



Linnéuniversitetet

Fakulteten för hälso- och livsvetenskap

Examensarbete

Askor från avfallsförbränning farligt avfall eller en framtida resurs

Annica Öberg
Huvudområde: Miljövetenskap
Nivå: Grundnivå
Nr: 2013:M6

Askor från avfallsförbränning farligt avfall eller en framtida resurs

Annica Öberg

Miljövetenskap 15 hp

Handledare: Tommy Claesson

Fakulteten för hälso- och livsvetenskap

Examinator: Geoffrey Lemdahl

Fakulteten för hälso- och livsvetenskap

Examensarbetet ingår i miljöanalytikerprogrammet

Abstract

The combustion of waste is increasing in Sweden and the waste is not an entirely definable fuel. This is very much economically and environmentally defensible by the high quality of smoke purification, which ensures that a very small percentage of pollutants reaching the atmosphere, but on the other hand they are concentrated in the ash. Ashes from the incineration of waste go largely to landfills and are used to cap or to be deposited, and that a large amount of fly ash is transported to Langöya. Within a decade, the landfill will be completed covered and Langöya fulfilled, while the amount of ashes from the incineration are increasing, which would require new solutions. The reason for the particular fly ash as hazardous waste is the concentration of heavy metals and pollutions emanating from the fuel. It has been researched for years about the methods that provide environmentally sound use and methods to reduce the environmental impact of ashes, but further research is needed to find answer to the long-term environmental impact and alternative uses. Are ashes from waste hazardous waste or a future resource, a difficult question to answer, because there is much work needed from politicians, government agencies, industry, research and the general public attitude towards waste separation to successfully transform a hazardous waste into a resource.

Sammanfattning

I Sverige ökar förbränningen av avfall som inte är ett helt definierbart bränsle. Detta är i mångt och mycket ekonomiskt och miljömässigt försvarbart genom den höga kvalitén på rökasreningen, som garanterar att en mycket liten del av föroreningar når atmosfären, utan dessa koncentreras i askorna. Avfallsaskor går till stor del till deponier och används där för sluttäckning eller för att deponeras, samt att en stor mängd flygaska transporteras till Langöya. Inom en tioårsperiod kommer deponierna vara sluttäckta och Langöya uppfyllt, samtidigt som mängden avfallsaskor ökar, vilket innebär krav på nya lösningar. Orsaken till att framförallt flygaskan klassas som farligt avfall är koncentrationen av tungmetaller och föroreningar som härrör från bränslet. Det har forskat i årtal om metoder som ger miljöriktig användning och metoder för att minska miljöpåverkan från askor, men ytterligare forskning krävs för att få svar på den långsiktiga miljöpåverkan samt alternativa användningsområden. Är avfallsaskorna farligt avfall eller en framtida resurs, en svår fråga att besvara, eftersom det är mycket arbete som behövs ifrån politiker, myndigheter, branschen, forskningen och gemene mans inställning till sopsortering för att lyckas förvandla ett farligt avfall till en resurs.

Innehåll

1. Syfte	2
1.1 Introduktion	2
1.2 Metodik	3
1.3 Askors användbarhet	3
1.4 Lagar och förordningar	3
2. Aska	4
2.1 Flygaska och RGR från avfallsförbränning	4
2.2 Bottenaska avfallsförbränning	5
2.3 Pannor	5
2.4 Avfall som bränsle	6
2.5 RGR hanteringens första steg	7
2.6 Asktvätt	8
2.7 Siktning	9
2.8 Exempel: Avfallsförbränningsanläggning	9
3 Slutdestinationer för flygaska	10
3.1 SAKAB	10
3.2 NOAH Langöya	11
3.3 Exempel: Ragnsells deponi i Högbytorp	12
3.4 Bergrum	13
4 Slutdestination för bottenaska	13
4.1 slaggrus	13
4.2 Deponi	13
4.3 Stena recycling	14
4.4 Metallåtervinning	14
5. Askdagen	15
5.1 När är deponierna sluttäckta	15
5.2 Askhantering i omvärden-internationella erfarenheter och trender	15
5.3 Vet vi tillräckligt för att rekommendera askor för användning	16
5.4 Hur ser det egentligen ut i Sverige? Om avfall- och askstatistik i Sverige	17
5.5 Askor i ett hållbart system	17
6. Sammanfattning från frågeformulär	18
7. Diskussion och slutsatser	22
8. Tackord	23
9. Referenser	24
10. Bilagor	27
10.1 Bilaga1, Tabell 1 Total bränsleåtgång och fördelning av bränslesorter	27
10.2 Bilaga 2, Tabell 2 Enkätens sammanställning i siffror	27
10.3 Bilaga 3 Frågeformulärets utformning	29

1. Syfte

Syftet med examensarbetet är att få ett svar på frågan är askor från avfallsförbränning ett farligt avfall eller en framtida resurs.

1.1 Introduktion

Vid förbränning av avfall utvinns energi som används till fjärrvärme och el. Den höga temperaturen desinficerar avfallet och en del föroreningar bryts ner till ofarliga ämnen samt genom reningsteknikens försorg är utsläppen till luft och vatten mycket låga, i många fall på nivåer under gällande villkor. De föroreningar som återstår lagras in i askorna som är viktmässigt 15-20 % och volymmässigt 4-5 % av avfallet, detta minimerar spridningen av föroreningar till miljön genom tekniska åtgärder och säker hantering av askorna?¹

Inom energiåtervinningen är det effektivt, miljömässigt samt säkert att utvinna energi ur avfall. Idag står avfallsförbränningen för drygt 20 % av fjärrvärmeproduktionen och ger el motsvarande behovet för 250 000 villor och 51 % av hushållsavfallet behandlas genom förbränning.² Idag finns 32 avfallsförbränningsanläggningar i Sverige.³ När beslutade anläggningar tas i drift⁴ beräknas det uppstå ett underskott på avfallsråvara omfattande ca 1,7 miljoner ton/år och anledningen till utbyggnaden är att brännbart avfall är en billig råvara för produktion av el och värme samt att det sker en ökad mottagning av denna råvara från EU och Norge.⁵

Under 2010 gick cirka 80 % av de 1 340 000 ton importerat avfall till energiförbränning (främst från Norge), exporterat avfall var 470 000 ton varav 20 % av detta var flygaska och rökgasreningrester från avfallsförbränning detta avfall kördes till Norge.⁶ Genom att avfallsförbränningen ökar så ökar också mängden olika askor, vars kvalitet varierar beroende på materialet som har bränts.

I Sverige uppkommer årligen 1,5 miljoner ton askor och av detta nyttiggörs 1 miljon ton. 650 000 ton används på deponier vid sluttäckning och detta är en verksamhet som kommer att upphöra inom cirka 10 år då flertalet deponier är sluttäckta. I en långtidsprognos för 2010 förväntas en ökning av konkurrensen av tillgängliga bränslen och detta kommer troligen leda till ökad andel av bränsle med sämre kvalitet och högre halter av aska, exempelvis förväntas avfallsaskorna öka med 500 000 ton om året. Askor är det rest-material som uppkommer från förbränning av fasta bränslen när värme, ånga och el produceras. Svårigheter för att nå målet att alla askor ska återanvändas eller omhändertas på ett miljöriktigt sätt i förhållande till egenskaper och förutsättningar utgörs bland annat av att om full bränsleflexibilitet ska behållas vid förbränning blir askorna ett ganska odefinierat material vars funktionsduglighet måste bevisas från fall till fall.⁷

Flygaskor från avfallsförbränningsanläggningar innehåller tungmetaller i en sådan mängd att de inte får användas eller läggas på deponi, utan måste samlas ihop till förvaring.⁸ Vattenfalls kategorisering av att energiåtervinning av avfall till stor del kan betraktas som förnybart bränsle⁹ kan ifrågasättas då mycket av avfallet består av ämnen från fossilt bränsle och diverse kemikalier samt då föroreningarna i askor från avfallsförbränning höjer kostnaden för deponering och begränsar askornas användningsområden.

1.2 Metodik

Examensarbetet består till stor del av en litteraturstudie (via internet) där information från tidigare gjorda undersökningar, rapporter och artiklar främst från Svenska Energiaskor, Värmeforsk, naturvårdsverket och notisum. Basen i arbetet har varit det frågeformulär som skickats ut till 32 anläggningar som bränner avfall samt studiebesök på Ragnsells deponi i Högbytorp och Vattenfall Uppsala värmeverk samt seminariet Askdagen med ordförande Monica Lövström på Svenska energiaskor.

1.3 Askors användbarhet

En orsak till att Askors användningsområden förväntas minska är att det av olika skäl kommer att råda brist på tillräcklig ren aska, då bränslen ofta blandas och askan får en sammansättning som påverkar användbarheten. Ask användningen inom områdena markåterföring, täckning av deponier och konstruktionsmaterial i vägar är ökande verksamheter. När aska används istället för att deponeras minskas behovet av deponiutrymme och det kan sparas på jungfruligt material som naturgrus och bergkross.¹¹ Svenska Energiaskor skriver på sin hemsida att askor kan ersätta bergkross och grus vid byggen av avställningsytor, vägar, täckning av deponier och skogsbilvägar. Askor kan binda tungmetaller när de blandas med förorenade muddermassor samt ha en stabiliserande effekt och kan då återanvändas som byggmaterial i hamnar. Askor kan återföras till skogen för att ersätta näringsämnen och på dikade torvskogsmark är det ett gödselmedel som ger ökad trädutväxt och vissa askor är lämpliga att blanda in i cement

Projektet Fällning av fosfor i vattendrag PhosFlock har fått bidrag av Havs- och vattenmyndigheten för att utvärdera en ny metod mot övergödning. Ren testad aska från biobränsleanläggningar blandas i vattendragen, där den fungerar som ett klister som binder ihop partiklar till klumpar förhoppningen är att stoppa och samla upp fosfor innan det når Östersjön, genom att samla ihop klumparna och återföra dem till åkrarna.¹²

1.4 Lagar och förordningar

Den 1 januari 1999 trädde miljöbalken i kraft med syfte att främja en hållbar utveckling som innebär en hälsosam och god miljö för nuvarande och kommande generationer. Här och i avfallsförordningen finns de grundläggande bestämmelserna om avfall. Miljöbalken reglerar inte behandlingen av avfall i detalj, men i det 15 kapitlet om avfall och producentansvar står att med avfall menas de föremål som innehavaren gör sig av med och att innehavaren skall se till att avfallet hanteras på ett miljömässigt godtagbart sätt. Med hantering avses insamling, transport, återvinning, bortskaffande och ägarbyte av avfall.¹³

I avfallsförordningen (2011:927) regleras hanteringen av avfall och i bilaga 4 om avfallstyper finns en förteckning där olika avfallstyper anges med en sexsiffrig kod och om koden har en asterisk menas att avfallstypen är farligt avfall. Bilaga 1 innehåller en förteckning över egenskaper som gör att avfall ska anses vara farligt avfall.¹⁴

I förordningen om deponering av avfall (2001:512) fastslås vad som inte får och får deponeras, skyldigheter, lokalisering, hantering m.m. och regler om provtagning, sluttäckning och efterarbete i syfte att förebygga de negativa effekterna deponering av avfall kan orsaka.¹⁵ Syftet med förordningen om avfallsförbränning är att så långt det är möjligt förhindra och begränsa den negativa inverkan som avfallsförbränning kan ha på människors hälsa och miljö, detta gäller särskilt utsläpp av föroreningar till luft, mark, ytvatten och grundvatten. I den

tolfte paragrafen om restprodukter som uppkommer i en förbränningsanläggning står det att de som bedriver förbränningsverksamhet av avfall ska se till att restprodukter uppkomna från driften minimeras, skadligheten begränsas så långt det är möjligt samt vid lämplighet återvinns. Verksamhetsutövaren ska se till att transport och mellanlagring av torra restprodukter i form av stoft sker så att spridning till miljön förhindras och att det innan återvinning eller bortskaffning genomgår analyser för att få kunskap om föroreningsrisker som är förenade med innehållet i restprodukterna.¹⁶

2. Aska

Aska är den obrännbara och mineraliska återstoden efter ett bränsle, innehållande de föroreningar som följer med bränslet. Det bildas både rökgasreningrester och slagg vid avfallsförbränning, dessa benämns även som flyg- respektive bottenaska. Undersökningar har visat att det är svårt att rena askor så att askornas miljöegenskaper blir väsentligt bättre, då de innehåller mineraler, salter och metallföreningar som är mer eller mindre lösliga i vatten.¹⁷

Askornas sammansättning beror på bränslesort, rökgasreningsteknik och panntyp samt vanligtvis utgörs huvudkomponenterna av kalciumoxid, kisel och aluminiumföreningar. Vid förbränning av avfall och annat bränsle bildas det stoft i rökgaserna, detta stoft benämns som flygaska och de restmaterial som inte följer med i rökgaserna tas ut i botten av pannan och kallas bottenaska, denna är inte lika farlig för miljön som flygaskan.¹⁸

Aska från avfallsförbränning innehåller föroreningar av metaller bland annat bly, zink, koppar och halvmetaller som arsenik, selen, antimon, krom, molybden och lättlösliga ämnen som klorider och sulfater och dessa ämnen kan lakas ur askan i kontakt med vatten och förorena grundvatten och skada levande organismer.¹⁹

2.1 Flygaska och RGR (rökgasreningrester) från avfallsförbränning.

Flygaska är en del i RGR, men oftast benämns de synonymt med varandra.

