

# **Avsättning av siktrest från förbehandling av brännbart avfall**

Fredrik Niklasson



# **Avsättning av siktrest från förbehandling av brännbart avfall**

## **Disposal of residue from sifting of combustible waste**

Fredrik Niklasson

Projektnummer WR-42  
År: 2011

**WASTE REFINERY**  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Box 857, 501 15 Borås  
**[www.wasterefinery.se](http://www.wasterefinery.se)**  
[wasterefinery@sp.se](mailto:wasterefinery@sp.se)  
ISSN 1654-4706



## Förord

Ett stort tack till projektgruppen som bidragit till projektet med sin tid och sitt stora kunnande:

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Sara Boström          | Renova                    |
| Stig Edner            | Sysav Utveckling AB       |
| Marianne Gyllenhammar | Stena Metall AB           |
| Anders Jansson        | HeidelbergCement Miljö AB |
| Per Karlsson          | Borås Energi och Miljö AB |
| Staffan Salö          | Sysav Utveckling AB       |



## Sammanfattning

I förbränningsanläggningar kan oönskade beståndsdelar i bränslet orsaka korrosiva beläggningar, sintringar i bottenbädden, ökade askflöden, slitage och ge upphov till emissioner av föroreningar. För att undvika eller minska sådana problem tvingas anläggningar ofta till kostsamma motåtgärder.

För åtminstone en del avfall kan bränsleegenskaperna förbättras väsentligt med förbehandling genom att sikta bort en finfraktion som uppvisar förhöjda koncentrationer av obrännbara ämnen. Detta är gjort i ett tidigare Waste Refinery projekt, WR-06 [1]. Den studien påvisade driftfördelar i förbränningsanläggningen och en grov ekonomisk kalkyl indikerade avsevärda besparingar. Nackdelen med förbehandlingen var att siktresten hade 37 vikt-% TOC (Total Organic Carbon), vilket medförde att denna fraktion inte fick deponeras. Hög TOC-halt är också en begränsande faktor för användning i anläggningsarbeten. För att förbehandlingen ska vara praktiskt användbar är det nödvändigt att finna avsättning för siktresten.

Föreliggande arbete är avsett att utreda avsättningsmöjligheter och behandlingsalternativ för en siktrest med egenskaper som i det tidigare arbetet.

Eftersom siktresten från WR-06 innehöll höga halter organiskt kol är det inte aktuellt med deponi eller att använda den som konstruktionsmaterial. Siktresten behöver alltså behandlas ytterligare, helst med energiåtervinning. Det finns en mängd alternativ, exempelvis förbränning, förgasning, rötning och kompostering. Förbränning kan ske i annan, bättre lämpad anläggning än den ursprungliga, men siktrestens höga fukt- och askinnehåll medför att den inte är något bra bränsle. Ett alternativ är förgasning, men det är ännu inte någon etablerad process för avfall. En annan möjlig behandlingsmetod är biologisk behandling genom rötning/kompostering. Dock medför siktrestens höga metallinnehåll att eventuell rötrest/kompost antagligen inte kan användas till annat än som konstruktionsmaterial på deponier. Det betyder att om siktresten ska behandlas biologiskt måste det ske avskilt från material som ska användas som exempelvis biogödsel. Detta behandlingsalternativ kräver antagligen investeringar i ny utrustning.

Istället för att behandla siktresten termiskt eller biologiskt, i befintligt tillstånd, finns alternativet att utöka förbehandlingen med syftet att avskilja en fraktion med mindre andel brännbart material. Detta kan ske exempelvis genom att densitetsfraktionera finfraktionen. Förhoppningen är att den lättare finfraktionen innehåller mest organiskt material, som kan förbrännas, medan den tyngre finfraktionen innehåller så pass lite organiskt kol att den kan användas som konstruktionsmaterial på deponier. Det krävs emellertid verkliga försök för att kunna avgöra om det är en tillämpbar förbehandlingsmetod.

**Nyckelord:** Siktning, förbehandling, avfallsförbränning

## Summary

In waste to energy plants, unwanted species in the fuel may cause corrosion, deposits, agglomeration in the fuel bed, and emissions of pollutants. Countermeasures to such problems are often costly.

For at least some of the waste, the fuel properties can be improved by introducing a pretreatment system in which the fine fraction is separated from the waste by sifting. This method has been studied in an earlier Waste Refinery project, WR-06 [1]. That study pointed at advantages in performance of the boiler plant and a rough economical analysis indicated substantial benefits. The drawback of the pretreatment was that the residue (the fine fraction) showed as high content of total organic carbon (TOC) as 37 %, by weight. Such a waste fraction is not allowed to be landfilled in Sweden. High TOC content is also a limiting factor for usage as a secondary construction material. To become an applicable pretreatment method, it is necessary to find an appropriate disposal method for the residue material.

