukning	-	40 000
Ökad elförbrukning	-	4 000
Ökade kostnader vid Fillanverket	-	46 000
<b>Totalt</b>	<b>285 000</b>	<b>1 046 000</b>

\* Gäller endast efter den planerade utbyggnaden av förbränningsanläggningen vid Korstaverket.

## Biologisk behandling av matavfall från storkök

- Funktionell enhet (f.e.) är ”behandling av 65 ton matavfall från storköket vid Sundsvalls sjukhus under ett år”.

## Köksavfallskvarn

### Avfallskvarn

#### Kostnader

- En kvarn kostar cirka 40 000 kr (exkl. moms) och den ekonomiska livslängden är cirka 10 år (Bogdanoff, 2003). Kalkylräntan är 6 procent, vilket medför att annuitetsfaktorn blir 0,136 (Andersson, 1991). Eventuella installations- och ombyggnadskostnader är inte inkluderade i investeringskostnaden.

*Annualiserad investeringskostnaden är 5 440 kr per f.e.*

- Ingen hänsyn tas till ökad vattenförbrukning eftersom kvarnen planeras att installeras där disken sköljs av.

- Energiförbehovet är 365 kWh per kvarn och år (Bogdanoff, 2003). Marginalkostnaden för el är cirka 40 öre per kWh (exkl. moms) (Agrell, 2003).  
*Elkostnad är 146 kr per f.e.*

- Underhållskostnader för kvarnen är inte medtagna.

*Sammanlagd kostnad för avfallskvarn är 5 590 kr per f.e.*

### *Interna transporter vid Sundsvalls sjukhus storkök*

#### **Intäkt**

- Vid användning av avfallskvarn sparas mantid eftersom personal inte behöver förflytta matavfall från kök till sopptämlar. Besparingen av mantid vid Sundsvalls sjukhus storkök är 365 timmar per år. Kostnaden för mantid är 250 kr per timme (Fhinn, 2003).

*Kostnadsbesparing för minskad mantid är 91 250 kr per f.e.*

### *Tömning och transport av slam från fettavskiljaren*

#### **Kostnad**

- Antal extra tömningar från fettavskiljaren är 57 stycken per år. Det baseras på att mängden slam i fettavskiljaren ökar med 228 kubikmeter per f.e. samt att fettavskiljarens totala volym är 4 kubikmeter. Kostnaden är 3 200 kr per tömning (Rasmussen, 2003:b).

*Totalkostnad för tömning och transport av slam är 182 400 kr per f.e.*

### *Fillans avloppsreningsverk*

- Fillanverket antas inte behöva några nyinvesteringar för att kunna ta emot det nytillkomna matavfallet.

#### **Kostnader**

- Ökat elbehov vid luftning är 808 kWh per f.e. (se bilaga 4). Marginalkostnaden för el är cirka 40 öre per kWh (exkl. moms) (Agrell, 2003).

*Elkostnad är 323 kr per f.e.*

- Mängden rötslam ökar med 6 348 kilogram TS per f.e. (se bilaga 4). Rörlig kostnad för slambehandling vid Fillanverket är 505 kr per ton TS (Kärrman *et al*, 2001).

*Slambebehandlingskostnad är 3 206 kr per f.e.*

- Mängden rötslam ökar med 6 348 kilogram TS per f.e. (se bilaga 4). Kostnad för omhändertagande av slam är 250 kr per ton (Grannas, 2003). TS-halten i slammet är cirka 30 procent (Sundsvall Vatten AB, 1999; 2000; 2001; 2002:c). Kostnaden blir därmed 833 kr per ton TS.

*Kostnad för omhändertagande av slam är 5 288 kr per f.e.*

- Mängden gallerrens ökar med 1 950 kilogram per f.e. (se bilaga 4). Kostnad för transport och förbränning är 665 kr per ton (Grannas, 2003).

*Transport- och behandlingskostnad för gallerrens är 1 297 kr per f.e.*

*Sammanlagd kostnad 10 100 kr per f.e.*

## Intäkt

- Ökad mängd energiutvinning ur biogas efter rötning av matavfallet är 59 250 kWh per f.e (se bilaga 4). Intäkten för biogas är cirka 40 öre per kWh (Agrell, 2003; Grannas, 2003).

*Sammanlagd intäkt för biogas är 23 700 kr per f.e.*

## Resultat

- Vid införande av köksavfallskvarnar vid Sundsvalls sjukhus storkök minskar mängden matavfall till förbränning med 65 ton. Det medför att fjärrvärmeproduktionen och elproduktionen minskar med 66 MWh respektive 16 MWh (enligt uträkningar i bilaga 4).

