

## Potential för askhantering; utvecklingsbehov

Rolf Sjöblom



## HUVUDINNEHÅLL

I Sverige genereras årligen uppemot 1 miljon ton träbränslebaserad aska. För huvuddelen av denna betalas deponiskatt med 250 SEK/ton och deponiavgift kring 500 SEK/ton. Det finns emellertid en potential för nyttiggörande av aska för *deponier*, för *återföring till skogsmark* och för *geotekniska tillämpningar*.

Syftet med den studie vars resultat redovisas i denna rapport är att identifiera och beskriva behov av kunskap och utveckling inom askområdet.

I avsnittet *nuvarande kunskapsläge* redovisas bland annat att kolaskor och avfallsaskor utgör väsentligt större volymer än träbränslebaserade askor – i ett globalt perspektiv – och att det inom dessa områden dels finns ett mera omfattande kunskapsunderlag, dels betydligt mera av tillämpningar. Denna situation är något av en paradox eftersom träbränslebaserade askor i många fall har ett lägre innehåll av miljöstörande ämnen jämfört med till exempel avfallsaskor.

Under rubriken *tänkbara användningsområden* redovisas förutsättningarna för användning av aska inom de tre inledningsvis nämnda områdena. Embryon till funktionskrav presenteras liksom potentialen för att nyttiggöra de kvaliteter och volymer som genereras. Slutsatsen dras att för de viktigaste tillämpningarna är potentialen för användning mycket stor och överstiger med stor marginal kapaciteten för generering. Samtidigt görs bedömningen att en viss andel av den aska som genereras kommer sannolikt att bli föremål för deponering även i framtiden.

Under rubriken *behandling och hantering* redovisas de tänkbara tekniker som står till buds samt vad som rimligen kan förväntas åstadkommas med dessa i asksammanhang. Teknikerna i fråga avser utmatning, omförbränning, lakning, omvandlingsprocesser, blandning, granulering och siktning.

I avsnittet om *kvalitetsfrågor* redovisas hur ett ändamålsenligt kvalitetssystem skulle kunna vara upplagt. Aspekter av avgörande betydelse inkluderar uppfyllande av funktionskrav, effektivitet, minimalt intrång i ordinarie drift samt homogenitet i stora kvantiteter bulkmaterial.

Under rubriken *diskussion och slutsatser* görs en sammanställning över de olika behoven av utvecklingsinsatser. Dessa är:

- kvalitetsutvecklingsarbete
- juridisk-tekniska förutsättningar
- bränslets sammansättning
- askbildningsprocesser
- förbränningsanläggningens uppbyggnad och drift
- uttag av aska
- användning av aska på deponi

- återföring till skogsmark
- användning av aska för geotekniska ändamål
- avsaltning
- termisk behandling

Vid utformning och utförande av ett program är det viktigt att de resultat som erfordras föreligger vid den tidpunkt när de behövs. För de ovan nämnda områdena redovisas därför även lämplig tidshorisont för utvecklingsarbetet liksom vissa interna beroenden.

## ABSTRACT

About 1 million tonnes of ashes from wood-based fuels are generated annually in Sweden. For most of these ashes, disposal tax is paid at a rate of 250 SEK/tonne together with a disposal fee of around 500 SEK/tonne. However, there is a potential for utilisation of ashes for *disposal sites*, for "recycling" (i.e. taking the ashes back to the forest where they came from), and for *geotechnical applications*.

The purpose of the present work is to identify and describe the needs for knowledge and development in the area of ashes from wood-based fuels.

In the section headed *present knowledge* is stated amongst other things that ashes from combustion of coal as well as ashes from incineration of waste constitute considerably larger volumes than the wood-based ashes - in a global perspective - and that in the former areas there are much wider knowledge bases as well as many more applications. This situation is somewhat of a paradox since wood-based ashes in many cases contain much less of substances of environmental concern compared to i.e. ashes from incineration of waste.

In the section *conceivable utilisations*, the prerequisites for utilisation in the three areas mentioned initially are compiled. Embryos for functional requirements are presented together with the potential for utilisation of the qualities and volumes generated. It is concluded that the potential is very large for the most important applications and exceeds the generation capacity with a large margin. At the same time, it is assessed that a certain fraction of the ashes generated will probably be subjected to disposal also in the future.

Under the heading *treatment and handling*, conceivable techniques are described together with what can reasonably be achieved when they are applied in the ash area. The techniques dealt with include ash removal, recombustion, leaching, chemical alteration, mixing, granulation and sieving.

