

## Hur får vi ett renare avfall?

-en undersökning av utvalda metaller i brännbart  
industriavfall

---

Malin Pettersson

# Hur får vi ett renare avfall?

-en undersökning av utvalda metaller i brännbart industriavfall

How can we achieve cleaner waste?

-a study of a selected number of metals in industrial waste for incineration

MALIN PETTERSSON  
December 2007

# ABSTRACT

---

## How can we achieve cleaner waste?

### -a study of a selected number of metals in industrial waste for incineration.

*Malin Pettersson*

Every product in the society will sooner or later end up as waste. Waste can be categorized as household waste or industrial waste. Waste from households and small businesses is characterised as household or domestic waste while industrial waste comes from industries. What will happen with the products when they end up as waste? Today the highest priority is to reuse the product. The second priority is to reuse the material and if this is not possible, recycle the energy in the waste by incineration in a thermal plant is the third option. The last resort is to deposit it in a landfill.

This project focuses on a selected number of metals in industrial waste. The aim has been to locate the sources of these metals in the waste. Since Vattenfall AB Värme Uppsala built the new furnace at the waste incineration plant, they have increased the load of industrial waste compared with earlier years. The result has been higher metal content in the residual products. A conclusion is that the majority of the metals are coming from the industrial waste. The metals, antimony, arsenic, lead, cadmium, chromium, nickel and molybdenum, have been chosen on the bases of different criteria like national and EU legislation and tradition.

In order to achieve the results, a combination of different methods has been used. For background knowledge of the metals and where they are found, literature studies, interview and seminars have been performed. To get more practical information from the waste management in the reality visits to the most important suppliers of waste to Uppsala were prioritised. Waste flows, fractionizing and other treatment have been investigated. All this together gives an overall view of the waste system. From this the sources to the metals could be estimated.

The industrial waste that Vattenfall AB Värme Uppsala incinerates contains 30 % waste from construction and building sites. Waste that originates from households and ends up in the industrial fraction is 45 % of the total industrial waste delivered. The remaining 25 % consists of a mixed fraction from a wide range of different companies and associations. Some of the sources of the studied metals in industrial waste are batteries, electronics, paint, leather, stainless steel, textiles and wood. With the help of observations, interviews and literature studies the main sources of the different metals studied were found.

**Keywords:** waste, municipal solid waste, industrial waste, household waste, waste suppliers, waste incineration, residual products, ash, metals

Department of Earth Sciences, Uppsala University,  
Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala  
ISSN 1401-5765

# REFERAT

---

## Hur får vi ett renare avfall?

### -en undersökning av utvalda metaller i brännbart industriavfall.

*Malin Pettersson*

Avfall är de saker vi slänger eller gör oss av med genom att lämna till exempelvis återvinningscentraler. Avfall delas in i hushållsavfall och industriavfall. Företag och industrier producerar industriavfall. Vad händer med avfallet? I dag skall det i första hand återanvändas, i annat fall är det i prioriterad ordning: materialåtervinning, energiutvinning eller deponering som gäller.

Detta examensarbete har fokuserat på utvalda metaller i industriavfall under hösten 2006. Projektet har utförts på Vattenfall AB Värme Uppsala och drogs igång för att undersöka eventuella metallkällor i industriavfallet. Sedan Vattenfall Värme startat en ny del av avfallsförbränningsanläggningen har man också eldat större andel industriavfall än tidigare. Högre metallhalter i slaggen har identifierats sedan starten av den nya pannan. Slutsatsen var då att industriavfallet bidrar med större mängd metaller än hushållsavfallet. Därför har fokus varit just på industriavfallet i detta arbete.

Projektet gick ut på att ta reda på vilka avfall som bidrar till metallhalterna i slaggen. Ytterligare ett syfte var att identifiera avfallsflödena till förbränningsanläggningen och avfallets ursprung. Utifrån olika kriterier har antimon, arsenik, bly, kadmium, krom, nickel och molybden valts ut för att ingå i studien.

Genom en kombination av litteraturstudie, seminarium, intervjuer och platsbesök ute hos avfallsleverantörerna har metallkällor identifierats. Även avfallsflöde, sorteringsgrad och behandlingsmetoder har undersökts för att ge en helhetsbild av metallerna i industriavfallet.

Utifrån iakttagelser, intervjuer, teoretisk bakgrund och ett resonemang kring detta har tänkbara metallkällor pekats ut och även olika avfallstyper identifierats. Industriavfallet som kommer till avfallsförbränningsanläggningen är till 30 % bygg- och rivningsavfall, 25 % verksamhetsavfall och 45 % hushållens grovsopor tillsammans med den brännbara fraktionen från återvinningscentralerna. De material som bidrar till de utvalda metallerna är: batterier, elektronik, färg, läder, plast, rostfritt stål, textilier och trä.

**Nyckelord:** avfall, avfallsbränsle, avfallsförbränning, förbränning, bottenaska, industriavfall, hushållsavfall, metaller, metallhalter, slagg, slaggrus

Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala Universitet,  
Villavägen 16, 752 36 Uppsala  
ISSN 1401-5765

# FÖRORD

---

Detta examensarbete har utförts som en del av Civilingenjörsprogrammet med inriktning miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet. Projektet har utförts i Vattenfall AB Värme Uppsalas regi och placeringen har varit vid fjärrvärmeanläggningen på Boländerna i Uppsala. Hanna Janis och Anna Karlsson vid Vattenfall Värme Uppsala har fungerat som handledare i detta projekt. De har hjälpt och stöttat mig genom mitt arbete och därför vill jag tacka dem för deras fantastiska stöd och engagemang.

En samarbetsgrupp bestående av Vattenfall Värme Uppsala och de största avfallsleverantörerna bildades för några år sedan. Gruppen kallar sig ”Renare avfall” eller ”Jakten på blyet” och de har arbetat med att undersöka källor till bly och kadmium i avfallet, dock utan att uppnå entydiga resultat. Det är i denna samarbetsgrupp idén om detta examensarbete har uppkommit och delar av denna grupp har också fungerat som en styrgrupp till detta projekt. Jag vill därför tacka min styrgrupp som har fungerat som bollplank och idébank till mitt arbete. De har hjälpt mig på ”rätt” spår och deras åsikter och kunskaper har drivit projektet framåt. Styrgruppen bestod av förutom Hanna och Anna också Johan Ericson Vattenfall Värme Uppsala, Ingrid Olsson, Söderhalls Renhållningsverk AB och Anna-Carin Söderhjelms, Gästrikre Återvinnare.

Vid genomförandet av projektet har ett flertal platsbesök på olika avfallsanläggningar gjorts. Jag vill därför tacka alla som jobbar ute på dessa företag för hjälpsamheten och gästfriheten. Speciellt vill jag tacka de som verkligen har lagt ner tid och resurser för att jag skulle få ut relevant information till mitt arbete. Dessa är Emma Breitholtz Söderhalls Renhållningsverk AB, Per Omnell Vafamiljö, Krister Ljungberg och Henrik Sjölin Ragn-Sells, Per Olsson och Hans-Erik Blom, Gästrikre Avfallshanterare AB och Per Sundgren Gästrikre Återvinnare.

Dessutom vill jag rikta ett tack till Louise Sörme, Miljöförvaltningen i Stockholm som med sina kunskaper om metaller i samhället har medverkat i detta projekt dels genom en intervju dels genom att ge tips och råd om var jag kunde hitta information.

Ytterligare ett tack vill jag rikta till min ämnesgranskare, Rajinder Saxena, institutionen för Geoverenskaper, Uppsala Universitet, som har kommit med värdefulla kommentarer framförallt vid rapportskrivningen.

Uppsala, februari 2007

Malin Pettersson

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

---

ABSTRACT .....	III
REFERAT .....	IV
FÖRORD.....	V
ORDLISTA.....	VIII
<b>1 INLEDNING.....</b>	<b>1</b>
1.1 SYFTE.....	2
1.2 FÖRSTUDIE .....	2
1.2.1 Avgränsning .....	2
1.2.2 Litteraturstudie.....	3
1.2.3 Intervjuer.....	3
1.2.4 Seminarium.....	3
1.3 BAKGRUND .....	3
1.3.1 Förbränningsanläggningen.....	3
1.3.2 Förbränningsteknik.....	4
1.3.3 Slaggrus och restprodukter .....	4
<b>2 TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 METALLERNA.....	6
2.1.1 Antimon .....	6
2.1.2 Arsenik.....	7
2.1.3 Bly.....	9
2.1.4 Kadmium .....	11
2.1.5 Krom.....	13
2.1.6 Molybden.....	15
2.1.7 Nickel.....	15
2.2 MATERIAL .....	17
2.2.1 Plast.....	17
2.2.2 Färg och pigment .....	18
2.2.3 Elektronik .....	18
2.2.4 Läder och textilier .....	18
2.2.5 Trä.....	19
2.3 AVFALL SOM BRÄNSLE .....	19
<b>3 METODER .....</b>	<b>21</b>
3.1 AVFALLSHANTERING OCH AVFALLSFLÖDE .....	21
3.1.1 Platsbesök 1: Söderhalls Renhållningsverk AB .....	21
3.1.2 Platsbesök 2: Gästrike Avfallshantering.....	22
3.1.3 Platsbesök 3: Ragn-Sells.....	22
3.1.4 Platsbesök 4: Vafabmiljö .....	22
3.2 ÅTERVINNINGSCENTRALERNAS BRÄNNBARA AVFALL.....	22
3.2.1 Platsbesök 5: Hagby Återvinningscentral.....	22
3.2.2 Platsbesök 6: Gävle Återvinningscentral.....	23
3.2.3 Platsbesök 7: Forsbacka Återvinningscentral .....	23
<b>RESULTAT .....</b>	<b>24</b>

4.1	AVFALLSTYPER .....	24
4.1.1	Återvinningscentralernas brännbara avfall .....	24
4.1.2	Hushållens grovsopor .....	24
4.1.3	Bygg- och rivningsavfall .....	24
4.1.4	Övrigt verksamhetsavfall .....	24
4.2	SORTERING OCH AVFALLSFLÖDE .....	24
4.2.1	Sorteringsplattan .....	25
4.2.2	Direktflöden .....	26
4.2.3	Avfallsflöde .....	26
4.2.4	Sammanställning av avfallsflödet .....	27
4.3	METALLKÄLLOR .....	28
4.3.1	Plast .....	28
4.3.2	Färg och pigment .....	29
4.3.3	Elektronik .....	29
4.3.4	Läder .....	29
4.3.5	Trä .....	29
4.3.6	Rostfritt stål .....	30
4.3.7	Batterier .....	30
4.3.8	Sammanställning av metallkällorna .....	30
<b>5</b>	<b>DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....</b>	<b>32</b>
5.1	AVFALLSTYPER .....	32
5.1.1	Återvinningscentralernas brännbara avfall och hushållens grovavfall .....	32
5.1.2	Bygg- och rivningsavfall .....	32
5.1.3	Övrigt verksamhetsavfall .....	33
5.2	ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA METALLHALTERNA I AVFALLET .....	33
5.2.1	Industriavfallsleverantörerna .....	33
5.2.2	Vattenfall Värme Uppsala .....	33
5.2.3	Den mänskliga faktorn .....	35
5.2.4	Urfasning ur produkter .....	35
5.3	METODDISKUSSION .....	35
<b>6</b>	<b>FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE .....</b>	<b>37</b>
6.1	UNDERSÖKA SLAGGRUSDATA .....	37
6.2	FÖRDJUPAD LITTERATURSTUDIE .....	37
6.2.1	Metallerna, användning och förekomster .....	37
6.2.2	Livslängdsanalyser på material i samhället .....	37
	<b>REFERENSER .....</b>	<b>38</b>
	TRYCKSAKER .....	38
	INTERNETREFERENSER .....	39
	PERSONLIG KOMMUNIKATION .....	39
	<b>BILAGOR .....</b>	<b>41</b>
	BILAGA 1: KVALITETSKRAV AVFALLSBRÄNSLE .....	41
	BILAGA 2: FRÅGEFORMULÄR, BESÖK HOS ÅTERVINNINGSCENTRALER .....	43
	BILAGA 3: SCHEMATISK BILD ÖVER BLOCK 5 .....	44

## ORDLISTA

---

<b>Avfallsanläggning</b>	En anläggning där avfall samlas in och behandlas på olika sätt, ofta utförs sortering och krossning. Sedan levereras avfallet vidare för t ex materialåtervinning eller energiutvinning.
<b>Avfallsförbränningsanläggning</b>	En anläggning där avfallet förbränns och energin utvinns till exempelvis värme.
<b>Avfallshanterare</b>	Företag eller förbund som driver avfallsanläggningen.
<b>Avfallsleverantör</b>	Den som levererar avfallet till avfallsförbränningsanläggningen. För Vattenfall Värme Uppsala är avfallsleverantörerna i de flesta fall avfallsanläggningarna.
<b>Avfallsproducent</b>	Den som vill slänga något. Kan vara privatperson, myndighet, butik eller en industri.
<b>Bottenaska</b>	Askan som bildas i botten på avfallsförbränningsanläggningens panna.
<b>Fraktion</b>	En typ av avfall grundad på uppsatta kriterier på vad just denna typ får innehålla. Exempel på fraktioner: trä (endast träprodukter), brännbart (papper, plast, trä, läder, textilier), skrot (alla typer av metaller).
<b>Förbränningsanläggning</b>	Ett annat ord för avfallsförbränningsanläggning.
<b>Industriavfall</b>	Avfall som produceras av industrier och företag, det kan vara butik och andra småverksamheter liksom byggföretag och tillverkningsindustrier. Även den brännbara fraktionen på återvinningscentralen hamnar i den fraktion som kallas industriavfall i detta projekt.
<b>Plockplatta</b>	En del av avfallsanläggningen där avfallet tippas och sorteras ut till olika fraktioner med hjälp av grävmaskin utrustad med sorteringsgrip enligt figur 20.
<b>Slagg</b>	Bottenaskan kallas också slagg.
<b>Slaggrus</b>	Bottenaska som har varit lagrad i 3 –6 månader och där metaller har sorterats bort.
<b>Sorteringsplatta</b>	Samma sak som plockplatta.





# 1 INLEDNING

---

Det moderna samhället har utvecklat ett omfattande behov av olika produkter. År efter år konsumeras det mer och mängden avfall ökar med ca 3 % varje år, siffran påverkas av konjunktur, konsumtion och materialåtervinning (Sundberg, 2006).

Avfall eller oönskade sopor består av produkter som på något sätt uttjänat sin roll och inte längre är behövda. Det resulterar i att produkten slängs. Vad händer sedan? I dag skall avfallet i första hand återanvändas, i annat fall är det i prioriterad ordning, materialåtervinning, energiutvinning eller deponering som gäller. Sverige har vidtagit åtgärder för att minska mängden avfall som läggs på deponi genom att införa deponiskatt och förbud mot att deponera brännbart avfall.

Avfallet kan delas i två huvudkategorier, hushållsavfall och industriavfall. Industriavfallet omfattar det som produceras av företag och industrier. För allt avfall finns kvalitetskrav som leverantörerna är skyldiga att följa för att få lämna avfallet till förbränningsanläggningar. Hushållsavfall samlas in på återvinningscentraler och hämtas i soptunnor och grovsoprum runt om i landet för att sedan lämnas till avfallsanläggningar som behandlar avfallet. Avfall produceras också av företag och industrier. Detta industriavfall samlas in på avfallsanläggningarna. Där sorteras det och behandlas också ofta i form av krossning och magnetisk metallavskiljning, för att sedan transporteras vidare till avfallsförbränningsanläggningar. När avfallet har blivit behandlat är det färdigt för förbränning och har på så sätt omvandlats till avfallsbränsle. Hos avfallsförbränningsanläggningen återfinns också avfall som levereras till avfallsanläggningar via återvinningscentralerna i kategorin för industriavfall på grund av att det har liknande förbränningsegenskaper. Egentligen tillhör återvinningscentralernas avfall kategorin för hushållsavfall. Det produceras totalt drygt fyra miljoner ton hushållsavfall per år i Sverige i dag medan industriavfallet står för en mycket större mängd, ca 70 miljoner ton. Ungefär 40 % av industriavfallet går till materialåtervinning och lika mycket går till förbränning. För hushållsavfallet går ca 50 % till förbränning (Avfall Sverige, www, 2007).