Present work investigates different possibilities to handle the sifting residue, assuming it has the same properties as in previous study.

The residue from sifting needs further treatment, preferably with energy recovery. There are some alternatives, such as combustion, gasification, anaerobic or aerobic digestion. To reduce problems associated by combustion, the waste may be burnt in another more suitable furnace. An alternative is gasification, but that treatment method is not yet an established process for waste fuels. Another option is treatment by anaerobic or aerobic digestion. The high concentrations of metals, however, limit the use of the biologically treated waste to landfilling sites, where it may be utilized as a construction material. The high metal concentrations in the sifting residue imply that it must be kept separate from other biodegradable wastes which are used to produce fertilizers. Thus, this treatment alternative will likely require substantial new investments.

Instead of treating the fine residue thermally or biologically, an alternative is to extend the pretreatment system in order to separate a fraction containing less combustible material. This could be accomplished by, for example, passing the fine fraction through a density classifier, such as a wind sieve or a ballistic sieve. Hopefully, the light fine fraction will consist mainly of combustible material while the denser fine fraction will contain a sufficiently low amount of carbon to allow utilization as filling or construction material at landfill sites. Full-scale tests are required to determine if the proposed pretreatment method is applicable in practice.

**Keywords:** Sifting, pretreatment, waste combustion.

---

# Innehållsförteckning

|          |                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INLEDNING</b>                              | <b>1</b>  |
| 1.1      | PROBLEMBESKRIVNING                            | 1         |
| 1.2      | SYFTE OCH MÅL                                 | 1         |
| 1.3      | AVGRÄNSNINGAR                                 | 2         |
| <b>2</b> | <b>BAKGRUND</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>MÖJLIGA BEHANDLINGSMETODER AV SIKTREST</b> | <b>5</b>  |
| 3.1      | FÖRGASNING                                    | 5         |
| 3.2      | BIOLOGISK BEHANDLING                          | 6         |
| 3.3      | FÖRBRÄNNING                                   | 7         |
| 3.4      | YTTERLIGARE FÖRBEHANDLING                     | 7         |
| <b>4</b> | <b>SLUTSATSER</b>                             | <b>10</b> |
| <b>5</b> | <b>REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING</b>        | <b>11</b> |
| <b>6</b> | <b>LITTERATURREFERENSER</b>                   | <b>12</b> |



# 1 Inledning

## 1.1 Problembeskrivning

Jämfört med andra bränslen innehåller avfall höga koncentrationer av metaller och aska. I förbränningsanläggningar kan dessa orsaka bland annat: korrosiva beläggningar, sintring i bottenbädden, ökade askflöden, slitage och emissioner av föroreningar. Förutom att bränsleegenskaperna påverkar anläggningens design och begränsar dess ångdata krävs ofta åtgärder såsom frekvent sotning, tillsats av additiv och avancerad rökgasrening. I längden kan dessa åtgärder vara kostsamma.

Ett tidigare Waste Refinery projekt (WR-06 *Siktning av avfall* [1]) har visat att bränsleegenskaper hos avfall kan förbättras väsentligt genom att i förbehandlingen inkludera ett steg där avfallets finfraktion sikts bort. Fördelarna var bland annat minskade belägningsrelaterade problem samt lägre drift- och underhållskostnader vid den undersökta avfallsförbränningsanläggningen. Nackdelen och begränsande faktor med förbehandlingen var att siktresten hade så mycket som 37 vikt-% TOC (Total Organic Carbon), på torr vikt, vilket medför att siktresten inte får deponeras enligt gällande regler. Några avsättningsmöjligheter för siktresten har testats, såsom efterbehandling genom förbränning (inblandning av 2 -3 % siktrest i bränslet), som stabilisator för bioslam (vilket används som vegetationsskikt vid deponitäckning), samt som råvara för etanolproduktion. Trots att dessa metoder inte visade sig tillräckligt attraktiva för att användas i praktiken drogs slutsatsen att det finns flera alternativ för avsättning av siktrest, men att de behöver studeras närmare [1].