In the section *quality issues*, an outline of an appropriate quality system is presented. Aspects of decisive significance include fulfilment of functional requirements, efficiency, minimal infringement on the ordinary operation, and homogeneity in large quantities of bulk material.

Under the heading *discussion and conclusion*, a compilation is made over the different needs for development efforts. They are as follows:

- quality development
- legal-technical prerequisites
- composition of the fuel
- ash formation processes
- design and operation of the combustion plant
- removal of ash

- utilisation of ashes at the waste disposal site
- "recycling" of ashes to the forest
- utilisation of ashes for geotechnical purposes
- extraction of salt
- thermal treatment

When a program for ash utilisation is to be designed and executed, it is highly important that results which are essential also actually are available at the time when they are needed. Therefore, the degree of urgency is indicated for each of the above mentioned areas together with some interdependencies.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	HUVUDINNEHÅLL.....	ii
	ABSTRACT.....	iv
	INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	vi
1	INLEDNING.....	1
	1.1 Bakgrund.....	1
	1.2 Syfte.....	3
	1.3 Uppläggnig av arbetet.....	3
2	NUVARANDE KUNSKAPSLÄGE.....	5
	2.1 Inledning.....	5
	2.2 Kolaskor och avfallsaskor.....	5
	2.3 Bioaskor.....	6
3	TÄNKBARA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN.....	8
	3.1 Deponi.....	8
	3.2 Återföring till skogsmark.....	11
	3.3 Geotekniska ändamål.....	12
4	BEHANDLING OCH HANTERING.....	14
	4.1 Utmatning.....	14
	4.2 Omförbränning.....	14
	4.3 Lakning.....	15
	4.4 Omvandlingsprocesser.....	16
	4.5 Blandning och granulering.....	17
	4.6 Siktning.....	18
	4.7 Övriga tekniker.....	18
5	KVALITETSFRÅGOR.....	19
	4.1 Inledning.....	19
	4.2 Funktionskrav och utförandekrav.....	19
	4.3 Kvalitetssäkring.....	20
6	DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	21

## 1 INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

I Sverige genereras årligen totalt uppemot 1 miljon ton träbränslebaserad aska, varav knappt två tredjedelar kommer från värmeverk och drygt en tredjedel från skogsindustrin. Av den del som genereras vid värmeverk utgörs knappt hälften av bottenaska medan resten är olika typer av flygaska.

Av i första hand förbränningstekniska skäl<sup>1</sup> blandas ofta bränslen, varför huvuddelen av de askor som genereras kommer från blandbränslen - i vart fall enligt en mycket strikt definition.

För närvarande deponeras den överväldigande merparten av de träbränslebaserade askor som genereras. Sedan årsskiftet 1999/2000 utgår deponiskatt på dessa askor med 250 SEK/ton. Vidare beräknas skatten inte bara utgående från torrsubstansen, utan skatt utgår även för tillfört vatten.

Sedan tidigare utgår även deponiavgift. Denna uppskattas i dag uppgå till ca 500 SEK/ton. På grund av att generering och deponering av askor ofta sker i organisationer vilka har samma ägare tas emellertid inte alltid fullt kommersiella priser ut.

Den totala teoretiska potentialen för besparingar genom en effektivare askhantering uppgår - med ovan angivna förutsättningar - till 700 - 800 MSEK per år.

Förutom besparingar kan även nytta uppnås med askan. Tänkbara destinationer som innefattar nyttiggörande är som följer:

- Deponier
- Återföring till skogsmark
- Geotekniska tillämpningar

Det kommer sannolikt alltid att finnas behov av deponering av vissa askfraktioner. Aska kan emellertid också tänkas användas - ensamt eller i blandningar - för konstruktionsändamål i samband med deponering, exempelvis för utjämning, tjälskydd, jordtrycksbildare<sup>2</sup>, dränering, gasavledning, tätning och odling.

Såväl för ren deponering som för konstruktionsändamål i en deponi ställs sannolikt krav på bland annat låg halt oförbränt samt stabilisering<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> För att undvika beläggningar på tubmaterial rekommenderas att svavel/klorförhållandet inte bör understiga ca 5. Lämpliga värden för denna kvot kan upprätthållas bland annat genom inblandning av torv som innehåller jämförelsevis höga halter svavel.

<sup>2</sup> Vissa barriärer mot vattenströmning, till exempel syntetiska lergeomembran, blir tätare vid högre jordtryck.