När avfallet blir placerat i kategorin för energiutvinning förvandlas det genast till ett bränsle, avfallsbränsle till förbränning. Vilka produkter som hamnar i kategorin för energiutvinning beror bland annat av lagar och regler och hur avfallsanläggningarna fungerar. Avfallets sammansättning utgör en direkt påverkan på kvaliteten hos avfallsbränslet. Föroreningar och ämnen i avfallet tas om hand i olika reningssteg i avfallsförbränningsanläggningen. I restprodukterna som bildas återfinns metallerna. Alla metaller som kommer in i förbränningsprocessen kommer också att förekomma i restprodukterna eftersom de inte bryts ner under förbränningen.

Slaggen, dvs askan som bildas på botten i pannan, är en stor del av restprodukterna och kallas också för slagg. Slaggkvaliteten är direkt beroende på avfallets sammansättning. På så sätt ger slaggen också en indikation på metallanvändningen i samhället. Det är alltså intressant att undersöka metallkällorna ur flera perspektiv.

I dag används slaggruset, den sorterade och lagrade bottenaskan, som konstruktionsmaterial på deponier. Om en bättre slaggkvalitet kan tas fram, det vill säga innehållande lägre halter av vissa metaller, kan det öka förutsättningarna att använda materialet som konstruktionsmaterial även utanför deponi. En förhoppning är att slaggruset skulle kunna användas som t ex fyllnadsmaterial vid vägbyggen. För att kunna ta fram en tillfredsställande slaggkvalitet behövs mer kunskap om vilka avfall som bidrar till metallerna i slaggruset.

Ett projekt som utförts i Boråsregionen våren 2006 visar att industriavfallsleveranser varierar mycket kraftigt i sammansättningen. Plockanalyser som gjorts under detta projekt visar att avfallet innehåller stora andelar papper och plast, totalt 66 %. Denna undersökning visar också att metaller (1 %) och farligt avfall (1 %) förekommer i industriavfallsleveranser till förbränningsanläggningen (Olofsson, 2006).

## **1.1 Syfte**

Vattenfall Värme Uppsala eldar industriavfall och hushållsavfall i de fyra pannorna för avfallsförbränning, även små mängder specialavfall förbränns så som sjukhusavfall eller slakteriavfall. I restprodukterna som blir kvar efter förbränning har man tidigare inte kunnat se någon tydlig skillnad i metallinnehåll mellan hushållsavfall och industriavfall.

I anläggningens nya panna, Block 5, eldar man en större andel industriavfall, ca 70 %, jämfört med 30 % i de gamla blocken. Analyser av restprodukterna från Block 5 visar på högre halter metaller än vad man sett i restprodukterna från den gamla anläggningen. En slutsats är då att industriavfallet står för en större del av metallerna in till anläggningen än vad hushållsavfallet gör.

Uppdraget var att undersöka möjliga källor till ett urval av metaller i restprodukterna. Även avfallets ursprung, flöde och behandlingssteg skulle identifieras. Metallerna som skulle undersökas i detta projekt var, antimon, arsenik, bly, kadmium, krom, molybden och nickel. Undersökningen skulle göras genom att kontakta industriavfallsleverantörerna för att inventera vad som lämnas till förbränning. Dessutom skulle ett förslag på vilka åtgärder som kan vidtas för att få ett renare slaggrus presenteras.

## **1.2 Förstudie**

Ute på avfallsanläggningar ser man en spegel av samhället, där finns allt vi inte längre vill eller kan använda. För att teoretiskt ta reda på vad industriavfallet består av genomfördes litteraturstudie. För att få ytterligare djup kompletterades den med intervjuer och seminarium.

### **1.2.1 Avgränsning**

De sju metallerna: antimon, arsenik, bly, kadmium, krom, molybden och nickel har valts utifrån kriterier i Förordningen om Deponering av Avfall (Svenska författningssamlingen (SFS) 2001:512, www, 2006) och Avfallsförordningen (Svenska författningssamlingen (SFS) 2001:1063, www, 2006).

#### ***Avfallsförordningen (SFS 2001:1063)***

Avfallsförordningen gäller för avfall och dess hantering. För särskilda avfallslag och viss avfallshantering finns det ytterligare bestämmelser i andra förordningar.

Avfallsförordningen klassificerar avfallet utifrån totalhalten av olika ämnen. Arsenik, kadmium, krom och nickel är hårt klassade och är därför prioriterade i detta projekt.

#### ***Förordningen om deponering av avfall (SFS 2001:512)***

Förordningen om deponering av avfall använder lakbarheten som grund för avfallets klassning. Enligt dessa kriterier är det antimon, krom och molybden som är de metaller där slaggen har minst marginal till gränserna för inert avfall.

## 1.2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudien har gett fördjupade kunskaper om i vilka applikationer metallerna förekommer, hur tillverkningen i världen ser ut och vilka miljö- och hälsorisker som metallerna ger. Detta har legat till grund för bedömningen av avfallet och dess påverkan på metallhalterna i slaggruset.

## 1.2.3 Intervjuer

Under projektets gång har intervjuer gjorts med personer som har specialkunskap inom metall- och avfallsområdet. För djupare kunskaper om metallflöden i samhället har Louise Sörme, Miljöförvaltningen i Stockholm intervjuats. Sörme har undersökt hur metallförråden och metallernas flöden ser ut för Stockholms teknosfär, framför allt vad gäller bly och kadmium.

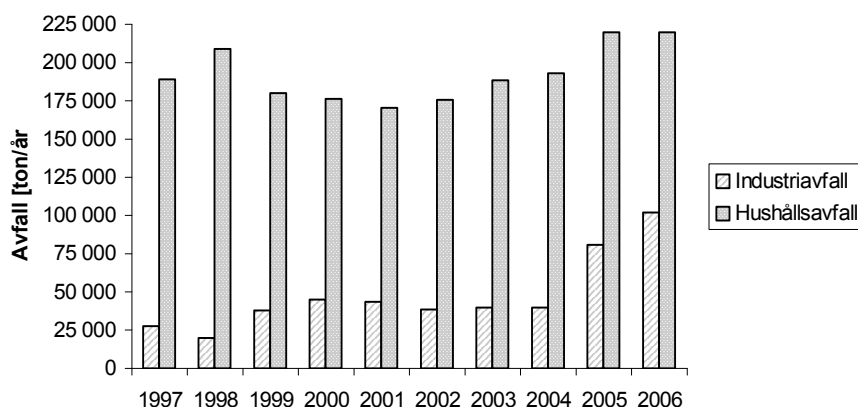
## 1.2.4 Seminarium

Den 17 oktober höll Miljöförvaltningen i Stockholm ett seminarium om renoverings- och rivningsavfall, vilket besöktes. Huvudfrågor på seminariet var avfallshantering och ansvar vid transport av avfall. Diskussionerna fördes främst utifrån byggherrens perspektiv. Frågeställningar som diskuterades var bland annat: Vilket ansvar och vilka befogenheter har byggherren? Vad gäller för transportören? Vem ansvarar för sortering av avfall?

## 1.3 Bakgrund

### 1.3.1 Förbränningsanläggningen

Förbränningsanläggningarna på Boländerna i Uppsala producerar fjärrvärme, el, ånga och fjärrkyla. En del av anläggningen består av pannor som eldas med torv alternativt ibland olja eller träbriketter medan den andra delen består av pannor eldade med avfall. På anläggningen finns fyra pannor för avfallsförbränning. Under 2005 drog Vattenfall värme igång den fjärde pannan, Block 5. I block 5 är andelen industriavfall 70 % vilket är högre än för de övriga pannorna. I figur 1 illustreras ökningen av industriavfallet till följd av introduktionen av Block 5.

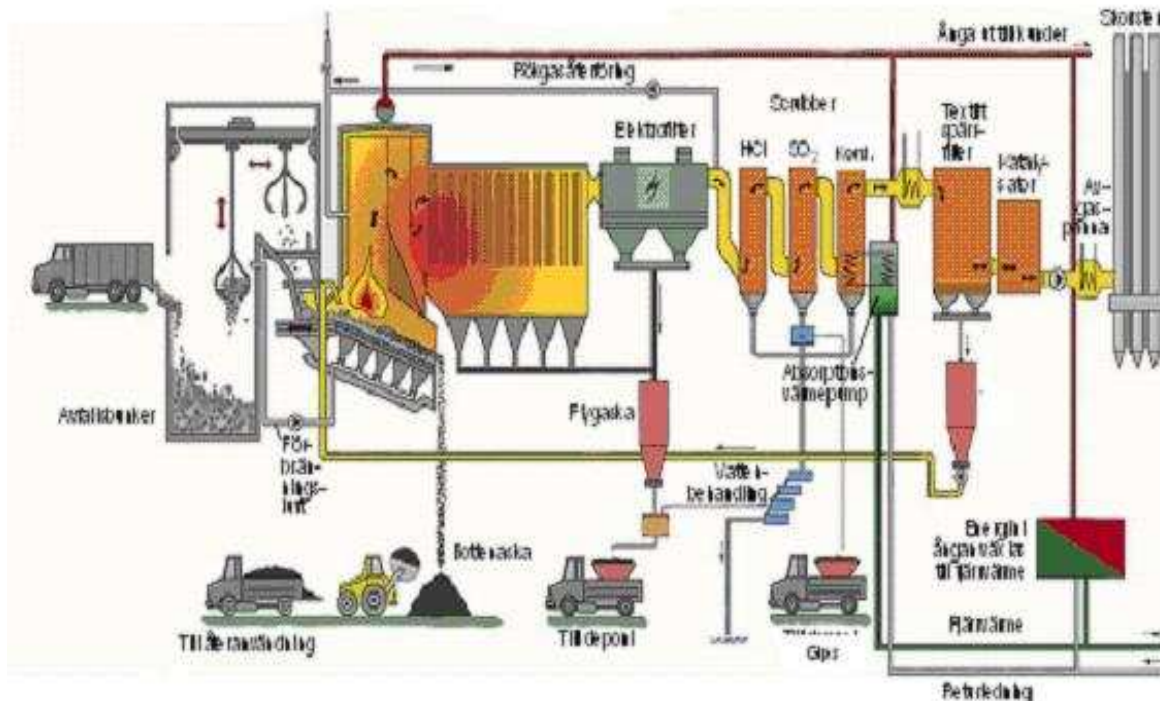


Figur 1. Mängden avfall som förbränns per år vid Vattenfall Värme Uppsala.

### Block 5

Block 5 är Vattenfall Värme Uppsalas nya del inom avfallsförbränningsanläggningen (figur 2). Den startades upp under 2005. Pannan har en effekt på 75 MW vilket motsvarar

värmebehovet i 20 000 villor. Anläggningen förbränner 22 ton avfall per timme i snitt och tillsammans med den gamla avfallsanläggningen blir den totala effekten 173 MW. Energin i avfallet används med hög verkningsgrad till fjärrvärme, ånga för industriprocesser och fjärrkyla (Vattenfall, www, 2006).



**Figur 2.** Schematisk bild över Block 5 vid Vattenfall Värme Uppsala. För större bild se även bilaga 3.

### 1.3.2 Förbränningsteknik

Samtliga pannor har en rooster där förbränningsluften sprutas in underifrån. I pannornas övre del finns en mängd rör som rökgaserna passerar och värmer upp från utsidan. Vattnet i rören hettas då upp och övergår till ånga. En del av ångan skickas direkt till kund medan resten av värmen växlas till fjärrvärmenätet. Rökgaserna går sedan genom flera reningssteg, där värmexchångare och absorptionsvärmepumpar tar ut ytterligare värme ur rökgaserna. Sedan lämnar rökgaserna skorstenen med en temperatur på ca 60 °C. (Vattenfall, www, 2006)

### 1.3.3 Slaggrus och restprodukter

Vid avfallsförbränning bildas askor i botten på pannan. Denna aska kallas bottenaska eller slaggrus. Av det inkommande avfallet blir ca 15 % till bottenaska. Den innehåller av naturliga skäl en mängd olika ämnen och däribland också tungmetaller. Även skrot som inte förbränns fullständigt återfinns i slaggrusen (figur 3). När slaggrusen lagrats i tre till sex månader och metaller har sorterats ut kallas den istället för slaggrus.



**Figur 3.** Slaggen som bildas efter förbränning av avfallsbränsle. Här illustreras att slaggen innehåller en hel del skrot.

Vattenfall AB Värme Uppsala har förhoppningen att slaggruset i framtiden kan användas som någon typ av ballastmaterial t ex för konstruktion av vägar. Redan idag används slaggrus på detta sätt i Malmöområdet. I dag används 11 miljoner ton ballast i olika former enbart i Stockholmsområdet. Det produceras varje år ca 400 000 ton slaggrus i Sverige (S. Olsson, muntlig, 2007). Det bör finnas lösningar för att ersätta en del av det ballastmaterial som används, där en stor del är naturmaterial.

## 2 TEORI

---

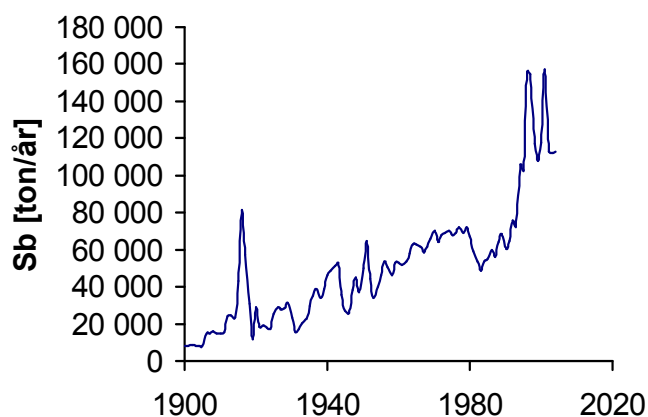
### 2.1 Metallerna

Avfallsanläggningarna hanterar stora avfallshögar med en heterogen och mycket varierad sammansättning. För att kunna ”se” metallerna i en sådan hög krävs kunskap om var, när och hur de utvalda metallerna har förekommit i samhället nu och i ett historiskt perspektiv.

#### 2.1.1 Antimon

Antimon (Sb) förekommer i naturen mest som malmen Stibnit,  $Sb_2S_3$ . Den är rombisk i sin kristallform och den innehåller 71,7 % Sb. Andra malmer baserade på antimonoxider är valentinit, senarmonit och kervanit. Mineralerna av antimon förekommer ofta tillsammans med bly (Pb), koppar (Cu), och silver (Ag).

År 2001 uppskattades 2,1 miljoner ton antimon vara lagrat i olika produkter världen över. (Månsson, 2003). Statistik från 1900-talet visar att den globala produktionen av Sb har stadigt ökat sedan början på 1900-talet, vilket främst beror på användningen av Sb i flamskyddsmedel. Den globala produktionen (figur 4) hade sin topp 1995-97, nästan 160 000 ton/år (Månsson, 2003). Hur produktionen kommer att se ut framöver beror främst på Kina, eftersom 70 % av nyproduktionen kommer därifrån (Sternbeck & Östlund 1999). Den globala produktionen år 2000 var 118 000 ton. Det kan jämföras med nickelbrytningen som är tio gånger större och kopparbrytningen som är 100 gånger större (Månsson, 2003).



**Figur 4.** Världsproduktionen av antimon (U.S Geological survey, www, 2007).

Den huvudsakliga användningen för antimon är i batterier, plast och flamskyddsmedel. I Sverige förekommer över 50 % antimon i flamskyddsmedel (Månsson, 2003). Konsumtionen av antimon domineras nuförtiden av antimonoxid som används till just flamskyddsmedel, antingen som ensam komponent eller ihop med organiska bromerade föreningar. Viktförhållandet mellan dessa (bromerade föreningar:  $Sb_2O_3$ ) är normalt från 2,6:1 till 5:1. Flamskyddsmedel finns i ett stort antal varor så som plast och elektronik och textilier. Den största andelen flamskyddsmedel förekommer i plast (Sternbeck & Östlund, 1999). Antimonoxider förekommer således i material där krav på brandskydd finns som t ex fordon,

offentliga lokaler och högspänningskablar. De förekommer också i många hushålls-elektroniska produkter (Sternbeck et al 2002).

I plast används antimon även som pigment och stabilisator. Över 20 % av antimonförrådet finns som pigment i plast. Konsumentverket har gjort en undersökning om metaller i hushållselektronik som t ex brödrostar, dammsugare och mikrovågsugnar mm (Månsson, 2003). Antimon hittades i 75 % av produkterna som undersöktes. Det visar att antimon är vanlig i de produkter som finns i hemmen i dag.

Antimon är även en legeringsmetall till bly som förekommer i bilbatterier. Denna användning av antimon minskar eftersom man strävar efter att minska blyanvändningen. Antimon byts nu ut mot kalcium i bilbatterier. Antimon förekommer också i bildskärmsglas till Tv-apparater och datorer (Sternbeck & Östlund 1999).

