

**Göteborgs universitet**  
Projektarbete  
Kurs i Energisystem  
2002-02-10

# Återföra aska från avfallsförbränning Utopi eller verklighet?

Elin Löwendahl, Pernilla Ottosson, Charlotta Svensson, Frida Wahl

Handledare: Johan Swahn, Fysisk resursteori, Chalmers/ GU

## **Abstract**

The society of today produces large amounts of waste which is not sustainable in a future perspective. The waste in Sweden totalled 8,5 tonnes in the year of 2000. In this report the possibilities of returning the ashes from waste incineration, to forest and arable land, are investigated as an alternative to leaving it on landfills which is done today. The waste incineration plant in Sävenäs, Göteborg is also presented. Waste incineration produces flue gas cleaning rests, so called fly-ash, and slag. The slag consists of coarse particles, scrap iron, metals, glass and sand. The slag can be used as construction material in landfills or road constructions. The fly-ash consists of finer particles and contains a greater deal of contaminants. The fly-ash is today treated as harmful waste and is put on landfills. The composition of the ash depends on the properties of the waste combusted and other factors in the combustion process. A systematic investigation of the origin of the content is therefore essential to be able to eliminate harmful components from the ash. The opinions in the society vary widely concerning the possibilities to make use of the ashes from waste incineration. Some advocate further separation of the waste which enables the use of the ash from at least fractions of the waste. Others are of the opinion that the only utilisation for the ash is by using the slag as construction materials or a possible reuse of metals.

## **Sammanfattning**

Dagens avfallsproducerande samhälle är inte i tillräckligt stor utsträckning baserat på kretsloppstänkande. Sveriges totala avfall år 2000 uppgick till 8,5 miljoner ton. I denna rapport undersöks möjligheterna att återföra askan från sopförbränning till skogs- och åkermark, i stället för att deponera den vilket görs idag. Hanteringen av avfall vid avfallskraftvärmeverket i Sävenäs, Göteborg presenteras. Vid avfallsförbränningen bildas både rökgasreningrester och slagg, dessa två restprodukter benämns också flyg- respektive bottenaska. Bottenaskan består av grövre partiklar, järnskrot, metaller, glas och sand. Slaggen kan utnyttjas som konstruktionsmaterial vid deponier och vägbyggen. Flygaskan består av mer finkorniga partiklar än bottenaskan och innehåller också den största andelen miljögifter. Flygaskan behandlas idag som miljöfarligt avfall på deponier. Askornas sammansättning är beroende av bränslets egenskaper samt ett antal olika faktorer under förbränningen. För att kunna eliminera andelen miljöfarliga komponenter i askan förutsätts därför en systematisk undersökning av varifrån de olika ämnena härrör. Vissa samhällsaktörer förespråkar en ytterligare fraktionering av avfallet, vilket skulle möjliggöra nyttjandet av askan från vissa delar. Andra anser att enda användningsområdet är en utökning av slaggen som konstruktionsmaterial eller en eventuell metallåtervinning ur förbränningsaskan.

<b>1 Inledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Sveriges avfall</b> .....	<b>3</b>
2.1 Avfallsdefinition.....	4
2.2 Avfallshantering .....	4
2.3 Hög standard vid svenska avfallsförbränningsanläggningar .....	4
2.4 Sveriges avfallspolitik .....	5
<b>3 Avfallskraftvärmeverket i Göteborg</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1 Innehåll i avfallsfraktioner</b> .....	<b>6</b>
3.2 Förbränningsprocessen.....	7
3.2.1 Sorteringsanläggningen.....	7
3.2.2 Förbränningen .....	8
3.2.3 Rökgasrening .....	8
<b>4 Askornas innehåll</b> .....	<b>8</b>
4.1 Oorganiska komponenter .....	9
4.2 Dioxiner.....	10
4.3 Gränsvärden för askåterföring inom skogs- och jordbruk .....	11
<b>5 Olika uppfattningar om en möjlig askåterföring</b> .....	<b>12</b>
5.1 Att använda slaggen .....	12
5.2 Den kontaminerade flygaskan .....	13
5.3 Aska i kretslopp.....	13
<b>6 Författarnas synpunkter på askåterföring</b> .....	<b>14</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>16</b>
<b>Appendix 1</b> .....	<b>18</b>
<b>Appendix 2</b> .....	<b>20</b>
<b>Appendix 3</b> .....	<b>21</b>
<b>Appendix 4</b> .....	<b>23</b>

## 1 Inledning

Dagens industribaserade välfärdssamhälle bygger i stor utsträckning på enkelriktade flöden av material och energi som leder från naturresurs till avfall. Naturresurser utarmas samtidigt som avfall samlas på soptippar eller sprids i mark, vattendrag, hav och atmosfär.

I Sverige producerar vi nästan 8,5 miljoner ton avfall varje år. Ungefär 52% av detta läggs på deponi, 26% förbränns, cirka 17% går till återvinning och 5% till rötning eller kompostering<sup>1</sup>.

Dagens avfall innehåller miljögifter både i organisk och oorganisk form. Bland de oorganiska miljögifterna anses bly, kadmium och kvicksilver vara de allvarligaste. För att förhindra spridning av kontaminerande ämnen i naturen har man under de senaste decennierna vidtagit en rad åtgärder. Man har genomfört effektiviseringar inom transportsystem, centrala sorteringsverk och kontrollerad avfallsförbränning med effektivare gasrening. Hantering av miljöfarligt avfall och skötsel av deponier har förbättrats, källsorteringen har utvecklats och återvinning av papper och glas har ökat. Det finns dock fortfarande mycket att göra.

Att bränna avfall är ett sätt att utnyttja energin i avfallet och samtidigt minimera deponivolymen. Vid avfallsförbränning bildas aska i form av rökgasrester och slagg, dessa två restprodukter benämns även flyg- respektive bottenaska. Att använda denna aska är ett sätt att minska de enkelriktade flödena. I rapporten vill vi visa vad som idag hindrar en återföring av avfallsförbränningsaska till åker- och skogsmark. För att kunna göra detta krävs en översikt av askans komponenter. Vi har valt att göra vissa avgränsningar i arbetet eftersom det är svårt göra en övergripande studie över ett så komplext problem som avfallshantering. Därför innehåller arbetet vissa grundläggande fakta om askans komponenter utan att några direkta slutsatser har dragits utifrån dessa.

Studien omfattar vidare Göteborgs avfallshantering i syfte att få en bild, både av hur systemet ser ut idag och hur det kan se ut i framtiden. Fördelningen mellan hushållssopor och industriavfall redovisas samt olika avfallsfraktioner som kommer in till förbränning. En avgörande del för askans slutliga sammansättning är de olika förbränningsstegens utformning. Vilka ytterligare åtgärder behöver vidtas för att kretsloppet skall kunna slutas genom att återföra askan från det avfall som förbränns?

Förutom de rent tekniska lösningarna handlar problematiken också om samhällsrelaterade frågeställningar: Hur ser de aktörer som arbetar med avfall och avfallsfrågor på framtida möjligheter och visioner? Vilka samhällsaktörer kan och framför allt har viljan att påverka avfallshandlingens utveckling?

## 2 Sveriges avfall <sup>2</sup>

För att närmare kunna studera Sveriges avfallsförbränning och de askor som härrör från processen är en överblick av hela systemet av stor relevans. Nedan presenteras en definition av avfall, Sveriges avfallshantering samt viss avfallspolitik.

---

<sup>1</sup> Naturvårdsverket, *Regeringsuppdrag- Kartläggning av hur kommunerna planerar att omhänderta sitt avfall*

<sup>2</sup> Innehållet i kapitel två är främst taget från Svenska Renhållningsverkets hemsida, [www.rvf.se](http://www.rvf.se)

## 2.1 Avfallsdefinition

Sverige har sedan 1999 en lagstadgad definition av avfall. Definitionen, som är densamma i alla EU-länder, kommer från ett EG-direktiv om avfall och har förts in i den svenska miljöbalken. Med avfall avses varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med eller är skyldig att göra sig av med. Det är EG-domstolen som slutligen avgör om någonting är avfall eller inte. Till avfallsdefinitionen har en mängd skyddsregler om hanteringen kopplats. Dessa regler har som syfte att skydda miljön och människor mot skadliga ämnen och substanser. Avfallsdefinitionen är också kopplad till, men inte identisk med, en fördelning av det fysiska, ekonomiska och juridiska ansvaret för omhändertagandet.