### Minskad systemkostnad

**Tabell B5.3** Minskning av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering vid biologisk behandling av matavfall från storkök jämfört med förbränning.

	Köksavfallskvarnar (kr/f.e.)
Minskad insamling av avfall	65 000
Minskad förbränning	30 000
Ökad intäkt för biogas	24 000
Minskade interna transporter	91 000
<b>Totalt</b>	<b>210 000</b>

### Ökad systemkostnad

**Tabell B5.4** Ökning av systemkostnaden för Sundsvalls avfallshantering vid biologisk behandling av matavfall från storkök jämfört med förbränning.

	Köksavfallskvarnar (kr/f.e.)
Minskad intäkt fjärrvärme	33 000
Minskad intäkt el*	4 000
Investeringskostnad avfallskvarn	5 000
Ökad elförbrukning	100
Ökad tömning och transport av slam	182 000
Ökade kostnader vid Fillanverket	10 000
<b>Totalt</b>	<b>234 000</b>

\* Gäller endast efter den planerade utbyggnaden av förbränningsanläggningen vid Korstaverket.

## B5.2 Ekonomiska konsekvenser för hushållens avfallshantering

### Hemkompostering

- En kompostbehållare 300-375 liter kostar cirka 1 500 kr (inkl. moms) respektive 1 200 kr (exkl. moms) (Konsumtverket & Råd & Rön, 2002). Den ekonomiska livslängden är cirka 20 år (Plastsystem AB, 2003). Med en kalkylränta på 6 procent blir annuitetsfaktorn 0,087 (Andersson, 1991).

*Annualiserad investeringskostnad är 131 kr (inkl. moms) och 104 kr (exkl. moms) per hushåll och år.*

- Underhållskostnader för kompostbehållaren är inte medtagna.
- Mängd komposterbart avfall är 61 kg per person och år (Karlberg & Norin, 1999).

## Avfallskvarn

- En kvarn kostar cirka 3 800 kr (inkl. moms) respektive 3 000 kr (exkl. moms) och den ekonomiska livslängden är cirka 10 år (Karlberg & Norin, 1999). Med en kalkylränta på 6 procent blir annuitetsfaktorn 0,136 (Andersson, 1991).  
*Annualiserad investeringskostnad är 517 kr (inkl. moms) och 408 kr (exkl. moms) per hushåll och år.*
- Vattenförbrukningen ökar med 2 200 liter per hushåll och år vid införande av avfallskvarn (Karlberg & Norin, 1999). I Sundsvall är den rörliga vatten- och avloppsavgiften 12 kr per kubikmeter (inkl. moms) respektive 10 kr per kubikmeter (exkl. moms) (Östlund, 2003).  
*Vattenförbrukningskostnaden är 26 kr (inkl. moms) och 22 kr (exkl. moms) per hushåll och år.*
- Energiförbehovet är 4 kWh per hushåll och år (Karlberg & Norin, 1999). Marginalkostnaden för hushållsel är cirka 60 öre per kWh (inkl. moms) respektive 50 öre per kWh (exkl. moms) (Agrell, 2003).  
*Elförbrukningskostnaden är 2 kr (inkl. och exkl. moms) per hushåll och år.*
- Sundsvalls kommun har idag (2003) ingen extra avgift vid innehavande av kvarn.
- Underhållskostnader för kvarnen är inte medtagna.
- Mängd malbart hushållsavfall är 51 kg per person och år (Karlberg & Norin, 1999).

## Avfallstaxa

- Tabell B5.5 visar avfallstaxor för en- och flerfamiljshus som har betydelse för dessa beräkningar.

**Tabell B5.5** Avfallstaxa (inkl. moms) för enfamiljshus vid tömning var 14:e dag samt avfallstaxa (exkl. moms) för flerfamiljshus vid tömning varje vecka (Reko Sundsvall AB, 2003).

Bostadstyp	Storlek (liter/kärl)	Fast årskostnad (kr)	Hämtningsavgift (kr/tillfälle)
En- och tvåfamiljshus*	140	518	5,00
En- och tvåfamiljshus	190	805	5,40
Flerfamiljshus	370	1 261	6,45

\* Endast tillgänglig efter beviljad dispens från Miljökontoret, innebär krav på kompostering av hushållsavfall.