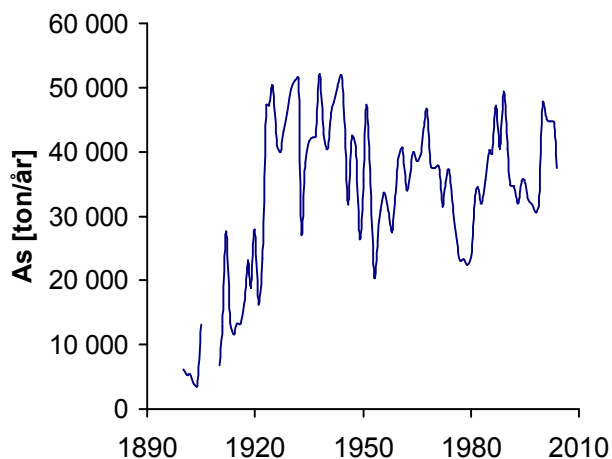
I det svenska miljöövervakningsprogrammet ingår inte antimon. Miljöeffekterna från antimon är därför måttligt studerade. För antimon finns ingen känd biologisk funktion. Giftigheten är inte studerad i samma omfattning som för den likartade halvmetallen arsenik. Vad man vet är att antimon tas upp långsammare än arsenik i cellerna. Det finns knappast någon risk för bioackumulering i näringskedjan då antimon inte bioackumuleras starkt. Däremot är antimonoxid ett misstänkt cancerogent ämne (Sternbeck *et al*, 2002).

### **2.1.2 Arsenik**

Arsenik och arsenikföreningarna är giftiga. I dag grundar sig användningen på just den egenskapen. Arsenik har använts långt tillbaka i tiden och att det är giftigt har länge varit känt. Exponering av oorganisk arsenik kan ge upphov till hudcancer men också cancer på inre organ som lever, njure, urinblåsa och lunga (Stock, 1996).

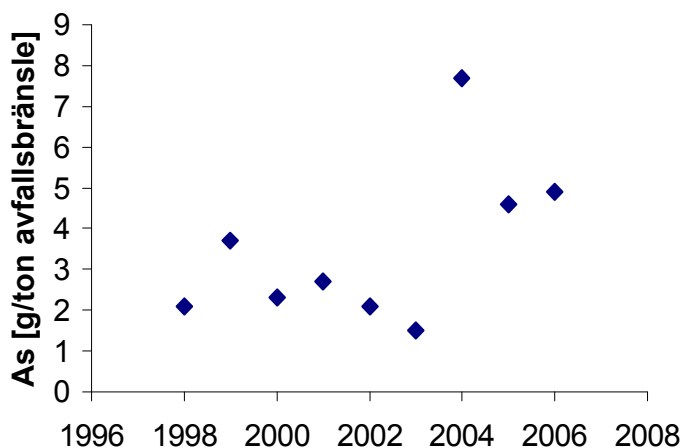
Världsproduktionen 1996 var 33 000 ton/år (figur 5) och har uppvisat en något avtagande trend sedan 1940-talet. I Sverige framställdes arsenik fram till 1991 då 2 500 ton producerades. Tidigare var den isärklassigt största användningen av arsenik inom trävaruindustrin i form av träskyddsmedel och bekämpningsmedel. Sedan långt tillbaka har arsenik använts tillsammans med koppar och krom som träimpregneringsmedel (CCA-impregnering). Den användningen dominerade i Sverige redan 1970. I USA utgör trävaruindustrin fortfarande 80-90 % av den totala arsenikkonsumtionen (Sternbeck & Östlund, 1999). I övrigt används arsenik också som legeringsmetall och som glasråvara. Arsenik i glastillverkningen i Sverige har idag i det närmaste upphört (Kemikalieinspektionen, www, 2006).





**Figur 5.** Världsproduktionen av arsenik (U.S Geological survey, www, 2007).

Arsenik(V)oxid är den arsenikförening som till största delen har utgjort användningen inom trävaruindustrin som träimpregnering. Från 2003 till 2004 minskades användningen av arsenik i Sverige från dryga 200 ton/år till ca 20 ton/år. Minskningen grundar sig på ändrade svenska regler för användning av arsenik i träimpregnering. Arsenikmedlen har nu ersatts av arsenikfria alternativ vid tillverkning i Sverige (Kemikalieinspektionen, www, 2006). Trävaror i olika former, sågat virke, behandlat virke och andra träprodukter importeras också till Sverige men det är svårt att få fram uppgifter om import av tryckimpregnerat virke. Det ger i sin tur svårigheter att avgöra vilken inverkan Sveriges urfasning faktiskt har på den svenska marknaden.

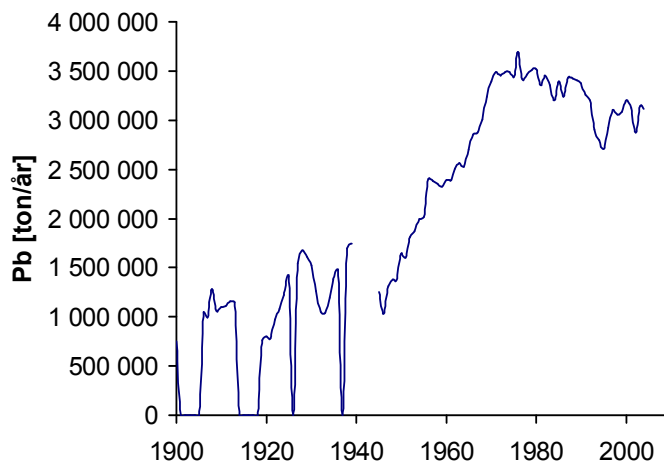


**Figur 6.** Arsenikhalter i avfallet som förbränns på Vattenfall Värme Uppsala, beräknat från utgående restprodukter.

Arsenikhalterna i avfallet som kommer till Vattenfall Värme Uppsala varierar från år till år (figur 6). Det beror troligtvis på mängden trä i industriavfallet. Varför innehållet av arsenik i avfallet varierar så mycket som diagrammet visar är osäkert.

### 2.1.3 Bly

Blyglans (PbS) är det vanligast förekommande blymineralet och är den dominerande blymalmen. Bly har låg smältpunkt och hög densitet, metallen är mjuk och gör den därför lätt att forma (Norrby, 2001). Världsproduktionen uppgick 1997 till 5,2 miljoner ton (ScanMining, www, 2006). Enligt U.S Geological survey var världsproduktionen däremot 3,1 miljoner ton bly 1997, blyproduktionen visas i figur 7. Detta visar osäkerheter i sammanställningar av data från hela världen.



**Figur 7.** Världsproduktionen av bly (U.S Geological survey, www, 2007).

Bly används som metall och som olika blyföreningar, mest som blyoxid. De främsta användningsområdena är bilbatterier och industribatterier, vilka svarar för ca 60 % av användningen i Sverige. Bly används också i blymantlad sjökabel, ammunition, flygbensin, fiskesänken och i elektronik (Svenska Naturskyddsföreningen, www, 2006). Dessutom finns det bly i glödlampor, en vanlig glödlampa innehåller allt från 0,8 - 2,0 g bly (Hedemalm, 1994). Fortfarande är det en stor del av blyet från glödlampor som hamnar i avfallsförbränningen, så mycket som 10 ton/år rapporterades 2002 i Sverige (Ny Teknik, www, 2002).

I PVC-plast är bly en vanlig stabilisator t ex plastgolvmattor består av PVC (figur 8). Om de är stabiliserade med bly går däremot inte att avgöra. Men tillverkades de före 1980 är det sannolikt så (Björklund *et al*, 2006). Plastmattor är troligtvis stabiliserade med bly om de är importerade. I Sverige importeras nästan 50 % av alla plastmattor (Ericson, 2000).



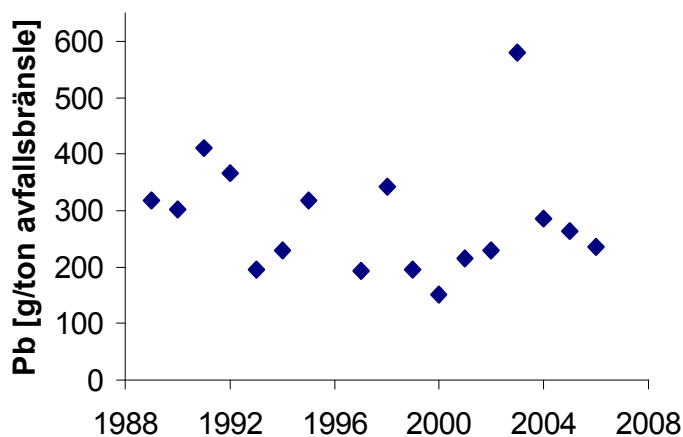
**Figur 8.** Exempel på golv som har observerats i fraktionen brännbart. Till vänster illustreras en heltäckningsmatta och till höger en plastmatta.

Bly förekommer i många olika komponenter i elektriska apparater bland annat i kretskort och i bildskärmsrör (Ericsson, 2000). Bly används förutom i bilbatterier, också i batterier till elkraft/ställverk, telefonväxlar, radiobasstationer och udda hobby- och hushållsprodukter som t ex sladdlösa dammsugare och trädgårdsredskap (Batteriinsamlingen, www, 2006). Ett enda bilbatteri för personbil innehåller så mycket som 12,5 kg bly (Sörme, 2005).

Hög andel PVC i kabelplast förekom åtminstone in på 1990-talet (Ericsson, 2000).

Mer än hälften av hela blylagret i samhället i dag finns i blymantlade kraftkablar (Sörme, 2005). Bly har också förekommit i färg som pigment i utomhusfärg oftast i kombination med linolja fram till 1980-talet. Mängden bly i blyvitt låg normalt runt 20 % (B. Forsaeus, muntlig, 2006).

Bly och dess föreningar är bioackumulerbara och anrikas i ekosystemen. De är giftiga och kan orsaka skadliga långtidseffekter i naturen, för såväl växt- och djurlivet som för människan, t ex rubbningar i fortplantningen hos djur och störningar i fotosyntesen hos växter.



**Figur 9.** Blyhalter i avfallet som förbränns på Vattenfall Värme Uppsala, beräknat från utgående restprodukter.

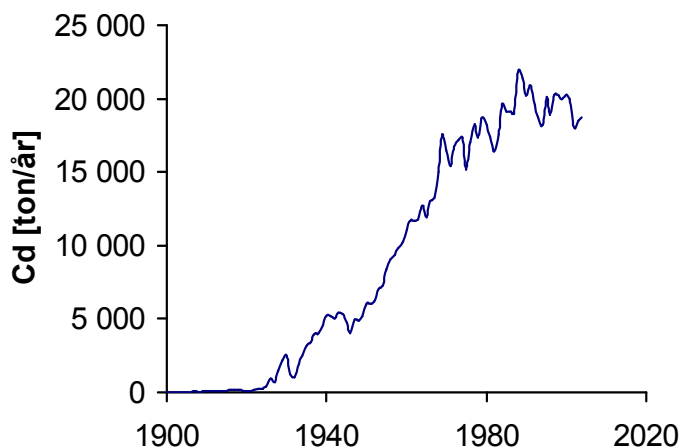
Blyhalterna i avfallet i Uppsala varierar mellan olika år enligt figur 9. Det har länge varit känt att bly har negativ påverkan på miljön. Det förväntas en viss urfasning ur samhället eftersom förbud mot användning av bly vid produktion av vissa produkter har införts genom åren t ex

finns det EU-regler för bly i elektronik. Kunskapsnivån om farligheten av bly har också höjts bland folk i allmänhet. Vattenfall Värme har hoppats kunna se en sjunkande trend av bly i avfallet, men tyvärr syns ingen sådan. Variationerna beror troligtvis på att bränslet och slaggen är mycket heterogent vilket kan ge stora variationer i provtagningen och därmed också stor osäkerhet för enstaka prov.

#### 2.1.4 Kadmium

Kadmium (Cd) är en gåtfull metall i den meningen att det är svårt att identifiera var de stora mängderna finns i samhället. Det kan t ex finnas i gammalt lego, en plastbunke i ditt köksskåp, eller i någon annan vanlig produkt (L. Sörme, muntlig, 2006). Jämför man förhållandet bly/kadmium i samhället och bly/kadmium i restprodukterna så är de inte lika. I samhället är mängden kadmium 0,2 vikt-% av mängden bly medan den i restprodukterna är 0,9 vikt-% av mängden bly i för 2005. Räknar man på ett snitt 1998-2005 så är siffran 1,7 vikt-% vilket är mer än 8 gånger förhållandet i samhället. Resonemanget visar att bly avlägsnas från avfallet i högre grad och att stora delar av blyförrådet i samhället finns utanför flöden av brännbart avfall t ex bilbatteri och kraftkablar.

I naturen uppträder kadmium i form av kadmiumsulfid (CdS) och som förorening i zinksulfidmalmer (zinkblände). Speciella kadmiummineral är ovanliga. Kadmium är därför i huvudsak en biprodukt från framställning av zink (Norrby, 2001). Kadmium upptäcktes inte förrän på 1800-talet som grundämne. I Sverige kom kadmiumanvändningen igång så sent som på 1940-talet (Lohm *et al*, 1997). Världsproduktionen av kadmium illustreras i figur 10.



**Figur 10.** Världsproduktionen av kadmium (U.S Geological survey, www, 2007).

Kadmium används i fem huvudområden: stabilisatorer, pigment (konstnärsfärg), ytbehandling (kadmiering), NiCd-batterier och legeringar. I Sverige är dock användningen av kadmium starkt begränsad i lagstiftning inom områdena för stabilisatorer, pigment och kadmiering sedan 1980-talet (Lohm *et al*, 1997).

Kadmium har tidigare förekommit som stabilisator i plasttillverkningen. Organiska kadmiumsalter har använts för att skydda plaster mot nedbrytning. Framförallt är det PVC för utomhusbruk som har stabiliserats med dessa ämnen. Men sedan förbudet 1982 kom så har användningen av kadmium i produktion i Sverige upphört. I Sverige är det alltså förbjudet med kadmiumhaltiga stabilisatorer men undantag finns. Bland annat används det ännu i siktrutor på segel och båtkapell som kan vara utsatta för hårt väder och där det också ställs

krav på en klar och genomskinlig plast (Lohm *et al*, 1997). Däremot kan fortfarande importerad plast innehålla kadmiumstabilisatorer. Plaster där kadmium har använts som stabilisator har ofta en lång livslängd. Enligt Louise Sörme, Miljöförvaltningen i Stockholm, förekommer stor andel (ca 30 %) av allt kadmium i samhället just som stabilisatorer i olika plaster (L. Sörme, muntlig, 2006). Ytterligare 10 % av kadmiumförrådet i samhället förekommer i form av pigment i plast. Kadmumpigment används framförallt för att färgsätta plaster men också glas, bland annat trafikljus, keramik och konstnärsfärger. Kadmiumsulfid ger färger på den rödgula färgskalan (Lohm *et al*, 1997).

Kadmium har förekommit i färg innan miljöproblemen med tungmetaller uppmärksammades på 70- och 80-talet. Enligt Bo Forsaeus, Flügger AB, var kadmium mindre vanlig i målarfärg, det var i synnerhet bly och krom som användes i färgtillverkningen förr (B. Forsaeus, muntlig, 2006). Däremot förekommer kadmium i konstnärsfärg.

I ytbehandling nyttjas kadmium för att ge bättre korrosionsskydd mot havsatmosfär, hårt vatten, kondensvatten, alkalier, ångor och olika kemikalier. Ytbehandling med Cd ger också lägre friktion och används därför till muttrar mm inom flyg- och tidigare bilindustrin (Lohm *et al*, 1997).

