

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Energimyndighetens titel på projektet – svenska<br><b>Metallurgisk behandling av flygaska från avfallsförbränning</b>   |                       |
| Energimyndighetens titel på projektet – engelska<br><b>Metallurgical treatment of fly ashes from waste incineration</b> |                       |
| Universitet/högskola/företag<br><b>ScanArc Plasma Technologies</b>  | Avdelning/institution |
| Adress<br><b>Box 41, 813 21 Hofors</b>  |                       |
| Namn på projektledare<br><b>Maria Swartling</b>   |                       |
| Namn på ev övriga projektdeltagare<br><b>Sara Maier</b>   |                       |
| Nyckelord: 5-7 st<br><b>Flygaska, avfallsförbränning, termisk, metallurgisk, återvinning</b>                            |                       |

## Förord

Projektet är genomfört inom ramen för det strategiska innovationsprogrammet RE:Source, finansierat av Energimyndigheten och ScanArc Plasma Technologies.

## Innehållsförteckning

|  |    |
|--|----|
| Sammanfattning .....                                       | 2  |
| Summary .....  | 3  |
| Inledning/Bakgrund .....                                   | 4  |
| Genomförande .....   | 4  |
| Introduktion till metoden ArcFume .....                    | 6  |
| Tidigare arbete .....                                      | 6  |
| Resultat .....   | 8  |
| Omfattning och avgränsning av industriell anläggning ..... | 8  |
| Intressenter .....   | 8  |
| Affärsplan, finansieringsalternativ, samarbetsformer ..... | 8  |
| Konkurrenskraft inför dagens hantering .....               | 9  |
| Hinder och utmaningar .....                                | 9  |
| Avsättning av mineralprodukt .....                         | 9  |
| Behov av policyförändringar och styrmedel .....            | 12 |
| Immaterialrättsliga frågor .....                           | 12 |
| Diskussion .....   | 12 |
| Förslag till fortsatt arbete .....                         | 14 |
| Resultatspridning .....                                    | 14 |
| Referenser, källor .....                                   | 15 |
| Bilagor .....  | 15 |

## Sammanfattning

Flygaska från avfallsförbränning innehåller dioxiner, kvicksilver och andra tungmetaller och utgör en fara för människa och miljö. Av den mängd som idag genereras vid svenska förbränningsanläggningar exporteras en del för att fylla igen kalkbrottet vid Langøya i Norge, övrig del deponeras i Sverige. Det finns en önskan från många håll om en mer hållbar hantering av flygaskan. RE:s syfte och utlysningens syfte är att använda jordens resurser mer effektivt och minimera avfall, och regeringen har en agenda att Sverige ska bli världsledande på att nyttiggöra och minimera avfall. En mer hållbar hantering av flygaskan skulle vara ett stort steg i riktning att nå upp till den ambitionen. Denna önskan speglas även hos de enskilda förbränningsverken, branschorganisationer, ekonomiska- och intresseföreningar, myndigheter och forskningsutövare.

ScanArc föreslår att metallurgiskt behandla flygaska från avfallsförbränning i en process som kallas ArcFume. Syftet med den föreslagna metoden är att omvandla flygaska till en användbar mineralprodukt och utvinna värdemetaller som ett koncentrat. Den föreslagna behandlingsmetoden innebär att det som idag är ett farligt avfall som exporteras kan nyttiggöras inom landets gränser och dess värden återföras till den cirkulära ekonomin.

Målet med projektet var att klargöra förutsättningarna för att etablera den första industriella anläggningen för behandling av flygaska från avfallsförbränning baserat på den metallurgiska processen ArcFume. För att nå studiens mål har kunskap inhämtats från flera intressenter som på olika sätt är inblandade i hantering av flygaska.

Utkast till en affärsplan har gjorts. Behandlingskostnaden är ~15 % högre än dagens kostnad för deponi, men många aktörer indikerar att en mer hållbar metod möjligtvis inte kommer vara en vinstaffär och att det finns utrymme att acceptera en viss ökning. Kostnadsbilden är därmed konkurrenskraftig jämfört med dagens alternativ att deponera flygaska, i synnerhet om man väger in miljömässiga egenskaper.

Att hitta en mottagare av mineralprodukten har identifierats som en kritisk punkt, och att angripa detta i mycket tidigt skede medför särskilda fördelar: Man kan styra mineralproduktens egenskaper efter en särskild mottagare, samt att placeringen av anläggningen inte är fastslagen. Man kan därmed ta hänsyn både till transport av flygaska till anläggningen, och transport av mineralprodukt från anläggningen. Anläggningen kan placeras strategiskt med hänsyn till exploatering, vägbyggen och andra verksamheter som förbrukar stora mängder material.

## Summary

Fly ash from waste incineration contains dioxins, mercury and other heavy metals and constitutes a danger for humans and the environment. Of the amount generated at Swedish incineration plants 50% is exported to Norway, and the rest is deposited in Sweden. There is a broad desire for a more sustainable management of fly ash. This call RE:source is intended for more efficient use of the Earth's resources and minimize waste, and the government has an agenda that Sweden will become the world leader to utilize and minimize waste. A more sustainable handling of fly ash would be a big step in that direction. This ambition is also communicated by incineration plants, industry organizations, economic associations, authorities and researchers.