Till ovanstående kostnader tillkommer en viktavgift för enfamiljshus och flerfamiljshus på 1,07 (inkl. moms) respektive 0,86 (exkl. moms) kr per kilogram avfall.

## Resultat

Följande två alternativ undersöktes:

**Alternativ 1.** Ett enfamiljshus med 3 personer. Ett sopkärl på 190 liter byts ut mot ett sopkärl på 140 liter vid införande av en avfallskvarn eller en kompostbehållare.

**Alternativ 2.** Ett flerfamiljshus med 20 lägenheter och 50 personer. Införandet av antingen 20 stycken avfallskvarnar eller 10 stycken kompostbehållare medför att antalet sopkärl kan minskas med ett 370 liters sopkärl. Antalet sopkärl är baserat på att ett kärl rymmer cirka 50 kilogram avfall (Eriksson, 2003). Antalet kompostbehållare är baserat på att en behållare på 300-375 liter kan behandla avfall från 5 personer (Konsumentverket & Råd & Rön, 2002)

**Tabell B5.6** Totalkostnad vid införande av hemkompostering. Totalkostnad för alternativ 1 och alternativ 2 är inklusive moms respektive exklusive moms.

		Alternativ 1 (kr/hushåll, år)	Alternativ 2 (kr/år)	Alternativ 2 (kr/hushåll, år)
Kostnad	Investeringskostnad för kompostbehållare	131	1 040	52
Besparing	Minskad fast årskostnad	287	1 261	63
Besparing	Minskad viktkostnad	196	2 623	131
Besparing	Minskad hämtningsavgift	10	335	17
<b>Totalkostnad</b>		<b>- 360</b>	<b>- 3 179</b>	<b>-160</b>

**Tabell B5.7** Totalkostnad vid av införande av köksavfallskvarnar. Totalkostnad för alternativ 1 och alternativ 2 är inklusive moms respektive exklusive moms.

		Alternativ 1 (kr/hushåll, år)	Alternativ 2 (kr/år)	Alternativ 2 (kr/hushåll, år)
Kostnad	Investeringskostnad för avfallskvarn	517	8 160	408
Kostnad	Vatten- och elförbrukning	28	480	24
Besparing	Minskad fast årskostnad	287	1 261	63
Besparing	Minskad viktkostnad	164	2 193	110
Besparing	Minskad hämtningsavgift	10	335	17
<b>Totalkostnad</b>		<b>80</b>	<b>4 850</b>	<b>240</b>



## Bilaga 6 Sammanställning av enkätundersökning





## Bilaga 6 Sammanställning av enkätundersökning

### *Svarsfrekvens*

Svarsfrekvens	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Hushåll som besvarat enkäten	49	49
Hushåll som inte besvarat enkäten	51	51
Summa hushåll	100	100

### *Bostadstyp*

Bostadstyp	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Villa	16	33
Radhus	22	45
Lägenhet	11	22
Summa hushåll	49	100

### *Könsfördelning*

Könsfördelning	Antal personer	Procentuell fördelning (%)
Man	26	53
Kvinna	23	47
Summa personer	49	100

### *Åldersfördelning*

Ålder (år)	Antal personer	Procentuell fördelning (%)
18-25	-	-
26-35	5	10
36-45	5	10
46-55	15	31
56-65	10	20
Äldre än 65	14	29
Summa personer	49	100

### *Familjesammansättning*

Familjesammansättning	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Barnfamilj med en eller två vuxna	18	37
Ensamstående utan barn	5	10
Par utan barn	26	53
Summa hushåll	49	100

### *Lagade måltider i hemmet*

#### *Vardag*

Antal lagade måltider i hemmet	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Ingen måltid	1	2
En måltid	22	45
Två eller flera måltider	26	53
Summa hushåll	49	100

### Helgdag

Antal lagade måltider i hemmet	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Ingen måltid	-	-
En måltid	12	24
TVå eller flera måltider	37	76
Summa hushåll	49	100

### Hemkompostering

Hemkompostering	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Trädgårdsavfall	11	23
Matavfall	-	-
Trädgårdsavfall och matavfall	7	14
Inte alls	31	63
Summa hushåll	49	100

### Inställning till att installera en köksavfallskvarn

Inställning till köksavfallskvarn	Antal hushåll	Procentuell fördelning (%)
Positiv	16	33
Negativ	18	37
Tveksam	15	30
Summa hushåll	49	100

### Skäl till att vara positivt inställd till köksavfallskvarnar

Skäl till positiv inställning	Antal	Procentandel av positiva hushåll (%)
Bra för miljön	12	75
Bekvämt sätt att göra sig av med matavfall	14	88
Hygieniskt	8	50
Ekonomiskt gynnsamt i form av lägre sopavgift	11	69
Intressant att prova något nytt	4	25

### Övriga kommentarer

- Vilket pris är det på köksavfallskvarn inklusive installation? Kan man installera kvarnen själv?
- Räknar kallt med att Sundsvall Vatten installerar dessa helt gratis eller till mycket bra priser.