## 1.2 Syfte och mål

Föreliggande projektet syftar till att finna möjligheter för avsättning av siktrest från förbehandling av avfall genom siktning. Målen för projektet är att:

- identifiera möjligheter för avsättning av siktresten samt undersöka praktiska och miljömässiga för- och nackdelar med olika alternativ, samt deras kostnader;
- genomföra en övergripande översiktiga ekonomisk beräkning av metoden;
- identifiera möjligheter att påverka siktrestens kvalitet (fysikaliska egenskaper och innehåll).

Projektet är avsett som en inledningsundersökning till en mer omfattande studie, där någon utvald metod undersöks praktiskt, helst i fullskala.

Det kan redan här nämnas att föreliggande studie tyvärr inte utmynnade i en ansökan till en fortsättning som skulle ha innefattat praktiska försök av en utvald metod på en bestämd plats. Därför saknas konkret fall att grunda ekonomiska beräkningar på. Att utföra generella ekonomiska kalkyler för alla alternativa metoder och olika förutsättningar som kan råda på olika anläggningar är ett för omfattande arbete för att rymmas inom detta begränsade projekt. Följaktligen redovisas inga ekonomiska kalkyler i denna rapport.

Målgruppen för projektet är ägarna av avfallsförbrännings- och sorteringsanläggningar, tillverkare av förbehandlingsutrustning och förbränningsutrustning.

### 1.3 Avgränsningar

Effekter av siktning av avfall på förbränningsprocessen har utvärderats i projektet WR-06 *Siktning av avfall* [1]. Här utvärderas därför inte effekter på avfallsförbränningsanläggningar.

## 2 Bakgrund

Avfall som bränsle kännetecknas av heterogenitet och relativt högt innehåll av aska och metaller. Ämnen som alkali, klor, svavel, natrium, zink samt andra metaller orsakar problem i avfallsförbränningsanläggningar genom korrosion och beläggningsbildningar på värmeöverförande ytor. De kan även bilda lågsmältande salter som sintrar bränslebädden. Innehåll av föroreningar ställer krav på avancerad reningsutrustning, medan högt innehåll av obrännbart i bränslet leder till höga askflöden och slitage i anläggningen. Åtgärder för att minska emissioner, undvika eller åtgärda driftstopp och förbättra tillgängligheten, leder till höga investerings- och driftkostnader.

Tidigare undersökningar har visat att en betydande del av oönskade ämnen i bränslet kan avlägsnas genom att avskilja de finaste storleksfraktionerna från bränslet. I Waste Refinerys projekt *Siktning av avfall* undersöktes hur förbehandling av avfallsbränslet, genom siktning, påverkade förbränningsprocessen [1]. Undersökningen genomfördes vid Borås Energi och Miljö's avfallshanteringsanläggning Sobacken och deras förbränningsanläggning Ryaverket. Avfallsbränslet till anläggningen bestod av 30 % hushållsavfall och 70 % verksamhetsavfall. Enbart verksamhetsavfallet siktades för att avskilja fraktionen <10 mm. Förbränningsförsöket genomfördes i Ryaverkets fluidbädd (FB) pannor. Siktning av avfall innan förbränning gav bland annat följande effekter:

- minskade flöden av botten-, cyklon- och filteraska med 10 – 15 %;
- minskad kalkförbrukning på grund av sänkt svavelinnehåll i bränslet;
- 20 % mindre beläggningsbildande ämnen och reducerad beläggningsbildning;
- fördubblad tid mellan sotningar, vilket bidrar till minskat slitage och färre driftstopp.

En grov ekonomisk analys (från 2008) visade på att siktning av verksamhetsavfallet skulle ge betydande besparingar för aktuell anläggning.

Nackdelen och begränsande faktor var att siktresten efter förbehandlingen inte kunde avsättas. Alternativet att siktresten skulle användas som konstruktionsmaterial inom deponin var inte möjligt eftersom konstruktionsmaterial bör klara kraven för det avfall som deponeras inom deponin. Det gjorde inte siktresten med en TOC-halt på 37 vikt-%, vilket är högre än gränsvärden för deponering av avfall (3 % för inert avfall, 10 % för icke farligt avfall (NFS 2004:4), samt 6 % för farligt avfall enligt föreskrifterna för *mottagningskriterier för avfall till deponi* [2]). Det finns möjlighet att få undantag från kraven på 10 % för icke farligt avfall om det går att visa att avfallet inte är möjligt att behandla på annat sätt än genom deponering. Siktresten kan (beroende på tillsynsmyndighet) eventuellt vara aktuellt för ett sådant undantag. Om det skulle vara möjligt, så vore det svårt att hävda att det är ett konstruktionsmaterial. Följaktligen måste materialet då deponeras och deponiskatt betalas, vilket gör avsättningen för dyr för att förbehandling genom siktning ska vara lönsamt.