ScanArc proposes metallurgical treatment of fly ash in the process ArcFume. The proposed method converts fly ash to a usable mineral product and extracts precious metals as a concentrate. The treatment method means that what is today a hazardous waste can be utilized within the country and its values returned to the circular economy.

The goal of the project was to clarify the conditions for establishing the first industrial plant for treatment of fly ash based on the metallurgical process ArcFume. To reach the goal of the study knowledge was gathered from several parties involved in the handling of fly ash.

A business plan was made. The treatment cost is ~ 15% higher than the current cost of landfill. Many stakeholders say they realize a more sustainable method may not cost less than today's landfill, and a slight increase in cost could be accepted. Therefore, the method is competitive, especially if landfill costs are expected to rise.

Finding a receiver of the mineral product has been identified as a critical point, and to handle this issues in an early stage entails specific advantages: you can control and design the properties of the mineral product and the location of the plant is not determined. One can thus consider the transport of fly ash to the plant, and transport of mineral products from the plant. The facility can be positioned strategically with respect to exploitation, road construction and other activities consuming large amounts of material.

## Inledning/Bakgrund

Flygaska från avfallsförbränning innehåller dioxiner, kvicksilver och andra tungmetaller och utgör en fara för människa och miljö. Av den mängd som idag genereras vid svenska förbränningsanläggningar sänds en del för att fylla igen kalkbrottet vid Langøya i Norge som ägs av NOAH, övrig del deponeras i Sverige. Inom 10 år beräknas Langøya vara igenfyllt och man eftersöker alternativ. NOAH avser att öppna en ny deponi i Brevik, Norge. Det har dock väckt ett starkt motstånd och en intensiv debatt pågår mellan NOAH, den norska regeringen och lokalbefolkningen. Sverige bör avsluta exporten av flygaska till Norge och utvärdera alla alternativa sätt att omhänderta och behandla flygaska från avfallsförbränning på ett mer hållbart sätt. Den nya metoden måste vara säker för människa och miljö, samt ekonomisk för att i praktiken vara rimlig att implementera. Om inte den ekonomiska aspekten kan uppfyllas visar historien att man ofta gör avkall på miljöaspekterna.

Det pågår forskning för att ta fram nya metoder och som en del i detta bör termisk/metallurgisk behandling utvärderas som ett alternativ. ScanArc föreslår att metallurgiskt behandla flygaska från avfallsförbränning i en process som kallas ArcFume. ScanArc är en teknikleverantör som utvecklar och levererar högtemperaturprocesser för destruktion av farliga avfall samt återvinning av värdemetaller och energi ur industriella sekundärprodukter. Den första ArcFume-anläggningen driftsattes 2005 för att upparbeta flygaska från ståltillverkning. Med andra ord är tekniken välbeprövad men marknaden ny.

ArcFume innebär att zink och bly kan återvinnas, men även mer värdefulla metaller som indium och germanium. Dioxiner destrueras och kvicksilver separeras, vilket resulterar i att kvicksilver fasas ut ur avfallssystemet. Den kvarstående mineralprodukten innehåller mycket låga nivåer av tungmetaller, är lakstabil och kan utvärderas för att klassas som en produkt, t.ex. för väg- eller deponikonstruktion. Den föreslagna behandlingsmetoden innebär alltså att det som idag är ett farligt avfall som exporteras kan nyttiggöras inom landets gränser och dess värden återförs till den cirkulära ekonomin.

Projektet är genomfört inom ramen för det strategiska innovationsprogrammet RE:Source. Det genomfördes under tiden 2016-09-01 – 2017-01-31. Projektets budget var 380 000 SEK som till lika delar finansierades av Energimyndigheten och ScanArc Plasma Technologies.

## Genomförande

Målet med denna förstudie är klargöra förutsättningarna för att etablera den första industriella anläggningen för behandling av flygaska från avfallsförbränning baserat på den metallurgiska processen ArcFume, genom att:

- Definiera omfattning och avgränsning för en industriell anläggning.
- Kartlägga intressenter.

- Utforma en affärsmodell samt utvärdera finansieringsalternativ och samarbetsformer.
- Redogöra för konkurrenskraften inför alternativet export till Langøya/Brevik för deponi.
- Identifiera hinder och föreslå behov av policyförändring och styrmedel för att införa ett nytt sätt att hantera ett idag farligt avfall.
- Klargöra immaterialrättsliga frågor för etablering av ny teknik.