## 2.2 Avfallshantering

Idag är ansvaret för Sveriges avfall uppdelat på tre olika aktörer. Industrier är ansvariga för sitt eget processavfall och landets kommuner ansvarar för hushållsavfallet. Vidare är producenter inom olika kategorier ansvariga att, enligt regeringens producentansvarsförordningar, omhänderta det avfall man har ”producerat”. Ansvaret omfattar förpackningar, returpapper, elektriska och elektroniska produkter samt däck och bilar. Hanteringen sker vanligen genom att företaget köper in tjänsten från en av marknadens avfallsentreprenörer.

Industriavfall har ingen egentlig definition, men är i praktiken det avfall som produceras av industrin men som inte är industrins egentliga produkt. För år 2000 finns det ingen fullständig kartläggning över industrins avfall vilket visar på stora brister. Över 90 % av industriavfallet insamlas av privata entreprenörer och över 75 % går till deponi. Tillgång till fullständig statistik över industriavfallet är naturligtvis avgörande för framtida planering och hantering.

År 2000 uppgick mängden hushållsavfall i Sverige till 3,8 miljoner ton. Ett villahushåll producerar i genomsnitt 11,3 kg avfall per vecka och ett lägenhetshushåll 7,2 kg per vecka. Hushållsavfall omfattar kärl- och säcksopor, grovavfall inklusive trädgårdsavfall, samt affärs- och kontorsavfall. Den del av hushållsavfallet som källsorteras och går till materialåtervinning genom producentansvar eller återvinns på annat sätt tillkommer. Av den totala avfallsmängden materialåtervinns 28,7 %. Till deponi förs 22,8 % och 9,5 % av hushållsavfallet komposteras eller rötas. Andelen hushållsavfall som går till förbränning är 38,5 % och det som räknas som farligt avfall och omhändertas på särskilt sätt är 0,5 %.

Den vanligaste metoden i Sverige för behandling av hushållsavfall är att genom förbränning ta tillvara den energi som finns i avfallet. Samtidigt som värme och i vissa fall el produceras vid förbränning, reduceras volymen till en tiondel av ursprunget och vikten till en fjärdedel. Det finns idag 23 anläggningar för förbränning av hushållsavfall i Sverige. Drygt hälften av landets kommuner levererar allt eller en del av sitt avfall till någon av dessa anläggningar. En ökad mängd energirikt industriavfall och ökad utsortering av organiskt material ur hushållsavfallet har gjort att avfallet blivit mer energirikt.

## 2.3 Hög standard vid svenska avfallsförbränningsanläggningar

Förbränning är ett fördelaktigt sätt att behandla avfall, men det förutsätter att den teknik som används kontinuerligt utvecklas, så att optimering av förbränningsprocessen möjliggörs och utsläppen till omgivningen kan regleras. Utvecklingen under de senaste 20 åren har drastiskt minskat utsläppen av en mängd farliga komponenter. Till exempel har utsläppen av dioxiner

minskat med 98 % sedan problemet uppmärksammades på 1980-talet och utgör numera en mindre del av samhällets totala dioxinutsläpp till luft. Majoriteten av Sveriges avfallsförbränningsanläggningar ligger idag långt under EG-direktivets gränsvärde på 0,1 ng dioxin per m<sup>3</sup> rökgas som lämnar skorstenen. En minskning på 90-99 % har, sedan 1980-talet, även skett för andra miljöskadliga utsläpp såsom väteklorid, kvicksilver, kadmium, bly och stoft. Kravet för stoft i EG-direktivet är 10 mg per m<sup>3</sup>, vilket en majoritet av anläggningarna klarar med god marginal. Samma sak gäller kvicksilver och kadmium där gränsvärdet ligger på 0,05 mg per m<sup>3</sup>. Däremot måste flera av anläggningarna vidta åtgärder för att klara kravet för väteklorid på 10 mg per m<sup>3</sup> samt för ett fåtal andra ämnen.

De jämförbart låga utsläppen från svenska anläggningarna beror på att toxiskt avfall i stor utsträckning sorteras bort innan förbränning. Förbränningsprocessen optimeras så att ett minimum av miljöfarliga ämnen bildas och rökgasreningen fångar upp större delen av de skadliga ämnen som inte bör släppas ut.

## 2.4 Sveriges avfallspolitik

Sveriges lagstiftning inom avfallsområdet kommer de närmaste åren att genomgå viktiga förändringar. I december 2000 antogs ett EG-direktiv som omfattar förbränning av avfall och farligt avfall. Direktivet, som gäller alla typer av förbränningsanläggningar, innebär bland annat striktare gränsvärden för utsläpp till luft och vatten samt ställer högre krav på förbränningsanläggningarnas driftteknik. Direktivet innebär också ökad information till myndigheter och allmänhet och ska vara infört i svensk lagstiftning i december 2002. Det gäller då direkt för nya förbränningsanläggningar medan befintliga anläggningar har ytterligare tre år på sig för klara en anpassning till de nya kraven.

Renhållningsförordningen §27, som trätt i kraft 1 januari 2002, innebär ett förbud mot deponi av utsorterat brännbart avfall. Ett liknande förbud gällande deponi av biologiskt avfall kommer att gälla från och med 1 januari 2005. Det är oklart om regeringens miljömål, en halvering av avfallsdeponering till 2005, kommer att uppfyllas som en följd av lagstiftningen. Ett stort antal av landets kommuner har ansökt om dispens från deponiförbudet. Trots att förändringen varit känd i mer än tre år, saknas förbränningsanläggningar med tillräcklig kapacitet. Upp emot hälften av Sveriges kommuner kommer troligen att beviljas dispens.<sup>3</sup>

Som en följd av den nya lagstiftningen gällande avfall, har kommunerna tvingats att genomföra omstruktureringar och planera för framtidens sophantering. 1998 deponerades i landets kommuner 4,8 miljoner ton avfall, varav 0,9 miljoner ton utgjordes av aska från energiutvinning samt schaktmassor vilka undantas från lagstiftningen.<sup>4</sup> Om förväntad andel sopor förbränns i stället för deponeras, kommer den sammanlagda ökningen av sopförbränning bli 45- 65% från 1998 till 2005. Detta innebär mer konkret en ökning av mängden avfall till förbränning från 2,2 Mton 1998 till 3,2- 3,6 Mton år 2005.<sup>5</sup>

## 3 Avfallskraftvärmeverket i Göteborg

Sedan avfallskraftvärmeverket i Sävenäs, Göteborg, togs i drift 1972 bränns där osorterat hushållsavfall samt en stor del av industriavfallet från Göteborgs kommun.