Det bör påpekas att förutom kravet på halten av organiskt kol i avfallet finns många andra krav på koncentrationer och lakbarhet av olika ämnen som ska vara uppfyllda för olika användningsområden inom deponier. Med tanke på siktrestens höga metallinnehåll är det antagligen bara aktuellt med avsättning under deponitäckningens tätskikt, och där är troligen TOC-halten begränsande. En mer utförlig beskrivning över regler för konstruktionsmaterial på deponier finns till exempel i Värmeforskrappport 1097 [3].

För användning av siktning som förbehandlingsteknik för avfall är det avgörande att finna avsättning för siktresten.

Sysav Utveckling har gjort en egen (opublicerad) undersökning där valskrossat avfall siktades innan grovfraktionen förbrändes i rostpannor (till skillnad mot fluidbäddpannor i Borås). Sysavs siktrest (< 20 mm) uppvisade en TOC-halt mellan 10 och 20 vikt-%. Förbehandlingsanläggning hos Sysav inkluderar bland annat en valskross, medan det var en hammarkvarn som användes av Borås Energi och Miljö i WR-06. Även om avfallens innehåll antagligen varit olika och påverkat resultaten är det troligt att val av teknik för sönderdelning av avfallet har effekt på TOC i avfallets olika fraktioner. En viktig fråga att besvara är därför i vilken omfattning det går att påverka TOC och övriga egenskaper i siktresten genom val av förbehandlingsteknik.

### 3 Möjliga behandlingsmetoder av siktrest

Som diskuterats ovan vore det en driftfördel för förbränningsanläggningen om så mycket obrännbart (metaller, glas, keramik, grus, etc.) som möjligt avskiljs innan förbränningen. Det skulle minska anläggningens slitage och askflöden. Siktresten som avskiljdes i föregående studie (WR06), hade ett innehåll som återges i Tabell 1.

Tabell 1. Analys av siktrest, medelvärde av fyra prover [1].

Table 1. Analysis of residue after sieving, as average of four samples [1].

| Bränsleanalys                |      | Huvudelement, TS<br>[vikt-%] |      | Spårelement, TS<br>[mg/kg] |      |
|------------------------------|------|------------------------------|------|----------------------------|------|
| Fukt, vikt-%, vått bränsle   | 44,6 | Al                           | 1,5  | Cu                         | 280  |
| Aska, vikt-%, torrt          | 31,7 | Si                           | 7,7  | V                          | 19   |
| S, vikt-%, torrt             | 0,60 | Fe                           | 0,86 | Cr                         | 196  |
| Cl, vikt-%, torrt            | 0,43 | Ti                           | 0,27 | Co                         | 6    |
| C, vikt-%, torrt             | 37,5 | Mn                           | 0,03 | Ni                         | 58   |
| TOC, vikt-%, torrt           | 37,1 | Mg                           | 0,48 | Zn                         | 1070 |
| H, vikt-%, torrt             | 4,7  | Ca                           | 3,5  | Pb                         | 312  |
| N, vikt-%, torrt             | 1,4  | Ba                           | 0,06 | Cd                         | 1,3  |
| O, (diff) vikt-%, torrt      | 23,6 | Na                           | 1,3  | Mo                         | 9    |
| Eff. värmevärde MJ/kg, torrt | 14,0 | K                            | 0,54 | As                         | 16   |
|                              |      | P                            | 0,12 |                            |      |

#### 3.1 Förgasning

Förgasning är en möjlig behandlingsmetod för siktresten, som därmed, lite förenklat, termiskt delas upp mellan brännbar produkt och aska. Beroende på vilken förgasningsteknik som används finns risken att problemen som förknippas med förbränning av siktresten även uppkommer vid förgasning. Dessutom är kommersiell förgasning inte ännu en etablerad process i Sverige, i synnerhet inte för svåra bränslen såsom avfall. Investerings- och driftkostnader kan ännu så länge förväntas bli höga. Men intresset är stort och mycket forskning och utveckling pågår inom området. Till exempel byggs två relativt stora förgasare för avfall i Lahti, Finland, av Metso Power. Där ska produktgasen filtreras vid 400°C innan den förbränns i en vidstående panna som ska leverera 50 MW el och 90 MW värme.