*Skäl till att vara negativt inställd till köksavfallskvarnar*

Skäl till negativ inställning	Antal	Procentandel av negativa hushåll (%)
Dyrt att införskaffa avfallskvarn	3	17
Osäkerhet i hur länge avfallskvarnen håller	7	39
Avfallskvarnen kanske krånglar mycket	9	50
Svårskött	3	17
Kan bli stopp i avloppet	5	28
Krångligt att ändra vanor	2	11
Svårt att använda vasken	5	28
Rädd att tappa värdesaker i avfallskvarnen	2	11
Avfallskvarnen kanske är farlig för barn	-	-
Troligen ej bra för miljön	1	6
Kan ge besvärande lukt	6	33
Kan medföra en störande ljudnivå	5	28
Tar stor plats under diskbänken	9	50
Hemkomposterar	2	11
Annat källsorteringssystem	1	6
För lite matavfall	2	11
Behöver mer information	2	11

## Övriga kommentarer

- Vad var priset?
- Med avfallskvarn antar jag att vattenförbrukningen ökar.
- Att transportera avfall i rent vatten kan inte vara vettigt.
- Under 60-talet var det populärt med avfallskvarn men blev senare förbjuden att installera på grund av att reningsverket ej kunde klara detta. Vad har blivit bättre idag. Bättre att kompostera hemma.

*Skäl till att vara tveksamt inställd till köksavfallskvarnar*

Skäl till tveksam inställning	Antal	Procentandel av tveksamma hushåll (%)
Dyrt att införskaffa avfallskvarn	5	33
Osäkerhet i hur länge avfallskvarnen håller	1	7
Avfallskvarnen kanske krånglar mycket	2	13
Svårskött	1	7
Kan bli stopp i avloppet	5	33
Krångligt att ändra vanor	3	20
Svårt att använda vasken	3	20
Rädd att tappa värdesaker i avfallskvarnen	-	-
Avfallskvarnen kanske är farlig för barn	1	7
Troligen ej bra för miljön	-	-
Kan ge besvärande lukt	4	27
Kan medföra en störande ljudnivå	3	20
Tar stor plats under diskbänken	8	53
Hemkomposterar	1	7
Annat källsorteringssystem	-	-
För lite matavfall	-	-
Behöver mer information	5	33

#### Övriga kommentarer

- Vad kostar inköp och installation?
- Gamla tiders avloppsrör rinner det inte bra i. Rötter från buskar och träd kan växa in i skarvarna.
- Jag skulle aldrig införskaffa en kvarn om det är jag som betalar för den! Dessutom tror jag att lukten till slut blir besvärande. Tanken är dock god.
- Ännu ett nytt moment som tar tid och kraft i hushållsarbetet.
- Ytterligare en dyr pryl. Avfallshantering bör skötas av folk vid central anläggning.