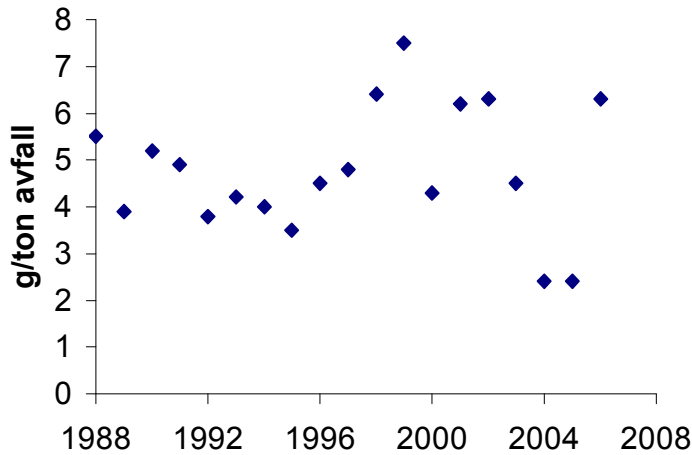
NiCd-batterier (nickel-kadmium) kan man dela in i slutna och öppna. Slutna batterier är de uppladdningsbara batterierna (figur 11) som används i vanlig hushållselektronik. Ca 80 % av de slutna cellerna finns redan monterade i olika slags utrustning så som bärbara telefoner och sladdlösa verktyg (Lohm *et al*, 1997). Öppna celler är industribatterier med lång livslängd som bland annat används i Banverkets signalsystem och Sjöfartverkets fyrar. På senare tid har de slutna NiCd-batterierna ersatts av andra mindre miljöfarliga batterier, t ex NiMH-batterier (nickel-metallhydrid) (Batteriinsamlingen, [www](http://www.batteriinsamlingen.se), 2006). Nickel-metallhydrid har upp till 50 % längre livslängd, väger mindre, har snabbare uppladdningstid och är mycket mindre skadliga för miljön jämfört med nickel-kadmium-batterier.



**Figur 11.** Sortering av batterier vid återvinningscentral. I rännan finns en blandning av alla typer batterier bland annat NiCd-batterier och NiMH-batterier.

Kadmium i jonform tas upp av växter, framför allt genom rötterna. Låga pH-värden ökar Cd-jonens mobilitet och det medför ökad tillgänglighet hos växterna. Höga kadmiumhalter i växter hämmar tillväxten. I djuren binds kadmium i mjukvävnader och är därmed tillgänglig för bioackumulation, d v s ökade Cd-halter högre upp i näringskedjan. Det leder till att fortplantningsförmågan hos djuren försämras (Norrby, 2001). De effekter som man kunnat framlägga bevis för hos människan på grund av exponering av kadmium är irreversibla

njurskador och benskörhet. Kadmium ackumuleras i kroppen och man har kunnat fastställa högre halter hos människor som är rökare och människor som utsätts för kadmium i arbetet (Stock, 1996). Under perioden 1960 – 1975 var emissionerna av kadmium från olika källor i Sverige som störst (Bergbäck & Jonsson, 1998).

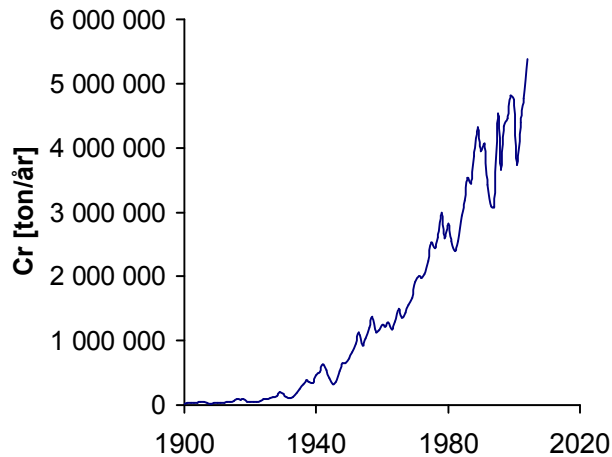


**Figur 12.** Kadmiumhalter i avfallet som förbränns på Vattenfall Värme Uppsala, beräknat från utgående restprodukter.

En förhoppning har varit att kadmiumhalterna skulle ha minskat de senaste åren. Men enligt figur 12 kan man inte se att någon sådan minskning skett. Det man också hoppades på var att resultatet för 2006 skulle vara på samma nivå som för 2005 och 2004. Det skulle då ha kunnat innebära att en urfasning av kadmium i produktion håller på att få genomslag i avfallsförbränningen. Tyvärr syns ingen sådan trend.

### 2.1.5 Krom

Krom utvinns ur kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) och är en stålgrå glänsande hård metall. Största användningsområdet för krom är rostfritt stål. Det är ett material som är mycket användbart och har ett krominnehåll på ca 18 % (Palm, 1995). Världsproduktionen har stadigt ökat under 1900-talet (figur 13).

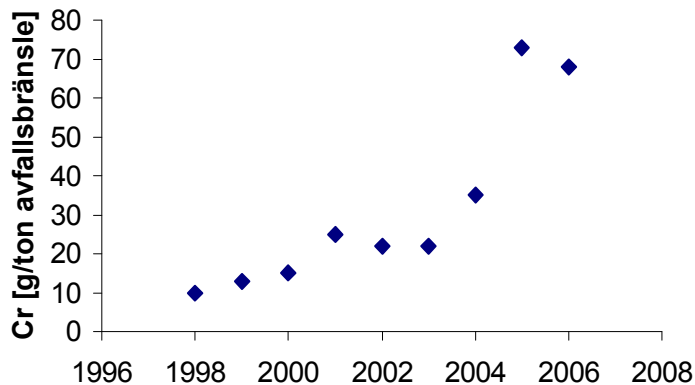


**Figur 13.** Världsproduktionen av krom (U.S Geological survey, www, 2007).

Krom används också inom andra områden än stålindustrin, t ex inom färg-, textil- och trävaruindustrin, se 2.1.2 Arsenik om tryckimpregnerat trä. Inom textilindustrin används kromet för behandling av läder i garvningsprocessen i form av basisk kromsulfat. Vid garvningen tillsätts krom motsvarande 4-12 % av lädrets vikt (Bengtson, 2006). Av detta blir ca 2 % kvar i lädret.

Krom förekom i färg för några decennier sedan. Krom gav gula eller gröna pigment, blykromater eller ibland kromoxid användes i för att ge dessa pigment fram till 1980-talet. Mängden tillsatt krom varierade kraftigt beroende på färg, allt från 1 % till 20 % (B. Forsaeus, muntlig, 2006).

Sexvärt krom(VI) är den mest oxiderade, mobila, reaktiva och toxiska formen av krom. Under reduktion bildas trevärt krom(III) (Palm *et al*, 1995). Kromföreningar kan vara cancerframkallande, mutagena, allergiframkallande och miljöfarliga. Farligheten beror av hur mycket som kan frisättas till vatten och förmågan att transformeras till en bioackumulerbar form (Naturvårdsverket, www, 2007). Det är krom(III) som finns i resterna från avfallsförbränningen.



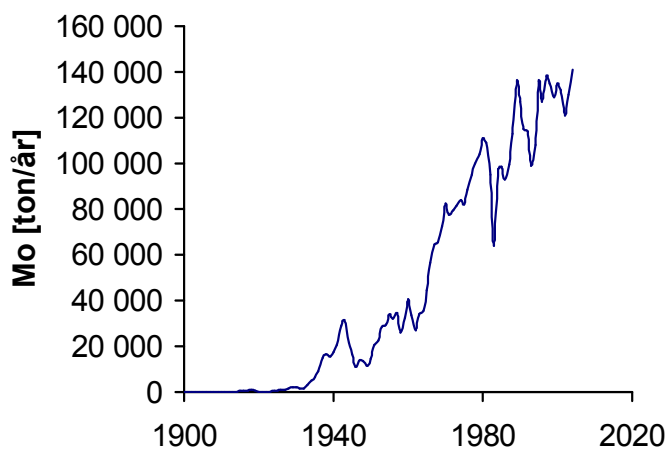
**Figur 14.** Kromhalter i avfallet som förbränns på Vattenfall Värme Uppsala.



Enligt figur 14 har kromhalterna i avfallet ökat. Vad ökningen beror på är svårt att exakt veta. Men en faktor kan vara att den ökade andelen industriavfall som förbränts 2005 och 2006, då block 5 varit i drift, bidragit till de högre halterna.

### 2.1.6 Molybden

Molybden förekommer i järn- och stålbranschen framförallt i råvaror (molybdenoxid och ferromolybden), i olika stålsorter, i slagger, i stoft från rökgasrening och i slam från vattenreningsverk (Wallén, 2006). Världsproduktionen visas i figur 15. Molybden används i olika legeringar, i snabbstål med hög kokpunkt och som trådmaterial i elektroniska tillämpningar. Den är en värdefull legeringsmetall som bland annat förbättrar styrkan för stål vid höga temperaturer. (Studera, www, 2006)



**Figur 15.** Världsproduktionen av molybden (U.S Geological survey, www, 2007).

I naturen förekommer molybden i mineralerna molybdenit ( $\text{MoS}_2$ ), wulfenit ( $\text{PbMoO}_4$ ) och powellit ( $\text{Ca}(\text{MoW})\text{O}_4$ ) samt förekommer också som biprodukt i koppar- och wolframgruvor (Studera, www, 2006). Molybden är också en livsnödvändig metall som finns i minst tre kända enzymer hos människor. Molybden är också essentiell för växterna då den fungerar i enzymer för kväveupptagning och för nitratreduktion. Molybdenförgiftning hos människor är högst osannolikt, eftersom det skulle kräva en extrem dos (Wallén, 2006). Djurförsök med mycket höga doser av molybden visar att vikt förlust, skador på lever, njurar och ben samt sänkning av reaktionsförmågan uppstår.

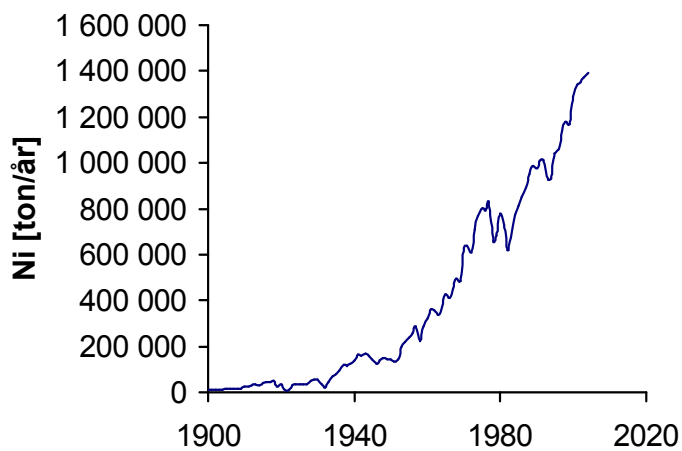
### 2.1.7 Nickel

Största mängden nickel som utvinns kommer från mineralerna limonit ( $(\text{Fe},\text{Ni})\text{O}(\text{OH})$ ), garnierit ( $(\text{Ni},\text{Mg})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})$ ) och pentlandit ( $(\text{Ni},\text{Fe})_9\text{S}_8$ ). Nickel är en övergångsmetall som är hård och formbar. Ren nickel är silvervit och högglänsande. Eftersom den är motståndskraftig mot oxidering används den bland annat i mynt. (Wikipedia, www, 2007a) Nickel kan orsaka hälsoproblem genom att vid långvarig kontakt med huden framkalla allergier.

Ca 65 % av allt nickel som konsumeras i västvärlden går till framställning av rostfritt stål som innehåller ca 8 % nickel. Drygt 10 % används till superlegeringar och resterande andel delas mellan stållegeringar, uppladdningsbara batterier, mynt, katalysatorer och andra kemikalier.

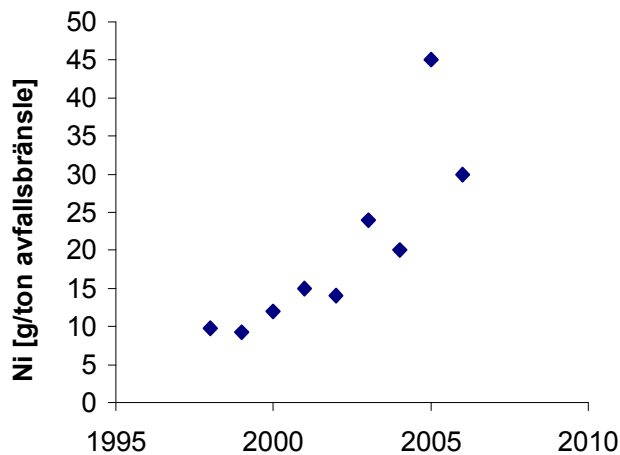


Största producenten av nickel är Ryssland medan Japan är det land som konsumerar mest nickel (Wikipedia, www, 2007a ). Produktionens utveckling illustreras i figur 16.



**Figur 16.** Världsproduktionen av nickel (U.S Geological survey, www, 2007).

Nickel används i batterier både i form av nickel-kadmium (NiCd) och nickel-metallhydrid (NiMH). Nickel-kadmium är en äldre typ av batterier som mest används i strömkrävande apparater inom industrin eller militär elektronik. För ytterligare beskrivning av NiCd-batterier se stycke 2.1.4 Kadmium.



**Figur 17.** Nickelhalter i avfallet som förbränns på Vattenfall Värme Uppsala, beräknat från utgående restprodukter.

Figur 17 verkar tyda på att avfallet som förbränns vid Vattenfall Värme Uppsala har ökande nickelhalter. En förklaring som kan ges är att det kan bero på de ökade mängderna industriavfall.

## 2.2 Material

Det som vi använder för att fungera i vardagen består av både konstgjorda material t ex plast, färg och metaller samt naturmaterial som trä och vissa textilier. Många produkter är sammansatta av en blandning med flera olika material. Det skapar problem för materialåtervinning av vart och ett av materialen för sig.

### 2.2.1 Plast

Begreppet plast innefattar en mängd olika material. Den gemensamma nämnaren är att alla plaster vid något tillfälle i framställningen görs flytande eller plastiska. Plaster består av en eller flera polymerer tillsammans med olika tillsatser. Polymerer är organiska ämnen (kolföreningar) som bildar långa kedjeformiga molekyler vilka ger plasterna dess egenskaper (Plastinformationsrådet, [www](http://www.plast.se), 2007). Plastkonsumtionen i världen utgjorde 1996 ungefär 4 % av den totala förbrukningen av olja och naturgas (Naturvårdsverket, 1996).

PVC (polyvinylklorid) är en vanlig typ av plast. Den är som det hörs på namnet sammansatt av kedjor med vinylkloridmolekyler. PVC-tillverkningen står för en femtedel av den totala plastproduktionen i världen. Det produceras över 20 miljoner ton PVC per år varav ca en fjärdedel i Europa. I Europa står byggsektorn för nästan 60 % av PVC-användningen (Europeiska Gemenskapernas Kommission, 2000). Denna typ av plast används inom byggindustrin som rör (figur 18) och fönsterkarmar. PVC kan också förekomma i klädindustrin och i leksaker (Wikipedia, [www](http://www.wikipedia.se), 2007b).

Om PVC-plasten endast innehåller polyvinylklorid blir materialet hårt och därför tillsätts mjukgörare och stabilisatorer för att uppnå önskade egenskaper (Wikipedia, [www](http://www.wikipedia.se), 2007b). Stabilisatorer förhindrar att plasten bryts ner av värme och ljus. I PVC är blystabilisatorer vanliga, framförallt blyulfat och blyfosfit (Europeiska Gemenskapernas Kommission, 2000). I Europa användes 1998 över 112 000 ton blystabilisatorer. I Sverige används blystabilisatorer nästan enbart i tillverkning av rör. Men även rörbranschen har som mål att sluta med blyanvändningen (PVC Forum, [www](http://www.pvcforum.se), 2006).



**Figur 18.** Avloppsrör observerat i återvinningscentralens brännbara fraktion. Består troligtvis av PVC.

Kadmium har, som nämns i stycket 2.2.4, använts som stabilisator i plast. Det gäller även för PVC-plast. Användningen av kadmium minskade kraftigt i Europa under 1990-talet men det finns fortfarande områden där kadmiumtillsats är tillåten (Europeiska Gemenskapernas Kommission, 2000).

Import av plastprodukter sker i många olika branscher. Den största delen av allt plast som används i Sverige importeras. Tyvärr har det varit svårt att få fram uppgifter på vilka länder varorna kommer ifrån och exakta siffror på andelen importerat plast. Det man vet är ändå att plast som importeras kan innehålla miljöfarliga ämnen som inte deklarerats på produkten.

Vid förbränning av PVC frigörs stabilisatorer, mjukgörare och flamskyddsmedel (Wikipedia, www, 2007b). Det bildas också saltsyra (HCl) i rökgaserna vilken måste neutraliseras i reningsprocesserna. Saltsyrabildningen utgör ett slitage på pannan.

### **2.2.2 Färg och pigment**

Färg är en blandning av lösningsmedel, pigment, bindemedel och tillsatser. De vanligaste lösningsmedlen är organiska lösningsmedel och vatten. Lösningsmedelsbaserade färger är t ex linoljefärg, alkydoljefärg, lasyr och träskyddsmedel. Vattenbaserade färger är t ex akrylatfärg, silikatfärg och latexfärg (Västervik Miljö och Energi, www, 2006).