En möjlighet, för att åstadkomma en närmast inert restprodukt, är att låta den sämre delen av avfallet gå till en plasmaförgasare. I en sådan hettas avfallet upp med plasmaflammar till en mycket hög temperatur, flera tusen grader. Askan smälter då ihop till en glasliknande substans som är mycket resistent mot lakning. Det borde inte vara några hinder mot att använda ett sådant material som fyllnadsmaterial även utanför deponiområden, som exempelvis vägbankar. En nackdel med plasmaförgasning är att det krävs elektricitet för att skapa plasmaflammorna. Dess elenergiförbrukning motsvarar några procent av avfallets värmevärde [4].

Det finns ett antal plasmaförgasare i drift i världen, främst i Japan där de uppfördes som ett alternativ till traditionell avfallsförbränning i syfte att minimera emissioner av dioxiner. De flesta befintliga anläggningar är i pilot- och demonstrationsskala (< 150 ton avfall per dag), men större anläggningar är under planering. Precis som för konventionell förgasningsteknik

så har plasmaförgasning fortfarande svårt att hävda sig ekonomiskt, men metoden utvecklas och kostnaderna torde falla allteftersom fler anläggningar byggs.

### 3.2 Biologisk behandling

Biologisk behandling av avfallet kan ske med endera av tre huvudmetoder

- Anaerob rötning
- Kompostering
- Biotorkning

Anaerob rötning sker med mikroorganismer som bryter ned de biologiska beståndsdelarna i avfallet och producerar biogas och en rötrest, som till exempel kan användas som markförbättrare. Denna användning av rötrest kräver dock att vissa kriterier uppfylls, till exempel avseende innehåll av tungmetaller. En eventuell rötrest från den siktrest som studeras i detta arbete skulle inte uppfylla de kraven, vilket begränsar användningen till konstruktion inom deponier.

Vid kompostering bryts materialets organiska komponenter ned av naturligt förekommande aeroba mikroorganismer. Ingen energi tillvaratas vid kompostering. Restmaterialet kan vidareförädlas till planterings- och anläggningsjord om råmaterialet är rent biomaterial.

En partiell kompostering kan användas för att torka avfallet, så kallad biotorkning (biodrying), där fukt avgår från materialet på grund av temperaturhöjning från aktiviteten av aeroba mikroorganismer. Detta kan utnyttjas för att höja värmevärdet och sänka vikten hos avfallet innan förbränning.

En del biologiska behandlingssystem kan utnyttja exempelvis anaerob nedbrytning följt av kompostering utav rötresten för att producera en stabiliserad restprodukt.

MBT står för ”Mechanical-Biological Treatment” (mekanisk-biologisk behandling) och innebär att restavfallet krossas och siktas till olika fraktioner. I Europa har hundratals sådana anläggningar uppförts under senaste decenniet för hantering av främst hushållsavfall [5]. Systemen i de olika anläggningarna varierar beroende på lokala förutsättningar. I sin enklaste form innebär MBT bara att avfallet grovkrossas och siktas. Den erhållna finfraktionen, vilket i denna tillämpning oftast innebär mindre än ca 100 mm, behandlas genom torrrotning med biogasframställning, följt av kompostering för att stabilisera materialet innan det (eventuellt, beroende på lokala lagkrav) kan användas till täckning av deponier. Grovfraktionen av avfallet kan, efter metallavskiljning, benämnas RDF (Refuse Derived Fuel) och förbrännas. Metaller går till återvinning.

MBT-systemen är således snarlika förbehandlingsystemet i föreliggande arbete där finfraktionen av verksamhetsavfallet siktas bort. Skillnaden är främst att MBT systemen syftar till att reducera volymer och producera biologiskt stabila fyllnadsmassor. Kolinnehållet i dessa förefaller vara av sekundärt intresse, men kan vara i storleksordningen 25-30% av torr vikt [6]. Istället för att se detta biologiskt stabila kol som en outnyttjad resurs, benämns det ibland som en kolsänka. Tintner m.fl. [7] analyserade ett par hundra prover från MBT anläggningar i Österrike. Under rötning och kompostering, under ca

12 veckor, sjönk kolinnehållet i avfallet nästan med hälften. När materialet deponerades hade det som medianvärde 15 % kol på torr vikt. Kraven för deponi varierar mellan länder, och i vissa länder används mått på biologisk aktivitet som komplement till organiskt kolinnehåll [6].

Om man optimistiskt antar att siktresten från WR06 är lika biologiskt aktiv som hushållsavfallet i Tintners studie [7] skulle siktrestens kolinnehåll sjunka till ca 17 % efter 12 veckors torrrotning/kompostering. Detta är ändå ganska långt ifrån kravet för deponi i Sverige.