<sup>3</sup> Med "stabilisering" förstås i detta sammanhang att askan erhållit vissa egenskaper som bland annat innebär följsamhet i samband med differentiella sättningar samtidigt som skjuvstabiliteten är tillräckligt hög, samt beständighet i förhållande till vatten.



För vissa givna askor utförs för närvarande ett utvecklingsprojekt med syfte att använda askor för sluttäckningsändamål på en yta som uppgår till ca 4 hektar (Telge Återvinning). Hittills har aska använts för konstruktionsändamål i deponier endast i mycket begränsad omfattning.

Askor kan spridas på skogsmark som därmed återfår de ämnen som den förlorat i samband med avverkningen.

Skogsstyrelsen utarbetar för närvarande regler för under vilka förutsättningar aska får spridas. Dessa krav gäller bland annat halter av vissa tungmetaller, halt oförbränt och vattenbeständighet. Dessutom måste askan vara spridbar och lagringsbar av praktiska skäl.

Trots omfattande insatser avseende lämpligheten av askspridning ur miljösynpunkt, har i dagsläget återföring av aska till skogsmark kommit till stånd endast i begränsad omfattning. Ett viktigt skäl för detta är att det föreligger ett fortsatt behov av utveckling beträffande bland annat spridning, hantering och lagring.

Inom geotekniken omsätts årligen uppemot 100 miljoner ton material<sup>4</sup>. Enligt ovanstående uppskattning av den totala volymen askor som faller årligen torde denna uppgå endast till ca 1 % av den totala geotekniska volymen. Detta innebär att det föreligger en god potential för att askor som kan kvalificeras för geotekniska ändamål också kan komma till användning.

För geotekniska ändamål ställs krav beträffande bland annat vattenhalt, vattengenomsläpplighet, åldringsegenskaper, halt oförbränt och halt tungmetaller.

I dagsläget används askor från träbaserade bränslen för geotekniska ändamål endast i ringa omfattning. Däremot används sedan många år askor från förbränning av kol. Vidare pågår såväl utomlands som i Sverige utvecklingsarbeten vilka syftar till att använda askor från förbränning av hushållsavfall. På några platser i Sverige pågår demonstrationsförsök i full skala.

För att askorna skall svara mot de olika krav som kan komma att ställas för olika användningsområden kommer sannolikt olika typer av behandlingar att behöva användas. Detta innebär att utredningar och utvecklingsarbeten sannolikt kommer att behöva göras kring fler tekniker än de som sedan efter hand också väljs.

---

4

Gruvindustrins omsättning ingår inte i denna uppskattning.

## 1.2 Syfte

Syftet med föreliggande studie är att identifiera och beskriva behov av kunskap och utveckling inom askområdet.

Förutsättningen för arbetet är att aska är en restprodukt som skall återvinnas så långt som rimligen är möjligt. Detta skall göras på ett miljövänligt sätt och så att naturresurser sparas samt till minskade kostnader jämfört med dagens situation.

Förutsättningen är också att hantering av aska (oberoende av utförare) alltid bör ske på ett ansvarsfullt sätt och så att omvärdens förtroende och stöd kan vinnas för verksamheten som helhet.

Behovet av utveckling skall identifieras och redovisas utgående från följande:

- nuvarande system och hantering
- nuvarande kunskapsläge
- tänkbara användningsområden
- tänkbar behandling och hantering
- en identifiering av de faktorer som begränsar den fortsatta utvecklingen inom askområdet

Det bör framhållas att genomgången av dessa aspekter i denna rapport görs med syftet att redovisa behov av utveckling. Arbetet avser således inte någon särskild informationsinhämtning eller redogörelse av "innehållet" i den kunskap som finns i dag.

## 1.3 Uppläggnings av arbetet

Som framgår av ovanstående behöver förutsättningarna för ett antal olika teknikområden beaktas. För att uppnå syftet med att identifiera och redovisa behovet av utveckling inom askområdet behöver hela systemet bränsle - förbränningsanläggning - drift - askgenerering - behandling - hantering - användning beaktas på ett integrerat sätt. För detta utnyttjas den kompetens som ÅF-Energikonsult AB haft tillfälle att bygga upp genom olika uppdrag vilka anknyter till samtliga punkter i denna kedja.

Arbetet har utförts i nära kontakt med den referensgrupp som Värmeforsk utsett samt med Värmeforsks VD, Gullvi Borgström. I referensgruppen har ingått Följande personer:

Rickard Andersson, Birka Värme AB  
Lars Bolmgren, Birka Service AB  
Christer Forsgren, SAKAB  
Mats Sundberg, Jönköping Energi  
Mats Åbjörnsson, Sydkraft Värme Syd

Arbetet har också utförts i nära kontakt med Claes Ribbing som är VD för Svenska Energiaskor AB. Parallellt med det arbete som redovisas i denna rapport har Claes Ribbing arbetat med formulering av ett utvecklingsprogram för askhantering.