Flygaska är det stoft som följer med rökgaserna och faller ut i olika delar av rökgasreningssystemet, då avfall och annat bränns. Flygaska från avfallsförbränning innehåller en viss mängd miljöstörande metaller (mycket varierande halter) och kan inte användas som förbättringsmedel samt får inte läggas på deponi, utan måste samlas ihop. Det vanligaste idag är att skicka flygaskan till NOAH i Norge. Flygaskan består till störst del av kalcium, kisel och aluminium. Flygaska kan i vatten ge PH-värden upp emot 12-13 och ett antal kemiska reaktioner sker vid blandning med vatten då många flygaskor härdar eftersom vattnets PH-värde snabbt ökar främst genom hydratisering av kalciumoxid som medför att många metaller fälls ut som svårlösliga hydroxider.¹⁸

Genom att de finaste askpartiklarna har stor yta gentemot sin vikt, fås ofta en anrikning av metallsalter i flygaskan.¹⁷ Flygaskor är ofta speciellt anrikade på lakbara metallföreningar och klassas då som farligt avfall och omhändertagandet blir komplicerat samt kostsamt. Det finns mer eller mindre bra metoder för stabilisering av avfallsflygaska som baseras på att avlägsna klorider och sulfater samtidigt som man binder tillbaka metaller som varit kemiskt bundna till klorid och sulfat, detta för att komma ifrån att askan lakar ofarliga salter och styr behovet av specialdeponi.²⁰ Idag behandlas flygaska som miljöfarligt avfall på deponier.¹⁷

RGR är ett finkornigt material som består av obrännbara beståndsdelar (aska), ofullständigt förbrända bränslepartiklar (sot) blandat med olika tillsatser exempelvis aktivt kol och kalk. RGR har egenskaper som stor vattenhållande förmåga, hög alkalinitet, reagerar basiskt med vatten vilket ger högt PH-värde som följd, frätande på hud.²¹

För att rena rökgaserna sprutas ämnen in i rökgasgången, det kan vara kalk för avsvavling, aktivt kol för att fånga dioxiner och kvicksilver. Blandningen av dessa ämnesrester och flygaska som avskiljs ur rökgaserna kallas för RGR.²²

Detta material har tidigare deponerats men sedan en tid tillbaka får inte utlakningen från avfall som ska deponeras överskrida vissa gränsvärden för bland annat metaller och salter, detta innebär att RGR på många håll inte får deponeras på grund av sitt kloridinnehåll. Till följd av den kalk som används vid rökgasrening är resterna basiska och kan utnyttjas för att neutralisera surt avfall (se Langöya).²

2.2 Bottenaska avfallsförbränning

Bottenaska/slagg är den aska som blir kvar i pannan och den består av grövre partiklar, metaller, järnskrot, glas och sand och är från avfallsförbränningen mindre miljöfarlig än flygaskan. Bottenaskan utgör en stor del av den svenska askproduktionen med mer än 700 000 ton per år. När bottenaska från en rosterpanna har behandlats genom sortering och lagring benämns den som slaggrus och är till utseendet ett gråsvart sandigt grus.¹⁷

Metaller och organiska föreningar binds hårt i bottenaskan vilket gör att urlakningen är ungefär i samma storleksordning som i naturgrus. Innehållet av föroreningar som exempelvis bly, zink, koppar, arsenik, selen, antimon, krom, molybden och lösliga ämnen som klorider och sulfater gör att risker för utlakning till miljön begränsar bottenaskans återanvändning samt ökar kostnader för deponering.¹⁹

Bottenaskan siktas så att den har kornstorlek 0-50 mm. Magnetiskt material sorteras ut och andra metaller avskiljs, sedan lagras bottenaskan i 3-6 månader. Slaggens kvalitet är en faktor som avgör om den ska gå till deponering, genomgå ytterligare sortering eller nyttiggöras som vägbyggnadsmaterial eller till anläggningsarbeten på deponier.²⁴

Slaggrus i halvmeter tjocka lager i vägar beräknas ge ringa risk för hälsa och miljö trots innehållet av tungmetaller, men även utlakning av sulfat och klorid ska beaktas vid miljöbedömningar av användandet av slaggrus.²⁵

2.3 Pannor

En panna är en eldstad där bränslet omvandlas och förbränningsvärmens avges till vatten samt ånga. I en rosterpanna skjuts bränslet in på ett galler (roster) eller ett sluttande plan och förbränningsluften tillförs underifrån genom rostret. Bränslet brinner ut och förkolnas på rostret, bränsleaskan faller sedan över kanten på rostret och tas bort som bottenaska. I gasutrymmet ovanför rostret slutförbränns gaserna.²² Det som kvarstår efter förbränning i en rosterpanna är bottenaska på 10-20 viktprocent och RGR på 3-5 viktprocent av det avfall som tillförts förbränningen och bottenaskan tas alltid ut i våt form eftersom att den släcks med vatten i samband med utmatningen.¹⁹

I en fluidpanna är Lufthastigheten hög genom bädden och bränslet svävar i luftströmmen. Processerna torkning, förkolning och utbränning sker homogent i bädden. Det brukar tillsättas ett obrännbart material vilket ger en större bäddvolym och håller bränslet svävande i de olika stadierna av utbränning, är bränslet askrikt behövs inte extra bäddmaterial. Stora partiklar som inte kan hålla sig svävande tas ut längst ner från bädden som bäddaska även kallad panssand om kornfördelningen är sandlik. För att hålla rätt kemi hos materialet är det brukligt att läcka ut en del av bädden. Aska från en fluidbädd består av flygaska och bottenaska (bäddmaterial).²²

BFB betyder bubblande bädd och i denna är gashastigheten jämförelsevis låg och bädden stannar på plats. CFB betyder cirkulerande bädd och i denna är gashastigheten så hög att hela bädden rycks med och avskiljs i en cyklon längre ner i rökgasströmmen och förs tillbaka till

eldstaden. Från CFB pannan utkommer oftast mer flygaska än bäddaska.²² Fluidpannor kräver att avfallsbränslet förbehandlas genom malning, detta görs vanligen med hammarkvarnar eller valskvarnar.⁴⁰

2.4 Avfall som bränsle

Bränslets egenskaper och förbränningsfaktorerna är det som avgör askornas sammansättning och för att hindra att miljöfarliga komponenter samlas i askorna krävs information av varifrån dessa härrör samt avskiljning av dessa från bränslet. Detta kräver en hög grad av sopsortering.¹⁷

Avfallsbränslets andel i elenergiproduktionen är 1.1 % och till fjärrvärme 15 %.

Hushållsavfallet kommer ursprungligen till 70-80% från trä och är inte värdelöst eftersom det går att utvinna energi ur det som till stor del kan betraktas som förnybart bränsle. Det finns mycket energi i hushållsavfall och ändå mer i industriavfall.⁹

Cirka 2 miljoner ton farligt avfall lämnar Svenskarna efter sig varje år och en stor del av detta sorteras felaktigt. I hela 25 % kan statistiken inte förklara vart det tar vägen, men 10 % av hushållens farliga avfall sorteras fel och industrins mörkertal är troligen högre än hushållens (exempel: felsorterat kvicksilver från elektronikavfall såsom lågenergilampor och LCD-skärmar). Det är nödvändigt att politiker och myndigheter i högre grad bevakar hanteringen av farligt avfall för att förhindra att det sprids i miljön samt att ha en fungerande produktkontroll för att undvika att giftiga ämnen sprids genom varutillförsel.

SAKABs plockanalys indikerar att ca 7000 ton elektronikavfall och annat avfall hamnar felaktigt i soppåsarna och den nationella kartläggningen från Avfall Sverige indikerar på 11000 ton. Om felsorteringen är lika stor inom industrin innebär det att upp till 455000 ton farligt avfall från industrin årligen hamnar på villovägar.²⁹

Industriavfall är de rester som genereras från industriens verksamhet, vilket är relativt stora och homogena mängder av material samt ett förhållandevis rent avfall.²⁶ Industriavfall nyttjas till förbränning för produktion av el och värme och industrin producerar ungefär 4,5 miljoner ton avfall per år, där cirka hälften förbränns vilket motsvarar omkring 9 TWh per år.²⁷ De avfallsanläggningar som tar emot bygg- och industriavfall har i regel en sorteringsguide där det anges vilka fraktioner som tas emot huvudsakligen är det trä, papper och plast. I guiden står också vad avfallet inte får innehålla.²⁸ Inom avfallsförbränning handlar hushållsavfall främst om hushållens säck och kärl som entreprenörer upphandlat av kommunen eller kommunen hämtar (även brännbart från återvinningsanläggningar). I andra paragrafen i det femtonde kapitlet i miljöbalken är definitionen ” Med hushållsavfall avses avfall som kommer från hushåll samt därmed jämförligt avfall från annan verksamhet”. Alla avfallsförbränningsanläggningar har avtal som specificerar vad avfallet får innehålla, exempel på vad som inte får tas emot är farligt avfall, elektronikprodukter, enheter större än 0,5 m x 0,5m x 0,5 m, stora metallföremål och annat icke brännbart, gipsskivor, batterier. Några anläggningar utdömer viten om det visar sig innehålla ej tillåtna avfall vid kontroll. Exempel på brännbart avfall grova köttben, gummi, dammsugarpåsar, kattsand, blöjor.⁴¹

Exempel på ämnen som kan förekomma i hushållsavfall.

Arsenik: felsorterat äldre tryckimpregnerat virke. Kviksilver: glödlampor. Kadmium: batterier. Bly: äldre typer av färg, batterier, glödlampor. Krom: låga halter i läder, vissa impregneringsmedel. Koppar: metallisk koppar ingår i tryckimpregnerat trä. Zink: gummi, färg, galvaniserad plåt. Nickel: rostfritt stål.⁴²

Metalliskt aluminium kan oxidera i alkalisk miljö samt vid kontakt med vatten bilda vätgas och när vätgaskoncentration i luft överstiger 4-14 % är risken för explosion påtaglig. Aluminium finns i form av folie, vissa förpackningars insidor, värmeljusbehållare.⁴⁷

2.5 RGR hanteringens första steg

RGR innehåller i storleksordningen 100-tals mg/kg för arsenik, kadmium, krom, kvicksilver. 1000-tals mg/kg för bly, 10 000-tals mg/kg för aluminium, järn, zink 0,001-0,01 mg/kg för TCDD (giftigaste dioxinet).³⁰

Vattenlösligheten av tungmetallerna varierar i RGR. Dioxin är svårslösligt, men löses i fettlösliga ämnen och därför ska inte RGR samdeponeras med exempelvis oljeförorenad jord. RGR innehåller lättlösligt klorid i betydande mängd, detta är primärt inte ett föroreningsproblem men kan vid olika behandlingar skapa komplikationer. Spill och damning av RGR är en betydande möjlig källa till miljöpåverkan och ska begränsas. Vissa tungmetaller har hög löslighet i vatten, bly tillhör den gruppen och är det ämne som ofta kräver skyddsåtgärder kring RGR. Dessa åtgärder går ut på att minska lösligheten och lakvattenmängden (reducera kontakt med vatten). Med stabiliseringsåtgärder kan lösligheten minskas (gräns finns för hur mycket vatten som den stabiliserade RGR tål innan stabiliseringen släpper). När kvävereducerande ämnen blandas in i rökgaserna medför detta en risk för att ammoniakgas bildas, så vid hantering av RGR bör emissionen av ammoniakgas beaktas. Det finns ett antal metoder för att förbehandla RGR, i texten nedan ges en förenklad beskrivning av några. I Sverige behandlas cirka 30 % av den mängd RGR som bildas vid avfallsförbränningen och det är främst Bambergmetoden och cementsolidifiering som används.³⁰

Den halvtorra/torra metoden ger en damningsbenägen RGR som är lättlakad främst när det gäller bly och klorid, detta bör uppmärksammas i hanteringen utanför deponin och vid deponering. Vid intensiv vattengenomströmning kan kloridutlakning orsaka skadliga sättningar i deponin. Denna RGR bör befuktas för att begränsa damningen under alla hanteringsmoment. Det kallas säckning av torr/halvtorr RGR, när RGR packas i säckar inför deponeringen i syfte att undvika damning och utlakning under hantering fram till deponin. Problem kan uppstå med damning om säckarna går sönder eftersom innehållet inte är befuktat.³⁰