---

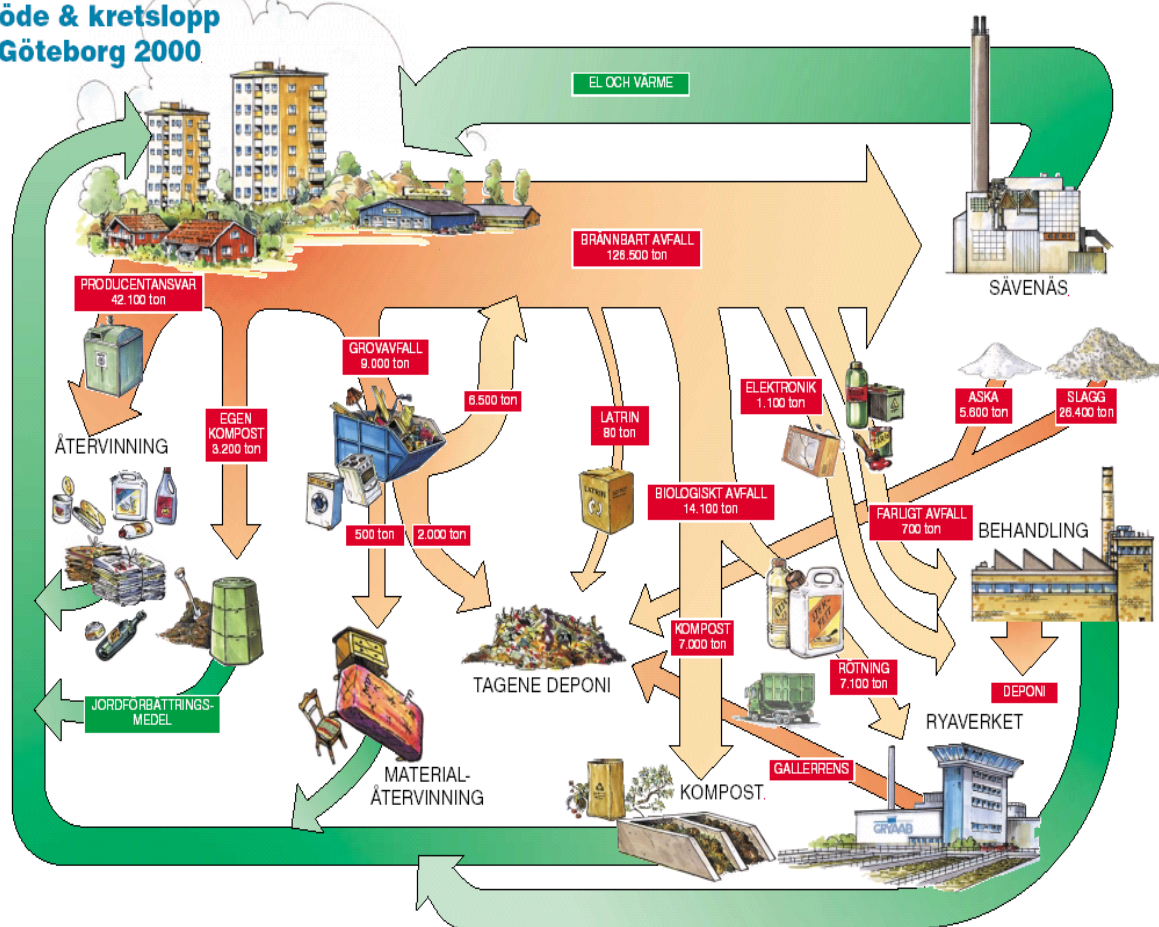
<sup>3</sup> Göteborgs- Posten, 011130

<sup>4</sup> Naturvårdsverket, Regeringsuppdrag - *kartläggning av hur kommunerna planerar att omhänderta sitt avfall*

<sup>5</sup> ibid

Förbränningsenergin används till fjärrvärme.<sup>6</sup> Genom att studera avfallsflöde, förbränningsprocess och rökgasrening vid detta avfallskraftvärmeverk erhålls en ökad förståelse för askornas sammansättning och egenskaper.

### Hushållsavfallets flöde & kretslopp i Göteborg 2000



Figur 1: Flöde och kretslopp av Göteborgs hushållsavfall år 2000<sup>7</sup>

I figur 1 visas flödet av Göteborgs hushållsavfall. Av det avfall som producerades år 2000 gick den största andelen, 126 500 ton, till förbränning. Av detta bildades 35 000 ton aska varav 26 400 ton utgjordes av slagg.<sup>8</sup>

### 3.1 Innehåll i avfallsfraktioner

För att optimera avfallsförbränningen och kartlägga innehållet i förbränningsaskan krävs kunskap om innehållet i de olika sopfraktionerna. Vid Renovas avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, har det under år 2000 utförts en studie vars syfte var att bestämma verkningsgraden för verket.<sup>9</sup> Beräkningarna krävde kartläggning av de sopor som går till förbränning. Studien

<sup>6</sup> [www.krets.goteborg.se](http://www.krets.goteborg.se), 011130

<sup>7</sup> ibid

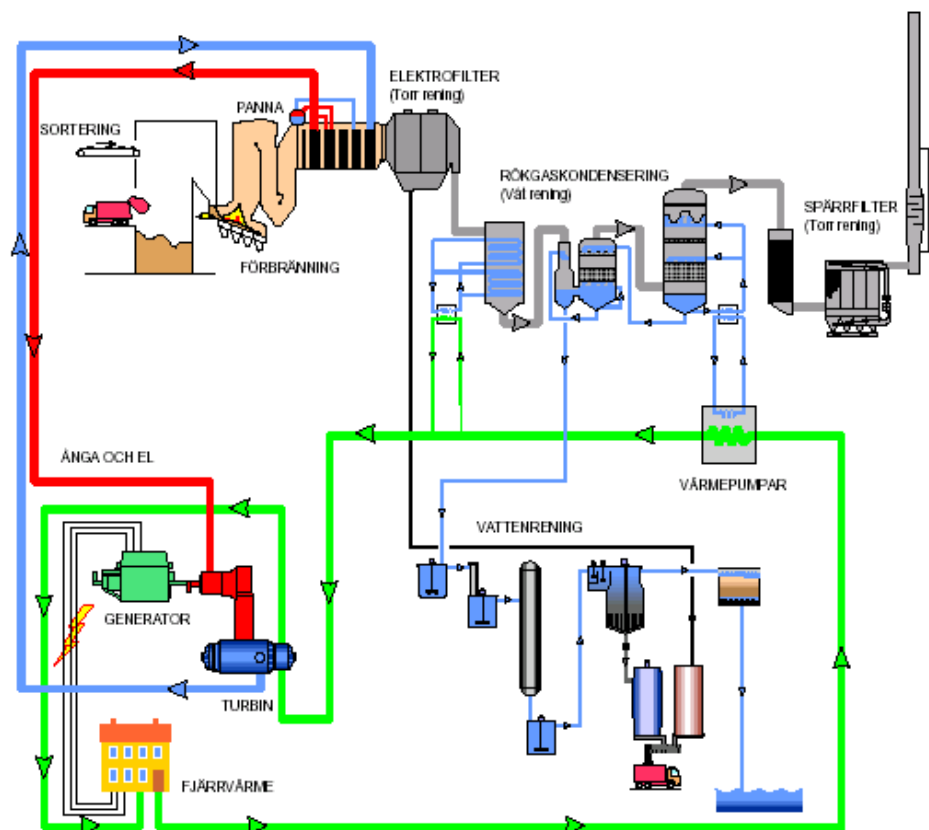
<sup>8</sup> Renova, *Avfallskraftvärmeverket i Sävenäs, Göteborg*

<sup>9</sup> N. Jacobsson, *Energy in waste and efficiency calculations for Sävenäs waste to energy plant*

gäller för det avfall som lämnades till förbränning till Sävenäs under 1999. Avfallet kan delas upp i fyra olika grupper som fördelar sig enligt följande; Hushållsavfall 58%, förbehandlat industri-, bygg-, och rivningsavfall 26%, verksamhetsavfall 12% samt övrigt avfall 4%. Sammanställningen av innehållet i de olika avfallsfraktionerna, se appendix 1, baserades på ett antal redan befintliga plockstudier.

### 3.2 Förbränningsprocessen

Hanteringen av avfall vid avfallsvärmeverket i Sävenäs beskrivs schematiskt enligt figur 2. Anläggningen består översiktligt av sortering, förbränning och rökgasrening.



Figur 2: Schematisk bild över avfallskraftvärmeverket i Sävenäs. Grovkornig bottenaska tas ut vid förbränningspannan. Elektrofiltret och spärrfiltret renar flygaskan. Slam från vattenrening blandas med flygaskan till en stabil restprodukt.<sup>10</sup>

#### 3.2.1 Sorteringsanläggningen

Avfallet sorteras och behandlas innan förbränning, se figur 2. Den första utsorteringen av miljöfarliga skrymmande material, till exempel kylskåp och gasflaskor, sker redan innan avfallet hamnar i avfallsbunkern. Obrännbart och olämpligt material, som skrot, sorteras ut manuellt vid ett observationsband. Halten av dessa material bör inte, för bibehållen förbränningseffektivitet, överstiga 5 % av den tillförda avfallsmängden i förbränningsugnen.<sup>11</sup> En del av det som sorteras bort, klipps sönder i grovsaxen och kan därefter återföras till bunkern. Järnskrot avskiljs i trummagneten och behandlingen är därefter automatiserad. I

<sup>10</sup> Renova, *Avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, Göteborg*

<sup>11</sup> Renova, *Miljörapport 2000*

hammarkvarnen krossas avfallet av en rotor. Det okrossbara materialet avskiljs till en särskild behållare. Det finfördelade avfallet siktas i en roterande cylindrisk trumma och tunga partiklar som grus och glas avskiljs och transporteras till avfallsupplag. Avfallet passerar sedan ytterligare en magnet för avskiljning av järn och plåtrester. Efter passagen genom sorteringsanläggningen återstår 80% av det ursprungliga materialet vilket transporteras till förbränningsanläggningen.<sup>12</sup>