För att nå studiens mål har kunskap inhämtats, och bland annat följande personer och aktörer har bidragit till att ett lyckat projekt:

- Per-Olof Hallberg på Gästrike Återvinnare. En allmän diskussion, skapa förståelse för branschen, dess behov och vilka hinder och vägar framåt som finns för att införa ett nytt sätt att hantera ett farligt avfall. Med Hallbergs hjälp har kontakter etablerats med lokala politiker och Naturvårdsverket.
- Kjell Grundström från IUC Dalarna och Gävleborg har under flera möten coachat och assisterat för att ta fram en affärsplan.
- Kjell Pålsson, restproduktansvarig på Ovako Hofors, för att inhämta kunskap och erfarenheter om produktklassning av mineralprodukt.
- Lotta Lind på Sweco för diskussion om hur man genomför produktklassning av en mineralprodukt, potentiella användningsområden och mottagare.
- Rolf Sjöblom på Tekedo intervjuades om erfarenheter från tidigare produktklassning av mineralprodukt.
- Diskussion med Johan Fagerqvist, rådgivare för deponerings- och avfallsanläggningar på Avfall Sverige.
- Louise Staffas på IVA för erfarenhetsutbyte och att delta i framtida intressekonsortium för att skapa en hållbar hantering av flygaska.
- Det belgiska universitetet KU Leuven och det europeiska nätverket EURELCO, ett nätverk för att främja arbetet med att frigöra resurser och utvinna material och energi ur befintliga deponier och avfallsflöden från samhälle och industri. Samarbete i forskningsprojekt för att hitta avsättning för mineralprodukt från flyg- och bottenaska från avfallsförbränning.
- Diskussion med AROS patentbyrå om immateriella rättigheter.

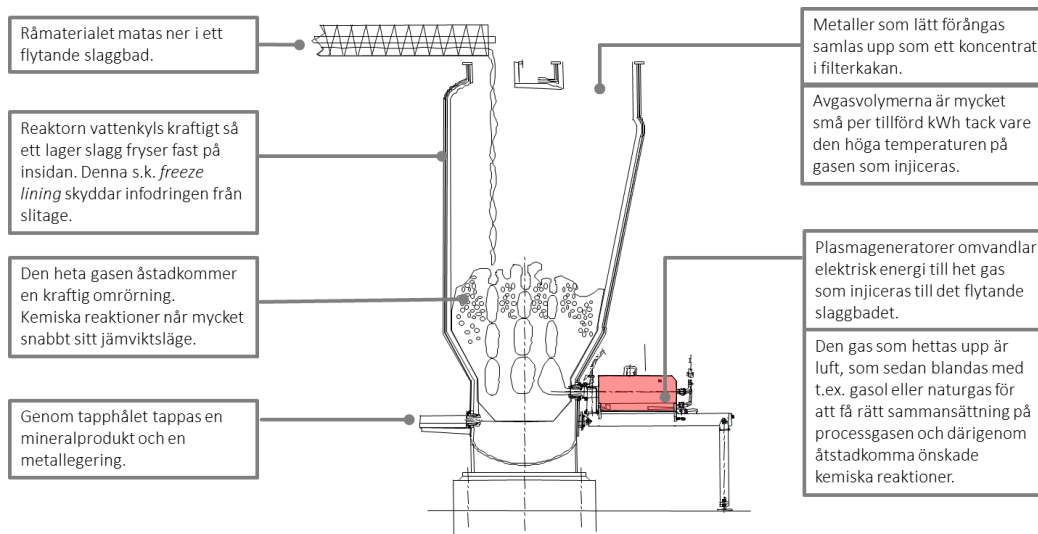
Följande är planerat med kunde inte genomföras inom projektiden:

- Möte med Naturvårdsverket för presentation av metod och diskussion om regelverk kring flygaska.
- Möten med lokala politiker och företrädare för miljö- och återvinningsföretag som hanterar flygaska.

## Introduktion till metoden ArcFume

ArcFume är en metallurgisk högtemperaturprocess där energi tillförs via en plasmagenerator. En plasmagenerator överför elektrisk energi till en mycket varm gas. Det är alltså en elbaserad process som inte förbränner fossila bränslen för att generera de höga temperaturer som krävs för smältning och kemiska reaktioner. Därmed är processens direkta CO<sub>2</sub>-utsläpp mycket låga och ger möjlighet att tillföra energi från förnyelsebara energikällor om elen som krävs produceras på ett hållbart sätt.

I figuren nedan ses en schematisk bild över ugnnsreaktorn; några av processens nyckelfunktioner visas i bilden. Reaktorn och plasmageneratoren är ArcFume-processens kärnutrustning och utöver dessa krävs även materialhantering, gasrening etc. Dessa delar är dock konventionell teknik och presenteras inte vidare här.