Dessa personer har utgjort ett mycket gott stöd för arbetet och författaren framför sitt varma tack för detta.

## 2 NUVARANDE KUNSKAPSLÄGE

### 2.1 Inledning

Förbränning av kol, biobränslen och hushållsavfall sker ofta i rosterpannor eller i pannor med fluidiserande bädd. I rosterpannor genereras bottenaskor och flygaskor och i pannor med fluidiserande bädd genereras bäddaskor och flygaskor. Bäddaskor innehåller dels askbildande ämnen från det bränsle som använts, dels bäddmaterial.

Under förbränningen sker en slags destillation av förhållandevis lättflyktiga ämnen vilka hamnar i flygaskan. Hit hör bland annat klorider av alkalimetaller samt vissa tungmetaller.

Ofta genereras flera slag av flygaskor i samband med förbränningen. Dessa blandas dock ofta i samband med utmatningen. Flygaskor uppkommer i bland annat cykloner, elektrofilter, bagfilter och i samband med svavelreningen.

Flygaskor från biobränslen samt avfallsaskor innehåller väsentligt högre halter alkaliklorid jämfört med kolaskor. Dessutom är kalium / natriumförhållandet mycket högre. Bioaskor innehåller ofta högre halter kalcium men lägre halter kisel och aluminium jämfört med kolaskor.

Ofta används returbränslen vilka utöver de askbildande ämnen som förekommer i rena biobränslen också innehåller rester från bland annat färg och plast. Exempelvis innehåller färg ofta zink och plast ibland klor (polyvinylklorid, PVC). Närvaro av dessa ämnen påverkar såväl askbildningsprocess som asksammansättning.

### 2.2 Kolaskor och avfallsaskor

Internationellt sett är kolaskor och avfallsaskor mycket större områden än bioaskor. De volymer som genereras av de två förra är väsentligt större än dem för den senare. Bioaskorna genereras och hanteras i första hand i de länder som befinner sig inom det norra halvklotets barrskogsbälte. Kolaskor och avfallsaskor uppkommer över hela världen, ofta i områden med begränsade möjligheter beträffande anläggning av deponier.

Kolaskor varierar starkt i sammansättning och egenskaper. Ofta har de pozzolana egenskaper, d v s de hårdnar efter inblandning av vatten till följd av olika hydratiseringsreaktioner. Även innehållet av tungmetaller varierar vilket innebär att möjligheterna att använda kolaskor för geotekniska ändamål är starkt varierande. Ofta är innehållet av tungmetaller och oförbränt lågt vilket innebär att inga särskilda hinder föreligger mot användning som jordmaterial<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Med "jord" menas här inte i första hand odlingsjord. "Jord" bör ses som motsatsen till "berg". Berg håller samman vid kontakt med (riktigt med) vatten medan jord faller sönder.

Flygaskor från avfallsförbränning innehåller vanligen alltför höga halter av tungmetaller för att kunna användas utanför deponier. Bottenaskor, vilka i detta sammanhang kallas slag, samt bäddaskor har dock ofta sådan kemisk sammansättning att de kan användas som jordmaterial.

I Sverige genereras kolaskor på några håll och används geotekniskt samt som tillsats för stabilisering av till exempel aska från förbränning av hushållsavfall. I Sverige pågår försök på flera håll med användning av bottenaskor från förbränning av hushållsavfall som underlag för vägar och uppställningsplatser.

Internationellt pågår utvecklingsarbeten kring kolaskor och avfallsaskor på många håll. Resultaten av dessa arbeten utgör värdefullt underlag även för utvecklingsarbeten kring träaskor.

Resultat från nationella och internationella utvecklingsarbeten avseende kolaskor och avfallsaskor kan dock inte användas utan kompletterande utredningar beträffande de skillnader som föreligger.

### 2.3 Bioaskor

Under den senaste tioårsperioden har bioaskor varit föremål för omfattande studier, till stor del i Sverige. Bland annat har bedrivits ett *ramprogram för askåterföring*, och detta arbete finns dokumenterat i ett stort antal rapporter. Insatserna har till stor del varit fokuserade mot ekologiska aspekter, och i de flesta fall har så kallade självhårdade askor använts.