### 3.2.2 Förbränningen

Bränslet töms i avfallsbunkern innan det matas in i ugnen. Rosten, som utgör ugnens botten flyttar bränslet framåt samt blandar om det för att öka förbränningen. När avfallet är helt utbränt återstår slagg som faller ner i ett vattenfyllt släckningstråg för nedkylning. Därefter förvaras det i slaggbunkern tills dess att borttransport sker till Tagene deponi. Slaggen utgör volymmässigt 5% eller 20 viktprocent av den inmatade avfallsmängden och består huvudsakligen av aska och obrännbara material som järnskrot, metaller, sand och glas. Järnskrot materialåtervinns för att användas som råvara vid stålframställning. Ur slaggen sorteras slaggrus, vilket exempelvis kan utnyttjas som konstruktionsmaterial vid deponier eller vägbyggen.<sup>13</sup> För att åstadkomma en fullständig förbränning av rökgaserna blåses sekundärluft och återförd rökgas in ovanför eldhärden. Rökgasåterföring gör att halten kväveoxider i utgående rökgaser sänks med 30 %. Kväveoxiderna reduceras även genom injicering av ammoniak i eldstaden vilket gör att de omvandlas till kvävgas och vatten.<sup>14</sup>

### 3.2.3 Rökgasrening

Det första steget i rökgasreningen är elektrofiltret, där 99% av partiklarna i rökgasen avskiljs. Denna aska kallas flygaska och utgör 3-5 viktprocent av tillförd mängd avfall. Rökgasens temperatur sänks för att kunna tvätta ur föroreningar. Gasen kommer i kontakt med processvattnet som cirkulerar och absorberar föroreningarna. Små stoftpartiklar, saltsyra, fluorvätesyra, kvicksilver och andra tungmetaller löses i vattnet som blir extremt surt. I kondenseringsreaktorn kondenseras 60% av rökgasen.<sup>15</sup> Föroreningar som dioxiner, vilka är stoftbundna, och fukt övergår till vätskefas som går till vattenreningen. Processvattnet har nu ett pH-värde på 0.5-1. Sista reningssteget för rökgaserna är spärrfiltret, vilket är ett så kallat slangfilter som består av temperaturlåligt textilmaterial. Sura gaser framför allt svaveldioxid reagerar med kalk och absorberas medan dioxin och tungmetaller binds av kol. Denna stoftbeläggning kallas recirk och blandas med flygaskan från elektrofiltret och slam från vattenrening till en stabil restprodukt. Denna rest deponeras och är klassad som farligt avfall.<sup>16</sup>

## 4 Askornas innehåll

Askornas innehåll är avgörande för vad de kan utnyttjas till. Idag innehåller de för mycket kontaminerande ämnen, till exempel metaller och dioxiner, för att kunna återföra dem till jorden och därmed sluta kretsloppet. Det finns även andra organiska komponenter än dioxiner i askan som inte omnämns, på grund av att uppgifter om dessa har varit svårtillgängliga. För att i framtiden kunna använda askorna, eller en del av dem, måste dess sammansättning nog

<sup>12</sup> Renova, *Avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, Göteborg*

<sup>13</sup> Renova, *Miljörapport 2000*

<sup>14</sup> Renova, *Avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, Göteborg*

<sup>15</sup> ibid

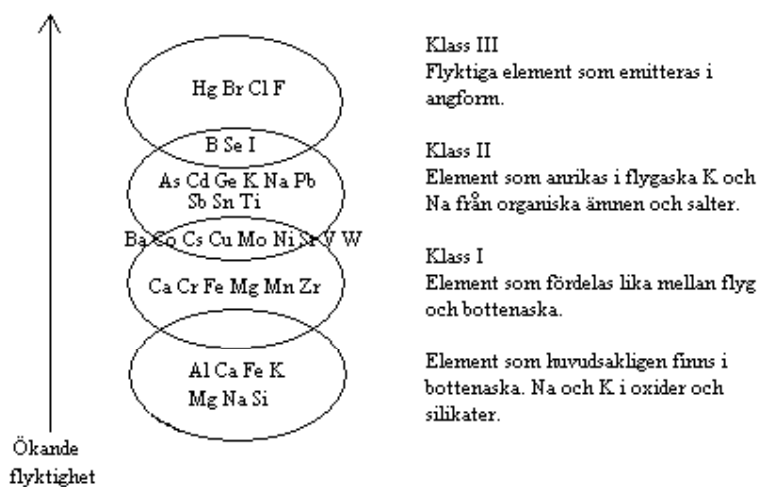
<sup>16</sup> Renova, *Miljörapport 2000*

utredas. Askornas sammansättning är beroende av bränslets egenskaper samt ett antal olika faktorer under förbränningen. Detta innebär att askorna från olika typer av förbränningsanläggningar uppvisar vissa gemensamma drag men har samtidigt stora variationer.

#### 4.1 Oorganiska komponenter

Ett avfallskraftvärmeverk som det i Sävenäs ger två typer av aska, botten- och flygaska. Flygaskan delas upp i elfilter- och spärrfilteraska på grund av differentierade egenskaper.<sup>17</sup> Oorganiska komponenter som mineral- och metallspecier i bränslet utsätts för en rad omvandlingar under förbränningen. Naturliga mineraler som ingår i bränslet frigörs, fraktioneras och sönderdelas kemiskt samtidigt som lättflyktiga metallföreningar förgasas under förbränningen. På grund av att de finaste askpartiklarna har en stor yta relativt sin vikt får man ofta en anrikning av metallsalter vid den finaste fraktionen, flygaskan, vilket har visats i flera undersökningar.<sup>18</sup>

Hur olika oorganiska ämnen fördelas mellan de olika askorna visas i figur 3. Ett antal element, aktuella vid förbränning, och deras relativa flyktighet vid en viss förbränningstemperatur<sup>19</sup> bidrar till de olika askornas sammansättning. Ett element som finns närvarande i mycket flyktiga former kan lättare transporteras med rökgasen och så småningom anrikas på partikelytor.



Figur 3: Elementens relativa flyktighet vid förbränningstemperaturer relaterat till fördelning mellan askflöden.

Bottenaskan består av relativt grova partiklar, tyngre metallfragment, oorganiska bränsleföreningar, sand, stenar, mineral och agglomerat av sand och aska.<sup>20</sup> Bottenaskans mineralogiska sammansättning domineras generellt av kvarts och olika silikater. Somliga av dessa har följt med bränslet in som föreningar och en del är produkter från reaktioner mellan kvartssanden och bränsleaskan. Innehållet av lösliga kalciumföreningar och salter

<sup>17</sup> Renova, *Miljörapport 2000*

<sup>18</sup> B-M Steenari Zareen Abbas, *Studier av metoder för stabilisering av sopförbränningsaska genom urtvättning av lösliga komponenter samt metoder för återvinning av metaller ur sådana askor*

<sup>19</sup> ibid

<sup>20</sup> Renova, *Avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, Göteborg*

är lågt, runt 1%. Det kan förekomma att halterna av sexvärt krom är så höga att gränsvärdet för lakvatten överskrids. Orsaken till detta kan vara att det finns kromater i bränslet eller att krom oxideras under förbränningen. Detta kan dock avhjälpas genom att askan blandas med sådan aska som innehåller metalliskt aluminium före deponering. Vid vätning sker ett antal kemiska reaktioner som leder till att Cr (VI) reduceras till Cr (III) som är svårösliga, vilket betyder att kromet inte urlakas.<sup>21</sup>

Flygaskan från elfiltret består av jämnare och finare partiklar, rester av karbonatmineral som till exempel kalцит samt salter av olika slag.<sup>22</sup> Även aluminium i metallform finns i denna aska. Kvarts och silikater förekommer men är inte så dominerande som i bottenaskan. Halten av lösliga komponenter är begränsad, dock högre än i bottenaskan. Vissa komponenters lakbarhet når nästan uppsatta gränsvärden, vilket gör att det blir gynnsamt att utveckla en enkel stabiliseringsmetod baserad på tvätt med vatten. Det som tvättas ur är huvudsakligen vanliga salter, som till exempel klorider och sulfater av alkalimetaller och även en del metaller. Tvättningen kan dock innebära vissa miljömässiga effekter beroende på efterbehandling.<sup>23</sup>