**Schematisk bild över ugnnsreaktorn. Processens nyckelfunktioner är utmärkta i figuren.**

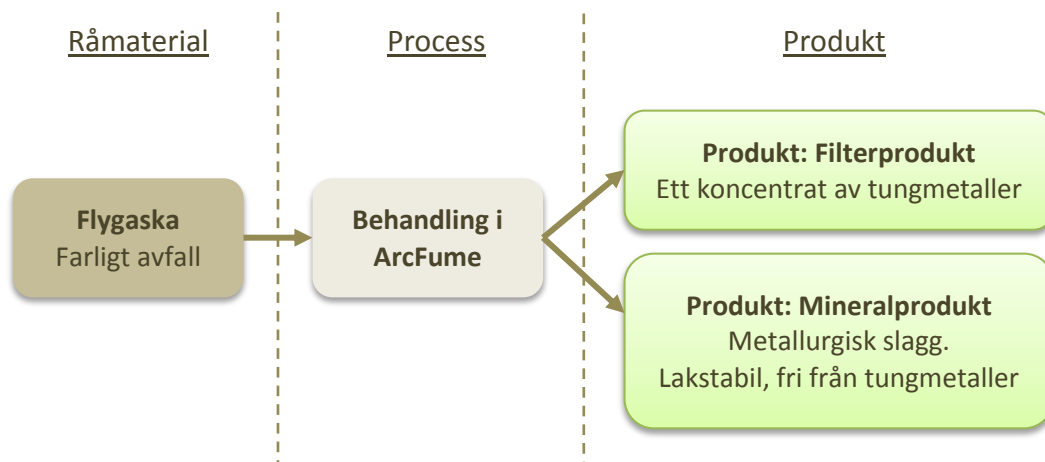
Flygaskan blandas med slaggbildare som ger råmaterialet goda egenskaper vid smältning, så som gynnsam smältpunkt och viskositet. Rätt tillsatser av slaggbildare och god avskiljning av tungmetaller gör att mineralprodukten efter avskiljning av metaller är lakstabil. Metaller som koppar, nickel, kobolt och krom avskiljs genom kemiska reaktioner och bildar en metallegering. Metaller som zink, bly, indium och germanium separeras från badet genom förångning till avgaserna. Avgaserna renas och filtreras och metallerna koncentreras i en värdefull filterprodukt. Även klorider följer med till filterprodukten och dessa kan med lätthet tvättas bort.

## Tidigare arbete

Ett tidigare projekt utfördes av ScanArc delfinansierat av Avfall Sverige (för rapport se referenslista). Projektet utvärderade teknisk och ekonomisk lämplighet att i industriell skala behandla flygaska från avfallsförbränning i en ArcFume-process. En sammanfattning av projektresultaten presenteras nedan.

ScanArc har en pilotanläggning i Hofors där en ArcFume- reaktor finns i pilotskala. Skalbara demonstrationstester genomfördes för att utvärdera processens lämplighet för upparbetning av flygaska, avskiljning och

återvinningsgrad av metaller och renhet på den kvarstående mineralprodukten. I figuren nedan ses ett flödesschema över det önskade resultatet.



*Flödesschema över önskat resultat av behandling av flygaska.*

Den tekniska demonstrationen genomfördes väl och mycket goda resultat uppnåddes:

- Råmaterialet flygaska innehöll 0.5% zink varav över 95% återfanns som ett koncentrat i filterprodukten. Samma återvinningsgrad uppmättes för bly.
- Den kvarstående mineralprodukter hade en så låg zink- och blyhalt som 0.02% respektive 0.01%. Det innebär att pilotförsöket producerade en mycket ren mineralprodukt ur metallurgiskt perspektiv.
- Lakningstest utfördes på mineralprodukten. Den klarade samtliga mottagningskriterier för deponi av icke-farligt avfall, och för alla komponenter utom kadmium även mottagningskriterierna för inert deponi.

Den renhetsgrad som uppnåddes på mineralprodukten, dess lakstabilitet samt återvinningsgrad av metaller uppvisade samtliga mycket goda resultat och därmed anses den inledande tekniska demonstrationen vara mycket lyckad.

En ArcFume-referensanläggning finns i Høyanger, Norge. Där upparbetas årligen 50,000 ton flygaska från stålverk för zink- och blyåtervinning. De tekniska resultaten i pilotskaleförsöken samt ekonomiska och processtekniska data från referensanläggningen har använts som grund för en energi- och massbalans och en beräkning av upparbetningskostnad. Som bas för beräkningarna antogs en anläggning som upparbetar 100,000 ton flygaska per år.

- En anläggning kräver en total effekt på 9 MW för termisk behandling, motsvarande en energiförbrukning på 633 kWh per ton.
- En uppskattad upparbetningskostnad per ton är 1300 SEK med potential till inkomster från energiåtervinning och försäljning av filterprodukten. Slaggen kan utvärderas som produkt för något ändamål och registrering i REACH.

Projektets slutsats var att de ekonomiska och processtekniska förutsättningarna för storskalig upparbetning av flygaska är goda och en anläggning som upparbetar 25 000 –100 000 ton per år kan vara en central lösning för flera förbränningsanläggningar.

## Resultat

### Omfattning och avgränsning av industriell anläggning

Målsättningen med denna förstudie är att klargöra förutsättningarna för att etablera den första industriella ArcFume-anläggningen för behandling av flygaska från avfallsförbränning. Tidigare projekt ihop med Avfall Sverige utvärderade ekonomiska och processtekniska aspekter för en industriell anläggning. Projektet visade att förutsättningarna var goda för en anläggning med kapacitet att hantera 100 000 ton flygaska per år. Praktiskt och tekniskt är det genomförbart då ScanArc idag levererar anläggningar med den kapaciteten. Det motsvarar också den mängd som årligen exporteras för att fylla igen kalkbrottet vid Langøya i Norge. Det är således en bra utgångspunkt för att avsluta exporten av flygaska till Norge och behandla flygaskan på ett mer hållbart sätt utan att utöka Sveriges deponier. Därmed är utgångspunkten för fortsatt arbete och utformandet av en affärsplan en anläggning som hanterar 100 000 ton flygaska årligen.