Det är i pigmenten i färgen som metaller har förekommit. Bly har använts till pigment i utomhusfärg oftast i kombination med linolja fram till 1980-talet i Sverige. Mängden bly i blyvitt låg då normalt runt 20 %. Kadmium har också förekommit i färg innan miljöproblemen med tungmetallerna uppmärksammades under 1970-talet. Kadmium var mindre vanligt i färg, det var i synnerhet bly och krom som användes i färgtillverkningen i Sverige förr. Däremot förekommer kadmium i konstnärsfärg. Även krom har förekommit i färg för några decennier sedan. Krom fungerade som gula eller gröna pigment, som blykromater eller ibland som kromoxid. Mängden tillsatt krom varierade kraftigt beroende på färg, allt från 1 % till 20 % (B. Forsaeus, muntlig, 2006).

### **2.2.3 Elektronik**

Metaller förekommer i elektriska produkter. Enligt El-kretsen förekommer koppar, aluminium, järn och bly nästan i alla elektriska produkter. Bly förekommer i många olika komponenter i elektriska apparater bland annat i kretskort och i bildskärmsrör (Ericsson, 2000).

En elektrisk produkt är sammansatt av flera olika material i olika former. Plast som används som höljen på eller till elektriska apparater är oftast flamskyddade. Det innebär att antimon också kan finnas i elektronik. Även PVC förekommer bland annat i kabelplast vilket kan innehålla bly.

Det är också med elektroniken man befärrar att batterier kommer med i avfallet.

Batterier finns i många olika utföranden och ser i princip ut hur som helst. Batterierna delas in i två grupper: laddningsbara och engångsbatterier. Batterier kan också finnas inbyggda i olika produkter, vilket gör dem svårupptäckta.

RoHS-direktivet (Restriction of Hazardous Substances in electrical and electronical equipment) är ett EU-direktiv som ska begränsa användningen av vissa miljöfarliga ämnen i elektronik. RoHS-direktivet medför att tillverkare av elektroniska produkter senast den 1 juli 2006 ska se till att nya produkter som säljs på marknaden inte innehåller bly, kvicksilver, kadmium, sexvärt(VI) krom samt vissa flamskyddsmedel. Lagstiftningar som omfattar EU kan påverka produktionen av produkter bland annat i Asien. Eftersom EU är stora konsumenter av det som tillverkas i Asien kan lagstiftningen få genomslag även där då de vill sälja in sina produkter på den Europeiska marknaden.

### **2.2.4 Läder och textilier**

I textilindustrin används metaller vid behandling, färgning och garvning av läder. Krom, koppar och zink är ofta komponenter i metallkomplexfärgämnen. Kromsyra används också vid förbehandling av bomullsgarnet innan färgning. Andra metaller som tidigare har förekommit i färgerna är bly, kadmium, arsenik, tenn och nickel. (Länsstyrelsen sthlm)

Krom används vid behandling av djurhudar i garvningsprocessen i form av basisk kromsulfat. Vid garvningen tillsätts krom motsvarande 4-12 % av lädrets vikt. När hudarna fått droppa av och lädret är färdigbehandlat är det ca 2 % krom kvar i lädret. (Länsstyrelsen sthlm)

### **2.2.5 Trä**

Trävaror har många olika användningsområden i samhället, i synnerhet är byggsektorn en viktig brukare. Sverige har en stor produktion av trävaror där en noggrann miljöklassning förekommer. I dag har man också kommit in i en europeisk marknad. Denna typ av gränsöverskridande handel bidrar till sämre kontroll på virket. När inköp görs centralt för de stora bygghandelskedjorna vet konsumenten i Sverige inte vart virket kommer ifrån eller vilken kvalitet det har. Det kan på så vis bidra till att import av impregnerat virke ger onödig miljöbelastning. (Johansson *et al*, 2005)

Inom byggsektorn i Sverige har man åtagit sig ett utvidgat producentansvar. Handlingsplanen "Miljöansvar för byggvaror" från Byggsektorns Kretsloppsråd säger bland annat att byggföretagen ska utforma och tillhandahålla byggvarudeklarationer. Dessa deklarationer skall redovisa innehållet i enskilda material och produkter i den mån de under sin livscykel påverkar den yttre och den inre miljön. Byggvarudeklarationerna skall fungera som ett hjälpmedel vid val av byggvaror ur miljösynpunkt. (Byggsektorns Kretsloppsråd, 2000)

## **2.3 Avfall som bränsle**

Avfallsbränsle är en mycket heterogen typ av bränsle (figur 19). Ett lass kan innehålla bygg- och rivningsmaterial medan ett annat kommer med avfall från en återvinningscentral. Innehållet varierar kraftigt mellan leveranserna men också i varje container förekommer stor heterogenitet. Det gör bränslet svåröversägbart. För att minska ojämnheterna i förbränningen blandas avfallet av traversföraren i avfallsbunkern på förbränningsanläggningen.

Vattenfall Värme Uppsala ställer krav på att avfallet skall hålla en viss kvalitet. För att nå upp till egna och myndigheternas miljökrav är det också viktigt att kvalitetskraven på avfallsbränslet upprätthålls. Uppstår stora avvikelser i kvaliteten kan miljöpåverkan öka, det kan också påverka förbränningen. För dålig kvalitet t ex om avfallet är blött eller om det innehåller mycket skrot kan det leda till att anläggningen vid vissa tillfällen måste stoppas. Normalt klarar avfallsförbränningsanläggningen av att upprätthålla god miljöprestanda även med viss inblandning av avvikande innehåll



**Figur 19.** Avfallsbränsle.

Utifrån hur robusta system som förekommer på anläggningen, gällande utsläppskrav och de tillstånd som anläggningen givits har krav på avfallskvaliteten utformats. Dessa kvalitetskrav på avfallsbränslet har samtliga avfallsleverantörer förbundit sig att följa (bilaga 1). Kvalitetskraven säger vilka avfall som får, eller inte får förekomma i leveranserna från avfallsanläggningarna. I dokumentet finns också krav på vilken sammansättning avfallet får ha och maximal tillåten storlek på de enskilda fragmenten.

## 3 METODER

---

Vilka material har en betydande påverkan på metallhalterna i avfallet och därmed i slaggen? Det är en svår och komplex fråga och ett exakt svar finns troligtvis inte i dagens läge. För att ändå närma sig ett svar på frågan har en kombination av metoder valts. Det konstaterades tidigt att kunskap om metallerna, i vilka material de finns, hur de används och hur användningen ser ut historiskt är viktigt. Dessa kunskaper skulle också på något vis kopplas i hop med verkligheten. Därför valdes kombinationen litteraturstudie, intervjuer och seminarium tillsammans med platsbesök hos flera avfallshanterare.

### 3.1 Avfallshantering och avfallsflöde

För att undersöka vilka material som kan leda till höga metallhalter bestämdes det att avfallsflödet till pannorna på Vattenfall Värme Uppsala skulle identifieras. Detta gjordes genom att hos avfallsleverantören systematiskt gå igenom avfallsflödena för att urskilja olika fraktioner.

De avfallsleverantörer som levererar störst mängd avfall till Vattenfall Värme valdes för besök. De besöktes för att ta reda på avfallets innehåll, hur sorteringen fungerar och hur flödena till Vattenfall Värme Uppsala ser ut. Vid platsbesöken har avfallsflödet identifierats, intervjuer och iakttagelser har gjorts och industriavfallet har fotograferats. Dessutom har diskussioner kring metallproblematiken skett med personer i driftledande positioner hos de olika avfallshanterarna.

I samarbete med avfallsleverantören har ett upplägg för arbetet i just deras avfallskrets utformats. Först har ett initieringsmöte hållits med representanter från avfallsleverantören. Projektets syfte har lagts fram och beskrivits. Sedan har vi tillsammans strukturerat och planerat platsbesöket utifrån representanternas synpunkter. De har hjälpt mig att komma fram till bästa strategi för att få fram relevant information till mitt arbete. De har t ex arrangerat så att jag kunnat göra intervjuer med de personer som har kompetens om just det jag är ute efter. De har visat mig avfallens flöde genom deras system, från att det kommer till vägen till dess att det lämnar anläggningen sorterat, krossat och lastat i container.

#### 3.1.1 Platsbesök 1: Söderhalls Renhållningsverk AB

Vid ett initieringsmöte på Hagby avfallsanläggning beslutades att Emma Breitholtz, projektingenjör, skulle fungera som kontaktperson för organisation och utformande av platsbesöken på Söderhall Renhållningsverks anläggningar. Det bestämdes att Hagby avfallsanläggning skulle besökas en dag. Vid besöket gjordes intervjuer med sorteringsansvarig, Peter Stridsberg och Åsa Sammens, ansvarig vid vägen. Då studerades också hur avfallshanteringen gick till på plats och hur avfallsströmmarna gick genom anläggningen. Dessutom fotograferades avfallet som går till pannorna på Vattenfall Värme Uppsala.

Även Löt avfallsanläggning besöktes. Vid det aktuella tillfället utfördes grovkross av brännbart avfall, vilket var intressant att observera. Högen som blir till avfallsbränsle undersöktes och då gavs också tillfälle att rota i högen och ta prover.

Som avslutning på mitt besök på Hagby avfallsanläggning fick jag också göra en intervju med Katarina Melbin som är ansvarig för återvinningscentralerna. Hon förklarade hur sorteringen

och miljöarbetet fungerar där och hur kunskapsläget hos allmänheten är när det gäller sopor och dess hantering.

### **3.1.2 Platsbesök 2: Gästrikre Avfallshantering**

Per Olsson, VD, Gästrikre avfallshantering fungerade som kontaktperson och det var också tillsammans med honom som besöket på Forsbacka avfallsanläggning planerades. Vi bestämde att besöket skulle ske under två heldagar då jag skulle få chansen att se hur verksamheten fungerar, samt intervjuar driftchef, Hans-Erik Blom och Mikael Sjölander, ansvarig vid vågen. Under besöket blev det också tillfälle att diskutera med sorteringspersonalen. Dessutom studerades miljörapporten för 2005. Per Olsson hjälpte mig också att planera in ett besök på SITA:s omlastningsstation i Gävle. Det var av intresse eftersom en del av avfallet sorteras där.

### **3.1.3 Platsbesök 3: Ragn-Sells**

Ett initieringsmöte inklusive guidning hölls på avfallsanläggningen i Kvarnbolund. Under mötet bestämdes att Krister Ljungberg skulle fungera som kontaktperson. Det beslutades att Högbytorp och Länna avfallsanläggningar skulle besökas. På Högbytorp fick jag träffa Rickard Sjölander driftansvarig för de båda anläggningarna. Vid det tillfället studerades också avfallshögarna, arbetsgången och hur verksamheten fungerar i stort. Länna avfallsanläggning är en sorteringsanläggning helt under tak. Där visade Krister Ljungberg mig runt och för övrigt intervjuades han också under besöket.

### **3.1.4 Platsbesök 4: Vafabmiljö**

Hos Vafabmiljö bokades ett möte med Per Omnell in en eftermiddag. Vid det tillfället visade han mig hur de arbetar med sina kunder, vilka informationsmaterial de delger en kund innan den ingår i ett avtal med Vafabmiljö. I samband med mötet intervjuades Per innan han sedan guidade mig runt på anläggningen. Vid guidningen gavs också tillfälle att prata med personalen som arbetar med sorteringen.

## **3.2 Återvinningscentralernas brännbara avfall**

Efter de första kontakterna med avfallshanterarna visade det sig att det brännbara avfall som återvinningscentralerna samlar in i slutändan hamnar i fraktionen brännbart industriavfall på avfallsanläggningarna. Därför har det varit av intresse att besöka några återvinningscentraler för att få en bild av hur det avfallet ser ut och hur återvinningscentralerna fungerar. På återvinningscentralerna finns också kunskap om hur folk i allmänhet resonerar kring sopor, sortering och dess betydelse.

I samband med eller i anslutning till de platsbesök som gjorts på avfallsanläggningarna har besöken på återvinningscentralerna utförts. Vid dessa besök har frågorna kring deras arbete utgått från en mall (bilaga 2) som på förhand tagits fram.

### **3.2.1 Platsbesök 5: Hagby Återvinningscentral**

Hagby återvinningscentral drivs av Söderhalls Renhållningsverk AB. En intervju med Katarina Melbin, chef för Söderhalls Renhållningsverk AB:s återvinningscentraler gjordes i samband med besöket på Hagby avfallsanläggning. Då fick jag också se hur återvinningscentralen var organiserad samt iaktta och fotografera avfallet i containrarna.

### **3.2.2 Platsbesök 6: Gävle Återvinningscentral**

Vid initieringsmötet hos Gästrikre Avfallshanterare planerades det också in ett besök på Återvinningscentralen i Gävle. Där fick jag bland annat träffa Göran Kempe, chef för återvinningscentralerna i Gästrikland och Eva Johansson, personal på återvinningscentralen i Gävle som svarade på frågor om deras verksamhet.

På Gävle återvinningscentral bokades en hel förmiddag in för besöket. Per Sundström, ansvarig för återvinningscentralerna, Gästrikre Återvinnare introducerade mig och därefter fick jag se på och hjälpa till vid det dagliga arbetet på återvinningscentralen. Jag fick då tillfälle att intervjua Göran Kempe. Under förmiddagen diskuterade jag också en hel del med Eva Johansson som förklarade hur de arbetade och hur deras dagliga rutiner såg ut.

### **3.2.3 Platsbesök 7: Forsbacka Återvinningscentral**

Besöket på Forsbacka återvinningscentral utfördes i samband med platsbesöket på Forsbacka avfallsanläggning. Återvinningscentralen tillhör Gästrikre Avfallshanterings verksamhet och det var Hans-Erik Blom, driftchef stod för visningen. Birger Ljunggren, personal på återvinningscentralen intervjuades också vid det tillfället.



## RESULTAT

---

Undersökningarna har resulterat i flera olika svar. Dels har olika avfallstyper identifierats, dels har avfallsflödet och avfallets behandlingssteg kartlagts och dels har metallkällorna bestämts.

### **4.1 Avfallstyper**

De olika platsbesöken har resulterat i att mer kunskap om avfallet har erhållits. En tydlig skillnad i ursprung inom huvudfraktionen brännbart industriavfall kan urskiljas. Dessa är följande: återvinningscentralens brännbara avfall, hushållens grovsopor, bygg- och rivningsavfall och övrigt verksamhetsavfall.

#### **4.1.1 Återvinningscentralernas brännbara avfall**

Återvinningscentralernas brännbara avfall består av allt som kan hittas i ett hem. Vanligt förekommande är mattor, gardiner, kläder, skor, möbler, husgeråd, leksaker och kartonger. Denna fraktion innehåller stora andelar textilier och plast vilka ofta är behandlade med olika typer av kemiska processer. Fraktionen kan också innehålla avfall från mindre verksamhetsutövare vanligtvis enskilda firmor inom hantverksområdet.

#### **4.1.2 Hushållens grovsopor**

Med hushållens grovsopor menar man avfall som samlas upp i hyreshusens grovsoprum och som sedan transporteras till avfallsanläggningar. Denna typ av avfall är av liknande typ som återvinningscentralernas brännbara fraktion. Det som skiljer dem åt är att på återvinningscentralerna kan avfallet också komma från små verksamheter.

#### **4.1.3 Bygg- och rivningsavfall**

Vid bygg-, rivnings- och renoveringsprojekt produceras avfall som måste behandlas. Till avfallsanläggningarna flödar mängder av avfall från byggindustrin. Byggavfallet innehåller stora mängder trä från olika typer av träkonstruktioner. Detta trä har ofta behandlats i form av målning, lackning och ibland även impregnering. Byggavfallet innehåller också tapeter, golvmattor, avloppsrör, gipsskivor och olika typer av kemiska produkter så som tätningsmassor, fix och fog.

#### **4.1.4 Övrigt verksamhetsavfall**

Övrigt verksamhetsavfall är sådant som kommer från olika företag och näringsidkare. Detta avfall kan innehålla det mesta och är svårt att karakterisera. I ett lass kan det komma bokhyllor från ett kontor, i nästa lass finns det leksaker från en butik och ett tredje lass kan innehålla sängar från en kryssningsbåt. Det varierar otroligt mellan de olika leveranserna men vanligast är att det kommer blandade fraktioner från dessa avfallsproducenter.

### **4.2 Sortering och avfallsflöde**

En viktig del i arbetet att identifiera eventuella metallkällor har varit att studera sortering och avfallsflöde. Dessa funktioner har en stor betydelse för kvaliteten på avfallet som i slutändan kommer till avfallsförbränningsanläggningen i Uppsala. Vid besöken har det också kommit fram att anläggningarna är olika, har olika avtal med kunderna och därmed fungerar sortering och avfallsflöden också på olika sätt.