Askan från spärrfiltret är mycket finkorning och har höga halter av lättlösligt material, bland annat salter av en rad metaller samt kalciumoxid. Halten Ca i denna aska är tre gånger högre än i elfilteraska och åtta gånger högre än i bottenaska. Den höga lösligheten hos spärrfilteraskan gör att det inte är lämpligt att försöka stabilisera askan genom att tvätta den, däremot kan askan vara mycket lämplig för extraktion av metaller för återvinning.<sup>24</sup>

Olika parametrar vid förbränningen påverkar förångningen av olika element och därmed innehållet i askorna. En höjning av temperaturen i området 500- 900°C medför en ökad förgasning av olika element så som Co, Zn, Cu, Sb, Mn, Ni, Cd, Pb. Närvaro av klor gynnar metallförångning genom bildning av metallklorider, men är dock kritisk i andra avseenden, exempelvis genom bildning av dioxiner.<sup>25</sup>

## 4.2 Dioxiner

Dioxiner är en betydande grupp organiska föreningar som är vanligt förekommande i askor från sopförbränning. Dioxiner är direkt toxiska och anrikas dessutom i näringskedjorna. Människan utsätts för störst exponering via fet fisk och mejeriprodukter.<sup>26</sup>

Dioxiner är ett samlingsnamn för runt 200 olika polyklordibensofuraner (PCDF) och polyklordibensodioxiner (PCDD). Av dioxinerna räknas 17 stycken som giftiga och av dessa är 2,3,7,8-tetraklordibensodioxin (TCDD) absolut giftigast. TCDD-ekvivalenter används som ett mått för att beskriva dioxiners toxicitet.<sup>27</sup> Bildningen av dioxiner sker antingen genom termiska eller kemiska och biologiska processer. Vid termiska processer nybildas dioxiner antingen från rena grundämnen eller klorerade kolväten. Kemiska och biologiska processer innebär dioxinbildning vid lägre temperatur och sker bland annat genom bildning från specifika kemiska föreningar, fotokemiska reaktioner etc.<sup>28</sup>

<sup>21</sup> B-M Steenari Zareen Abbas, *opcit*

<sup>22</sup> *Avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, Göteborg, Renova*

<sup>23</sup> B-M Steenari Zareen Abbas, *opcit*

<sup>24</sup> *ibid*

<sup>25</sup> RVF, *Restprodukter vid rening av rökgaser från avfallsförbränning*,

<sup>26</sup> G. Petersson, *Kemisk miljövetenskap*

<sup>27</sup> RVF, *Förbränning av avfall*

<sup>28</sup> *ibid*

Dioxinkällor kan delas upp i primära och sekundära källor. Primära källor är de som beskrivs ovan, det vill säga den primära bildningen av dioxiner. Sekundära källor är sådana material som är kontaminerade av dioxiner vilka kan frigöras vid användning eller destruktion av produkten. Vid förbränning av avfall sker det dels nybildning men också viss nedbrytning av dioxiner. Utvecklingen av avfallsförbränningen har inneburit att utsläppen av dioxiner och andra föroreningar till luft har minskat betydligt och återfinns nu istället i askan, eller destrueras till följd av optimerade förbränningprocesser.<sup>29</sup>

Dioxiner som bildas eller frigörs vid sopförbränning härrör från vitt spridda källor. Några exempel är PCB och klorofenoler som förr användes som medium i elektriska komponenter respektive trädvirkesimpregnering mot svampangrepp, båda dessa är idag förbjudna i Sverige. PVC-plaster ger också stora bidrag till dioxinutsläpp vid förbränning.<sup>30</sup> Ett stort problem är att ovanstående dioxinkällor i stor utsträckning fortfarande finns kvar i många av dagens material och byggnader. Även hushållsavfall innehåller en hel del dioxiner, men detta är inte tillräckligt kartlagt för att några slutsatser skall kunna dras.<sup>31</sup>

Idag visar forskning att avfallsförbränning är ett sätt att föra ut dioxiner ur kretsloppet. Dioxiner i rökgasreningrester och slagg binds in så hårt att de med fördel läggs på deponi och därmed förs ut ur kretsloppet, vilket minimerar läckage till luft och vatten. Det sker dessutom en viss nedbrytning av dioxiner i rökgasreningrester och slagg.<sup>32</sup>

#### **4.3 Gränsvärden för askåterföring inom skogs- och jordbruk**

Om man skall utreda möjligheterna att sprida aska på skogs- och åkermark är det intressant att undersöka gränsvärden för dessa områden. Vi har tagit med de värden som gäller för spridning av slam på åkermark och aska på skogsmark, se Appendix 2 och 3<sup>33</sup>. Vi hoppas att detta kan vara användbart för eventuell vidareutveckling av detta arbete.

När det gäller en eventuell spridning av askan på åkermark finns riktlinjer för hur spridning av gödsel skall gå till och även i vilka kvantiteter ämnen får spridas. När det gäller gränsvärden för vegetation utgår man från den mängd av ett ämne som växten tar upp. Skogsstyrelsen har tagit fram rekommendationer i samråd med Naturvårdsverket om vilka kvantiteter av ämnen som får tillföras skogsmarken och även hur gödsling bör ske. Naturvårdsverket utgår alltid från skogen behov av näringsämnen. Om det till exempel genom avverkning sker ett stort uttag av näringsämnen från marken behöver detta kompenseras med gödsel.

Kompensationsgödsling bör i första hand ske genom tillförsel av aska. Askans som sprids i skogsmark bör ha sitt ursprung i biobränsle samt följa de riktlinjer som anges i Skogsstyrelsens PM om askkvalitet.<sup>34</sup> Viss inblandning av aska från annat bränsle är dock inget hinder. Den totala tillförseln av tungmetaller och andra skadliga ämnen får per omloppstid inte vara högre än vad som förs bort genom det totala biomassauttaget. Ämnen som inte är naturliga i biomassan skall heller inte tillföras marken. Askans bör vara stabiliserad

---

<sup>29</sup> RVF, *Förbränning av avfall*

<sup>30</sup> G. Petersson, *Kemisk miljövetenskap*

<sup>31</sup> RVF, *Förbränning av avfall*

<sup>32</sup> RVF, *Slutsatser från dioxinstudien och förslag till fortsatt arbete för att utveckla förbränning av avfall på bästa sätt.*

<sup>33</sup> [www.environ.se](http://www.environ.se), 020108

<sup>34</sup> Skogsstyrelsen, rapport *Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling*

och långsamlöslig. Det pågår forskning om hur askan skall behandlas för att få de egenskaper som efterfrågas.<sup>35</sup>

## 5 Olika uppfattningar om en möjlig askåterföring

För att få en uppfattning om möjligheterna till askåterföring från avfallsförbränning, har vi haft kontakt med ett flertal personer. Nedan presenteras åsikter från bland annat Kaj Andersson på Kretsloppskontoret, olika företrädare för avfallsbolaget Renova, representanter för Sveriges Renhållningsverksförening och forskare på Chalmers tekniska högskola.

Kretsloppsnämnden har ansvar för och tar besluten om avfallshanteringen för Göteborgs kommun. Kretsloppskontoret ser till att de politiska besluten genomförs samt sköter kontakterna med allmänhet och entreprenörer. Renova är ett företag som ägs av ett stort antal västsvenska kommuner och erbjuder tjänster inom avfallshandling såsom insamling, transport och sortering. Idag har Renova monopol på området men ska år 2003 konkurransutsättas, vilket kommer att leda till en rad förändringar.

### 5.1 Att använda slaggen

Många avfallsförbränningsanläggningar är idag kraftvärmeverk där man primärt inte ser askan som en resurs. Vid införandet av deponiskatt på avfall ökade intresset att nyttogöra askan och slammet för att bli kvitt en utgift, deponiavgiften. Kretsloppskontoret har gett Renova rekommendationer att använda slaggen som markfyllnad vid vägbyggen, som dränlager samt andra områden där risk för lakning inte föreligger. Detta är enligt Kretsloppskontoret de möjliga alternativ som finns för askanvändning idag. Enligt Kaj Andersson, förvaltningschef på Kretsloppskontoret i Göteborg, skulle slagg kunna ha använts som utfyllnad av Ljungskileviken vid konstruktion av E6. Det material som användes var hundratals ton vulkanaska från naturskyddat område på Island medan slagg på Tagenedeponin har liknande bärkraftiga egenskaper.