### Intressenter

Det finns 32 förbränningsanläggningar utspridda från Kiruna till Malmö som ger upphov till flygaska. All flygaska som genereras kommer från dessa och bedömningen är att mängden kommer vara förhållandevis konstant under en lång tid framöver. Exempel på intressenter som på olika sätt är inblandade i hantering av flygaska och har indikerat att de eftersöker en hållbar metod är:

- Förbränningsanläggningar
- Miljöföretag inom avfall och återvinning t.ex. Gästrike Återvinnare, Renova.
- Branschorganisationer, ekonomiska- och intresseföreningar, t.ex. Avfall Sverige, Värmek, Svenska Energiaskor.
- Upphandlare av ramavtal för branschen t.ex. Värmek
- Forskningsutövare: Högskolor och universitet, Energiforsk, IVA m.fl.
- Myndigheter och politiker t.ex. Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Miljö- och energidepartement.

Flera av dessa har kontaktats under genomförande. En kritisk punkt identifierades för att etablera ArcFume som en behandlingsmetod: avsättning av den producerade mineralprodukten. I och med detta uppstår en relevant intressent: en mottagare och kund för mineralprodukten. Detta behandlas utförligt under rubriken *Hinder och utmaningar*.

### Affärsplan, finansieringsalternativ, samarbetsformer

Utkast till en affärsplan har gjorts tillsammans med företagsrådgivare. En sammanfattning av affärsplanen finns i bilaga *Flygaska AB Affärsplan Sammanfattning*. Affärsplanen i sin helhet finns i bilaga *Flygaska AB Affärsplan* –



*EJ SPRIDNING* som ej är tillgängligt för spridning; affärsplanen kommer fortsatt att utvecklas även efter detta projekts slut.

Under projektets gång identifierades en kritisk punkt för att etablera ArcFume som en behandlingsmetod: avsättning av den producerade mineralprodukten. I affärsplanen görs ett antagande att mineralprodukten har en marknad, och att kostnaden som är förknippad med detta motsvarar transport till mottagaren. Detta behandlas utförligt under rubriken *Hinder och utmaningar*.

### **Konkurrenskraft inför dagens hantering**

Den uppskattade kostnaden per ton flygaska som behandlas är ca 1300 SEK. Det är således i den storleksordningen som gate-feen kommer vara vid upparbetning i en industriell anläggning. Då har ett antal antaganden gjorts som kan justera kostnaden, till exempel gällande transporter, användningsområde för mineralprodukten och investering. Elpriset är mycket högt räknat i dagens läge för en sådan installation. Potentiella inkomster är värdet på filterprodukten och energiåtervinning ur processens restvärme.

Den uppskattade kostnaden är ~15 % högre än dagens kostnad för deponi enligt diskussioner med branschföreträdare. Många aktörer indikerar dock att en mer hållbar metod möjligtvis inte kommer vara en vinstaffär, och därmed finns utrymme att acceptera en viss ökning. Kostnadsbilden är därmed konkurrenskraftig jämfört med dagens alternativ att deponera flygaska, och i synnerhet om man väger in miljömässiga egenskaper och hållbarhet.

### **Hinder och utmaningar**

Under projektets gång identifierades en kritisk punkt för att etablera ArcFume som en behandlingsmetod: avsättning av den producerade mineralprodukten. Relevansen i detta har påtalats i diskussion med flera intressenter. Därför lades mycket tid på att inhämta kunskap och erfarenheter i ämnet, och en redovisning av detta presenteras nedan.

### **Avsättning av mineralprodukt**

Syftet med den föreslagna metoden är att omvandla flygaska till en ofarlig mineralprodukt och utvinna värdemetaller som ett koncentrat. Metallkoncentratet är en filterprodukt och har en tydlig och etablerad marknad. Mineralprodukten är dock en större utmaning då den i det här specifika fallet inte har en etablerad marknad. Under projektets gång har detta identifierats som en av de största utmaningarna att hantera, både det rent praktiska problemet och branschens och myndigheters förutfattade inställning till frågan. Därför förtjänar denna fråga extra uppmärksamhet.

I metallframställande industri uppstår alltid metallurgiska slaggar som en rest vid metallproduktion. Slagg är en mineralprodukt bestående av metalloxider och anses inom metallindustri vara en relativt harmlös restprodukt. Inom den svenska stålindustrin produceras årligen 1–1,5 miljoner ton metallurgisk slagg; av denna mängd används ca 80% på något sätt. Detta är resultatet av stora ansträngningar sedan början av 2000-talet då det mesta deponerades. De vanligaste användningsområdena är som fyllnadsmedel eller asfalt vid vägbyggnation,

obundna bärlager och deponikonstruktion. I de flesta fall står det enskilda stålverket för transportkostnaden till mottagaren. Masugnsslagg (hyttsten) är ett framgångsexempel där man åstadkommit en produktklassning och all producerad masugnsslagg genererar en inkomst till företaget.