### 4.2.1 Sorteringsplattan

Det är huvudsakligen vid sorteringsplattan på avfallsanläggningarna kvaliteten på bränslet avgörs. Industriavfallet som transporteras till anläggningen tippas på plattan och sedan sker sorteringen med maskiner som är utrustade med sorteringsgrip (figur 20). På sorteringsplattan delas industriavfallet in i olika fraktioner vilka beror på vart avfallet sedan skall transporteras, vanligtvis är fraktionerna trä, brännbart, metallskrot, deponi. Vid sorteringen avskiljs också farligt avfall som kan finnas med i lassen som tippas.



**Figur 20.** Grävmaskin utrustad med sorteringsgrip, används vid sortering av industriavfall.

Hur sorteringen går till skiljer sig mellan anläggningarna. Det finns anläggningar där allt material sorteras ut till respektive fraktion. På någon annan anläggning sorterar man ut allt som inte är brännbart från den tippade högen. När sorteringen sedan anses färdig schaktas resterande material (som bara ska bestå av brännbart avfall) till högen för brännbart avfall. Vid några av anläggningarna kompletteras sorteringen med manuell sortering när resurser finns. Denna sortering resulterar i att även små saker som är svåra att upptäcka sorteras till rätt fraktion (figur 21).



**Figur 21.** Exempel på elskrot som sorterats ut manuellt.

På den anläggning som har den hårdaste mottagningskontrollen berättade den sorteringsansvarige att mängden skrot som kommer fel i den brännbara fraktionen faktiskt har minskat. Vilket han tror beror på den strikta kontrollen de ständigt utför.

## 4.2.2 Direktflöden

Två olika typer av direktflöden kan konstateras. Det ena är direktleveranser då containrar från t ex en återvinningscentral körs direkt till Vattenfall Värme Uppsala. Den andra typen av direktflöde är via avfallsanläggning. Avfallet som lämnas till avfallsanläggningen tippas direkt i högen för brännbart avfall utan att passera sortering. Däremot genomgår avfallet eventuellt övrig behandling så som krossning och metallavskiljning.

## 4.2.3 Avfallsflöde

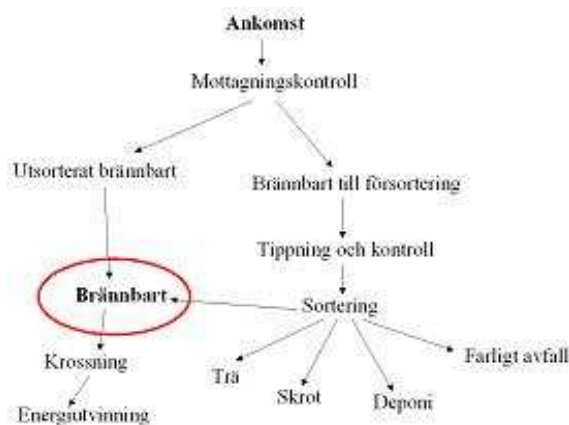
Till avfallsanläggningarna kommer avfall från hela samhället, hushåll, industri liksom stora byggföretag. Avfallet delas in i industriavfall och hushållsavfall. Vid transportens ankomst görs det någon form av mottagningskontroll på samtliga anläggningar. På den anläggning där kontrollen är mest sofistikerad fungerar det på följande sätt:

När en bil kommer till vågen, vägs den in. Sedan registreras ID-nummer (som är kopplat till företaget), bilens registreringsnummer och vilken kommun den kommer ifrån dokumenteras också. Chauffören uppger dessutom vilken fraktion som finns med i lasten genom att ange en kod för fraktionen. Kameror som finns monterade visar på bildskärm i mottagningskontrollen vad som finns med. Där får personalen i vågen en ungefärlig koll på vad som finns i lasten. Sedan åker bilen upp till sorteringsplattan och tippas lasset. En kontrollant finns på plats som fastställer vilken fraktion som tippas och informerar mottagningskontrollen om det innan bilen lämnar anläggningen. Stämmer det inte med fraktionen föraren uppgett så klassas lasset om till den fraktion som kontrollanten anser att det är. När bilen lämnar anläggningen får chauffören veta om lasset har blivit omklassat. Vissa förare ifrågasätter varför omklassningen görs och får då reda på anledningen. Andra förare rycker bara på axlarna och säger att det var väntat när de får besked om att lasten blivit omklassad.

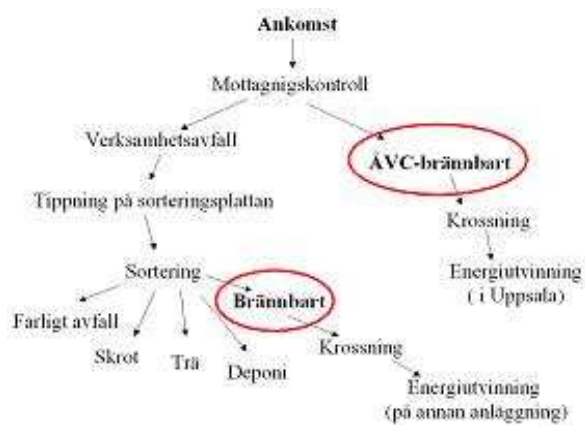
På alla anläggningar finns ett system för registrering av lasten. På de flesta har de också kameror som fotograferar lasten. Dessa bilder visar dock bara det översta skiktet i containern. Övrig kontroll av avfallet varierar kraftigt mellan anläggningar och den lägsta nivån som förekommer är ingen mer kontroll förutom fotografierna.

På en annan anläggning berättar driftchefen att man tagit bort mottagningskontroller för en tid sedan på grund av att man ansåg att det var för dyrt. Nu har man beslutat sig för att återinföra ett kontrollsystem för att det förekommer för mycket felsorterat avfall och farligt avfall i leveranserna. Detta är ett bevis på att kontrollerna behövs för att upprätthålla kvaliteten på avfallet.

Nästa steg i avfallsflödet efter mottagningskontrollen är sorteringen. På alla anläggningar passerar avfallet sorteringsplattan med undantag för delar av avfallsflödet där direktflöden förekommer. Industriavfallet sorteras på avfallsanläggningens sorteringsplatta till olika fraktioner: trä, skrot, brännbart, deponi och farligt avfall (figurer 22-25).



Figur 22. Flöde på anläggning A



Figur 23. Flöde på anläggning B



Figur 24. Flöde på anläggning C



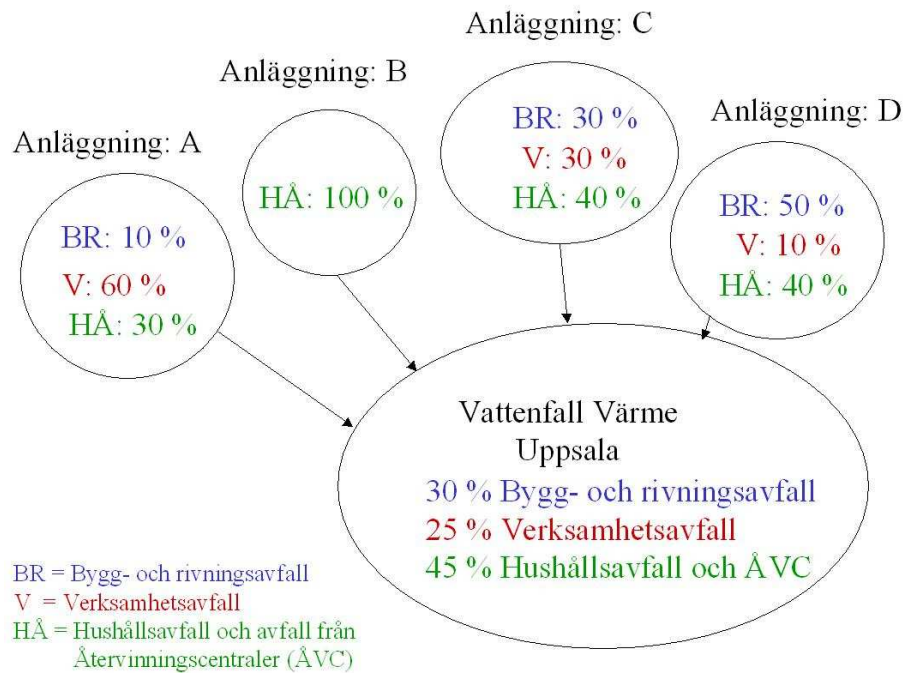
Figur 25. Flöde på anläggning D

En av avfallshanterarna berättar också att de försöker samarbeta med byggföretag för att sorteringen ska bli enklare och för att avfallet skall bli renare. En person från avfallshanteraren åker då ut till företaget och förklarar vilka material som skall sorteras till vilka containrar och i gengäld skonas byggföretaget från eventuella straffavgifter på grund av felsortering.

Nästa fas i flödet är behandling av avfallet. Där finns det också stora variationer mellan anläggningarna. På någon anläggning sker endast sortering och sedan leverans till avfallsförbränningsanläggning. På någon annan sker ingen sortering men däremot utförs krossning och metallavskiljning och på en tredje anläggning sker både sortering, krossning med metallavskiljning i kombination med avancerad mottagningskontroll. Efter behandlingssteget är avfallet färdigt för leverans. Avfallet lastas i ”trettiofemmor”, 35-kubikscontainrar (35 m<sup>3</sup>) och transporteras med lastbil till avfallsförbränningsanläggningarna.

#### 4.2.4 Sammanställning av avfallsflödet

Platsbesöken har resulterat i en kartläggning av avfallsflödena. I figur 26 beskrivs flödet och dess fördelning till avfallsförbränningsanläggningen i Uppsala. Bokstäverna A-D representerar avfallsanläggningarna. Inom cirkeln beskrivs sammansättningen på avfallet de levererar till Vattenfall Värme Uppsala. En sammanställning av dessa flöden beskriver den totala sammansättningen av avfallet som levereras till Uppsala från avfallsanläggningarna.



**Figur 26.** Sammansättningen av avfallsflödet till Uppsala i vikt-%. Siffrorna är beräknade på 60 % av de totalt levererade industriavfallet 2006.

Beräkningarna i figuren omfattar knappt 60 000 ton av det industriavfall som levererades till Vattenfall Värme Uppsala 2006. Totalt levererades drygt 100 000 ton industriavfall detta år. Det finns också en stor osäkerhetsfaktor i beräkningarna då sammansättningen för anläggning C endast är uppskattad av driftledaren hos den specifika avfallshanteraren.

Vattenfall Värme Uppsala har en sammansättning av industriavfallet där hushållens grovsopor tillsammans med återvinningscentralernas brännbara avfall står för en relativt stor andel, hela 45 %. Av resterande del av industriavfallet som levererades till Vattenfall Värme Uppsala 2006 bestod 30 % av bygg- och rivningsavfall och 25 % av övrigt verksamhetsavfall.

## 4.3 Metallkällor

### 4.3.1 Plast

I PVC-plast finns bland annat bly. Plast förekommer i många olika former i brännbara fraktionen. T ex så har flera olika rör iakttagits där man är osäker på om de är PVC eller inte. Det förekom också flera olika exempel på golvmattor av plast i brännbara högen på några av anläggningarna. Hur mycket PVC som kommer med i form av kabelplast är osäkert. Men det förekommer sladdar från bland annat hushållselektronik i den brännbara fraktionen. Huruvida de innehåller PVC är också osäkert. PVC är sannolikt en källa till blyhalterna i restprodukterna.

Många plastprodukter som finns med i den brännbara fraktionen kan vara importerade och en del plastsaker är gamla t ex från 1970-talet. Detta gör att plast troligtvis är en källa till kadmiumhalterna i förbränningens restprodukter. Eftersom antimon finns i plast både som flamskyddsmedel men också som pigment i plast gör det att även plast kan antas vara en källa till antimonhalterna.



### 4.3.2 Färg och pigment

Färg och pigment förekommer framförallt i bygg- och rivningsavfall. Färg har observerats som målat trä, andra målade produkter, men det har också förekommit i halvtomma färgburkar i avfallet. Bly och krom har använts till pigment i färg och det är troligt att sådan färg kan komma med i den brännbara fraktionen då den innehåller en del trä. När det gäller konstnärsfärg som innehåller kadmium är det osäkert om det är en bidragande orsak till metallhalterna. Bara någon enstaka tavla har observerats, troligtvis är konstnärsfärg en liten eller försumbar källa till kadmiumhalterna.

### 4.3.3 Elektronik

Av misstag kommer elektronik med i avfallet, ofta är det hushållselektronik, lampor, dammsugare, datorer eller leksaker som finns med. Exempel på elektronik som observerats i den brännbara fraktionen är bland annat lampor, klockradio och skrivare. Bly förekommer i många olika komponenter i elektriska apparater bland annat i kretskort och i bildskärmsrör. Därför kan det konstateras att bly kommer från elektronik som hamnar fel. Molybden förekommer också i elektronik, det är därför troligt att elektronik som av misstag finns med i industriavfallet bidrar till molybden-halterna.



**Figur 27.** Exempel på elektronik som observerats i avfall som är färdigsorterat och skall levereras till avfallsförbränningsanläggning.

Felsorterad elektronik (figur 27) innehåller också plast, som enligt stycket 2.1.1 beskrivs innehålla antimon, vilket också gör elektronik till en antimonkälla.

### 4.3.4 Läder

Det avfall som kommer från hushållens grovsoprum och de som kommer från ÅVC innehåller läder i olika former. Vanligt förekommande är skinnsoffor, gamla väskor och skor som folk gör sig av med. Eftersom läder sannolikt innehåller krom som tillsatts vid garvningsprocessen är det en källa till kromhalterna.

### 4.3.5 Trä

Tryckimpregnerat trä sorteras alltid ut, men av misstag kan också det hamna fel. Det finns fall då det är svårt att se om det är impregnerat eller inte. Är träet impregnerat och sedan målat är det helt omöjligt att veta om det sorteras till fel fraktion. Bedömningen är att tryckimpregnerat trä kan vara en källa till arsenik- och kromhalterna, se stycke 2.1.2 Arsenik.

### 4.3.6 Rostfritt stål

I vilka produkter rostfritt stål förekommer är inte direkt undersökt i detta projekt. Finns rostfritt stål i elektronik eller i andra hushållsprodukter är det troligt att det kan finnas med i brännbara fraktionen. Rostfritt stål är inte magnetisk, vilket innebär att om det av misstag kommer med i brännbara fraktionen så kommer det inte att avskiljas i krossens magnetavskiljare senare i processen. Därav kan det vara en källa till krom- och nickelhalterna i slaggruset.

### 4.3.7 Batterier

Att försöka se om det finns batterier med i en avfallshög är inte enkelt. Inga batterier har iakttagits med blotta ögat. Men eftersom batterier finns i en mängd olika elektriska produkter, både som inbyggda men också som kvarglömda kan man anta att bly-, kadmium- och nickelhalterna också beror av elektronik och batterier som hamnar fel. Det finns saker som man inte tänker på att det kan innehålla några batterier. Vanliga sådana produkter är leksaker. Till exempel en nalle som låter eller leksaksbil i plast som har motor.