Bambergstabilisering är en metod där flygaska blandas med slam från våt rökgasrening innehållande stabiliseringsmedel TMT 15 (Bruksfärdig 15 % ig-lösning av organosulfidens (trimarcapto-s-triazin trinatriumsalt) verksamma ämne. Fäller lösta och komplexbundna en- och tvåvärdiga tungmetaller bl.a. bly, kadmium, kvicksilver⁵²). Detta medför att lösligheten för metaller i RGR blir väsentligt mindre än i icke stabiliserade RGR. Till följd av en mindre mängd klorider i RGR är även kloridutlakningen lägre. Denna metod ger till deponin en liten utlakning av metaller förutsatt att RGR läggs i metertjocka pallar (i tunnare skick finns risk att stabiliseringen släpper). Cementsolidifiering innebär att RGR blandas med vatten och ett cementliknande additiv (ämne som är avsiktligt tillsatt i en liten mängd för att förändra en produkts egenskaper). Denna metod gör att stabiliserade RGR härddar till en betongliknande massa som minimerar risken för damning.³⁰

Termisk behandling av RGR kan ske vid olika temperaturer och tillämpas på tvättad och icke tvättad RGR. Sintring sker vid 400- 600 grader, detta kan leda till mindre lösliga metaller. Smältning/vitrifikation (förglasning) av RGR sker vid 1100-1200 grader är en smältprocess

där ett additiv tillsätts så att glas bildas, detta är en beständig produkt som komprimerar RGR till en liten volym som lakar i liten omfattning. Nackdelen är att den kräver mycket energi och nya rökgaser bildas. Karbonatisering bygger på att alkaliskt avfall tar upp koldioxid varvid metaller stabiliseras i form av karbonater. Fosfatstabilisering är när torr/halvtorr RGR stabiliseras kemiskt med fosfat varvid tungmetallerna binds som svårösliga fosfater. Fosforsyra sprutas in i rökgaserna eller tillsätts via vattnet vid befuktning av RGR. Tungmetallerna blir svårösliga detta gäller dock inte kadmium som blir mer lösligt. Andra metoder är sulfidstabilisering, silikatstabilisering, tvättning m.m.³⁰

2.6 Asktvätt

Behandlingen syftar till att stabilisera två förbränningsrester med varandra, den basiska flygaskan och det sura slammet från reningen av vattnet från rökgaskondenseringen. 2011 skriver Svenska Energiaskor om asktvätt på Korstavverkets kraftvärmeverk, där Sundsvall Energi använder en metod för att tvätta bort salter och stabilisera eventuellt farliga ämnen i flygaskan. Den stabiliserade askan läggs sedan på egen deponi vid Blåbergets avfallsanläggning. Tidigare hade askan körts till Langöya eftersom den främst höll för mycket salt för att få deponeras i Sverige. Metoden går ut på att flygaskan från rökgasreningen och slam från vattenreningen blandas samt tvättas med vatten, då tvättas lösliga salter och tungmetaller som inte är stabilt bundna ur. Processens kraftigt förorenade vatten renas i anläggningens egna vattenreningsverk och här fälls metallerna, samt att slammet återförs med de stabiliserade metallerna till flygaskan. Kvar blir rent salthaltigt vatten som släpps ut i Östersjön och en produkt som klassas som stabiliserat farligt avfall som kan läggas på deponi för icke farligt avfall. Cirka 4000 ton flygaska och slam tvättas varje år vid Korstavverket.³²

Förenklad beskrivning av metoden. Det går ut på att tvätta rökgasen innan den når skorstenen. I steg ett tillsätts rent vatten för att binda saltsyra, i steg två tillsätts lut och aktivt kol för att bland annat fånga in svavel och dioxiner samt i det tredje steget passerar rökgaserna en katalysator som tillsätter ammoniak. Rökgaserna är nu renade och släpps ut via skorstenen och det kraftigt förorenade tvättvattnet går till eget reningsverk, där föroreningarna skiljs ur som ett slam. Slammet blandas med större askpartiklar som sedan tvättas från salter genom pH-justering, vattnet släpps ut i havet och metaller samt andra föroreningar ligger stabilt i en grusliknande form. Den långsamma takt som metaller lakas ut ur gruset deponeras i speciella celler på Blåbergstippen, där det finns bra lakdammar. Kostnaden för den lokala deponeringen är ungefär 2/3 av vad det kostar att skicka flygaskan till Langöya, vilket Sundsvall fortfarande skickar sådant som blir kvar från den gamla pannan.³³

I projektet vattentvätt av flygaska från avfallsförbränning från 2010 undersöktes om en enkel vattentvätt kunde ta bort tillräckligt av klorider och sulfater ur flygaskan så att den kan deponeras på ett enklare och billigare sätt. Resultatet visade att vattentvätt tar bort huvuddelen av kloridinnehållet (nära 100 %), men inte var effektiv för att sänka sulfatutlakningen (endast 8-16 %). Lakbarheten hos klorid är en orsak till att askor inte kan tas emot på en deponi för icke farligt avfall. Utlakning av vissa metaller såsom bland annat bly åtgärdades genom att behandla askan enligt Bambergmetoden. Efter vattentvätten kunde projektaskornas deponeras lokalt som farligt avfall, då några få komponenter lakade för mycket för att deponeras som icke farligt avfall. Resultatet av projektet kan bli användbart men då måste en mer ingående design av tvätten göras. Andra slutsatser som drogs var att det är okomplicerat att avlägsna klorid ur flygaska, svårt att avlägsna sulfat och att lakttest enligt deponikriterier fick bättre resultat efter tvätt, samt att metoden inom projektet inte var kostnadseffektiv.³⁴

2.7 Siktning

Siktning är en metod för att sortera och skilja partiklar i olika storlekar, vanligen används siktar. Föroreningar finns ofta på askpartiklarnas ytor, vilket innebär att högre koncentrationer återfinns i askans finare fraktioner. En hypotes är att man genom separation av den finaste andelen aska kan ta bort en väsentlig del av föroreningar samt att resterande blir mindre miljöfarligt eller billigare att deponera. Den förorenade finkorniga resten uppfyller inte kriterier för deponering på deponier för icke farligt avfall. Bottenaska från fluidbädd går inte att förbättra genom siktning. Utlakning av klorid minskar med ökad partikelstorlek däremot ökar sulfat utlakningen i grövre fraktionerna när de finaste tagits bort. Siktning rekommenderas som en komplettering vid exempelvis behandling med cement. Valet av siktöppning bör bestämmas som en kompromiss mellan mängd aska som ska separeras, fraktionernas lakningsegenskaper, deponeringskostnader, transport, behandling m.m.¹⁹

2.8 Exempel: Avfallsförbränningsanläggning Vattenfall AB Uppsala 130418 Bo Wohnr

I Uppsala är avfallsförbränningen basen för fjärrvärmeproduktion. Med fjärrvärme menas att värme produceras i en större gemensam anläggning som är kopplad till husens värmesystem med en värmeväxlare. Fördelen för kunderna är att det är driftsäkert, ett bra miljöval, tar liten plats samt kräver lite underhåll och nackdelen är beroendet av en leverantör. Det är kommunen, landstinget, Ragnsells och Stena som levererar avfallsbränsle till anläggningen och som har skrivna avtal om bränslekvalitet och kostnader för avlämnandet.

Anläggningen har fyra rosterpannor ett, tre och fyra är av äldre modell, panna nummer två är nedlagd och panna fem är nyast och skiljer sig genom att panna och rökgasreningssystemet är i en och samma byggnad och att effektiviteten är högre. Pannorna förbränner årligen cirka 350 000 ton (367146 ton 2012) avfall, varav hushållsavfall 40 %, industriavfall 50 % och avfall från sjukvård och defragmenteringsindustrin (exempelvis krossade bilinredningar, ej metall) 10 % i en temperatur mellan 800-1200 grader ur detta material producerades år 2012 1135 GWh värme och 31,5 GWh el.

De krav som ställs på bränslet är att varje fraktion bränsle måste avfallsklassas och deklarerats innan det kommer till anläggningen, denna avfallsklassning kallas EWC-koder. Därefter gör anläggningen en bedömning per avfallslag om det är möjligt att ta emot för energiåtervinning alternativt destruktion. Med destruktion menas att de fraktioner av bland annat specialavfall och sjukhusavfall har speciella rutiner och blandas inte med övrigt avfallsbränsle, utan matas till pannan via en egen travers för destruktion till pannan. För detta avfall är syftet i första hand destruktion och inte energiutvinning. Cirka 10 % av avfallet importeras och kommer från Storbritannien, Irland och Norge. Det Norska avfallet håller inte önskvärd kvalitet då dessa fraktioner innehåller mycket gips, vilket antas bero på att sopsorteringen inte är lika utvecklad som i Sverige.

Det finns kvalitetskrav på avfallsbränsle till anläggningen bland annat att materialet inte får vara för stort och att brännvärdet inte får vara för lågt eller för högt samt att avfallsbränslet inte får vara rinnande eller innehålla för mycket skrot. Det är leverantörerna av bränslet som är ansvariga för att urskilja metall, elektronik och annat icke brännbart innan avfallet når pannan. Detta arbete följs upp genom okulära besiktningar av leveranser, bränsleanalyser och besök hos leverantörerna. Bränsle som anländer i balar kan öppnas för kontroll, samt att de

krossas innan de släpps ner i bränslebunkern, (bränslebunkern är en stor bunker som avfall stjälpas ner i varefter en gripklo hämtar bränsleavfall och släpper ner det i pannan).

Anläggningen producerade år 2012, 8830 ton flygaska och 68716 ton bottenaska. Efter förbränning släcks bottenaska genom ett vattenbad och ramlar ner på ett rullband, rullbandet för bottenaskan till en stor byggnad, där den stjälpas ner på en asfalterad yta, för att bli borttransporterade av lastbilar till olika deponier. På deponin sker en karbonatisering i drygt sex månader efter att bottenaskan har separerats från metaller (magnetiska och icke magnetiska metaller återvinns), de intäkter som erhålls från stålindustrin från avskilda metaller delas mellan avfallsförbränningsanläggningen och deponin. Bottenaskan används sedan som konstruktionsmaterial till olika deponier i närområdet av Uppsala. Där finfraktionen används som tätskikt och grovfraktionen som dräneringsskikt vid sluttäckning av deponier

Rökgasreningen sker i flera steg, dels går rökgaserna genom en skrubber där gaserna duschas med en tvättvätska som innehåller saltsyra i syfte att avskilja vattenlösliga föroreningar, samt att en organisk sulfid tillsätts för bindandet av tungmetaller. Rökgaserna passerar efter det en SO₂ skrubber för att genomgå en svavelrening med hjälp av kalciumhydroxid. Det förorenade slammet ifrån skrubben (farligt avfall) och det gipsliknande materialet från svavelreningen (icke farligt avfall) hämtas av Ragnsells för att transporteras till deras deponi.

Flygaskan erhålls till största delen från elfilter och en mindre del från 1:a & 2:a draget. Efter själva förbränningspannan leds rökgaserna genom kanaler som går växelvis uppåt och nedåt, detta för att kyla rökgaserna innan de kommer till elfiltret (upp och ner kanalerna kallas första och andra draget). I och med att rökgaserna kyls så faller det ut viss mängd partiklar ur rökgaserna, vilket sänds iväg med den övriga flygaskan. Allt matas ihop och körs genom en kross varpå det skickas till en silo för utmatning, från utmatningsröret förs flygaskan in till Noahs bulktransporter 5-7 gånger i veckan beroende på lasten i pannan och regleringen sker med automatisk avläsning. All flygaska transporteras till Norge som använder det till utfyllnad på Langöya. Det är klorider (bl.a. från tryckimpregnerat trä) som är den största boven till att avfallsaska inte kan användas som resurs men även koppar och krom gör sitt till.

Tekniskt sätt kan slaggen efter tvättning av salter användas till konstruktionsmaterial av ballast typer inom vägbyggen. Prover har gjorts på flera håll men ännu är det inte praxis att acceptera detta material som användningsbart vilket är lagom kryptiskt, och orsaken är till stor del synen på att askan härrör från ett avfall som gör att acceptansen inte finns och skulle i viss mån kunna lösas med att öka folks medvetenhet. Ett exempel på svårigheterna med hanteringen av askor är när bioaskor går till sluttäckning av deponier istället för att spridas i skogen, då kostnaden för spridning är 650-800 kr/ton och 50 kr/ton för täckning, vilken bransch ska betala? Det går årligen ett antal ton tungmetaller till de olika deponierna och cirka 6500 ton metaller utvinns ur materialet.

3 Slutdestinationer för flygaska

3.1 SAKAB SAKAB AB ingår i Ekokem-koncernen och ägs av Ekokem OY AB

SAKAB AB är ett miljöföretag som tar hand om hushåll- och verksamhetsavfall samt farligt avfall och askor m.m. Huvudkontoret och behandlingsanläggningen ligger i Kumla och runt om i landet finns försäljningskontor och omlastningsstationer. SAKAB återvinner stora delar av avfallet efter att de har avlägsnat giftiga ämnen, så förutom materialvinster i form av

metaller och konstruktionsmaterial genererar förbränningen till el och fjärrvärme till mer än 10 000 hushåll.²⁹

WTE 1 (waste to energy) är en av två förbränningslinjer som SAKAB har för att oskadliggöra organiska föroreningar genom effektiv förbränning detta sker med en roterugn och högtemperaturförbränning för att behandla de svåraste kemiska föroreningarna.