Även Christer Lundgren, chef på Renovas avdelning för miljö och utveckling, anser att det utsorterade slaggruset kan användas som konstruktionsmaterial vid deponier och vägbyggen. Han hoppas att användningen av denna produkt ska kunna ersätta naturgrus i framtiden. Problemet idag är inte att använda produkten utan att övertyga inköparna om att den fungerar bra. Lundgren tror att Renova kommer att få betala användaren av slaggen men att det på sikt är möjligt att få avsättning för materialet. Kostnaden bör dock understiga deponeringsavgiften för slaggen.

Liksom Christer Lundgren tror Johan Sundberg på Energiteknik, Chalmers, på en ökad användning av slagg som ett alternativ till naturgrus. Sverige regelverk och relativt stora resurser av naturgrus missgynnar dock en användning av slaggen. Däremot sker viss export av slaggen till andra länder.

Naturvårdsverket godkänner användning av slagg som konstruktionsmaterial till vägar. Idag krävs en anmälan och förslag på kontrollprogram till myndigheterna för projekt där slaggrus används. Före godkännande ges görs en prövning med avseende på läckage vid den plats där slaggen ska användas. Arbetet måste kontrolleras eftersom slaggen innehåller en del kontaminerande ämnen.. Sydvästra Skånes avfallshandlingsföretag, SYSAV i Malmö säljer

---

<sup>35</sup> smn.environ.se, 020107

redan idag slaggen som konstruktionsmaterial<sup>36</sup>. Vid användandet av slagg kan en viss försaltning påvisas men man har inte sett några problem med tungmetaller Christer Lundgren hävdar dock att slagg visat sig kunna läcka mindre än betongkross..

## 5.2 Den kontaminerade flygaskan

Christer Lundgren säger att *”flygaskan är en restprodukt som innehåller så otroligt mycket gifter att det inte är att tänka på att sprida i skogen eller liknande”*. Han menar att ämnen som binds in i askan och läggs på deponi hindrar en spridning av miljöfarliga ämnen som inte bör hamna i kretsloppet. Miljöpåverkan från deponierna härrör i sin tur från eventuellt läckage. Avfallet i form av flygaska skulle dock kunna användas som konstruktionsmaterial om det förglasas vilket ger en kemiskt stabil produkt som förhindrar läckage. Men omvandlingen är mycket dyr och det finns endast ett fåtal försöksanläggningar. Lundgren menar att det är mycket långt kvar tills sådant material kan börja användas.

Johan Sundberg anser att vi i dagsläget är långt ifrån ren flygaska och en deponering av flygaskan är väsentligt för miljön. Förbränningen är det ställe i avfallshanteringsystemet där avfallet metodiskt renas från bland annat tungmetaller vilket ger en koncentrerad reningsrest som kan deponeras enligt särskilda krav.

## 5.3 Aska i kretslopp

Enligt Christer Lundgren finns intresse på Renova att använda askan i ett kretslopp men tror att det är långt kvar till ett fungerande system. Renova forskar inte på askåterföring då allt arbete med denna typ av framtidsvisioner sker i Svenska renhållningsverksföreningen (RVF), där bland annat alla avfallsbolag är medlemmar. Åsa Hagelin på RVF menar dock att askåterföring inte är något man ser som en möjlighet eftersom rökgasreningsresterna klassas som farligt avfall. Forskning inom området är inget man arbetar med idag på RVF och som Hagelin uttrycker sig *”känns detta mycket, mycket avlägset”*. RVF bedriver däremot forskningsprojekt vad gäller slagg som ersättning för naturgrus.

På Renova menar man att om askorna ska kunna användas på ett hållbart sätt, kan separatförbränning av komposterbart material vara ett alternativ till biologisk behandling. Vid förbränning förångas metaller som till exempel kvicksilver medan fosfor finns kvar. Denna aska skulle, under rätt förutsättningar, kunna användas för att gödsla energiskog. Enligt Christer Lundgren har Renova i dagsläget inget direkt intresse att fraktionera soporna ytterligare för att förbränna de renare soporna med biobränsle. Askan från sådan samförbränning skulle kunna användas men eftersom askorna från biobränsle också är svåra att få avsättning för blir det inte bättre av att smitta ner det ytterligare med avfall menar Lundgren.

Kaj Andersson ser en positiv utveckling från det att förbränningsstationerna byggdes, med avsikten att bli kvitt en volym sopor, till dagens förbränning som främst handlar om energifrågor. Han anser vidare att askåterföring förutsätter väldigt rent material in i avfallsförbränningsanläggningen vilket kräver en hög grad av sopsortering. Dagens biobränslepannor har tillräckligt homogent och rent bränsle för att askåterföring till skogsmark ska vara möjlig. Tanken är att liknande applikationer från avfallsförbränning ska kunna möjliggöras. Andersson säger att det finns en paradox i att ju mer vi förbehandlar avfallet desto dyrare blir det. En viss höjning av priset för avfallshantering, som idag utgör

<sup>36</sup> kommentar: se [www.sysav.se/det\\_har\\_ar\\_sysav/anlaggningar.html#3](http://www.sysav.se/det_har_ar_sysav/anlaggningar.html#3) för vidare information

drygt en procent av hushållens totala inkomster, borde dock vara möjlig. Andersson tror att det inom ett tjugoförårs perspektiv borde vara rimligt med så välsorterade bränslefraktioner att förbränningen kan styras och på så sätt förbättra askhanteringen.

Catrin Björkman, informationsansvarig på Renovas infocenter, ser, framförallt i sitt möte med utländska gäster, att Sveriges avfallshantering med effektiv förbränning och rökgasrening är mycket väl utvecklad. Johan Sundberg är, som Björkman, positiv till ökad fraktionering för att möjliggöra spridning av viss aska. Sundberg påpekar att om bottenaskan krossas skulle det rent praktiskt kunna spridas ut som gödningsmedel. Kvävet skulle dock gå förlorat medan fosfor- och kaliumbehoven skulle kunna tillgodoses. Han nämner ett pågående projekt från Falu kommun med fosforurskiljning ur slamförbränningsaska för gödselanvändning.

Kaj Andersson redogör för några fraktioner han anser vara godtagbara att sprida ut askan från redan idag. Bygg och rivningsmaterial, som är rent trä och dessutom är ett bra bränsle, är en sådan fraktion. Matavfall, är bra ur kemisk synpunkt men dess energivärde är lågt på grund av den höga vattenhalten. Plast så som polyeten, polypropen, polystyren är rena kolväten och dominerar livsmedelsförpackningar. Sådana plaster innebär inga miljöskadliga ämnen i askan.

Kaj Andersson menar att väldefinierat, fraktionerat bränsle möjliggör en härledning av askinnehållet. Ett välsorterat och homogent bränsle ger dessutom en högre verkningsgrad vid förbränning. Ökad fraktionering möjliggör även effektiv förbränning i enklare och mindre pannor. Han tror dock att viss mängd avfall även i framtiden kommer läggas på deponi, till exempel tungmetaller. Enligt Andersson kommer all flygaska förmodligen aldrig utnyttjas, men utvinning av tungmetaller kan bli aktuell. Teknik för metallutvinning ur deponier finns i USA, men är idag mycket dyr.

Sakari Lemmetti<sup>37</sup>, ingenjör vid Renovas avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, ser inte några problem med att separera olika fraktioner vid förbränning. Vid Sävenäs finns tre förbränningslinjer som relativt enkelt kan användas för separat förbränning av olika avfallsfraktioner. Både Kaj Andersson och Sakari Lemmetti på Renova, anser att det först och främst är industrin som måste bli bättre på att fraktionera sitt avfall. I appendix 1 finns tabeller över de fyra olika avfallsfraktioner som kommer in till Sävenäs, vilka bekräftar industriavfallets inhomogenitet.

## 6 Författarnas synpunkter på askåterföring

För att kunna sluta kretsloppet genom att använda aska från avfallsförbränning krävs genomgripande förändringar i hela samhället. Det som tillförs systemet kommer att finnas kvar också i förbränningsresterna, vilket visar på vikten av att de kontaminerande ämnen aldrig tillförs i första ledet. Problemet ligger i att hitta incitament för att få främst producenter men också konsumenterna att tänka långsiktigt. Dels måste politiska beslut tas för att tvinga fram en förändring men det krävs också en allmän attitydförändring och ökad medvetenhet.