Självhårdade askor från rena biobränslen för återföring till skogsmark har framställts enligt följande. Askor som genererats har i befuktat tillstånd tippats på platta på mark utomhus. Efter härdning och mognande under kanske några veckor har materialet krossats till lämplig kornstorlek och kornstorleksfördelning, varefter spridning skett på skogsmark. Olika askor har härvid uppvisat kraftigt varierande härdningsegenskaper och det har veterligt inte rapporterats mera specifikt vad som gör att en aska blir härdande respektive inte härdande.

En svårighet i sammanhanget för tolkningen är naturligtvis att själva framställningsprocessen varierar kraftigt med nederbörd och temperatur.

I många fall har konstaterats att en aska vid kontakt med vatten först binder för att några timmar senare falla sönder till ett pulver.

Undersökningar har gjorts av ingående faser i aska före respektive efter kontakt med vatten och slutsatser har dragits beträffande de reaktioner som kan tänkas äga rum.

Något egentligt verktyg för att utgående från ett givet bränsle samt givna produktionsbetingelser prognostisera en viss askfraktions potential för olika möjliga tilltänkta användningar finns emellertid inte i dag.

Vissa studier har även utförts på uppdrag av Värmeforsk avseende granulering, främst valsplettering men även granulering i Eirichblandare. Resultaten från båda metoderna har varit positiva, och granulat med lämpliga egenskaper har erhållits. För vissa askor faller dock de granuler som bildats sönder. Dessutom återstår arbete med att få fram färdiga system för process och hantering. Målet bör vara att en tilltänkt användare skall erhålla det underlag som behövs för praktiskt genomförande.

### 3 TÄNKBARA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

#### 3.1 Deponi

Traditionellt tänker man sig kanske att aska är ett avfall som man blir kvitt genom att det läggs på deponi.

En deponi är emellertid i hög grad att betrakta som en geoteknisk konstruktion med vägar, bottenskikt, toppskikt och slänter vilka skall uppfylla ett antal olika krav på funktion och till vilka olika askfraktioner kan tänkas användas.

Sannolikt kommer det emellertid alltid att finnas askfraktioner för vilka man inte kan finna någon särskild användning - inte heller på en deponi - vilket innebär att de behöver deponeras i ordets egentliga mening.

#### *"Ren" deponering*

För deponering ställs låga krav på funktion hos askorna:

- 1 Askorna skall ha en sådan kemisk sammansättning att deponering är förenligt med tillståndet för deponin i fråga med avseende på miljöstörande ämnen
  - oförbränt
  - tungmetaller
- 2 Askorna skall ha en sådan kemisk sammansättning att deponering av dessa inte påverkar deponeringen i övrigt på ett negativt sätt i grad av betydelse
- 3 Askorna skall inte vara torra samt alltför finkorniga så att de kan transporteras med vinden till områden utanför anläggningen i omfattning av betydelse
- 4 Askorna skall konsolidera eller kunna konsolideras med hjälp av befintlig utrustning så att problem av betydelse inte uppstår i samband med att fordon körs över askorna

Enligt ny lagstiftning som kommer till följd av nya EU direktiv skall deponier indelas i tre klasser beroende på det ingående materialets föroreningspotential (jämför punkt 1 ovan). Indelningen görs för avfall med hög, måttlig respektive låg föroreningspotential. I praktiken talar man om farligt avfall, "normalt" avfall och inert avfall. Deponier av klass 1 och 2 skall förses med täckning i samband med att de avslutas så att lakvattenmängden från deponin inte ens i ett långsiktigt perspektiv överstiger 5 respektive 50 liter per kvadratmeter och år.

Flygaskor från träbaserade återvinningsbränslen kan innehålla åtskilliga procent material som är lösligt i vatten. Detta löses ut i lakvattnet på en deponi och återförs ofta efter rening från tungmetaller i samband med deponigasgenerering. Härvid sker en anrikning av salt i lakvattnet och ökade utsläpp av salt när lakvatten så småningom förs till recipient. Askor som ligger på upplag utomhus förefaller förlora sitt innehåll av lösliga salter

till perkolerande vatten. Det är tänkbart att någon form av sådan förbehandling av aska skulle vara gynnsamt med hänsyn till punkt 2 i uppräkningsen ovan.

Askors damnings- och konsolideringsegenskaper (punkterna 3 och 4 i uppräkningsen ovan) styrs i hög grad av vattenhalten samt av hur detta vatten tillförts.

Vid "ren" deponering utgår förutom deponiavgiften även full deponiskatt.