WTE 2 har en roterugn som behandlar avfall som tidigare inte ansetts som farligt avfall, men som nu omfattas av regler om farligt avfall såsom impregnerat trä och bromerad plast (förbränner även verksamhets- och hushållsavfall). Askan läggs på deponi för farligt avfall. Det utbrunna avfallet i rostrets nedre del kallas slag och matas ner i ett vatten bad för avkylning, sedan fraktas den ut ur anläggningen och metaller sorteras ut för återvinning. Den sorterade slaggen deponeras eller används som konstruktionsmaterial i deponin.²⁹

Förbränningsgaserna från WTE 1 och 2 leds till en kalkreaktor där kalkmjölk tillförs, sedan kyls gasen och gasformiga föreningar som halogener och svavelföreningar binds till kalken som följer med rökgaserna som ett torrt stoft (exempelvis blir klor från PCB kalciumklorid i askan). Vidare tillsätts aktivt kol för att suga upp kolväteföreningar som dioxiner men även en del kvicksilver avskiljs. Askan och kolet transporteras till en silo, därifrån lossas askan till en lastbil och transporteras till SAKABs deponi för farligt avfall där den deponeras.²⁹

Sakab har tillgång till deponier för farligt avfall och icke farligt avfall. I deponin för farligt avfall läggs askor, koncentrat från jordtvätt och förorenande jordar och denna är placerad vid huvudanläggningen i Norrtorp. Denna deponi består huvudsakligen av topp och bottenättning, lak- och ytvattendiken, utjämningsbassänger och kontrollbrunnar. Bottenättningen består av fyra lager med bland annat geologiska filter som bildar ett 1,2 meter tjockt tätnings och dräneringsskikt. Avfallet placeras ovanpå bottenättningen. När deponin har nått maximal höjd (max 18 m) läggs topptätningen på som är 0,5 m och består av fyra lager, ovanpå detta läggs makadam och morän samt en mössa med en tjocklek på totalt 2 m. Det uppkomna lakvattnet leds ut för särskild behandling.²⁹

3.2 NOAH Langöya

Den största delen av avfallsförbränningens rökgasreningsrester skickas idag till Langöya och det är en kortsiktig lösning och på sikt kommer det att behövas inhemska långsiktiga lösningar.¹⁷

En stor del av rökgasreningsresterna från avfallsförbränningen innehåller så höga kloridhalter att de inte ens med dispens får deponeras på deponier för farligt avfall, samt att flygaskan innehåller tungmetaller och salter i en sådan mängd att de klassas som miljöfarliga och ett alternativ är att frakta dessa till ön Langöya ett kalkbrott i Oslofjorden som håller på att fyllas igen med avfall. I Södra Norge bryts ilmenit för framställning av titandioxid (färgindustri). Vid denna framställning slås svavelsyra på ilmeniten varpå järnet löses upp och cirka 200 kton järnrik svavelsyra erhålls per år. Svavelsyran transporteras till ön Langöya i Oslofjorden, för att där neutraliseras och fällas ut till ett järnrikt gips. Till neutralisationen användes tidigare bränd kalk från det södra brottet, men eftersom det åtgick mycket energi vid bränningen för att frigöra kalkens koldioxid har man efter prövning kommit fram till att rökgasreningsprodukter från avfallsförbränningsanläggningar är effektivt för neutralisationen, då resultatet blir en gipsliknande produkt som inte släpper ut någonting och därför har Langöya sedan ett tiotal år tillbaka tagit emot rökgasreningsrester främst från Sverige och Danmark efter att man har provat varje askas neutralisationsförmåga. Detta gips fyller sedan ut det utbrutna kalkbrottet på Langöya. NOAH och askproducenterna anser detta vara en god affär, då även en vinst på dubbel klimatgaseffekt ges. Beräkningar pekar på att verksamheten kommer att upphöra 2023-2025.³⁵

Det är det Norska företaget NOAH som har utvecklat metoden att låta två avfallsfraktioner användas för att oskadliggöra varandra, där resultatet är ett konstruktionsmaterial som används för att återskapa Langöya efter 100 år av kalkstensutvinning och det är askornas kalkinnehåll som ersätter andra råvaror och det åtgår årligen cirka 200 000 ton till behandlingen.³⁶ Den 20 februari 2012 meddelade reportern Henrik Damberg/p4 Skaraborg Sveriges radio att det finns 30 svenska värmeverk som förbränner sopor och utav dem är det 17 som skickar sin flygaska till Langöya.

3.3 Exempel Ragnsells deponi i Högbytorp.(Studiebesök den 15/4-2013 Kontakt: Robert Westlund)

Ragnsell är en privatägd koncern som samlar in, behandlar och återvinner avfall och restprodukter från hushåll, näringsliv och organisationer, de har 2300 medarbetare med verksamhet i sex länder varav 1700 i Sverige. Koncernen har experter på kretsloppsanläggningar, farligt avfall, sanering och källsortering samt erbjuder konsulttjänster inom kemi, miljö, energi och avfallshantering.³⁸

Till Ragnsells deponi kommer bulktransporter med olika askor ifrån ett flertal olika verksamheter. Det ankommer asktransporter från flertal avfallsförbränningsanläggningar och även från andra verksamheter som bränner avfall. När en bulkbil anländer vägs den och en kundorder lämnas, vilket innehåller en materialkod som talar om vad lasten består av exempelvis flygaska, bottenaska, bäddaska. Koden specificerar i viss mån kvalitén (olika koder om t: ex flygaskan kommer från en avfallsförbränningsanläggning eller en bioenergianläggning). Kundordern innehåller ett kundnummer som talar om varifrån lasten kommer. Årligen inkommer 20- 25 tusen ton flygaskor ifrån förbränt hushåll och industriavfall (industriavfall: förbränt papper trä och plast ”ptp”) och 30-40 tusen ton bottenaskor. Ifrån Högbytorp skickas en hel del sorterat avfall med högt energivärde till avfallsförbränning. En del av det farliga avfallet som kommer till deponin och som inte kan omhändertas skickas till Sakab för destruktion.

Flygaska ser ut som ett fint mjöl och är från förbränningsanläggningar rikt på kalcium, metaller, klorider och sulfater samt har egenskaper som gör det svårt att i nuläge att hitta användningsområden. Denna aska från avfallsförbränning åker med bulkbil till en andra vägning, där flygaskan blåses via ett rör från bulkbilen in i ett av de fyra silon (fem fack) som står vid vågkontrollen. Ifrån silon förs flygaskan ner till en cementblandare där den blandas med vatten och med flygaska från renare fraktioner (god förmåga för solidifiering). I ett kontrollrum via datorer ses när rätt mängd finns i cementblandare, då startas den och körs i 25 sekunder, varefter lös massa stjälp ut, processen låser fast ämnen så att de inte lakas ur. Massan fraktas bort till högar/berg alldeles intill för att inom ett antal veckor fraktas till askdeponin där den inom ett halvår härdar till ett inert, betongliknande material. Det lakvatten som avyttras från deponin går till två dammar och pumpas till silosanläggningen med cementblandaren, på så vis blir vattensystemet slutet. I Ragnsells datasystem finns data om flygaskornas innehåll och förvaringsplats så det möjliggör för en framtida teknik att nyttiggöra/utvinna värdefulla metaller ur askorna den dag då tekniken finns (blir ekonomiskt fördelaktigt) samt att den kvarvarande resten skall kunna bli användbar som cement eller andra områden.

Bottenaskorna förs till ett sorteringsverk där synliga metaller plockas bort för hand, sedan förs bottenaskan upp på ett rullband där magnetiska metaller avlägsnas. Nästa steg är till en virvelströmsmagnet som avlägsnar icke magnetiska metaller såsom aluminium. De avskilda

metallerna siktas till 3-4 olika storleksfraktioner, även slaggen siktas till olika grus/sand storlekar. Oförbrända fraktioner kan gå till omförbränning. Processvattnet från slaggsorteringen leds först till anläggningens egna reningsverk innan det går vidare till ett kommunalt reningsverk. Det som lakas ut är främst klorider och sulfater, som kan ge skador på känsliga recipienter, till exempel sötvatten (Östersjön är inte lika känslig p.g.a. salthalten). Efter lagring kan slaggruset användas till bland annat sluttäckning och konstruktioner inom området. Ett av hindren att använda slaggen till samhälleliga konstruktioner är synen på att slaggen är ett avfall och inte en resurs, samt att utlakningen av ämnen under tid behöver mer utvärdering.

3.4 Bergrum

Att utnyttja bergrum i svenskt urberg kan innebära miljömässiga och ekonomiska fördelar. I Sverige har miljödomstolen gett tillstånd till deponering i avställda och sanerade oljelagringsrum i berg till Händelö och Gävle. De två avfallsförbränningsanläggningarna utnyttjar bergrum för utfyllnad av RGR som till stor del klassas som farligt avfall. Möjligheten att nyttiggöra RGR kan ha en ekonomisk fördel om det betraktas som fyllnadsmaterial och inte avfall, då avfallsskatt inte utgår. De kortsiktiga riskerna med metoden är påverkan på grundvattentillgångar, damning under mellanlagring och transport, läckage från och dålig rening av uppumpat lakvatten, haveri samt bildning av ammoniak och vätgas. Normalt bedöms bergrum som sprängts ut i urberg att vara stabila.²³

4 Slutdestination för bottenaska

4.1 slaggrus

Slaggen som matas ut från förbränningsanläggningar innehåller material som inte kunnat förbrännas samt metallskrot. Slaggen homogeniseras genom siktning där material större än 40-50 mm avskiljs och metaller sorteras ut. Det grovkorniga materialet läggs normalt på deponi och metallerna säljs. Ett exempel på fördelningen från en anläggning var 14 % grovskrot, 4 % finskrot, 75 % slagg och 7 % rejekt (tegel, betong m.m.). Slaggens egenskaper förändras under den första tiden efter utmatningen, då slaggen oxiderar, karbonatiseras och lagras under 3-6 månader. Detta ger en stabilisering som medför att partiklarnas hårdhet ökar samt att utlakningen av föroreningar reduceras. Denna produkt benämns som slaggrus och dess miljöbelastande egenskaper studeras för att utreda användnings möjligheterna till anläggningsarbeten som fyllnings- och förstärkningsmaterial för lokala gator, parkeringsplatser m.m. Risker för miljöpåverkan kopplas i första hand till utlakningar av föroreningar som salter och metaller vilket kan förorena grundvattnet. pH-värdet har stor betydelse för utlakningsbenägenheten, därför ska slaggrus vara lagrat så att pH-värdet är under nio.³⁷

4.2 Deponi

På deponier samlas stora mängder föroreningar och miljögifter på en begränsad yta och är en plats där material som är omöjliga att återvinna eller att utvinna energi ur samt förorenat avfall som inte kan eller bör återvinnas deponeras. Det finns en rad olika behandlingar, tillstånd och lagar för att deponierna ska vara ett säkert sätt att deponera avfall på. Deponier kan klassas i tre kategorier och i lagstiftningen finns krav på hur mycket föroreningar som får finnas i och som får lakas ut från avfall i de olika deponierna. Vad som inte får deponeras står i förordningen (2001:512) om deponering av avfall (DF) 8 § och det finns material som inte får deponeras utan förbehandling.⁴⁶

4.3 Stena recycling

Borås är en avfallsförbränningsanläggning som lämnar sin bottenaska till Stena recycling, som använder siktrester till täckning av deponi, efter att metaller har återvunnits.⁴³ Stena Recycling är ett återvinningsföretag med cirka 100 anläggningar och maximering av resurser är deras kärnverksamhet, de utvinner, bearbetar, återanvänder, oskadliggör och deponerar avfall. Stena har mobila sorteringsanläggningar som tar hand om aska, slagg och förorenade jordar, genom denna sortering kan en stor del av materialet återvinnas. I denna kan järn och metalldelar separeras från aska, slagg, jord, glas m.m. exempelvis kan rester från förbränningsanläggningar delas upp i slaggrus för vägbyggnation samt metaller för återvinning.⁴⁴

4.4 Metallåtervinning

Det finns en mängd metaller i hushållsopor som inte kan släppas ut hur som helst, men rätt omhändertaget ur avfallsaska som ofta innehåller höga halter av potentiellt giftiga metallföreningar och lösliga salter kan metaller återvinnas. Ifall dessa lakas ut från askan kan de utgöra en risk för både människor och miljö, därför läggs ofta dessa askor på deponi, vilket är kostsamt. Om metaller återvanns skulle resten av askan kunna användas istället för att deponeras och på så vis kunde både pengar och naturresurser sparas. Karin Karlfeldt Fedje presenterar i sin avhandling metoder att laka ut och återvinna metaller från aska från avfallsförbränning, bland annat kan upp till 90 % av koppar återvinnas genom en speciell tvättmetod.⁴⁹

Det pågår både forskning och ett flertal projekt inom detta område, Britt-Marie Steenari arbetar med projektet ”Avlägsnande och återvinning av metaller från avfallsaska och slagg” (2011-2013). I detta projekt undersöks metoder för återvinning av metaller ur avfallsaska. Två av metoderna innehåller ett första steg där metallföreningar lakas ut från askan med syra och efter upplösning ska metallerna utvinnas i så ren form som möjligt. Metoderna som studeras är vätskeextraktion med komplexbindande ämnen och elektrolys.⁴⁵ Ett annat är det pågående projektet, Kan avfallsaskor vara en framtida råvara för utvinning av kritiska metaller, har som mål att se hur mycket av dessa metaller som finns i askorna från avfallsförbränning i Sverige samt relatera dessa mängder till användningen. Detta ska göras genom att provta och analysera flyg och bottenaska från 10 svenska anläggningar, (projektledare Inge Johansson, SP).⁴⁶

Industrins fokus på råvaror och resurser tenderar att gå från utvinning från naturliga tillgångar i ett fåtal länder till återvinning från de industrialiserade samhällens avfall, dels för att tekniken har utvecklats så att metaller kan utvinnas ur askor, tekniken är dock i behov av utveckling. Andra orsaker är befarade bristsituationer och ökade metallpriser. I artikeln Jakt på industrins vitaminer i UNT.se ekonomi publicerad 2013-02-24 går att läsa att Kinas dominans ska brytas och att de står för 95 % av tillgångarna av dessa metaller. Med en storsatsning vill EU lägga grunden till brytning av sällsynta jordartsmetaller och planer för utvinning finns redan utanför Gränna.