Inom förbränningsbranschen har *ordet* slagg negativa associationer då det främst förknippas med bottenslagg från avfallsförbränning; det är ett problematiskt material man idag inte har någon avsättning för. Det är tydligt i diskussioner med branschföreträdare att man skyr processer där slagger uppstår. Här finns därför ett pedagogiskt problem att angripa: att kunna skilja metallurgiska slagger från bottenslaggen. Som ett led i detta är *mineralprodukt* det ord som används för den metallurgiska slagg som uppstår i denna process.

För varje ton flygaska som behandlas uppstår ca 750 kg mineralprodukt och det är av yttersta vikt att etablera en marknad för mineralprodukten innan den första storskaliga anläggningen byggs. Detta hinder skall och kan enklast överbryggas när anläggningen är på planeringsstadiet. Att angripa detta i mycket tidigt skede medför en annan fördel: att placeringen av anläggningen inte är fastslagen. Man kan därmed ta hänsyn både till transport av flygaska till anläggningen, och transport av mineralprodukt från anläggningen. Anläggningen kan placeras strategiskt med hänsyn till exploatering, vägbyggen och andra verksamheter som förbrukar stora mängder material.

Nedan beskrivs de olika stegen som skall utföras för att åstadkomma en produktklassning av mineralprodukten.

### **Hitta användare**

Det viktigaste kriteriet för att skapa en produkt är att det finns en etablerad marknad. Redan innan mineralprodukten produceras ska det vara känt av vem, till vad och i vilka mängder den kommer användas. För att hitta en användare krävs kartläggning av de tekniska egenskaperna. Detta kan utföras ur en mycket fördelaktig position när anläggningen är på planeringsstadiet.

Arbetet inleds med att inhämta kunskaper om tänkbara kunder och användningsområden samt vilka tekniska krav som ställs i de specifika fallen. Ett antal olika mineralprodukter med flygaska som råmaterial tas fram i pilotskala och nödvändiga tekniska undersökningar görs på dessa: till exempel hållfasthet, dränerings-, ballast-, slitage- och vattenrenande egenskaper samt lakstabilitet i olika fraktioner och andra miljömässiga egenskaper. Resultatet av dessa undersökningar ger en uppfattning om tänkbara tillämpningar och riktade kontakter kan tas med företag.

Utgångspunkten i denna studie är att skapa en mineralprodukt som en kund tar emot utan kostnad för någon part annat än transportkostnad. Det kan uppstå en konkurrenssituation om någon annan erbjuder ett material med sämre tekniska egenskaper, men som de är villiga att betala för att bli av med. Det är därför viktigt att redan i början ha ett kundperspektiv. Den bästa utgångspositionen är att samarbeta med den tänkta användaren och tidigt planera och designa processen för att uppfylla deras krav.

I dagsläget är det många deponier som sluttäcks och det är ett användningsområde som tar stora mängder material i anspråk. Det är många aktörer som erbjuder

material med egenskaper som är dugliga till detta men antalet projekt kommer inom kort minska då väldigt få nya deponier anläggs. Att få långsiktig avsättning för en mineralprodukt i den tillämpningen kan vara riskabelt och i framtiden troligtvis innebära att man får betala för det. Om materialet kan användas ovanför tätskikt i deponikonstruktion blir konkurrenterna färre, men acceptansen av industriellt framställda material i denna form av tillämpning är förhållandevis låg. En annan tänkbar linje är att i större grad nyttja mineralprodukter i vägkonstruktion, ett område där Sverige är något sämre än EU i stort. Jämfört med naturmaterial är de flesta mineralprodukter mer väldefinierade eftersom de är metallurgiskt styrda redan i tillverkningsprocessen. Ökad användning av mineralprodukter i vägkonstruktioner är i linje med de nationella miljömålen om minskat uttag av jungfruliga material och ökat utnyttjande av alternativa material. Detta uppfyller också många av intentionerna i EU:s strategi för resurseffektivitet.

### **Skapa en stabil process**

När en användare är identifierad kan processen designas och planeras specifikt mot detta syfte. I den industriella anläggningen kan mineralproduktens sammansättning justeras under processens gång för att alltid få samma slutresultat. På detta sätt kan många av produktens egenskaper styras efter ändamålet.

### **Skapa en produkt**

När produktens användning är fastslagen skall ska den registreras i REACH och CE-märkas för de aktuella tillämpningsområdena. Registreringsförfarandet är en konsekvens av att uppfylla punkterna nedan i biproduktsdefinitionen och inkluderar alla de tester på miljö, hälsa och säkerhet som lagstiftningen kräver.

- a) Det ska vara säkerställt att materialet kommer att fortsätta användas.
- b) Materialet ska kunna användas direkt utan någon annan bearbetning än normal industriell praxis.
- c) Materialet ska produceras som en integrerad del i en produktionsprocess.
- d) Användningen ska vara laglig, dvs. materialet ska uppfylla alla relevanta produkt-, miljö- och hälsoskydds krav för den specifika användningen och inte leda till allmänt negativa följder för miljön eller människors hälsa.