### 3.3 Förbränning

I dagsläget förbränns finfraktionen tillsammans med det övriga avfallet, med de negativa konsekvenser i förbränningsanläggningen som nämnts tidigare i rapporten. Det skulle kunna vara bättre att förbränna finfraktionen i en annan bättre lämpad panna, exempelvis i en hetvattenpanna (utan överhettare) eller i en cementugn. I praktiken skulle dock detta innebära ytterligare logistik och eventuellt kostnad för externa mottagaravgifter. Det är inte troligt att någon annan anläggningsägare tar emot siktresten, med dess egenskaper, till mycket lägre kostnad än vanligt brännbart avfall. Men att förbränna olika fraktioner i olika pannor är ändå ett alternativ som kan vara lämpligt i vissa fall, beroende på tillgängliga förbränningsanordningar.

### 3.4 Ytterligare förbehandling

Sammanfattningsvis är problemen med siktresten från WR-06 och dess kemiska sammansättning att den har:

- För högt kolinnehåll för deponering eller användning som konstruktionsmaterial inom deponi
- För högt askinnehåll och för lågt värmevärde för att vara eftertraktat bränsle
- Höga halter av metaller, vilket medför att eventuell rötrest/kompost efter biologisk nedbrytning har begränsade avsättningsmöjligheter.

Eftersom det av allt att döma verkar svårt att bli kvitt en siktrest som den i WR-06 till en rimlig kostnad kan istället förbehandlingsprocessen förbättras för att få ut fraktioner med bättre, eller i alla fall mer renodlade, egenskaper. Det första målet är att avskilja en finfraktion med lågt organiskt innehåll. Flera metoder har föreslagits från projektgruppen och sammanfattas av flödesschema i Figur 1:

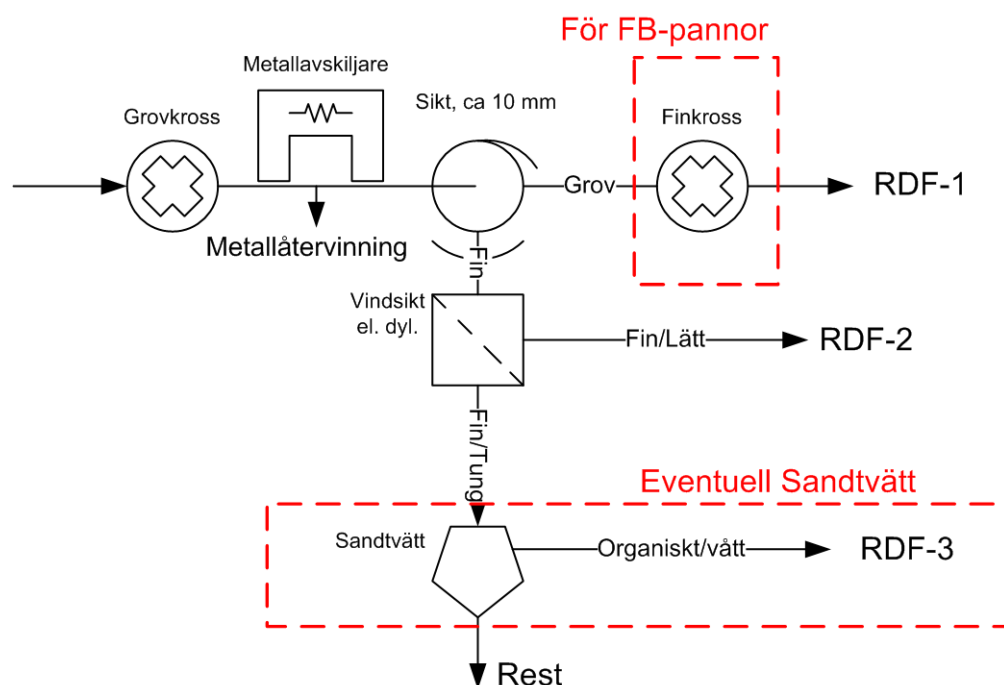
- Siktning efter grovkross och inte efter finkross som var fallet i WR-06 bör ge mindre organiskt material i siktresten.
- Finfraktionen densitetssepareras, till exempel i en vindsikt eller ballistisk sikt, där den tyngre fraktionen företrädesvis innehåller obrännbart material.
- Om inte andelen organiskt är tillräckligt låg i den tyngre finfraktionen, kan ett ytterligare steg med sandtvätt, eller liknande, läggas till.