#### *Geoteknisk användning i en deponi.*

Som tidigare nämnts innefattar geoteknisk användning i en deponi vägar, bottenskikt, toppskikt och slänter. Dessa kan utformas på många olika sätt beroende på typ av avfall, typ av tätskikt samt tillgång till olika typer av material.

En stor del av det avfall som nu ligger på deponi och som skall täckas enligt de ovan nämnda nya reglerna utgörs av hushållsavfall. Täckning av hushållsavfall med hjälp av askor presenteras därför i det följande som ett exempel.

Erfarenheter på deponier indikerar att under en tid av 10 till 20 år komprimeras hushållsavfall med minst  $10 \pm 5$  % under egenvikt och överbyggnad. Detta innebär att för ett 20 meter tjockt avfallslager kan differentialsättningen hos överytan bli ca 2 meter. Sådana differentialsättningar innebär stora påkänningar i ett eventuellt pålagt tätskikt (inklusive tätskikt).

Vid en sluttäckning innebär benägenheten till differentialsättningar följande

- ojämnheter behöver fyllas ut
- skikten ovanför behöver vara robust utformade så att de klarar de sättningar som uppkommer i framtiden
- tillförsel i toppskiktet av material med goda friktionsegenskaper kan bidra till att reducera de fortsatta differentiella sättningarnas storlek

Utjämningskiktet bör även vara utformat så att det medger gastransport. I annat fall kan övertryck uppkomma och integriteten hos överliggande skikt äventyras. Bland annat kan metan och luftsyre mötas i det överliggande tätskiktet vilket innebär mikrobiell oxidation av metan och kraftig temperaturstegring. I de fall då tätskiktet består av material som innehåller lera uppkommer i så fall en uttorkning och kanske också en degenerering av materialet.

Utjämningskiktet bör även vara kapillärbrytande så att man undviker att lakvatten från deponin suggs upp i tätskiktet. I sådana fall kan lösta ämnen anrikas i tätskiktet till följd av uttorkning och påverka tätskiktet negativt.



Ovanför utjämnings- och gastransportskiktet läggs ett tätskikt. Detta kan bestå av geomembran (tjocka plastfolier), lergeomembran ("bentonitmattor", geosyntetiska tygmateriel med bentonit mellan) eller blandningar av lera och inert material, t ex askor.

Ovanför tätskiktet läggs ett dräneringsskikt och ovanför detta ett skyddsskikt. Det förra skall ha kapillärbrytande egenskaper medan det senare med fördel kan ha en hög fältkapacitet, d v s innehålla kapillärt bundet vatten. Flöde kan då ske genom skyddsskiktet medan dräneringsskiktet under större delen av tiden hålls fritt från vatten.

Skyddsskiktet skall vidare skydda underliggande material mot yttre krafter som erosion, frost och uttorkning samt mot att rötter tränger ner.

Skyddsskiktet behöver däremot inte ha några goda egenskaper med avseende på växtlighet. I stället appliceras överst ett särskilt växtskikt med kompostjord innehållande exempelvis komposterat rötslam.

Sammanfattningsvis åtgår material enligt följande:

Typ av skikt	Mäktighet m
Växtskikt	> 0,3
Skyddsskikt*	0,8 - 2,5
Dräneringsskikt	0,3
Tätskikt	0,5
Utjämningskikt	>0,3
<b>Summa*</b>	<b>&gt;2,2 - &gt;3,9</b>

\* beror av största frostdjup på aktuell ort

Ovanstående tabell indikerar att den totala tjockleken i hög grad styrs av kravet på frostfrihet. Detta är en sanning med en viss modifikation eftersom ett visst jordtryck behövs för att tätskiktet skall fungera på tilltänkt sätt. För tätskikt innehållande bentonit är oftast genomsläppligheten omvänt proportionell mot det applicerade jordtrycket.

Den totala ytan av deponier i Sverige som inte har försetts med täcksikt uppgår till ca 5000 hektar<sup>6</sup>. Detta innebär att potentialen för geoteknisk användning av askor i deponier uppgår till uppemot 100 miljoner ton redan för en täcksiktjocklek på minimala en meter.

Som framgår av det kortfattade exemplet ovan ställs ett antal krav på de material som skall ingå i täcksikt. Motsvarande gäller för användning i vägar, bottenskikt och slänter. I det senare fallet är skjuvstabilitet och erosionsegenskaper viktiga. Sammantaget handlar det om följande funktionskrav, varav kraven ser olika ut för olika specifika användningar. De krav som nämnts ovan för "ren" deponering upprepas ej.