### **Få acceptans**

Samtidigt som punkterna ovan utförs skall man skapa acceptans för materialet, vilket kan vara det högsta hindret att bestiga. Det intygas bland annat från erfarenheter av produktklassning av masugnsslagg, då problem att få branschens och myndigheters acceptans gjorde att processen försenades med många år.

En käpp i hjulet för alla metallurgiskt framställda material är *Naturvårdsverkets Handbok – Användning av avfall i anläggningsarbeten*. Den var från början tänkt att identifiera haltgränser för mindre än ringa risk, dvs. de halter där varken anmälan eller tillståndsansökan behöver göras för att använda ett material i en viss tillämpning. Emellertid tolkas den ofta som att den anger gränsen för vad som är farligt och metallurgiska mineralprodukter klarar nästan aldrig dessa haltgränsvärden. Produkterna blir därmed orättvist bannlysta som farliga. Det är sällan någon som ifrågasätter och kontrollerar halterna i ett naturmaterial eftersom

samhällssynen är att en sten som är sprungen av jorden är tämligen ofarlig, men den kan emellertid också innehålla halter som överskrider de extremt låga gränsvärdena. Handboken och dess gränsvärden rör primärt avfall, men synsättet och den överlag skeptiska inställningen till metallurgiska slagger försvårar möjligheterna att klassa dessa som en produkt.

### **Behov av policyförändringar och styrmedel**

Kontakter har etablerats för att inhämta kunskap och för att skapa en bild av behov av policyförändringar och styrmedel. Diskussioner har genomförts med många olika intressenter. Under arbetets gång insågs det kritiska i att hitta en mottagare och skapa acceptans för mineralprodukten. Därmed växte komplexiteten i frågan om flygaskan, då det finns många intressenter inblandade som ser frågan ut olika synvinklar.

Kontakt har etablerats med Naturvårdsverket, men ett möte har inte kunnat genomföras inom projektets tidsram. Naturvårdsverket har en central roll i miljöarbete och arbetar pådrivande vid genomförande av miljöpolitik. I och med att ett möte med denna part ännu inte ägt rum, avstår projektet från att ge konkreta förslag till policyförändringar och behov av styrmedel.

### **Immaterialrättsliga frågor**

ScanArc avser att lämna in en patentansökan på ArcFume applicerad på flygaska från avfallsförbränning. ScanArc innehar patent relaterat till huvudtekniken ArcFume (PCT / SE / 2013 / 051.014). Patentet är beviljat i Sverige; i avvaktan på beslut för EPO-länderna (medlemsländer i European Patent Organization), Japan, Sydkorea, Thailand och USA. Varje framtida kund som investerar i tekniken kommer att underteckna ett licensavtal med ScanArc.

En grundlig analys av tillgängliga patent på området har gjorts av AROS patentbyrå och säkerställt rätten att använda tekniken, så kallad *freedom to operate*.

### **Diskussion**

Inom Sverige genereras årligen ca 200,000 ton flygaska från avfallsförbränning. Idag hanteras detta genom deponi inom Sveriges gränser (ca 50% av mängden) eller export till Norge (ca 50%) för användning som fyllnadsmaterial till ett kalkbrott. Främsta anledningar att det hanteras på detta sätt idag är att det är tillåtet, ingen annan hållbar metod har etablerats och det är en ekonomiskt konkurrenskraftig metod.

Det finns en önskan från många håll om en mer hållbar hantering av flygaskan. RE:source och utlysningens syfte är att använda jordens resurser mer effektivt och minimera avfall, och regeringen har en agenda att Sverige ska bli världsledande på att nyttiggöra och minimera avfall. En mer hållbar hantering av flygaskan skulle vara ett stort steg i riktning att nå upp till den ambitionen. Denna önskan speglas även hos branschorganisationer, ekonomiska- och intresseföreningar,

myndigheter och forskningsutövare. Även de enskilda förbränningsverken eftersöker en mer hållbar hantering.

Diskussioner har förts med intressenter från flera håll i branschen. Direkta faktorer som skulle kunna ändra dagens hantering är att en metod presenteras där uppdragskostnaden understiger kostnaden för deponi eller export, eller att man från politiskt- eller branschhåll driver igenom krav på hur flygaskan hanteras. Man kan även sammanfatta de faktorer som redan idag ökar viljan att se på andra metoder än dagens hantering:

- Att man ser ett framtidsscenario där deponi eller export blir förbjudet.
- Att man ser ett framtidsscenario där deponi- och exportkostnaderna ökar kraftigt.
- Man söker säkra långtidsavtal för hantering av flygaskan, viktigt ur ekonomisk synvinkel och att säkerställa att någon aktör är villig att ta emot den.
- Branschen önskar ta ett större ansvar för sitt ekologiska avtryck.