Detta delar upp bränslet i tre eller fyra fraktioner (med antagna egenskaper):

|        |                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------|
| RDF-1) | Grovfraktion                                          |
| RDF-2) | Finfraktion, brännbar                                 |
| RDF-3) | Eventuellt, en blöt organisk fraktion efter sandtvätt |
| Rest)  | Tyngre obrännbar finfraktion                          |

Med den utökade förbehandlingen avskiljs en finfraktion med hög densitet från det lättare materialet. Den tyngre fraktionen kommer företrädesvis att innehålla obrännbart material såsom grus, glas och metaller. Hur stor andel av den fraktionen som är brännbar är svårt att förutse, men förhoppningen är att nå under 10 % TOC.

Avskiljning av obrännbar finfraktion medför att den brännbara finfraktionen dels minskar i mängd och dels att dess förbränningsegenskaper förbättras (mindre aska). Denna lättare finfraktion kan användas för energiproduktion, antingen tillsammans med det grövre avfallsbränslet eller i en annan anläggning där det är en fördel med finfördelat bränsle.



Figur 1. Förslag på bränsleförbehandling för att sikta ut obrännbart.

Figure 1. Proposed fuel pretreatment system to remove fine non combustibles.

Denna utökade förbehandling ger naturligtvis en högre förbehandlingskostnad, som kan vara motiverad för att minska drift och underhållskostnader i förbränningsanläggningen. Men den tyngre finfraktionens egenskaper är okända tills praktiska försök genomförs. Inom projektgruppen finns farhågan att om siktningen lyckas "för bra" kan vissa metallkoncentrationer i den obrännbara finfraktionen bli så höga att den klassas som farligt avfall. Även om siktresten undviker klassning som farligt avfall kan hela siktningsprocessen bli olönsam om siktresten behöver deponeras med deponiskatt samtidigt som alternativet, att få ut materialet i bottenaskan från en förbränningsanläggning, är skattebefriad genom användning som konstruktionsmaterial. För att siktningen ska vara lönsam som

förbehandlingsmetod får kostnaden för den tyngre finfraktionens omhändertagande inte vara mycket högre än för bottenaskan.

Oavsett vilken etablerad behandlingsmetod som används för avfallet (förbränning, förgasning, rötning eller liknande) så behöver den obrännbara fraktionen avsättas efteråt, antingen klassad som avfall eller som konstruktionsmaterial. Eftersom det råder en hög deponiskatt (435 kr/ton) är det mycket ekonomiskt fördelaktigt att kunna klassa restprodukten som konstruktionsmaterial (antagligen inom deponi).

Det är oerhört svårt att göra en generell ekonomisk kalkyl över olika behandlingsalternativ därför att förutsättningarna skiljer väldigt mycket mellan olika avfallshanteringsanläggningar vad gäller avfallsmängder, avsättningsalternativ, behov av konstruktionsmaterial och befintlig utrustning. På grund av detta, och begränsad budget för projektet, inkluderas ingen kostnadskalkyl i föreliggande rapport.

## 4 Slutsatser

Det finns praktiska fördelar för en förbränningsanläggning med att sikta avfallet innan förbränning. Det finns metoder att förbättra siktningen jämfört med tidigare försök (i WR-06) där enbart stjärnsikt användes på det finkrossade avfallet. Ett förbättringsförslag är att sikta efter grovkross, samt att därefter densitetssikta finfraktionen med förslagsvis vindsikt och eventuellt ballistisk sikt. Det skulle ge två finfraktioner: en lätt finfraktion som är brännbar och en tung finfraktion med mest metaller, grus och annat som inte brinner.

Siktresten från WR-06 är inget attraktivt bränsle då värmevärdet är för lågt och askhalten hög. En ytterligare densitetssiktning av siktresten bör ge en brännbar finfraktion med högre värmevärde och mindre aska. En sådan förbättrad finfraktion kan sameldas i ordinarie avfallsförbränningsanläggning, eller möjligtvis till exempel i en cementugn där man vanligtvis förbränner finfördelat material i en process som är relativt okänslig för askhalt i denna typ av bränslen.

Det går troligtvis att röta och kompostera siktresten som den var i WR-06, utan ytterligare siktning, för att utvinna metan och göra resten biologiskt stabil för att kunna användas som konstruktionsmaterial inom deponier. Det är dock inte aktuellt med rötning och kompostering av siktresten i befintlig utrustning tillsammans med organiskt avfall där rötrest/kompost sedan används som jordförbättring. Metallkoncentrationerna i siktresten skulle kontaminera restprodukten. Biologisk behandling av siktresten kräver en separat behandlingsutrustning, vilket antagligen skulle innebära en betydande investering och förutsätta ett materialbehov för sluttäckning av deponier. Detta behov minskar stadigt eftersom många deponier avslutas och sluttäcks och allt färre aktiva deponier återstår.