## Bilaga 7 Malförsök



## Bilaga 7 Malförsök

### Före malning



**Figur B7.1** Bitar av rått kött med medelstorleken 4x2,5 centimeter.

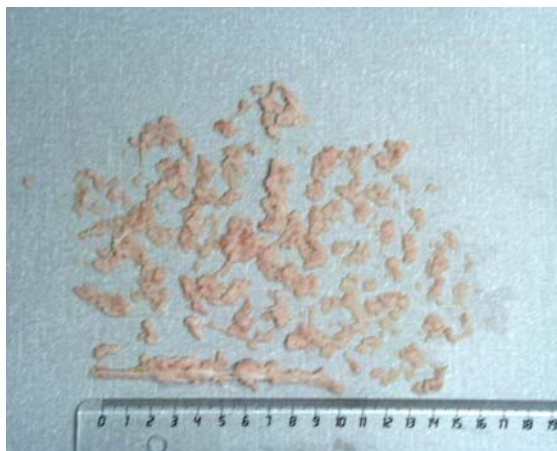


**Figur B7.3** Bitar av stekt kött med en medelstorlek på 4x2 centimeter.



**Figur B7.5** Kycklingben med storlekar mellan 4-10 centimeter.

### Efter malning



**Figur B7.2** Malt rått kött med en medelstorlek på 1 centimeter.



**Figur B7.4** Malt rått kött med en medelstorlek på 3 millimeter.



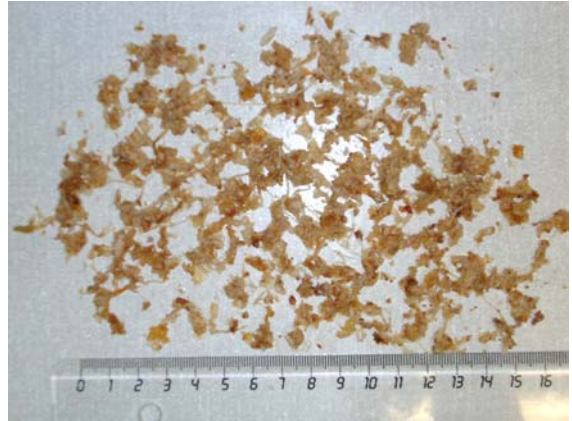
**Figur B7.6** Malda kycklingben med medelstorleken 3 millimeter.

### Före malning



**Figur B7.7** Kycklingskinn med en storlek på 3-15 centimeter.

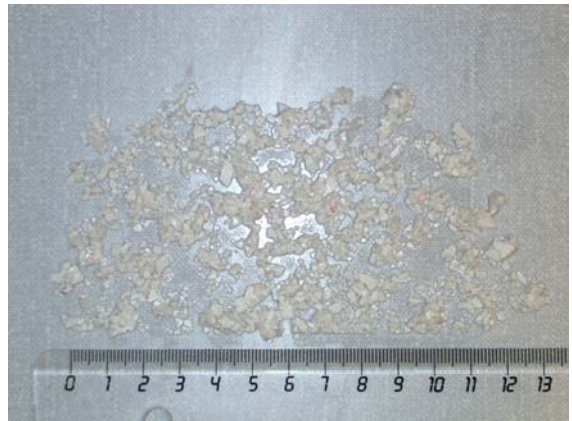
### Efter malning



**Figur B7.8** Malt kycklingskinn med en medelstorlek på 3 millimeter.



**Figur B7.9** Äggskal med en medeldiameter på 4 centimeter.



**Figur B7.10** Malda äggskal med en medelstorlek på 2 millimeter.



**Figur B7.11** Kockt spaghetti med en medellängd på 30 centimeter.



**Figur B7.12** Mald kockt spaghetti med medellängden 7 millimeter.



### *Före malning*



**Figur B7.13** Bananskal med en medellängd på 20 centimeter.

### *Efter malning*



**Figur B7.14** Malda bananskal med en medelstorlek på 4 millimeter.



**Figur B7.15** Bitar av apelsinskal med medelstorleken 5 centimeter.



**Figur B7.16** Malda apelsinskal med en medelstorlek på 2 millimeter.



**Figur B7.17** Apelsinklyftor med en medellängd på 5,5 centimeter.



**Figur B7.18** Malda apelsinklyftor med medelstorleken 2 millimeter.

### Före malning



**Figur B7.19** Potatisskal med längder mellan 1-9 centimeter.

### Efter malning



**Figur B7.20** Malda potatisskal med en medelstorlek på 4 millimeter.



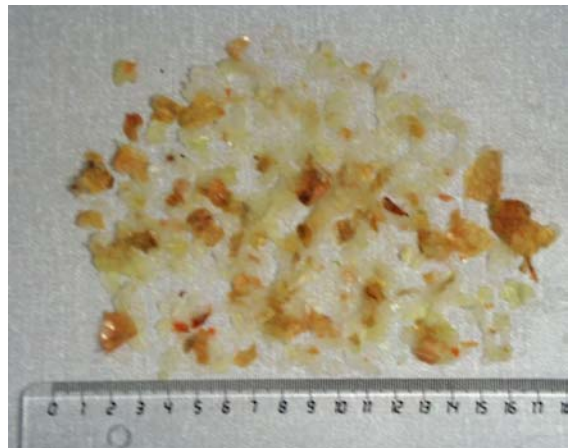
**Figur B7.21** Bitar av majscolv med en medellängd på 3 centimeter.



**Figur B7.22** Mald majscolv med medelstorleken 5 millimeter.



**Figur B7.23** Bitar av gul lök med en medellängd på 6 centimeter.



**Figur B7.24** Mald gul lök med en medelstorlek på 1 millimeter för skalet och 2 millimeter för lökköttet.