<sup>6</sup> Thomas Rihm vid Svenska Renhållningsverksföreningen räknar med att det finns ca 30 kvadratkilometer kommunala deponier i drift varav 20-30 kvadratkilometer utgörs av egentlig deponiyta. Härtill kommer industrideponier samt kommunala deponier som inte används längre men som inte täckts. Ytan för de senare bedöms vara av samma storleksordning som den för aktiva kommunala deponier.

- 1 stabilitet över tid
- 2 ej generera salter eller högt pH som kan störa tätskiktet
- 3 skjuvegenskaper
- 4 kompakteringsegenskaper
- 5 vattengenomsläpplighet/täthet
- 6 gasgenomsläpplighet/täthet
- 7 motstånd mot erosion
- 8 kapillärbrytande egenskaper / fältkapacitet
- 9 förmåga att bygga upp skjuvstabilitet m m över tid (karbonatisering)
- 10 innehåll av sulfatsvavel som med tiden kan bilda sulfid som kvarhåller tungmetaller
- 11 med mera

Användning av aska för geotekniska ändamål på en deponi kan förutses innebära att avfallsskatt ej skall betalas.

Det är anmärkningsvärt att så lite publicerats kring användning av aska på deponier. Sannolikt finns erfarenheter på olika håll som det skulle vara av allmänt intresse att få sammanställda. Samtidigt utgör för närvarande sannolikt bristen på kunskap ett substantiellt hinder mot sådant nyttiggörande.

Förutom de ovan nämnda aspekterna tillkommer frågor kring variabilitet och kvalitet, se avsnitt 5.3.

### 3.2 Återföring till skogsmark

Aska från förbränning av biobränslen innehåller just de ämnen som tagits upp ur marken och som växterna behöver, särskilt kalium och fosfor. Dessutom ingår kalcium i höga halter i biobränslebaserade askor vilket ger ett högt så kallat kalkvärde, som är ett mått på askans förmåga att motverka försurning. Aska från förbränning av biobränslen innehåller således samma ämnen som finns i konstgödsel samt kalk - men i lägre halter - d v s sådant som lant- och skogsbrukare ofta sprider på sin mark ändå.

Detta gäller emellertid inte kväve som ingår i alla fullgödselmedel vanligen i form av ammonium och/eller nitrat. Bränslets innehåll av kväve följer med rökgaserna och återfinns inte i askan. Däremot injekteras ofta aminer i slutet av förbränningsprocessen för att minska halten kväveoxider i rökgasen. Slam från rökgaskondensering kan därför innehålla ammoniak. Sådant slam ingår ibland i flygaskan.

I södra delen av Sverige är tillgången på kväve ofta god till följd av de utsläpp av kväve som sker från fordonstrafik och industrianläggningar utom och inom landet.

Vid återföring av aska är det olämpligt att tillföra miljöstörande ämnen såsom vissa organiska ämnen som ingår i det oförbrända samt tungmetaller.

I de regler som för närvarande utarbetas av skogsstyrelsen finns begränsningar dels av hur mycket näringsämnen som får tillföras mark, dels takvärden för miljöstörande ämnen. Dessutom ställs krav på vattenbeständighet och lakningsegenskaper så att näringsämnena tillförs marken i den takt som bedömts lämplig.

Det senare handlar om kombinationen av hur materialet i fråga i sig förhåller sig till vatten och den form som ges åt granulerna. I detta avseende är granulering med de ovan nämnda (se avsnitt 2.3) metoderna valspellettering och granulering i Eirichblandare gynnsammare än självhärdning och krossning (se avsnitt 2.3) eftersom den senare metoden ger upphov till en betydligt större andel finfraktion.

För att återföring av aska skall kunna ske till skogsmark fordras även att härdning och granulering kan åstadkommas med färdigutvecklade metoder, att det finns system för hantering av aska och granuler samt system för spridning.

Här finns sannolikt metodik och utrustning tillgängliga från andra applikationer och det handlar i första hand om att anpassa till de förhållanden som gäller för aska. Målet bör vara ett konkret och heltäckande underlag som en entreprenör kan använda för att hantera och sprida aska på ett effektivt och korrekt sätt.

Kunskapsunderlaget bör innefatta även själva härdningsprocessen. Underlaget bör vara sådant att en god prediktion kan göras i förväg av vilka egenskaper en viss fraktion aska får efter granulering och torkning respektive självhärdning.

### **3.3 Geotekniska ändamål**

De geotekniska tillämpningar som kan förutses utanför deponier är tekniskt sett ofta väsentligt mindre komplicerade än de som kan förutses för en deponi, se avsnitt 3.1.