För anläggningsägare och avfallshanteringsföretag är det till stor del ekonomi och regelverk som styr över val av hanteringssystem. Även om avskild siktrest uppfyller direktiv för deponi så blir förbehandlingen antagligen ändå inte lönsam ifall man behöver betala deponiskatt för den obrännbara siktresten. Denna fraktion går i dagsläget mestadels ut med bottenaska som ofta används som konstruktionsmaterial i deponier. Sådana konstruktionsmaterial är undantagna deponiskatt. Möjligheten finns att siktresten, från densitetssiktning, får egenskaper som gör att den får användas på samma sätt som bottenaskan, men det finns en risk för att vissa metallkoncentrationer i siktresten blir så höga att den blir klassad som farligt avfall.

Avsättningsmöjligheterna för en obrännbar finfraktion från utökad siktning beror helt på vilka kemiska egenskaper en sådan finfraktion får. För att ta reda på det behövs praktiska försök. Det fanns tyvärr inte möjlighet att genomföra sådana försök under hösten 2011. Därför föranleder denna förstudie inte direkt en fortsättningsansökan, vilket annars var förhoppningen i projektbeskrivningen. Detta utesluter inte en fortsättning i framtiden.

För att möjliggöra optimalt utnyttjande av avfallet är förbättrad förbehandling och uppdelning av olika fraktioner antagligen nödvändig. Men för att det ska ske i praktiken behövs ekonomiskt incitament för avfallshanteraren.

## 5 Rekommendationer och användning

Resultatet från den här studien är att det generellt är svårt att finna förmånligare avsättning för en siktrest än att förbränna den, förutsatt att siktresten har egenskaper som i tidigare projekt WR-06. Därför föreslås att siktnings utökas med ett eller två steg med syfte att avskilja renare fraktioner. Syftet är att dels få en finfraktion med så pass litet innehåll av organiskt kol att materialet uppfyller krav för deponi och dels få en brännbar finfraktion med förbättrade egenskaper. Därigenom förloras inte så mycket brännbart material och möjlighet finns att restmaterialet skulle kunna användas som konstruktionsmaterial utan ytterligare behandling. Det krävs dock praktiska försök för att fastställa om utökad siktnings fraktioner med de efterfrågade egenskaperna, och hur stora fraktionerna blir.

I ett eventuellt fortsättningsprojekt föreslås att den utökade förbehandlingen provas i praktiken (med eller utan sandtvätt), med så pass stora avfallsmängder att eventuella svagheter upptäcks i systemet, att representerbara prover kan tas och att en ungefärlig mängdfördelning av fraktionerna kan bestämmas. De tagna proverna analyseras för att ta reda på om egenskaperna har blivit tillräckligt renodlade för att de ska kunna avsättas på lämpligt sätt.

## 6 Litteraturreferenser

1. Johansson, A., et al. *Siktning av avfall*; WR-06; Waste Refinery: Borås, 2008; p 33.
2. Naturvårdsverket *Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall*; NFS 2004:10; Naturvårdsverket: 2004.
3. Rihm, T., et al. *Alternativa konstruktionsmaterial på deponier - Vägledning*; VF-1097; Värmeforsk: Stockholm, 2009.
4. Westinghouse. *What is Plasma Gasification?* 2011 [cited 2011 15/9]; Available from: <http://www.westinghouse-plasma.com/technology/what-is-plasma-gasification>.
5. Montejo, C., et al., *Analysis and comparison of municipal solid waste and reject fraction as fuels for incineration plants*. Applied Thermal Engineering, 2011. **31**(13): p. 2135-2140.
6. Bayard, R., et al., *Assessment of the effectiveness of an industrial unit of mechanical-biological treatment of municipal solid waste*. Journal of Hazardous Materials, 2010. **175**(1-3): p. 23-32.
7. Tintner, J., et al., *Investigations of biological processes in Austrian MBT plants*. Waste Management, 2010. **30**(10): p. 1903-1907.







**WASTE REFINERY**

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Box 857, 501 15 Borås  
[wasterefinery@sp.se](mailto:wasterefinery@sp.se)  
[www.wasterefinery.se](http://www.wasterefinery.se)