Ett steg på vägen till det hållbara samhället är dagens källsortering. Trots att det finns kritiker till detta system, som ibland kan framstå som något invecklat, tror vi att det är bra då det leder till en ökad insikt och förståelse hos allmänheten. Om avfallsproblematiken skall kunna lösas behöver gemene man vara delaktig i processen. Först då kan pressen på producenterna bli så stor att företagen antar en genomgripande miljöpolicy.

<sup>37</sup> Samtal med Sakari Lemmetti, 011219

Även om vissa samhällsaktörer är negativa till askåterföring, skulle detta inom en överblickbar framtid kunna realiseras genom ökad fraktionering och samförbränning med biobränsle. Vi har fått intrycket att den negativa inställningen främst beror på att det fattas ekonomiska incitament eftersom det idag inte finns någon efterfråga på aska från samförbränning. Eftersom många anser att askåterföring från avfall inte är någon realitet satsas heller inte någon forskning på detta. På Sävenäs avfallskraftvärmeverk finns dock en positiv attityd till att samförbränning skulle vara möjligt rent förbränningstekniskt. Sävenäs har tre olika förbränningslinjer varav minst en skulle kunna avsättas för det utfraktionerade miljövänliga bränslet. Problemet är att det avfall som lämnas till förbränning är långt ifrån tillräckligt sorterat. Industrin måste, som bland annat Kaj Andersson nämner, bli bättre på att sortera sitt avfall. Vi tror att ett steg på vägen är ett system som liknar hushållens källsortering.

Det finns idag allvarliga brister i statistiken över Sveriges avfall. Dokumentation och provtagning måste utföras kontinuerligt för att få ett tillförlitligt material som grund för ytterligare utveckling av systemet. Förbättrad statistik är ett första steg mot att kunna kartlägga varifrån kontamineringen härrör och därmed en möjlighet att kunna separera ut homogena ofarliga bränslen ur avfallet. Det räcker inte att undersöka kvantiteter av avfallsfraktioner eller föroreningar i rökgasreningrester utan sambandet mellan dessa måste kartläggas.

Vi tror att det i framtiden kommer vara möjligt att använda största delen av avfallsförbränningsaskan i ett slutet kretslopp. Detta kräver stora förändringar av dagens samhälle. Avfall som uppkommer vid produktion samt varor som tillverkas måste uppfylla vissa kriterier. Dels måste dessa vara ofarliga för miljön men också enkla att fraktionera efter slutanvändning. Den omställning som eftersträvas bör därför ses i ett längre tidsperspektiv och måste ske i vissa delsteg. I dag kan till exempel deponering av askan ses som något positivt eftersom den innehåller en stor mängd miljöfarliga ämnen. Deponering blir då ett sätt att föra ut föroreningar ur kretsloppet. Men ett system som bygger på deponi kan endast accepteras som en temporär lösning och är inte hållbar i ett framtida perspektiv.

Idag pågår forskning för att undersöka slaggens egenskaper som konstruktionsmaterial vid deponier och vägbyggen. Vi förhåller oss lite skeptiska till detta användningsområde eftersom vi anser att vägbyggen inte bör vara den enda möjliga avsättningen för slaggen. Detta kan dock ses som ett steg på vägen men inte som en slutgiltig lösning och efter hand som slaggen blir renare borde ett flertal avsättningsområden bli möjliga.

Enligt Skogsstyrelsen finns det inget som förhindrar spridning av aska från samförbränning på skogsmark. Vi har valt att ta med gränsvärden för olika substanser vad gäller spridning av aska på skogs- och åkermark. Genom att ta fram dessa värden hoppades vi kunna göra en jämförelse med förbränningsaskan sammansättning. Jämförelsen är intressant men vi har tyvärr inte, inom ramen för detta arbete, kunnat dra några slutsatser. Vi vill dock poängtera att Skogsstyrelsens norm är att ämnen som inte finns naturligt i biomassan inte får tillföras vid gödsling. Vad gäller åkermark utgår man från gränsvärden för ämnen som får finnas i växten.

Slutligen vill vi påpeka att det som har störst betydelse för framtidens avfallshantering och möjligheter att sluta kretsloppet av naturresurser och produkter är vilka material och ämnen vi utvinner och använder och till sist stoppar in i avfallssystemet. ”*Shit in, shit out*” helt enkelt!

## Referenser

### Litteratur

Göran Petersson, *Kemisk miljövetenskap*, institutionen för Kemisk miljövetenskap, Chalmers, Göteborg 1999

### Rapporter

B-M Steenari och Zareen Abbas, *Studier av metoder för stabilisering av sopförbränningsaska genom urtvättning av lösliga komponenter samt metoder för återvinning av metaller ur sådana askor*, Report OOK 01:08 ISSN 0283-8575, Avdelning för oorganisk miljökemi Chalmers Göteborg, 2001.

Naturvårdsverket, *Regeringsuppdrag- kartläggning av hur kommunerna planerar att omhänderta sitt avfall*, 000629

Niclas Jacobsson, *Energy in waste and efficiency calculations for Sävenäs waste to energy plant*, Göteborg, 2001

Nils Ahlgren och Stellan Marklund, *Förbränning av avfall RVF rapport 01:13*, Svenska Renhållningsverksföreningen, 2001

Renova, *Avfallskraftvärmeverket i Sävenäs, Göteborg*

Renova, *Miljörapport 2000 för avfallskraftvärmeverket och sorteringsanläggningen, inklusive återvinningscentralen vid Sävenäs*, Rapport MU 01:006, Göteborg ,010326.

Sten Kullberg, *Restprodukter vid rening av rökgaser från avfallsförbränning Erfarenheter från svenska undersökningar och anläggningar, rapport nummer 2*, Svenska Renhållningsverksföreningen, 1995.

Svenska Renhållningsverksföreningen, *Slutsatser från dioxinstudien och förslag till fortsatt arbete för att utveckla förbränning av avfall på bästa sätt*, 2001

### Tidningsartikel

Ledare: *Undvik dyr kompostering!* sida 2, Göteborgs- Posten, 011130

### Webbsidor

<http://www.environ.se/dokument/lagar/foeskri/snfstext/1994-2.htm>, Kitty Victor, 020108

<http://www.goteborg.se> Göteborgs Stad, 011130

<http://www.krets.goteborg.se>, Kretsloppskontoret, 020108

<http://www.svo.se/forlag/meddelande/1518.pdf>, Skogsvårdsstyrelsen, 020107

<http://www.rvf.se>, Svenska renhållningsverksföreningen, 020107

<http://smn.environ.se>, Naturvårdsverket, 020107

## Övriga källor

Johan Sundberg, Avdelningen för Energiteknik, Chalmers tekniska högskola, 020108

Kaj Andersson, förvaltningschef på Kretsloppskontoret, 011129

Catrin Björkman, informationsansvarig Renova avfallskraftvärmeverk, 011219

Krister Lundgren, chef på avdelningen för miljö och utveckling Renova, 011129

Sakari Lemmitti, ingenjör Renova avfallskraftvärmeverk, 011219

Åsa Hagelin, sekreterare arbetsgrupp Förbränning av avfall, energiutvinning RVF, 02

## Appendix 1<sup>38</sup>

Tabell 1: Innehåll i det hushållsavfall som hanterades på Sävenäs 1999.

<b>Hushållsavfall</b>	
<b>Undergrupp</b>	<b>Vikt %</b>
Organiskt hushållsavfall	36,1- 44,0
Papper/Kartong	9,9- 12,5
Trädgårdsrester	5,2- 9,6
Sanitärt avfall	5,1- 7,9
Plast (kolväte)	6,6- 7,3
Mjukt papper	5,9-7,3
Textilier, gummi och läder	2,1-5,9
Laminat papper/plast	1,8- 4,7
Övrigt	resterande

Tabell 2 Innehåll i det verksamhetsavfall som hanterades på Sävenäs 1999.

<b>Verksamhetsavfall</b>	
<b>Undergrupp</b>	<b>Vikt %</b>
Papper/Kartong	25- 35
Trä	20-30
Plast (kolväte)	3,9-11,7
Plast (övriga)	1,1-3,3
Textilier, gummi och läder	1- 5
Övrigt brännbart avfall	0-5
Övrigt icke brännbart avfall	resterande

Tabell 3 Innehåll i förbehandlat industri-, bygg- och rivningsavfall som hanterades på Sävenäs 1999.