5. Seminariet Askdagen arrangerat av Svenska energiaskor 2013-04-17

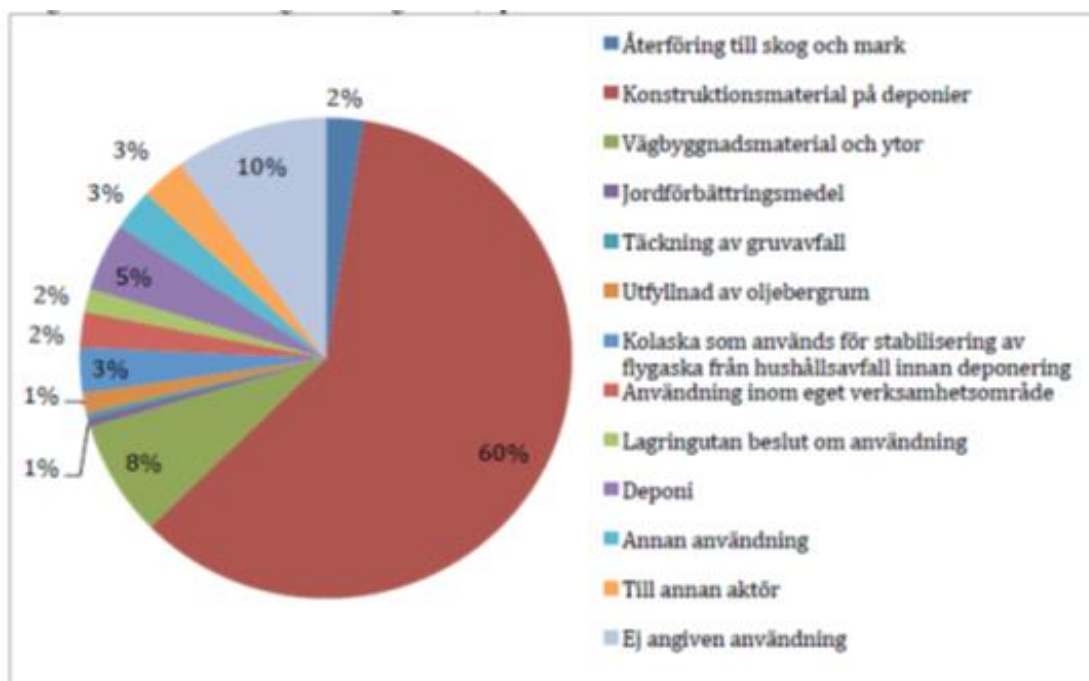
5.1 När är deponierna sluttäckta. David Hansson

Det är verksamhetsutövaren som ska se till att en deponi som avslutas förses med sluttäckning (31§ förordningen 2001:512 om deponering av avfall ”deponiförordningen”). Anledningen till att deponierna ska sluttäckas, har sin början i och med att rådets direktiv 1999/31/EG av den 26 april 1999 om deponering av avfall och att deponiförordningen 2001 kom (syfte: förebygga och minska deponeringens negativa effekter på människor och miljö). År 2002 blev det förbjudet att deponera brännbart avfall och 2004 kom föreskrifter om mottagningskriterier samt att 2005 blev det förbjudet att deponera organiskt avfall. Som incitament höjdes deponiskatten till 435kr/ton år 2006 samt ett krav på att förordningens krav ska vara uppfyllda till 31 december 2008. Till hjälp för att utföra sluttäckningen har naturvårdsverkets underlag till 2010 års rapportering till EU-kommissionen (deponidirektivet) används som metod.

Sammanfattat ska hälften av deponierna vara sluttäckta till 2020 och huvudelen om ytterligare 10 år. Några deponier planerar ingen sluttäckning i närtid, men mängden avfall som deponeras har minskat kraftigt. Idag återstår att täcka 20-30 km² deponiyta och materialbehovet till detta uppskattas till 100 miljoner ton (6-8 miljoner ton årligen). Detta medför att behovet av lämpliga sluttäckningsmassor är stort i nuläge och att efterfrågan kommer att minska i framtiden.

5.2 Askhantering i omvärden-internationella erfarenheter och trender. Jenni Sahlin.

Cirka 60 % av de svenska askorna går till konstruktionsmaterial på deponier och här måste alternativ hittas för att inte öka upptaget av markyta. Avfallsbränslet till fjärrvärmeproduktionen var 2008 15 % och förväntas öka till 40 % år 2030, vilket innebär att askor från avfallsförbränningen kommer att öka.



Källa: Tyrens/2010/ Svenska energiaskor

Nederländerna använder 1,5 miljoner ton slaggrus till bland annat vägbyggen och dammar och har nästan 100 % avsättning för slaggen och fokus ligger på utlakning och resurshushållning. Lokaliseringen är viktig med tanke på grundvattnet och ICM-metoden används till platsval (ICM- isolation, control, monitoring). I Danmark används slaggen till att bygga vägar i resursbesparande syfte och även här ligger fokus på lakvattenskontroll. I Frankrike har användningen varit stor men striktare restriktioner är på gång och kommer att begränsa användningen. I Portugal används bäddsand till murbruk. Övriga användningsområden är som tillsats i cement, asfalt, färg, plast. Askor är ett billigt material och kan bli ekonomiskt lönsamt då dyrare alternativ undviks, men hänsyn måste tas till hur materialet påverkar miljön samt till förtroendet på marknaden för produkten.

Utdragna artiklar ej från askdagen: Bo Lind, forskningschef vid SGI påstår att vid eldning av avfall uppstår flygaska och slaggaska som innehåller olika giftiga ämnen. Askan används på vissa håll i EU till vägbyggen och i husbetong. Giftig flygaska planeras bli blandat med förorenat sediment och muddermassor för stabilisering. På lång sikt kommer urlakning att ske och släppa ut oönskade ämnen i miljön och att osäkerheten kring dessa askors långsiktiga effekter är så stor, så att man bör avvakta med dessa aktiviteter tills forskningen gett mer säkra besked om effekterna.⁵¹

David Bendz (teknologie doktor), avdelnings-chef på SGI i Linköping skriver i en rapport i Svenska energiaskor att det är fullt möjligt att beräkna hur aska påverkar miljön när den används som byggmaterial i en väg. Det går att styra utlakningen med hjälp av vägens konstruktion, det visar forskningsprojektet Vändöra som påbörjades 1987 med aska från kraftvärmeverket Gärstad i Linköping. 16 år senare grävdes ett schakt i syfte att specialgranska askan och resultaten visar att det idag är möjligt att ställa miljökrav när en väg ska byggas med askavfall och att man nu vet hur utlakningen går till.⁵⁰

5.3 Vet vi tillräckligt för att rekommendera askor för användning. Bo Lind .

Lind beskriver frågan hur säkra är vi av att använda avfallsaskor till småvägar i en kedja.



Mycket är på plats, energiaskor, är inte längre bara avfall, avfallstrappan gör framsteg. Så vad blir då rekommendationen? Svar både ja och nej, det blir ja för deponier, vägar och återföring till skogsmark och nej för byvägen. Det fattas fortfarande en del för en effektiv askanvändning, både när det gäller forskning och bredare samhällsförankring. Askor utgör en stor materialström som trots allt inte kan hållas utanför människors vardag.

5.4 Hur ser det egentligen ut i Sverige? Om avfall- och askstatistik i Sverige. Mikael Szudy.

Behovet av statistik för Svenska energiaskor behövs för askanvändningen och uppkomsten askor per bränsleslag. Askbergen är en intressant resurs, då förbränningen av biobränsle och sopor ökar. Möjligheten att återanvända energiaska är stor, men deras goda egenskaper utnyttjas inte fullt ut idag. Slaggrus som består av bottenaska från hushåll och industriavfall, kan exempelvis användas till vägbyggen. De Svenska askorna kommer till 46 % från hushåll och industriavfall, 26 %, blandbränsle, 15 % biobränsle inklusive fiberslam, 6 % från torv och trä, 3,5 % från kol och 3,5 % från returbränsle.

5.5 Askor i ett hållbart system. Monica Lövström VD Svenska EnergiAskor AB.

Svenska energiaskor är en branschorganisation som jobbar för en miljöriktig hantering av askor som uppstår i energiproduktionen ” vi vill se ett hållbart samhälle där klimatsmarta lösningar bidrar till att rätt aska återvinns på rätt plats”. Restmaterialet askor kan återanvändas, vilket är klimatsmart och spar på naturresurser, men de miljöskadliga askorna ska tas ur kretsloppet på bästa möjliga sätt. Askor är en samhällsnyttig resurs, det går att återvinna metaller ur askorna, återföra näring till skog, jord och vatten. De kan ersätta naturmaterial vid konstruktioner av vägar och hårdgjorda ytor, vara råvara/ballast i cement och betong vilket kan minska utsläppet av växthusgaser i framställningen av cement och betong.

Goda exempel på användningen av aska: återföring till skog och mark, vägbyggen, fyllnads och stabiliseringsmaterial vid hamnbyggen, sluttäckning av deponier för att undvika utsläpp. Att återvinna restmaterial kräver kunskapsbaserat underlag och askanvändning bygger på många års forskning. En framtidspaning på möjligheter och hot är att en ökad förbränning ger en ökad askmängd, ökat uttag av GROT ger ett ökat krav på återföring till skog, ökad avfallsförbränning ger mer komplicerade askor och krav på rening av askor ger möjligheter att utvinna metaller.

Det är EU som anger ramarna genom Avfallsdirektivet (2008/98/EG). Mål att minimera negativa effekter på människors hälsa och miljö i samband med genereringen och hanteringen av avfall. List of Waste har tre viktiga steg: ingen spegelingång för bioaskor det vill säga ingen klassificering som farligt avfall, ingen klassificering av askor som farligt avfall utifrån högt pH-värde, mätning av ekotoxicitet skjuts fram till 2017, vilket ger möjligheter att använda svenska analysmetoder som är mer rättvisande och ej klassificerar askor utifrån hög salthalt. Svårigheter vid miljöprovning är ett av de stora hindren för användningen av askor och Svenska energiaskor har gett ut en handbok för att underlätta miljöprovningen samt för att bidra till att rätt aska hamnar på rätt plats.

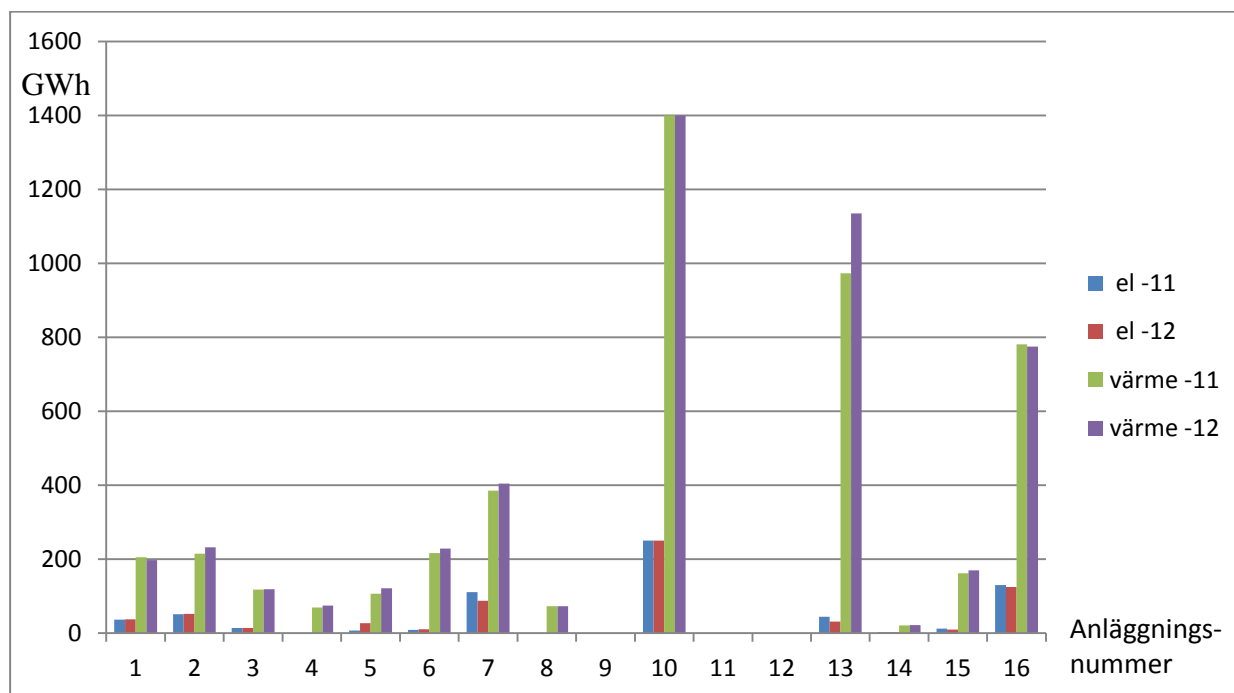
6. Sammanfattning från frågeformulär.