### 4.3.8 Sammanställning av metallkällorna

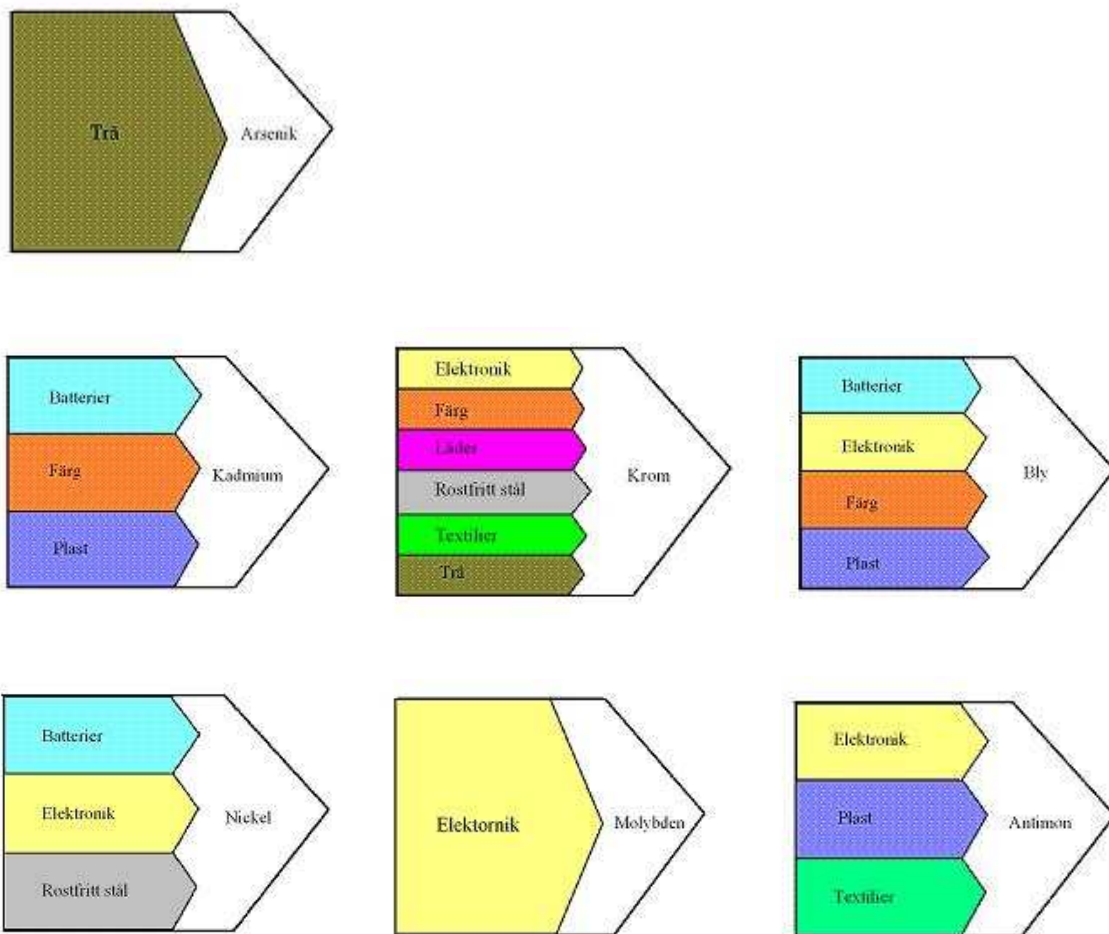
Det sammanlagda arbetet med litteraturstudie, intervjuer och platsbesök på avfallsanläggningar pekar på vilka material metallerna kommer ifrån. Metallhalterna i slaggruset härrör från olika material enligt tabell 1.

**Tabell 1.** Schematisk bild över vilka material som bidrar till metallhalterna.

	Antimon	Arsenik	Bly	Kadmium	Krom	Molybden	Nickel
<b>Batterier</b>			X	X			X
<b>Elektronik</b>	X		X		X <sup>1</sup>	X	X <sup>1</sup>
<b>Färg</b>			X	X	X		
<b>Läder</b>					X		
<b>Plast</b>	X		X	X			
<b>Rostfritt stål</b>					X		X
<b>Textilier</b>	X				X		
<b>Trä</b>		X			X		

<sup>1</sup>Elektronik är en källa till krom och nickel då rostfritt stål antas finnas i elektronik.

Tabellen är baserad på resonemanget i avsnitt 4.3.1 - 4.3.7. Det är dock svårt att avgöra i hur stor utsträckning varje avfallstyp bidrar till de utvalda metallernas halter. Metallerna i industriavfallet illustreras också i figur 28. Dessa figurer visar vilka material som ger upphov till metallhalterna enligt föregående. Pilarnas storlek motsvarar inte någon viktning av produkterna då en sådan är svår att göra baserat på dagens kunskap.



**Figur 28.** Pilarna ovan visar vilka material som ger upphov till metallhalterna enligt resultaten i tabell 1. Pilarnas storlek motsvarar inte någon viktning av produkterna då en sådan är svår att göra baserat på dagens kunskap.



## 5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

---

### 5.1 Avfallstyper

Vid kartläggningen av avfallsflödena har ett försök att kategorisera avfallet gjorts. Ute på platsbesöken har tre tydliga avfallstyper iakttagits. Ambitionen nedan är att försöka beskriva vilka avfall de olika fraktionerna innehåller.

#### 5.1.1 Återvinningscentralernas brännbara avfall och hushållens grovavfall

Det avfall som kommer från hushållens grovsoprum och återvinningscentralernas brännbara fraktion består mest av saker som kommer från hemmen. Som beskrivs i 4.1.1 och 4.1.2 förekommer där materialen, textilier, läder, plast, papper och trä. En del hemelektronik hamnar också av misstag i den fraktionen. Jämför man denna fraktion med övrigt verksamhetsavfall och bygg- och rivningsavfall så innehåller denna mindre andel trä. Det beror sannolikt på att återvinningscentralerna också har en specifik container för just trä.

Avfallet i återvinningscentralernas brännbara fraktion innehåller större andel textilier och läder jämfört med de övriga avfallstyperna. I dessa material finns två av de identifierade metallerna, krom och antimon.

Det en stor del gamla saker som hamnar på återvinningscentralerna. Avfallet kan t ex komma från en utrensning i källaren eller ett dödsbo. Med anledning av detta kan man också dra slutsatsen att det i detta avfall förekommer metaller i andra tillämpningar och mängder än de som återfinns i moderna produkter.

Den hemelektronik som observerats i den brännbara högen hos avfallshanterarna har utgjorts av dammsugare, kaffebryggare, radioapparater, bilstereo och lampor av olika slag. Det är alltså ett bevis på att elektronik hamnar fel även om det ska sorteras bort. Elektronik skall inte ens få finnas i det avfall som lämnas till avfallsanläggningen. Det finns alltså brister i sorteringskunskaperna hos vanligt folk, vissa slänger sitt avfall i fel containrar på återvinningscentralerna. Briserna finns också på vissa företag, vilket medför orena avfallsfraktioner. Detta försvårar arbetet för dem som jobbar med sorteringen av återvinningscentralens brännbara avfall.

#### 5.1.2 Bygg- och rivningsavfall

I bygg- och rivningsavfallet hittar man en hel del trä. Den största andelen av materialen som återfinns i denna fraktion är behandlade med lackning, målning och ibland även impregnering. Impregnerat virke skall alltid sorteras ur men på grund av olika anledningar kan det ibland vara svårt att identifiera, t ex om träet dessutom är målat. Avfall som kommer från rivningsobjekt är ofta gammalt, det kan vara över hundra år. Det innebär i sin tur att avfall som kommer därifrån kan var målat ett antal gånger, med färg från olika decennier. Det betyder att den farliga färgen som tillverkades på 1950-1970-talen som innehöll metaller kommer till avfallsanläggningarna idag. I de gamla färgerna kan framförallt bly och krom förekomma, men också anledning att misstänka att en del kadmium kommer med denna väg.

Bygg- och rivningsavfallet innehåller också bland annat tapeter, golvmattor, klister, tätningsmassor, fix och fog enligt mina iakttagelser. Plastgolvmattor består av PVC, som kan innehålla bland annat bly och kadmium. Detta tyder på att bly och kadmium delvis kommer via bygg- och rivningsavfallet på detta sätt. När det gäller tapetklister, tätningsmassor, fix och

fog är dessa produkter tyvärr inte undersökta i detta projekt. Det finns en liten anledning att vara orolig för att även dessa typer av avfall inte är helt fria från miljöfarliga metaller då de kan vara tillverkade för många år sedan. Detta är något som vore intressant att undersöka i framtiden.

### **5.1.3 Övrigt verksamhetsavfall**

Denna fraktion är den mest varierande, den innehåller det mest heterogena avfallet. Det går inte att som för de andra avfallstyperna säga att här finns det mycket av det ena eller det andra. Det är helt enkelt en salig blandning av produkter och material som finns i samhället som blir uttjänta av olika anledningar och skall göras av med. Det man ändå generellt kan säga är att detta övriga verksamhetsavfall består av mindre andel gammalt avfall än vad som förekommer i de andra fraktionerna.

## **5.2 Åtgärder för att minska metallhalterna i avfallet**

### **5.2.1 Industriavfallsleverantörerna**

#### ***Högre sorteringsgrad***

Att ställa krav på att alla sopor bör sorteras hos avfallshanteraren är ett förslag. Som det ser ut i dag finns det avfallsströmmar som ej genomgår sortering eller bara viss sortering. För att överväga om det är en vettig lösning bör man fundera över hur avfallet kan förändras. Det kan ha som följd att avfallet blir renare på tungmetaller då allt passerar sortering vilket är bra för avfallsförbränningsanläggningen. Däremot, om avfallshanteraren har ett gott samarbete med sina kunder där kunderna sköter sorteringen och det dessutom fungerar utmärkt, kan följden bli att avfallshanteraren vill lämna avfallet till en annan avfallsförbränningsanläggning där detta krav inte finns. Det kan vara svårt att implementera sådana krav på avfallshanterarna eftersom det är de som handlar upp en förbränningstjänst hos avfallsförbränningsanläggningen och inte tvärt om. Det innebär i så fall att vid förhandlingen om priserna skulle Vattenfall Värme komma med förslaget att om avfallsanläggningen ökar behandlingsgraden så får de betala mindre.

Att ställa krav på att PVC inte får lämnas med i brännbart kan också vara en idé. Det kan förhindra visst slitage på pannan som saltsyrabildningen bidrar till. För att ställa sådana krav bör man ha goda kunskaper om hur känslig avfallsförbränningsanläggningen är för just saltsyrabildningen. Om kravet kommer att ge någon ekonomisk vinning på lång sikt är en annan fråga värd att fundera på. Den tredje aspekten är vad man skall göra med PVC-plast om det inte skall brännas. Den bästa lösningen kanske är att elda den trots att det är en belastad fraktion. Dessutom är det ibland svårt att avgöra om en plast är PVC eller ej.

#### ***Information och böter***

Avfallsanläggningarna kan också, för att få renare avfall, informera sina kunder mer om att betydelsen att avfallet faktiskt lämnas i sina respektive fraktioner är stor. Dessutom kan införandet av högre böter för felsorterat avfall tala sitt tydliga språk. Företag har alltid ett vinstintresse och de jobbar normalt för att minska onödiga utgifter.

### **5.2.2 Vattenfall Värme Uppsala**

#### ***Kvalitetskontroll av slaggruset***

Har man ambitionen att slaggruset i framtiden skall användas som konstruktionsmaterial utanför deponier, som till exempelvis vid vägbyggnad, bör man redan nu konstruera ett väl fungerande kvalitetskontrollsystem. I dag har man dock utökat provtagningen något. En bra lösning för det skulle vara att installera en automatisk provtagare någonstans på

transportbanden efter kylning och innan slaggruset faller ner på slagghögen. Denna provtagare kan då programmeras till att ta ett prov varje timme. Av dessa prov kan man göra ett samlingsprov för varje dygn som man sedan kan analysera för att få en bättre kontroll på hur materialet faktiskt varierar. Blir det aktuellt att slaggruset faktiskt ska användas som konstruktionsmaterial utanför deponi och i framtiden som någon annan tillämpning kan högre krav på kvalitetssäkring komma att ställas. Då kan provtagaren programmeras om till önskade intervaller. Vid industriell produktion av en produkt är det vanligt att prover tas varje, var annan eller var tredje timme för att säkerställa kvaliteten. Provtagningsintervallen ställs ofta efter hur materialet varierar och hur känslig slutprodukten är för dessa variationer. Det är också till nytta för att visa kunder vilken kvalitet materialet håller.

Det kan förekomma svårigheter med införandet av en sådan utrustning som föreslås i stycket ovan eftersom slaggen kommer i ett ojämnt flöde och att den innehåller skrot, ibland kommer stora bitar skrot på transportbandet. Dessa omständigheter går säkerligen att finna lösningar för om man undersöker saken vidare.

Innan slaggen används skall den lagras i tre till sex månader och metaller skall sorteras bort. Provtagningsförslaget ovan kanske inte säger allt om slutprodukten, då den härdar och ändras kemiskt under lagringen. Dock bör metallinnehållet vara detsamma och man får hur som helst en bra kontroll på metallinnehållet i avfallet.

Det finns också andra aspekter på frågan om vad slaggruset skall användas till. Vissa som arbetar inom avfallsbranschen tycker att slaggruset skall användas inom deponiområdet eftersom det trots allt är en rest av förbränningen av avfall som kan ha en negativ påverkan på miljön. Används slaggruset på deponier har man kontroll på eventuell miljöpåverkan såsom till exempel urlakning.

### ***Mottagningskontroll***

För att kunna upprätthålla standarden på avfallet behövs mottagningskontroll vid avfallsförbränningsanläggningen. Finns det krav ställda på kunden är det också naturligt att kontrollera att kraven uppfylls. Det står tydligt i avtalen vilka åtgärder som vidtas om kraven ej uppfylls.

Kontroll av avfallet har troligtvis en positiv effekt på avfallsbränslets kvalitet. Om kunden får anmärkningar på kvaliteten kommer den sannolikt att försöka rätta till felet. Då kommer kunden, som i de flesta fall är en avfallshanterare, lägga mer energi på sin egen verksamhet och sitt eget kvalitetssäkringssystem. Detta har positiva effekter ända ut till avfallsproducenten.

Införande av mottagningskontroll lyfter upp frågan om bränslets kvalitet till ytan och det visar att avfallet har ett värde. Det är viktigt att upprätthålla god kvalitet, främst ur miljösynpunkt men också när det gäller driftsäkerhet. Stämpeln att allt går att elda i panna suddas med tiden också ut.

För tillfället arbetar Vattenfall Värme Uppsala med att utöka stickprovskontrollerna på levererat avfall, samt utvecklar rutinerna för återkoppling till avfallsleverantörerna.

### ***Differentiering av taxorna***

Differentierade taxor på industriavfallet skulle kunna införas om man vill motivera avfallshanterarna att behandla avfallet mer än vad de lägsta kraven begär. Det är ett förslag som kommer från avfallshanterarna själva. Skulle avfallshanterarna få betala mindre om avfallet är krossat och metallavskiljt så skulle den hanteringen förmodligen förekomma i större utsträckning.

För att överväga en förändring av taxorna med målet att öka kvaliteten på avfallet måste fler faktorer vägas in. Hur påverkar avfallet pannorna? Skulle det vara positivt för processen om allt avfall var krossat, eller kan förändringar i avfallets konsistens och textur ge oväntade förändringar i förbränningsprocessen? Dessa frågor bör undersökas innan några nya krav på avfallet ställs eller differentierade taxor införs. Påverkan på pannorna skulle kunna testas genom kampanjledning av enbart krossat avfall.

### ***Avfallshanterarna efterfrågar tydligare avfallsspecifikationer***

Ute på anläggningarna har jag fått uppfattningen att de som är ansvariga för sorteringen hela tiden vill förbättra sig och att begränsningen ofta är kunskapen om materialen. De sorteringsansvariga efterfrågar en tydligare specifikation på vilka produkter eller material som det faktiskt gör skillnad att sortera ut. Om de bara får ta del av kunskapen så är de mer än villiga att genomföra jobbet. Det skulle kunna göras genom att Vattenfall Värme Uppsala tar fram ett informationsmaterial med bilder på de specifika avfall man vill undvika och även en förklaring på varför. Problemet är idag att det inte finns någon klar och tydlig kunskap om vilka produkter eller material som innehåller höga halter av oönskade metaller och att det just är det som detta projekt ska utreda. Det intressanta är att viljan verkligen finns ute på anläggningarna.

### **5.2.3 Den mänskliga faktorn**

Personal som jobbar ute på avfallsanläggningarna berättar att de flesta lass de får in följer deras kvalitetskrav. Andra lass är hopplösa och innehåller t ex farligt avfall. Även om personalen på avfallsanläggningen ringt och uttryckt sitt missnöje över avfallets kvalitet har inga förbättringar gjorts. I dessa fall är det människorna hos avfallsproducenten som måste ta ansvaret. Här måste ansvarskänslan och samhällsengagemanget bli större hos enskilda personer.

### **5.2.4 Urfasning ur produkter**

Det är i princip inte möjligt eller ens lämpligt att sortera ut metallinnehållande plaster och träprodukter, eftersom lämpliga alternativ till förbränning saknas i de flesta fall. Frågan om metaller i dessa produkter är inte ett ansvar för avfallshanterare eller avfallsförbrännare, utan en fråga för samhället i stort. En urfasning kräver regler för metallanvändning i produkter och dessa regler måste vara gemensamma över hela marknaden, enbart Sverige eller Europa räcker inte. Halten metaller i avfallet är en mätare på hur långt detta arbete kommit. Avfallsförbrännare kan genom sina mätningar bidra med information om detta.