ArcFume är en metod som inom metallurgisk industri är väletablerad för hantering av restprodukter från icke-järnframställning. Inom metallindustri uppstår liknande flygaskor och man har i den industrin sedan länge metallurgiska tekniker för att behandla, återvinna och stabilisera flygaska. Det finns en tröskel i förbränningsbranschen att närma sig detta på grund avsaknad av kunskap och erfarenhet om hur metallurgiska processer fungerar. Implementering av den av ScanArc föreslagna metoden kräver att kompetensområden möts och broar byggs, något som blivit tydligt vid diskussioner med intressenter.

Genom att behandla flygaska från avfallsförbränning i ArcFume finns potential att omvandla ett farligt avfall till produkter med värde. Metaller återförs till den cirkulära ekonomin och genom att använda mineralprodukten till andra ändamål bidrar man till att mer effektivt utnyttja andra naturresurser. Metoden är ~15 % högre än dagens kostnad för deponi, men många aktörer indikerar att en mer hållbar metod möjligtvis inte kommer vara en vinstaffär, och därmed finns utrymme att acceptera en viss ökning. Kostnadsbilden är därmed konkurrenskraftig jämfört med dagens alternativ att deponera flygaska, i synnerhet om man väger in de miljömässiga egenskaperna.

Att hitta en mottagare av mineralprodukten har identifierats som en kritisk punkt, och att angripa detta i mycket tidigt skede medför särskilda fördelar: Man kan styra mineralproduktens egenskaper efter en särskild mottagare, samt att placeringen av anläggningen inte är fastslagen. Man kan därmed ta hänsyn både till transport av flygaska till anläggningen, och transport av mineralprodukt från anläggningen. Anläggningen kan placeras strategiskt med hänsyn till exploatering, vägbyggen och andra verksamheter som förbrukar stora mängder material. Ökad användning av slagg i vägkonstruktioner är i linje med de nationella miljömålen om minskat uttag av jungfruliga material och ökat utnyttjande av alternativa material. Detta uppfyller också många av intentionerna i EU:s strategi för resurseffektivitet.

En mineralprodukt uppstår alltid som ett resultat av metallurgisk behandling, och processtekniskt går det att styra den mot specifika egenskaper. Nedan följer några exempel på arbete kring användning av mineralprodukt:

- Vid NYRSTAR Høyanger i Norge hanteras lakrester från zinkframställning genom att behandlas i smältprocessen ArcFume, levererad av ScanArc. Efter behandling uppstår filterprodukt som är ett koncentrat av tungmetaller, samt en mineralprodukt som har mycket låga halter av tungmetaller. Denna mineralprodukt har blivit REACH-klassad som en typ av tung specialbetong. Dock har man ej gått vidare för att etablera försäljning, idag används produkten istället som täckmaterial på deponi.
- ScanArc samarbetar med ett belgiskt universitet om ArcFume som ett alternativ för att upparbeta botten- och flygaska från avfallsförbränning från belgiska förbränningsanläggningar. I första steget utvärderas hur bottenaska kan förglasas till en s.k. plasmasten (*plasma rock*) för att användas som konstruktionsmaterial. Målet är att plasmastenen skall vara en REACH-registrerad produkt.
- ScanArc levererar en ArcFume-anläggning till det belgiska företaget Metallo Chimique för att återvinna koppar ur en restprodukt från kopparframställning. Arbete pågår med att produktklassa den mineralprodukt som återstår efter kopparåtervinning.

## **Förslag till fortsatt arbete**

Som ett resultat av förstudien har kritiska punkter identifierats för att etablera ArcFume som en hållbar och konkurrenskraftig metod för hantering av flygaska från avfallsförbränning.

### **Hitta en kund och etablera ett användningsområde mineralprodukten**

Detta bör angripas genom att göra en teknisk kartläggning av produktens potentiella egenskaper för att skapa en uppfattning om tänkbara tillämpningar. Därefter ta riktade kontakter med potentiella mottagare. För att inleda detta krävs kontakt med konsult med särskild expertis.

### **Etablera ArcFume som en hållbar metod**

Bör angripas genom spridning av projektresultat i branschrelevanta kanaler, vara aktiva på branschevent, medlemskap i relevanta nätverk, personliga kontakter med intressenter och delta i forskning och utveckling på området.

### **Etablera partnerskap med aktör för industriell implementering**

För att gå vidare och industriellt implementera tekniken bör ett partnerskap etableras.

## **Resultatspridning**

Projektresultaten har använts i personlig kommunikation med intressenter: miljöföretag inom avfall och återvinning, branschorganisationer och forskningsutövare. Planerat är att kontakta myndigheter och politiska

beslutsfattare för presentation av resultat. Projektet har aviserats och resultat kommer presenteras på företagets hemsida. Resultaten kommer presenteras på konferensen ”Avfall i nytt fokus” i Malmö 29–30 mars, 2017.

## **Referenser, källor**

Rapport för Avfall Sverige ID-nummer 2016:22: *ARCFUME för metallurgisk behandling av flygaska från avfallsförbränning*

## **Bilagor**

Administrativ bilaga

Ekonomisk slutredovisning

Registreringsbevis ScanArc

Flygaska AB Affärsplan Sammanfattning

Flygaska AB Affärsplan – EJ SPRIDNING

Projektrelaterad bild