Förkortningar: El och värme i GWh. Bränsleåtgång i ton=BÅ . Flygaska i ton=Fa. Bottenaska i ton=Ba. Flygaska i ton till NOAH=FaN. Bottenaska till deponi i ton= Bad. Fa till Ragnsells deponi i Högbytorp= Fa D. År -11=2011 -12=2012

Sammanfattningen är baserad på de 15 svar som erhöles vid utskicket av ett frågeformulär till 31 samförbränningsanläggningar (värmeverk) och en avfallsförbränningsanläggning (Sakab) som bränner avfall. Enligt EU är anläggningar som bränner avfall i syfte att utvinna energi samförbränningsanläggningar och anläggningar som bränner avfall i destruktions-syfte är avfallsförbränningsanläggningar. De fraktioner och den mängd avfall som brändes 2012 var till största delen hushållsavfall, industri och verksamhetsavfall var nästan hälften av hushållsavfallet, returträ var en ganska stor post på några anläggningar och specialavfall en liten del på en av de 15 anläggningarna. Se tabell 1 bilaga 1.

Det vanligaste är förbränning i rosterpannor, av 15 anläggningar var det fyra som hade fluidbäddspannor. Enligt Renova ger ett ton avfall i Sverige 3 MWh, vilket exempelvis motsvarar 1/3 ton olja.³⁹ Vid sammanslagning av värme och el från 12 anläggningar som besvarat dessa frågor utvanns 5 394,4 GWh (539400 MWh) från 1922090 ton avfallsbränsle, vilket ger 2,8 MWh per ton avfall. Detta kan jämföras med att den totala elproduktionen i Sverige uppgick till strax över 146 TWh (146 000 000 MWh) år 2011.⁴⁸

Figur 1



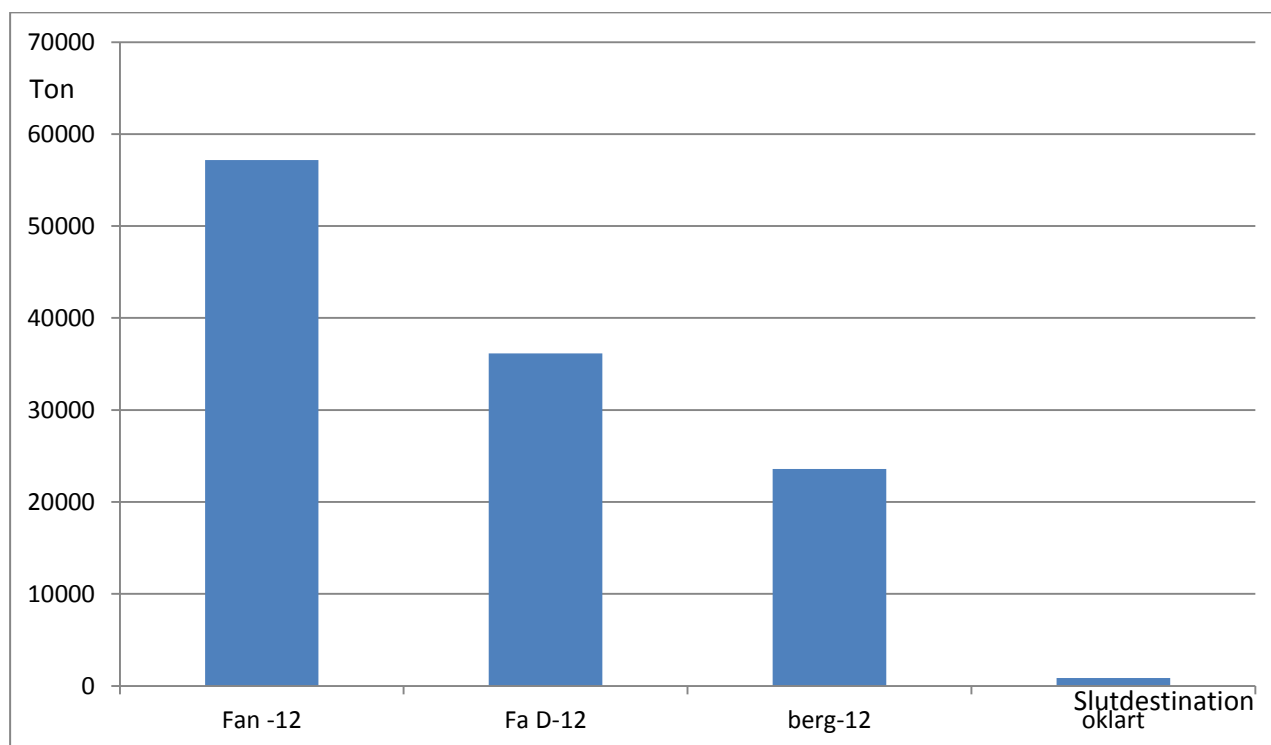
El och värme i GWh från 15 samförbränningsanläggningar under åren 2011 och 2012. X-axelns siffror är de nummer som anläggningarna som har besvarat frågeformuläret har fått, vilka kan ses i tabell 2 i bilaga 2. Nummer 9, 11 och 12 har ej svarat på dessa frågor. Elproduktionen är förhållandevis liten mot värmeproduktionen.

586190 ton aska producerades 2012 från de 15 anläggningarna, vilket är drygt 1/3 av Sveriges askproduktion. 121804 ton var flygaskor, varav 57190 ton gick till Langöya i Norge (854 ton flygaska från Finspång ej besvarat). Från Högdalenverket och Bollnäs transporteras flygaskan till Ragnsells deponi i Högbytorp för att där stabiliseras med andra askor, även Åmotfors skickar en liten del av sina flygaskor till Högbytorp.

Flygaskan stabiliseras till ett slags gips vid ankomst till Langöya. Den blandas då med järninnehållande svavelsyra. Syran neutraliseras med kalken i askan och tungmetallerna stabiliseras. Från anläggningarnas rökgasrening går flygaskan till en silo för lagring innan den hämtas av NOAH.

På anläggningarna sker ingen bearbetning av flygaskan, men i Ljungby renas rökgaserna i ett textfilter med ett tillhörande NID system levererat av ALSTOM där man tillsätter aktivt kol och kalk för att binda tungmetaller, dioxiner och sura gaser. På Norsaverket i Köping finns en torr rökgasrening vilket betyder att kalk och aktivt kol tillsätts och under 2012 användes 395 ton kalk och 11 ton kol, vilket sedan ingick i flygaskan.

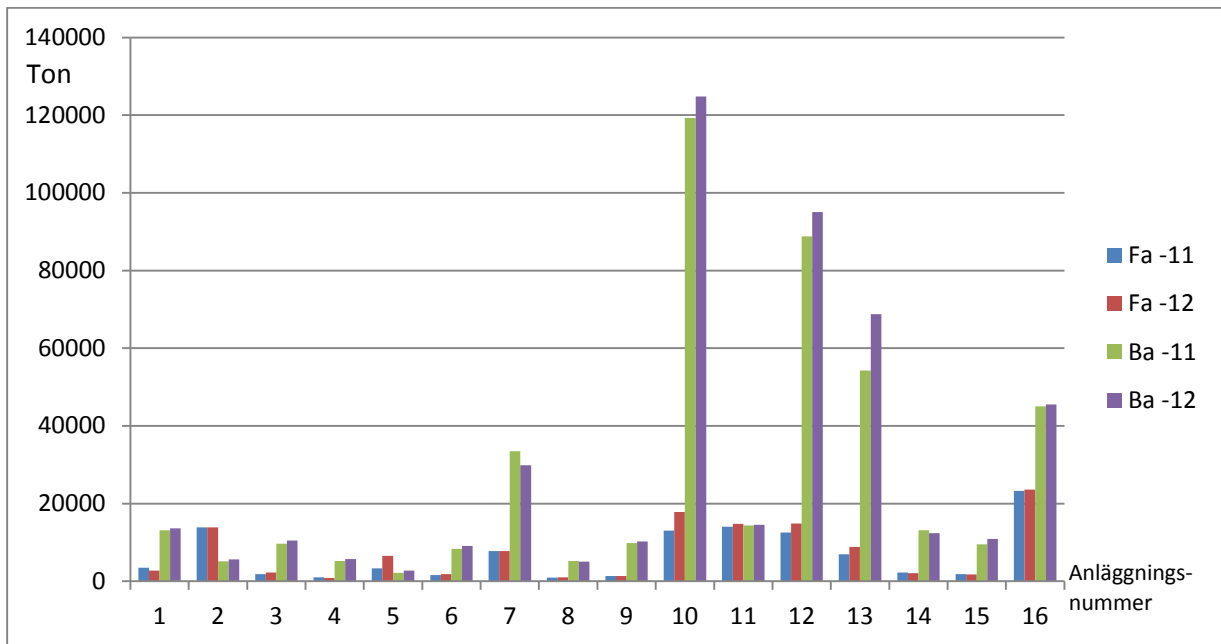
Figur 2.



Slutdestination för flygaska från frågeformulär år 2012

Fan -12 (flygaska till NOAH år 2012 (57190 ton)), Fa D -12 (flygaska till deponi år 2012 (36160 ton)), berg -12 (flygaska till bergrum år 2012 (23600 ton)), Oklart 854 ton

Figur 3

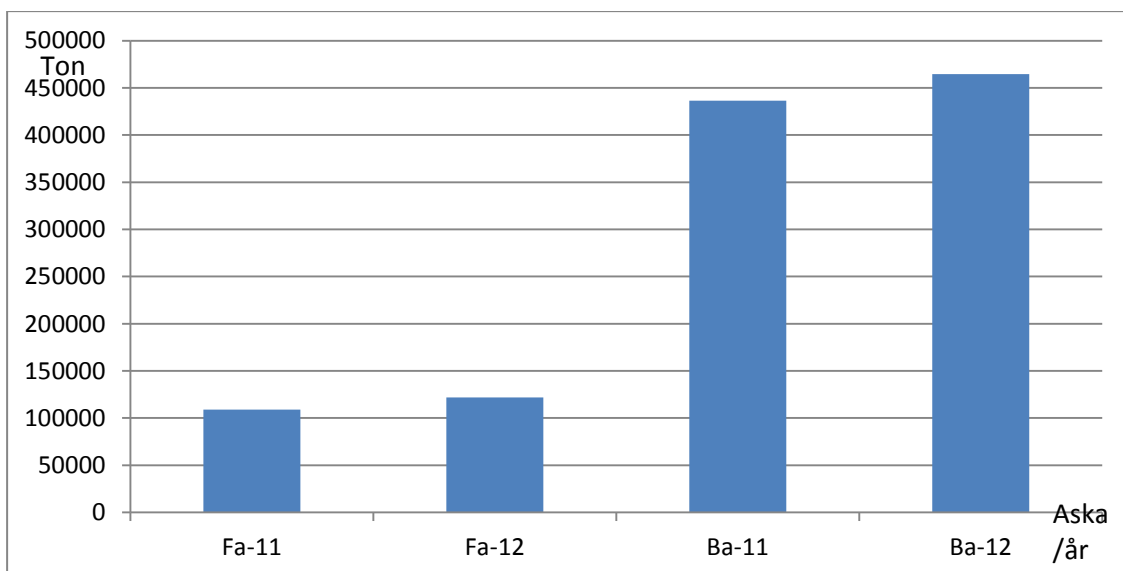


Fa -11 (flygaska år 2011), Fa -12 (flygaska år 2012), Ba -11 (bottenaska år 2011), Ba- 2012 (bottenaska år 2012).

Producerade askor från 15 samförbränningsanläggningar (11 och 12 Högdalenverket, olika pannor).

Stor variation av storlek på anläggningarna, betydligt mer Ba (bottenaska) än Fa (flygaska).

Figur 4.