## **5.3 Metoddiskussion**

Det har varit svårt att få fram så mycket fakta man skulle vilja om varje metall och i vilka produkter och avfall den finns. När man studerar industriavfall innefattas i praktiken alla material och produkter som förekommer i samhället. Att hitta en lagom nivå för den grundläggande teoretiska basen har varit svårt. Ett önskemål hade varit att få en djupare grundläggande teoretisk bakgrund för varje metall än vad som var möjligt under den korta tid som fanns för examensarbetet. Kunskaperna finns sannolikt, men är spridda hos många olika källor. Problemet har varit att få en helhetsbild över metallernas egenskaper, användningsområde och tillverkning samt lagar och regler kring dem. Resultatet av litteraturstudien var att vissa områden blev väl redovisade medan det på andra områden finns kunskapsluckor.

Den svåraste delen av arbetet var att identifiera metallerna när avfallshögarna studerades. Svårigheten grundar sig i att kunskaperna om var, när och hur metallerna används varit något

bristfälliga. Ett omfattande provtagningsprogram skulle behövas för att avgöra metallinnehållet i olika avfall.

Besöken ute hos avfallsanläggningarna har varit mycket givande. Personalen på de olika anläggningarna har varit hjälpsamma och de har delat med sig av sina kunskaper. Mycket information och fakta om avfallets flöde till Vattenfall Värme Uppsala har kommit fram.

## **6 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE**

---

### **6.1 Undersöka slaggrusdata**

För att på ytterligare ett sätt försöka förstå vilka metallkällorna är, skulle en grundlig undersökning av slaggrusdata vara en möjlighet. Vid genomförandet av ett sådant arbete skulle slaggrusdata från olika förbränningsanläggningar kunna jämföras. Eftersom de olika förbränningsanläggningarna i Sverige har olika pannor och olika tillstånd, eldar de också olika typer av bränsle. Det finns förbränningsanläggningar som bara eldar naturträ, sådana data skulle kunna jämföras med förbränningsanläggningar som eldar blandat trä. Förbränningsanläggningar som eldar papper, plast och trä skulle kunna jämföras med sådana som eldar alla typer av sopor och så vidare. Detta skulle ytterligare kunna peka på vilka material i avfallet som innehåller metaller.

### **6.2 Fördjupad litteraturstudie**

#### **6.2.1 Metallerna, användning och förekomster**

Förslaget är att göra en djupare analys för varje metall för att kunna dra mer exakta slutsatser om vilka metallkällorna faktiskt är.

- Att grundligt ta reda på fakta om var, när och hur de olika metallerna förekommer.
- Ta reda på hur mycket som importeras och exporteras, i vilka mängder och i vilka typer av produkter.
- Ta reda på vilka lagar som gäller i Sverige respektive i importländerna.

Dessa fakta har inte till fullo kommit fram under detta projekt.

#### **6.2.2 Livslängdsanalyser på material i samhället**

Det skulle vara intressant att kunna förutspå hur avfallssammansättningen kommer att bli i framtiden. Att göra livslängdsanalyser på materialen och de konstruktioner eller produkter de förekommer i kan visa framtidens industriavfallssammansättning. Ett exempel på en sådan analys skulle kunna vara att beräkna livslängden för ett hus. Hur ser då urfasningstakten ut när det gäller bly i utomhusfärg. Vilket år kan vi förvänta oss att det inte förekommer något bly i målat trä? Sådana analyser skulle vara av intresse för att se utvecklingen framöver.

## REFERENSER

---

### **Trycksaker**

- Bengtson, L., 2006. Förorenade områden –Inventering av textilindustrier och garverier i Stockholms län. Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 70 sidor.
- Bergbäck, B. & Jonsson, A., 1998. *Cadmium in goods –contribution to environmental exposure*. Kemikalieinspektionen, Stockholm, 30 sidor.
- Björklund, L., Graaf, S., Hernell, A & Paulsson, T., 2006. *Possible lead sources in the combustible waste fraction to Vattenfall Värme Uppsala incineration plant*. Institutionen för skoglig marklära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 18 sidor.
- Byggsektorns Kretsloppsrad, 2000. *Byggvarudeklarationer –anvisningar för upprättande av byggvarudeklarationer*. Stockholm, 32 sidor.
- Ericson, J., 2000. *Källor till tungmetallerna bly och kadmium i sorterat brännbart avfall till Uppsala Energi*. Uppsala Energi, Uppsala, 30 sidor.
- Europeiska Gemenskapernas Kommission, 2000. *Grönbok –Miljöfrågor kring PVC*. Bryssel, 38 sidor.
- Hedemalm, P., 1994. *Some use of lead an their possible substitutes*. Kemikalieinspektionen, Stockholm, 62 sidor.
- Johansson, I., Jermer, J., Terziev, N., & Råberg, U., 2005. *Får kunden rätt kvalitet till utomhusbygget? –marknadsutvärdering av trä för utomhusbruk*. Institutionen för trävetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lohm, U., Bergbäck, B., Hedbrant, J., Jonsson, A., Svidén, J., Sörme, L. & Östlund, C., 1997. *Databasen Stockhome -Flöden och ackumulation av metaller i Stockholms teknosfär*. Linköpings universitet, Linköping, 138 sidor.
- Månsson, N., 2003. *Antimony increase in the Swedish anthroposphere*. 17 sidor. Volume 1 number 1 February 2003. Institutionen för Biologi och Miljövetenskap, Högskolan i Kalmar, Kalmar.
- Naturvårdsverket, 1996. *Plaster –metallflöden i samhället*. Stockholm, 85 sidor.
- Norrby, M., 2001. *Användning, utsläpp och transport av arsenik, bly, kadmium och kvicksilver i Skåne under 1985-1995*. Länsstyrelsen i Skåne län, Malmö, 66 sidor.
- Olofsson, A., 2006. *Karaktärisering av avfallsbränsle*. 48 sidor. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala
- Palm, V., Bergbäck, B & Östlund, P., 1995. *Chromium and nickel in Sweden*. Kemikalieinspektionen, Stockholm, 59 sidor.
- Sternbeck, J., Palm, A. & Kaj, L., 2002. *Antimon i Sverige –användning, spridning och miljöpåverkan*. IVL Svenska miljöinstitutet AB, Stockholm, 50 sidor.
- Sternbeck, J. & Östlund, P., 1999. *Nya metaller och metalloider i samhället*. 148 sidor. IVL Svenska miljöinstitutet AB, Stockholm.
- Stock, J., 1996. *Metaller –förekomst, källor och spridningsvägar i Uppsala kommun*. Miljökontoret Uppsala kommun, Uppsala, 60 sidor.

Sundberg, J., 2006. *Behandlingskapacitet för organiskt avfall i Sverige*. Avfall Sverige, Malmö, 35 sidor.

Sörme, L., 2005. *Bly i Stockholm*. Miljöförvaltningen Stockholms stad, Stockholm, 16 sidor.

Sörme, L. 2003. *Urban heavy metals -stocks and flows*. Linköpings universitet, Linköping, 46 sidor.

Wallén, J., 2006. *Molybden –En sammanställning ur allmän teknisk synpunkt och ur miljösynpunkt*. Jan Wallén AB, Stockholm, 10 sidor.

## **Internetreferenser**

Avfall Sverige, www, 2007

[http://www.rvf.se/m4n?oid=1431&\\_locale=1](http://www.rvf.se/m4n?oid=1431&_locale=1) (2007-02-26)

Batteriinsamlingen, www, 2006

<http://www.batteriinsamlingen.se/batteriinsamling/batterisorter.aspx> (2006-11-21)

Kemikalieinspektionen, www, 2006

<http://www.kemi.se/templates/Page.aspx?id=3690> (2006-11-28)

Naturvårdsverket, www, 2007

<http://www.naturvardsverket.se/dokument/mo/modok/export/screening05.pdf>  
(2007-01-10)

Ny Teknik, www, 2002

<http://www.nyteknik.se/art/25420> (2007-01-09)

Plastinformationsrådet, www, 2007

[http://www.plastinformation.com/om\\_plast/om\\_plast\\_index.html](http://www.plastinformation.com/om_plast/om_plast_index.html) (2007-01-09)

PVC-forum, www, 2006

<http://www.pvc.se/Om%20PVC/Miljo.htm#Blystabilisatorer> (2006-12-18)

ScanMaining, www, 2006

<http://www.scanmining.se/pdf/Scanmining2000.pdf> (2007-01-08)

SFS 2001:512, www, 2006

<http://www.notisum.se/rnp/SLS/LAG/20010512.htm> (2006-12-19)

SFS 2001:1063, www, 2006

<http://www.notisum.se/rnp/SLS/lag/20011063.htm> (2006-12-19)

Studera, www, 2006

<http://www.studera.com/nytto/persys/element/mo.htm> (2006-09-27)

Svenska Naturskyddsföreningen, www, 2006

<http://www.snf.se/verksamhet/kemikalier/kemifakta-bly.htm> (2006-12-18)

Vattenfall, www, 2006

[http://www.vattenfall.se/downloads/lokal\\_information/block5/block5\\_broschyr\\_teknik\\_fakta.pdf](http://www.vattenfall.se/downloads/lokal_information/block5/block5_broschyr_teknik_fakta.pdf) (2006-12-19)

Västervik Miljö och Energi, www, 2006

<http://www.vastervik.se/sites/Miljo/templates/Page.aspx?id=3851> (2006-12-20)

Wikipedia, www, 2007a

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Nickel> (2007-01-09)

Wikipedia, www, 2007b

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Kategori:Plast> (2007-01-09)

U.S Geological survey, www, 2007

<http://minerals.usgs.gov/ds/2005/140/#data> (2007-01-22)

## **Personlig kommunikation**

Karlsson Anna, *Planeringsingenjör*, Vattenfall AB Värme Uppsala, 2006 och 2007



Janis Hanna, *Bränsleingenjör*, Vattenfall AB Värme Uppsala, 2006 och 2007  
Breitholtz Emma, *Projektledning*, Söderhalls Renhållningsverk AB, 2006  
Sörme Louise, *Miljöförvaltningen* Stockholm, 2006  
Foraeus Bo, *Miljö- och säkerhetschef*, Flügger AB, Bollebygd, 2006  
Olsson, Susanna, *Doktorand*, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, 2007

## BILAGOR

---

### **Bilaga 1: Kvalitetskrav avfallsbränsle**

Vattenfall Värme Uppsala AB har höga krav på en effektiv och miljövänlig återvinning av energi ur avfallsbränsle. Anläggningen är utrustad med avancerad rökgasrening och vattenbehandling. Restprodukterna som läggs på deponi är behandlade för att i rimlig grad minimera deras miljöpåverkan. För att uppnå egna och myndigheters högt ställda miljökrav är det också viktigt att kvalitetskraven på avfallsbränslet upprätthålls. Om stora avvikelser i kvaliteten uppstår kan miljöpåverkan väsentligt öka om förbränningen ej sker optimalt. Oacceptabel kvalitet kan leda till att anläggningen vid vissa tillfällen måste stoppas på grund av otillåtna utsläpp. Normalt klarar avfallsförbränningsanläggningen av att upprätthålla mycket goda miljöprestanda även med viss inblandning av avvikande innehåll, men större kvantiteter kan skapa problem.

Med skrot avses fraktioner som är större än 0,5 x 0,5 x 0,5 m samt grovavfall, stora föremål av metall och annat icke brännbart.

Mot bakgrund av ovanstående förtydligas de kvalitetskrav som gäller och vad konsekvensen blir om de ej uppfylls.

Generellt gäller att lagar, av Leverantören berörda renhållningsordningar etc. alltid skall beaktas. Avfallsbränslet som levereras till Vattenfall Värme Uppsala AB för förbränning får inte innehålla otillåtna fraktioner enligt nedan.

- **Farligt avfall**  
*Kemikalier, lösningsmedel, lysrör, spillolja, kvicksilvertermometrar etc.*  
**Orsak:** Kan innehålla tungmetaller och miljöstörande ämnen, och kräver enligt lag i vissa fall annan typ av behandling
- **Elektronikprodukter**  
*TV-apparater, radioapparater, datorer, mobiltelefoner, kaffebryggare, hårtorkar, rakapparater, hushållsmaskiner etc.*  
**Orsak:** Kan innehålla tungmetaller som bly, kadmium, kvicksilver med mera.
- **Enheter större än 0,5 x 0,5 x 0,5 m**  
**Orsak:** Kan orsaka driftstörningar, fastna och stoppa anläggningen.
- **Grovavfall - stora föremål av metall och annat icke brännbart**  
*Järn- och resårmöbler, plåtbadkar, oljefat, cyklar, vajrar, kyl, fryser och övriga vitvaror, metallskrot, möbler, isolering etc.*  
**Orsak:** Kan orsaka driftstörningar, fastna och stoppa anläggningen. Inget eller lågt värmevärde.
- **Glödande eller brinnande material**  
**Orsak:** Kan ge brand i bränslelager.
- **Gummidäck**  
Enstaka bildäck utan fälg accepteras. Större mängder bildäck kan få levereras enbart efter separat överenskommelse.

**Orsak:** Innehåller mycket svavel. Värmevärdet avviker mycket över normalt avfallsbränsle, vilket kan leda till brand i avfallsschakt och bränslelager. Noggrann blandning måste ske före förbränning.

- **Grovt park- och trädgårdsavfall**

*Stora trädstubbar, långa trädgrenar, stora mängder blöta löv och frukt etc.*

**Orsak:** Stora föremål kan orsaka driftstörningar, fastna och stoppa anläggningen. Kompakta större föremål kan medföra att det ej hinner slutförbrännas. Sönderdelning kan erfordras före leverans till förbränning. Blött avfall kan ge driftstörningar (se separat rubrik).

- **Hårt rullat eller balpressat material**

*Takpapp, rullade mattor, byggplastrullar etc.*

**Orsak:** Hårt rullat eller pressat material kan medföra att slutförbränningen ej hinner ske. Större föremål kan orsaka driftstörningar, fastna och stoppa anläggningen. Sönderdelning kan erfordras före leverans till förbränning.

- **Sågsån, pulver och dammande avfall i större omfattning**

**Orsak:** Kan ge brand i bränslelager och annan utrustning, vilket kan medföra stopp av anläggningen och stora skador. Damm kan dessutom spridas till omgivningen.

- **Gipsskivor**

**Orsak:** Innehåller mycket svavel. Lågt värmevärde.

- **Monofraktioner**

Eventuellt möjligt att ta emot efter diskussion.

**Orsak:** Kan avvika mycket från normalt avfallsbränsle avseende innehåll och värmevärde. Kan kräva separat behandling i anläggningen.

- **Bilbatterier**

**Orsak:** Innehåller mycket bly. Lämnas för separat insamling vid t ex återvinningscentral eller miljöstation.

- **Småbatterier**

**Orsak:** Kan innehålla kvicksilver, kadmium och bly.

*Observera att alla batterier ska lämnas till batteriinsamling – även de s k kvicksilverfria.*

- **Blött avfall. Lägsta tillåtna energinnehåll i avfallsbränslet är 2,0 MWh/ton**

**Orsak:** Kan orsaka ofullständig förbränning. För stort vatteninnehåll kan medföra att förbränningstemperaturen sjunker, att miljöpåverkan ökar och att anläggningen måste stoppas.

- **Riskavfall**

Kräver separat avtal samt separat hantering vid Vattenfall Värme Uppsala AB via direktbeskickningsbana.

*Vid frågor avseende ovanstående - kontakta Vattenfall Värme Uppsala AB 018-26 90 00!*

## **Bilaga 2: Frågeformulär, besök hos Återvinningscentraler**

ÅVC:

Adress:

Kontaktperson:

tel:

E-post:

### **Miljöarbete**

- Hur bedrivs miljöarbetet?
- Har ÅC en miljöpolicy?  
Om Ja: Vad säger den?
- Är ÅC miljöcertifierat?  
Om Ja: Vilken certifiering? (t ex ISO, Emas,)

### **Avfallshantering**

- Hur mycket personal finns på plats vid avfallsmottagningen som kan svara på frågor?
- Är det många kunder som frågar om hjälp?
- Upplever ni att många sorterar fel?
- Hur är förhållandet mellan hushållsavfall och avfall från småverksamheter?
- Hur skiljer sig hushållsavfall och avfall från småverksamheter ifrån varandra?
- Vilken typ av avfall dominerar?
- Lämnas den brännbara fraktionen till Avfallsanläggning?  
Om Ja: Vilken?
- Kontrollerar ni containrarna innan de lämnas till Avfallsanläggningen?  
Om Ja: Hur?
- Misstänker ni att den brännbara fraktionen kan innehålla metaller?  
Om Ja: Varför?

### **Avtal**

- Finns det avtal med flera Avfallsanläggningar?
- Vilka krav ställer Avfallsanläggningen på er?

**Bilaga 3: Schematisk bild över Block 5**