<b>Förbehandlat industri-, bygg- och rivningsavfall</b>	
<b>Undergrupp</b>	<b>Vikt %</b>
Trä	47,3
Papper/kartong	24,5
Plast (kolväte)	7,6
Plast (övriga)	2,2
Textilier	3,8
Metall	3,8
Gummi	1,9
Laminat	0,9
Övrigt brännbart avfall	1,4
Övrigt icke brännbart avfall	6,6

<sup>38</sup> N. Jacobsson, *Energy in waste and efficiency calculations for Sävenäs waste to energy plant*

Tabell 4 Innehåll i övrigt avfall som hanterades på Sävenäs 1999. Då vikten är känd för de olika undergrupperna anges enheten i ton avfall.

<b>Övrigt avfall</b>	
<b>Undergrupp</b>	<b>Vikt (ton)</b>
Papper	245
Trä	3200
Plast <sup>39</sup>	8391
Olja	12
Färg	613
Medicinskt avfall	13
Sekretessavfall	410
Bilskrot (lättare delar)	473
Farligt avfall	604
Farmaceutiskt avfall	12
Övrigt oljekontaminerat avfall	375

<sup>39</sup> Kommentar: Består av kolväte-, PVC- och polyuretanplaster samt övrigt förekommande plaster.

## Appendix 2<sup>40</sup>

Tabell 5: Innehållet i aska från avfallskraftvärmeverk i Sävenäs.

Element	Bottenaska BFB1	Vändschakts- aska BFB1	Cyklonaska BFB1	Filteraska BFB1	Cyklonaska BFB2
	mg/ kg	mg/ kg	mg/ kg	mg/ kg	mg/kg
Ca	43300	54920	120000	363000	148000
Na	37530	25480	25370	31800	20300
K	24860	19800	17180	22800	16700
Al	52260	70120	118500	22200	
Fe	20950	34440	33920	5600	31900
Si	326000	300800	199800	32700	
Mg	6180	7840	16430	10100	15400
Mn	535	1022	2188	574	1980
S	734	2380	5570	19400	
P	1615	4670	6780	4000	
Ag	0,454	0,796	0,811	0,48	
As	31,2	29	45,65	82,8	
Ba	1075	1300	2230	766	
Be	1,73	1,88	2,35	1,17	
Cd	1,18	6,39	9,52	88,6	19
Co	13,1	19	33,95	18,8	
Cr	357	283	407	194	400
Cu	1785	3150	3155	5400	9200
Hg	0,33	0,35	0,35	2,81	
Mo	13,86	27,6	22,9	0,001	
Ni	66,75	87,85	122	31,9	250
Pb	271	682	1055	5730	1900
Sn	77	123	28,6	23,8	
Sr	225	229	348	501	
Tl	2850	5570	7164	1860	
V	25,15	44,15	53,75	14	
Zn	1440	2790	6050	5780	13200
Zr	185	177,5	30,6	36	
S <sup>2-</sup> (% by weight)	0,029	0,027	0,049	0,69	
CaS (% by weight)	0,066	0,06	0,11	1,54	
Total unburned matter ( % by weight )	0	0,08	0,3	0,02	

<sup>40</sup> B-M Steenari Zareen Abbas, *opcit*

## Appendix 3<sup>41</sup>

*Tabell 6: Ämnestillförsel till åkermark via avloppsslam.  
Maximal mängd totalfosfor per hektar som vid tillämpning av 5 §  
högst får tillföras åkermark via avloppsslam*

Jordens fosforklass <sup>1</sup>	Kilogram per hektar och år Årsmedelvärde	Kilogram per hektar och spridningstillfälle
I och II	35	245
III–V	22	154

<sup>1</sup> Lättlöslig fosfor (P-AL): [SNFS 1998:4](#)

Klass mg per 100 gram torr jord

I	<2
II	2,0 — 4,0
III	4,1 — 8,0
IV	8,1 — 16,0
V	>16

Vid varje slamspridningstillfälle får maximalt spridas 250 kg totalfosfor per hektar på jordar i fosforklass I och II, respektive 160 kg totalfosfor per hektar på jordar i fosforklass III-V.

*Maximal mängd ammoniumkväve per hektar som vid tillämpning  
av 5 § högst får tillföras åkermark via avloppsslam*

Kilogram per hektar och år	Kilogram per hektar och spridningstillfälle
150	150

Tillförseln kan delas upp på flera spridningstillfällen, men den totala mängden får inte överstiga 150 kg ammoniumkväve per hektar under spridningsåret.

[SNFS 1998:4](#)

*Gränsvärden enligt 8 och 10 §§ för halten metaller i åkermark vid  
användning av avloppsslam  
Metall mg/kg torrs substans i jord*

Metall	mg/kg torrs substans
Bly	40
Kadmium	0,4
Koppar	40
Krom	60
Kvicksilver	0,3
Nickel	30
Zink	100

Trots vad som sägs i tabellen får åkermarkens zinkhalt uppgå till 150 mg/kg torrs substans jord i Jämtlands, Stockholms, Södermanlands, Uppsala, Västernorrlands och Västmanlands län. [SNFS 1998:4](#)

<sup>41</sup> <http://www.environ.se/dokument/lagar/foeskri/snfstext/1994-2.htm>

*Gränsvärden enligt 9 § för den årliga mängd metaller som högst får tillföras åkermark vid användning av avloppsslam.*

*Gränsvärdena avser genomsnitt räknat för en sjuårsperiod.*

*Metallmängderna anges i gram per hektar och år.*

<b>Metall</b>	<b>Gränsvärde (gram per hektar och år) gällande från och med denna kungörelses ikraftträdande</b>		
		<b>år 1995</b>	<b>år 2000</b>
Bly	200	100	25
Kadmium	4,0	1,75	0,75
Koppar (1)	600	600	300
Krom	100	100	40
Kvicksilver	5	2,5	1,5
Nickel	50	50	25
Zink	800	800	600

(1) För koppar kan större mängder godtas om det kan visas att den aktuella åkermarken där avloppsslam skall spridas behöver koppartillskott.

## Appendix 4<sup>42</sup>

Tabell 7. Rekommenderade mini- och maximihalter av ämnen i askprodukter avsedda för spridning till skogsmark. Värdet för summa polyaromatiska kolväten (=PAH) är preliminärt.

Substanser	Riktvärden	
	Lägsta	Högsta
Makronäringsämnen, g/kg TS		
Kalcium	125	
Magnesium	20	
Kalium	30	
Fosfor	10	
Spårämnen, mg/kg TS		
Bor		500
Koppar		400
Zink	1 000	7 000
Arsenik		30
Bly		300
Kadmium		30
Krom		100
Kvicksilver		3
Nickel		70
Vanadin		70
Organiska miljögifter, mg/kg TS		
Summa PAH		2

Tabell 8. Takvärden, dvs maximal tillförsel av tungmetaller med aska eller andra kompensationsmedel till skogsmark med gran (eller lövträ) under en skogsgeneration.

Tungmetall	Södra Sverige*	Mellersta Sverige**	Norra Sverige***
	gram/ha		
Arsenik	90	90	90
Kadmium	100	50	25
Krom	300	200	150
Koppar	1 200	600	500
Kvicksilver	10	10	10
Nickel	200	200	200
Bly	1000	500	250
Zink	20 000	15 000	10 000
Vanadin	200	100	100

\* = söder om 60:e breddgraden

\*\* = mellan 60:e och 64:e breddgraden

\*\*\* = norr om 64:e breddgraden

<sup>42</sup> <http://www.viron.se>

Tabell 9. Takvärden för aska eller andra kompensationsgödselmedel till skogsmark med tall under en skogsgeneration.

Tungmetall	Södra Sverige*	Mellersta Sverige**	Norra Sverige***
	gram/ha		
Arsenik	30	30	30
Kadmium	100	50	25
Krom	300	200	200
Koppar	800	800	500
Kvicksilver	5	5	5
Nickel	200	200	200
Bly	400	200	100
Zink	10 000	7 000	5 000
Vanadin	100	50	50

\* = söder om 60:e breddgraden

\*\* = mellan 60:e och 64:e breddgraden

\*\*\* = norr om 64:e breddgraden