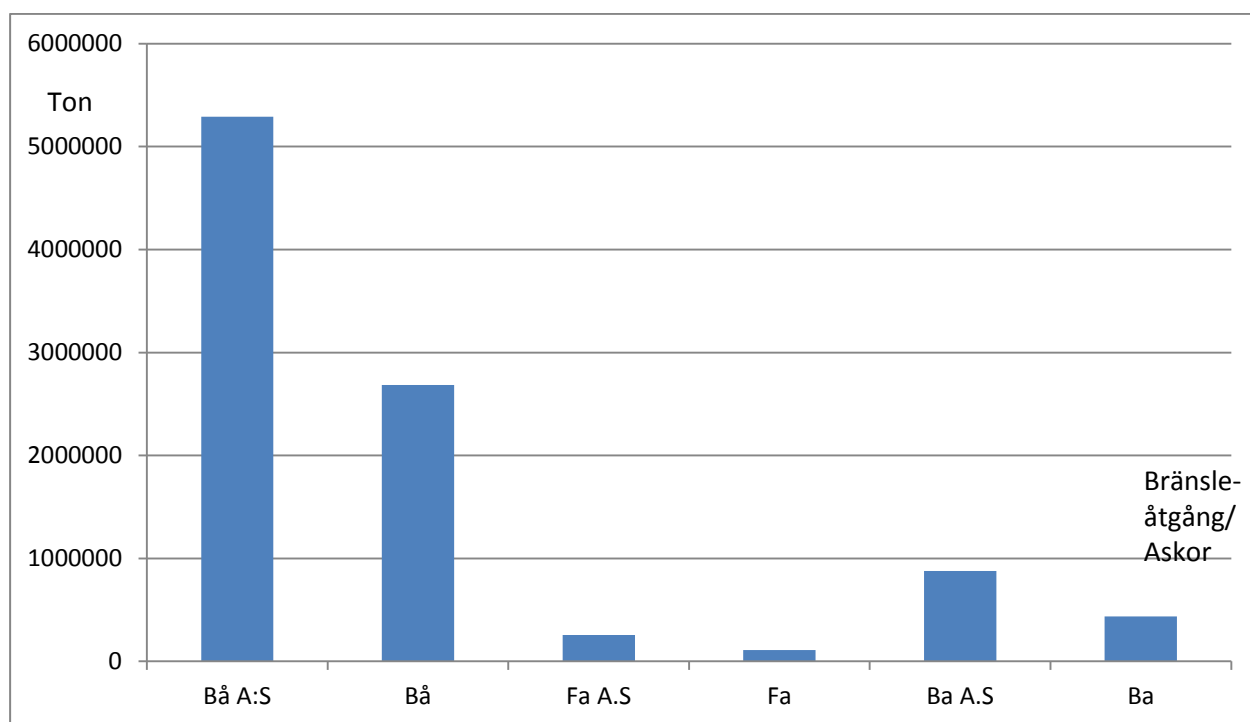


Producerad bottenaska 2011 och 2012 samt flygaska 2011 och 2012 från 15 samförbränningsanläggningar. Askmängden ökar från 2011 till 2012

Fa-11(flygaska år 2011) 108931 ton. Fa-12(flygaska år 2012) 121804 ton. Ba-11(bottenaska 2011) 436545 ton. Ba-12(bottenaska 2012) 464386 ton.

Bottenaskorna släcks genom ett vattenbad och transporteras i regel bort av ett rullband och hamnar i högar, en del anläggningar har metallavskiljning innan bottenaskan skickas till olika deponier men vanligast är direkt transport till deponierna från rullbandets högar. På deponierna bearbetas bottenaskorna genom att metaller skiljs ur slaggen. I Jönköping är man med i ett projekt som tittar på att utvinna sällsynta metaller. Efter siktning, sållning, avskiljning av metaller och lagring, används bottenaskorna/slaggen som utjämning och täckningsmaterial för att avsluta deponier.

Figur 5



En jämförelse mellan de 15 enkätsvaren (2011) och avfall Sveriges rapport Svensk Avfallshantering 2012 – Avfall Sverige AB i denna finns statistik från 32 anläggningar som bränner avfall. År 2011, siffror i ton.

Bå A:S (bränsleåtgång avfall Sverige ”rapport”) 5288510 ton.

Bå (bränsleåtgång frågeformulär) 2683013 ton.

Fa A.S(flygaska avfall Sverige ”rapport”) 879640 ton.

Fa (flygaska frågeformulär) 108931 ton.

Ba A.S (bottenaska avfall Sverige ”rapport”) 356880 ton.

Ba (bottenaska frågeformulär) 436545 ton.

7. Diskussion och slutsatser

Askor från avfallsförbränning farligt avfall eller en framtida resurs? Vid förbränning erhålls energi och aska, och när avfall går till förbränning är det inte avfall utan energibränsle. Aska har fram till industrialismen ingått i det ekologiska kretsloppet, efter en skogsbrand lakas fler ämnen ut till marken, vilket underlättar grobarheten. Synen på aska är att det är något som man vill bli av med, en ren rest som hör hemma i skog och mark. När avfall förbränns i Svenska anläggningar sker detta med en väl utvecklad rökgasrening, vilket säkerställer att en mycket liten del av föroreningar hamnar i atmosfären, dessa koncentreras istället i askorna. Askproblem som är gömda eller glömda och med dagens lösningar inte kommer att fungera inom en snar framtid. Skulle en annan varuproduktion få resultera i samma restproduktion som avfallsförbränningsanläggningar? Troligen inte, krav skulle ställas på en renare råvara, som i detta fall är avfallsbränslet.

Det finns avtal mellan anläggningarna och kunden (avfallsägare som betalar för att bli av med avfallet) om vad som får ingå i energibränslet. Om man läser avfall Sveriges rapport om felsortering, så fungerar sorteringen inte alltid i praktiken. Ett förslag att åtgärda detta är att information ska stå klart och tydligt på de kärl vars innehåll går till avfallsförbränningsanläggningar. Energibränsle här kan slängas xxxx, här kan inte slängas xxx. Kommunens hushåll bör också få tillgång till kärl att slänga gips, aluminiumfolie, metallföremål, porslin o.s.v. **Myten om att det är onödigt att sortera genom att allt ändå går till förbränning måste slås hål på, utan vikten av att sortera är grunden för att de askor som utgör farligt avfall ska kunna bli en framtida resurs.**

Det finns idag en väl framtagen forskning, en mängd examensarbeten och länder som Tyskland, Japan, Danmark, Holland m.m. som sammantaget har en bred kunskap och erfarenhet av hur avfallsaskor kan hanteras och användas. Kunskaper som är fördelaktiga för miljön och som allt för ofta kommer i kläm då ekonomiska incitament pekar åt fel håll och branscher som står frågande om vilka som ska ta kostnaderna.

Det som idag styr hanteringen av askor är ”business for business is business”, samt att något som uppkommit ur avfall icke är accepterat. Inom en tioårsperiod beräknas Sveriges deponier att vara sluttäckta och gipsstabiliseringen på Langöya avslutad då måste nya lösningar till, en är att skicka flygaska till tyska saltgruvor.

Förhoppningsvis kommer arbetet med att lösa frågan att bearbetas från flera håll, dels ifrån kvalitet på energibränslet och dels genom metoder att avskilja metaller och föroreningar så att en användbar rest blir kvar. Det kan bli både miljömässigt och ekonomiskt fördelaktigt om metaller, sällsynta jordartsmetaller och ämnen avskiljs, samtidigt som behovet av deponiytor och mark för gruvdrift minskar. De bearbetade askorna kommer att få ökad renhet och kan användas till cement m.m. En del askor kommer även i framtiden att behöva plockas ut ur kretsloppet i de fall, då en förbränningsrest är en koncentration av ett ihopsamlat större kontaminerat avfall.

I dagsläge är flygaska från avfallsförbränning ett farligt avfall och bottenaskan börjar närma sig att bli en resurs som konstruktionsmaterial även utanför deponier. Hur framtiden ser ut beror till stor del på hur kraven på avfallsbränslets kvalitet kommer att utvecklas. Priset på metaller och sällsynta jordartsmetaller kan göra det attraktivt att dels förbättra avfallssorteringen och dels få fram metoder att utvinna dessa ur avfallsaskorna. Avfallsaskor kan vara en möjlig framtida resurs om ekonomisk vinst kan fås ur dessa eller om innovation och forskning leder till attraktivare ekonomiska förtjänster som innebär en minskad kostnad

för askproducenterna gentemot att lägga aska på deponi vilket kräver både markyta och övervakning. Helt klart är att askorna kommer att öka i framtiden och ett stort ansvar vilar på politikerna att med incitament styra så att askorna inte blir ett farligt avfall för företagens motto nummer ett är business for business is business och den metod som är mest fördelaktig för företaget kommer att väga tyngst.

Rena askor har stor potential till ett flertal användningsområden, exempelvis kan de ge näring och minska försurning om den sprids över skog och är då en värdefull resurs för skogsnäringen, kan även vara en resurs för att höja pH i surt gruvavfall och till stor nytta vid vägbyggen i syfte att spara på naturresurserna. Dagens ekonomiska incitament medför att många biobränsleanläggningar låter denna resurs gå till deponi eftersom det är ekonomiskt försvarbart.

Avfallsförbränningsanläggningars inkomster består av det mottagna bränslet, inkomster från el och värme och kostnader är rökgasreningsanläggning, panna och en stadig ström av aska.

Nedan kommer ett räkneexempel på vilken nytta som har erhållits för att producera cirka 0,4 miljoner ton avfallsaska. Siffrorna är höftade eftersom det är svårt att få fram giltiga prisuppgifter och en verklig bild av kostnader och inkomster.

404541 ton askor (deponiavgift 435 kr/ton, kostnad 176 miljoner kr) var resultatet efter 2011 års förbränning av 1922090 ton avfallsbränsle (beräknat på 2 kr/kg, inkomst 3844 miljoner kronor), vilket resulterade i 5 394,4 GWh (beräknat på 63 öre KWh, inkomst 3400 miljoner kronor.)

Slutsatsen är att resurser och förutsättningar finns för att avfallsaskor ska kunna utvecklas till en framtida resurs.

8. Tackord

Till sist ett stort tack till de 15 avfallsförbränningsanläggningar som besvarat den utsickade enkäten (bilaga 3), till Bo Wohnrne för ett intressant studiebesök på Uppsala Vattenfall Värme AB och Robert Westlund för likaledes intressant studiebesök på Ragnsells deponi i Högbytorp samt Monica Lövström VD på Svenska energiaskor som har berikat arbetet genom seminariet Askdagen och ett stort tack till min handledare Tommy Claesson vars entusiasm och positivitet har underlättat arbetet.

9. Referenser

1. Avfall blir värme och el. 2005. Avfall Sverige AB.
www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/.../U2005-02.pdf (2013-02-27)
2. Sahlén, J. 2013. Anläggningarna - Start - Avfall Sverige AB.
www.avfallsverige.se/avfallshantering/.../anlaeggningarna (2013-02-10)
3. Anläggningarna - Start - Avfall Sverige AB kontaktuppgifter.
www.avfallsverige.se/avfallshantering/.../anlaeggningarna (2013-02-27)
4. Ingen uppgift om det är normal eller full drift, men beräkningen inkluderar anläggningarna i Helsingborg och Landskrona ”öppnas 2012”. Dock ej inkluderade i siffran idag finns 32 st.
5. Ålund, P. 2012. Import av avfallsbränsle - Halmstads Energi och Miljö AB.
www.hem.se/avfallsbransle (2013-02-27)
6. Från avfallshanteringen till resurshushållningen- Sveriges avfallsplan 2012-2017.
www.naturvardsverket.se/Documents/.../978-91-620-6502-7.pdf (2013-02-27)
7. ladda hem en pdf-fil - Värmeforsk. 2012. http://www.varmeforsk.se/files/Askor_2012-2014_2.pdf (2013-02-10)
8. Johansson, D. 2009. Askdeponi i berggrum Metoder för slurrytillverkning. PDF] Askdeponi i berggrum - DiVA liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:228994/FULLTEXT01(2013-02-10)
9. Energi från avfall - Energikunskap - Vattenfall. www.vattenfall.se/sv/avfall.htm(2013-02-10)
11. Sjöberg, E. 2012. Användningspotential för aska i Sverige: Erfarenheter från ...miun.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:539183 (2013-02-27)
12. Lundström, T. 2012. Flygaska ny metod mot övergödningen i Östersjön | Ekologinytt www.ekologinytt.se/2012/0/(2013-03-01)
13. Miljöbalk (1998:808). www.notisum.se/rnp/sls/lag/19980808.HTM(2013-02-25)
14. Avfallsförordning (2011:927).www.notisum.se/rnp/sls/lag/20110927.HTM(2013-02-25)
15. Förordning (2001:512) om deponering av avfall. www.notisum.se/rnp/sls/lag/20010512.htm (2013-02-25)
16. Förordning (2002:1060) om avfallsförbränning. www.notisum.se/rnp/sls/lag/20021060.htm (2013-03-15)
17. ladda hem en pdf-fil - Värmeforsk www.varmeforsk.se/files/Askor_2012-2014_2.pdf (2013-03-01)
18. Von Brömssen, M. Lindström, N. Hedman, K. Svensson, M. 2011. Flygaskors egenskaper i våt miljö - Svenska EnergiAskor AB.
www.energiaskor.se/pdf.../Rapport%201104%20vt%20milj.pdf (2013-03-03)

19. Todorović, J. 2010. Siktning av askor från avfallsförbränning.
www.wasterefinery.se/.../Rapporter/Slutrapport_Siktning_aska.pdf (2013-03-06)
20. Steenari, Z. 2010. Vattentvätt av flygaska från avfallsförbränning - Waste Refinery
www.wasterefinery.se/.../Slutrapport_Vattentvatt_flygaska_... (2013-02-28)
21. Hantering av rökgasreningsrest (RGR) från ... - Avfall Sverige AB.
www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/.../U2002-01.pdf(2013-03-13)
22. Betydelse av aska. <http://allaska.varmeforsk.se/allaska/pdf/allbetse.pdf> (2013-03-15)
23. Rapport F2009:05. Deponering eller utfyllnad av bergrum med RGR ISSN 1103-4092(2013-03-011)
24. Taberman, S.-O. Alternativ för hantering av askor från avfallsförbränning
www.vok.nu/Upload/.../VoK...10/4.%20Stig_Olov_Taberman.pdf Filtyp: PDF/Adobe Acrobat (2013-03-11)
25. Arm, M. 2006. Handbok Slaggrus i väg- och anläggningsarbeten. Svenska EnergiAskor AB - Handböcker om askor i vägar www.energiaskor.se/Hanbocker.html (2013-03-05)
26. Hantering Industriavfall? - Jämför Återvinningsföretag www.recycla.se/industriavfall(2013-03-13)
27. Industriavfall - Energilexikon energilexikon.svenskenergi.se/wiki/IndustriavfallCachad (2013-03-14).
28. Avfallsförbränning– försiktighetsprincipen och kunskapskravet enligt miljöbalken Underlagsrapport till uppdrag om ett ekologiskt hållbart omhändertagande av avfall Rapport 5193. 2002 pdf 503 kB - Naturvårdsverket
www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5193-8.pdf (2013-03-14)
29. Sakab - SAKAB AB www.sakab.se/(2013-03-07)
30. Hantering av rökgasreningsrest (RGR) från ... - Avfall Sverige AB.
www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/.../U2002-01.pdf(2013-03-13)
32. Svenska energiaskor 13 juni 2011.www.energiaskor.se/(2013-02-28)
33. Bäckström, J.-A. 2011. Kraftvärmeverk innebär mindre utsläpp Sundsvalls Tidning (2013-02-28)
34. Steenari, Z. 2010. Vattentvätt av flygaska från avfallsförbränning - Waste Refinery.
www.wasterefinery.se/.../Slutrapport_Vattentvatt_flygaska_... (2013-02-28)
35. PM Rökgasreningsrester till Langøya och saltgruvor. 2010 www.energiaskor.se (2013-02-26)
36. NOAH - kompetanse til å overta ansvar www.noah.no/(2013-02-26)

37. Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av ... - Avfall Sverige AB.
www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/.../U2002-10.pdf (2013-03-11)
38. Ragn-Sells www.ragnsells.se/ (2013-04-22)
39. Svensk Avfallshantering 2012 - Avfall Sverige AB.
[www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/\(2013-04-22\)](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/(2013-04-22))
40. Förbehandling av avfall i fluidbäddpannor 2012
wasterefinery.se/sv/project/projects/WR52/Sidor/default.aspxCachad (2013-04-08)
41. Avfallsförbränning försiktighetsprincipen och ... - Naturvårdsverket 2002
naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5193-8.pdf (2013-04-03)
42. Rapport 866 värmeforsk. 2004. pdf (2013-02-25)
43. Frågeformulär.
44. stenarecycling.se - Återvinning. [www.stenarecycling.se/\(23-04-2013\)](http://www.stenarecycling.se/(23-04-2013))
45. Avlägsnande och återvinning av metaller från avfallsaska och slagg.
[proj.formas.se/detail.asp?arendeid=23838\(25-043013\)](http://proj.formas.se/detail.asp?arendeid=23838(25-043013))
46. Johansson, I. Projektperiod: 2013-01-01 - 2013-11-30. Kan avfallsaskor vara en framtida råvara för utvinning av kritiska metaller?
www.bwz.se/sp/b.aspx?vi=12&vid=667&ucrc=0F15BCE5 (25-04-2013)
47. Information till dig som har avfall - Miljösamverkan Sverige. 2008.
[www.miljosamverkansverige.se/.../\(2013-03-17\)](http://www.miljosamverkansverige.se/.../(2013-03-17))
48. Elproduktion | Energibalans i Sverige | Energi | Fakta och statistik ...2008
www.ekonomifakta.se > ... > Energi > Energibalans i Sverige (02-05-201)
49. Bättre metallåtervinning ur aska - forskning.se 2010.
www.forskning.se/.../battremetallatervinninguraska.5.2b5883bb128d887...(2013-05-16)
50. Bendz, D. Rätt byggt teknik ger miljösäkrare **vägbygge** - Svenska Energi Askor AB.
www.energiaskor.se/goda%20ex-miljosakrare%20bygge.htm(2013-05-16)
51. Andersson, K.-E. 2013-03-27.Osäkert om avfallsaska - Debatt -. www.vlt.se
vlt.se/asikt/debatt/1.2056391-osakert-om-avfallsaska (2013-05-16)
52. Evonik Industries. TMT 15 Miljöanpassad avskiljning av tungmetaller i process- och avloppsvatten. www.tmt15.de/sites/dc/.../Evonik/.../TMT-15/de/Evonik_TMT15_sw.pdf
(2013-06-10)

10. Bilagor

10.1 Bilaga 1. Tabell 1. Total bränsleåtgång och fördelning av bränslesorter

Fördelning av Bå-12 (bränsleåtgång 2012) i ton totalt och i kategorierna hushåll, industri/verksamhet, special (mesteds sjukhusavfall) och biomal (slakt/köttavfall). Siffror baserade på svar från frågeformulärets 15 samförbränningsanläggningar. X= svar har erhållits om bränslets innehåll, men information om mängd fördelning saknas.

Avfallsförbränningsanläggning	Bå-12	hushåll	industri	retur	special	biomal
1. Borlänge Energi	79000	x	x			
2. Borås Energi & Miljö	116879	x	x			x
3. Eksjö Energiverk	50358	x	x			
4. Finspång värmeverk	29800	x	x			
5. Bollnäs Säverstaverket	54500	25000	28500	1000		
6. Hässleholm Beleverket	48120	28872	19248			
7. Jönköping Torsvik	151742	45500	106242			
8. Köping Norsaverket	29127	x	x			
9. Ljungby Ljunsjöverket	58000	x	x			
10. Malmö Sysav AB	549980	x	x			
11. Stockholm Högdalenverket	562112	444018	11809			
12. Stockholm Högdalenverket	177068			177068		
13. Uppsala Vattenfall	367146	165300	165300		36546	
14. Åmotfors Energi AB	69445	51389	18056			
15. Skövde värmeverk AB	60703	30353	30350			
16. Norrköping Händelöverket	328000	164000	164000			
Summa	2731980	954432	543505	178068	36546	

10.2 Bilaga 2. Tabell 2 Enkätens sammanfattning i siffror

Förkortningar

El och värme i GWh.

Bränsleåtgång i ton=BÅ .

Flygaska i ton=Fa.

Bottenaska i ton=Ba.

Flygaska i ton till NOAH=FaN(Fan).

Bottenaska till deponi i ton= Bad.

Fa till Ragnsells deponi i Högbytorp= Fa D

År: -11=2011 och -12=2012

Excelsammanställning från frågeformulärets svar från 15 samförbränningsanläggningar. 11 och 12 är Högdalenverket som har presenterat resultat efter roster och CFB-panna.

		El och värme i GWh. Bränsleåtgång i ton=BÅ. Fygaska i ton=Fa. Bottenaska i ton=Ba. -11=2011 -12=2012																		
		Fygaska i ton till NOAH=FaN. Bottenaska till deponi i ton=Bad. Fa till Ragnsells deponi i Högebytorp																		
		Avfallsförbränningsanläggning Danna		el-11 el-12		värme-11 värme-12 BÅ-11 BÅ-12		Fa-11 Fa-12		Ba-11 Ba-12		FaN-11 FaN-12		Bad-11 Bad-12		FaD-11 FaD-12		Berg-11 Berg-12		
1	Borlänge Energi	Roster	36,6	37,4	204,9	197,6	91000	79000	3440	2718	13115	13634	3440	2718	13115	13634				
2	Borås Energi & Miljö	bfb	51,3	51,8	215	232	110051	116879	13844	13878	5144	5643	13884	13878	5144	5643				
3	Ekstjö Energiwerk	roster	14,4	14,3	118,1	119,2	49753	50358	1860	2258	9690	10520	1860	2258	9690	10520				
4	Finspång värmeverk	Roster	0	0	69,8	74,6	27900	29800	1029	854	5206	5700			5206	5700				
5	Bollnäs Säverstaverket	fb	6,7	27,2	106,8	121,8	40500	54500	3300	6505	2200	2740	3300		2200	2740			6505	
6	HässelholmBeleverket	Roster	8,9	10,2	217	229	42398	48120	1588	1842	8345	9068	1588	1842	8345	9068				
7	Jönköping Torsvik	Roster	111	88	385,5	404,7	163468	151742	7734	7760	33449	29824	7734	7760	33449	29824				
8	Köping Norsaverket	Roster	0	0	72,6	72,5	28200	29127	923	1016	5200	5080	923	1016	5200	5080				
9	Ljungby Ljunsjöverket	Roster				59000	58000	1333	1339	9830	10273	1333	1339	9830	10273					
10	Malmö Sysav AB	Roster	250	250	1400	1400	589729	549980	13016	17781	119271	124809	13016	13781	119271	124809				
11	Stockholm Högdalenverket	CFB				192369	177068	14051	14785	14377	14537			14377	14537	14051	14785			
12	Stockholm Högdalenverket	Roster				509554	562112	12523	14822	88801	95082			88801	95082	12523	14822			
13	Uppsala Vattenfall	Roster	44,4	31,5	972,9	1135,2	323302	367146	6920	8830	54267	68715	6920	8830	54267	68715				
14	Åmotfors Energi AB	Roster	2,5	2,6	21	22	71312	69445	2211	2062	13125	12349	2113	2014	13125	12349	98,5	48		
15	Skövde värmeverk AB	Roster	12	9,6	162	170	56477	60703	1839	1754	9525	10912	1839	1754	9525	10912				
16	Norrköping Händelöverket	CFB	130	125	781	775	326000	328000	23300	23600	45000	45500			45000	45500			23300	23600
Summa			667,8	647,6	4726,6	4953,6	2683013	2731980	108931	121804	436545	464386	57970	57190	436545	464386	26672,5	36160	23300	23600

11.3 Bilaga 3. Frågeformulärets utformning

Frågeformulär som skickades till 32 anläggningar som bränner avfall. Utskick ett bestod av nedanstående text exklusive brun text, utskick två bestod av brun text till de som svarat och till de som inte svarat brun och svart text.

Frågeformulär (uppdaterat)

Vilken sorts panna används i avfallsförbränningen?

Svar:

Hur mycket värme i MW producerades från avfallsförbränningen?

Svar: _____ 2011 _____ 2012

Hur mycket el i MW producerades från avfallsförbränningen?

Svar: _____ 2011 _____ 2012

Vilket sorts bränsle används? 1) hushållsavfall 2) industriavfall 3) annat (skriv exempel)

Svar:

Vilken mängd bränsle åtgick?

Svar: _____ ton/år 2011, _____ ton/år 2012

Vilken mängd flygaska producerades?

Svar: _____ ton/år 2011 _____ ton/år 2012

Vilken mängd bottenaska/slagg producerades?

Svar: _____ ton/år 2011 _____ ton/år 2012

Bearbetades flygaskan, om i så fall hur/vilken metod?

Svar:

Vart skickas flygaskan och i vilken mängd?

Svar:

_____ Ton/år 2011 _____ ton/år 2012 _____ ton/medel månad

Bearbetas bottenaskan/slagg, om i så fall hur/vilken metod?

Svar

Vart skickas bottenaskan/slagg och i vilken mängd?

Svar:

_____ Ton/år 2011 _____ ton/år 2012 _____ ton/medel månad

Återvinns något ämne ur askorna?

Svar:

Är eller kan någon av askorna nyttiggöras i något ändamål i så fall vilket och om det görs vilken mängd och till vad?

Svar:

Är det möjligt att erhålla provsvar från askornas innehåll?

Svar:

PS: önskas ett exemplar av det färdiga arbetet? _____ ja _____ nej.

Sist men inte minst ett stort tack för din medverkan.



Kalmar Växjö
391 82 Kalmar
Tel 0480-446200
Lnu.se

Linnéuniversitetet