Däremot är situationen betydligt mera komplicerad beträffande förutsättningarna för tillstånd. De tillämpningar som veterligt förekommer i Sverige utgörs av mer eller mindre storskaliga försök i eller i anknytning till anläggningar. Ett undantag utgörs av förläggning av fjärrvärmekulvertar<sup>7</sup>, där biobränslebaserade askor i vissa fall använts för kringfyllnad.

Tänkbara ändamål innefattar följande

- underlag för vägar

<sup>7</sup>

Modern fjärrvärmekulvert består av fabrikstillverkade stålrör (två stycken) för hetvatten omgivna av ett plaströr med skumplast emellan.

- underlag för uppställningsplatser
- kringfyllnad kring installationer i mark
- utfyllnad
- stabilisering
- dränering
- tätning

Det är tänkbart att aska inte kan konkurrera med andra material om de mest kvalificerade tillämpningarna inom geotekniken.

Liksom i tidigare fall behöver askan kvalificeras med avseende på innehåll av miljöstörande ämnen som kan ingå i oförbränt samt i form av tungmetaller.

Bottenaska och bäddaska bör kunna finna användning som underlag till vägar och uppställningsplatser. Här bör emellertid observeras att dessa material sannolikt är underlägsna naturgrus och krossat gråberg genom att de har en högre kompressibilitet. Även långtidsegenskaperna är sannolikt inte lika goda. Detta behöver därför beaktas i varje enskilt fall.

Den högre kompressibiliteten kan förväntas innebära att aska inte ingår i det material som finns närmast en vägbanan, där kravet på hållfasthet är som störst (man vill undvika spårbildning).

Å andra sidan kan bottenaskor och bäddaska ha mera oregelbunden form, även jämfört med krossat naturmaterial, vilket kan ge överlägsna friktionsegenskaper.

Vid kringfyllnad kring installationer i mark kan - beroende på tillämpningen - olika friktionsegenskaper efterfrågas. Vid förläggning av rör vill man ibland att omgivande mark och rör skall bilda en mekanisk enhet, varvid hög friktion önskas, medan man ibland vill att rören skall kunna expandera så att expansionen tas upp av särskilda rörkrökar. I det senare fallet eftersträvas en låg friktion.

Även krav och önskemål beträffande dräneringsegenskaper kan variera. Ibland önskas dränerande material så att vatten kan föras bort. I andra fall önskas tätande funktion så att vatten kan hållas undan.

Vissa askfraktioner innehåller höga halter kalk (kalciumoxid) och förutses kunna användas för stabilisering. Kalk används inom geotekniken för injektering i form av kalkslam i formationer som har en otillräcklig skjuvhållfasthet. Tillsats av kalk innebär i de flesta fall att skjuvhållfastheten ökar och marken blir mycket mera stabil.

## **4 BEHANDLING OCH HANTERING**

### **4.1 Utmatning**

Hur askor genereras redovisas i avsnitt 2.1.

Bottenaska från rosterpannor måste släckas före uttag vilket innebär att de matas ut via vattenlås. Ibland förs flygaskor till samma vattenlås varvid de blandas med bottenaskor. Bottenaskor är ofta väldränerande medan blandningar av bottenaska och flygaska ofta dränerar långsamt. Flygaskor tas ofta ut separat och olika typer blandas då i olika grad i olika anläggningar. Ibland befuktas flygaskor i samband med uttaget för att säkerställa att de är släckta och för att förhindra damningsproblem i samband med deponering.

Genom den nya deponiskatten på vatten har det blivit särskilt viktigt att inte askor innehåller onödigt höga halter vatten inför deponering. För detta är det lämpligt att bottenaska matas ut för sig och tillåts dränera. Flygaskor bör matas ut separat och befuktas så lite som möjligt med hänsyn tagen till risken för damning samt konsolideringsegenskaper (jämför avsnitt 3.1 och 4.5). Någon särskild undersökning av lämpliga betingelser och lämplig utrustning för detta är inte känd.

För vissa ändamål kan det emellertid vara lämpligt att flygaskor tas ut helt torra. Detta kan vara fallet om flygaskor skall användas för stabilisering. Ofta bildar ohydratiserade flygaskor med vatten en relativt lättflytande slurry som kan pumpas innan den stelnar. Om vatten kommit till dessförinnan erhålls inte sådana effekter. Det kan också vara lämpligt att mata ut de olika fraktionerna av flygaska var för sig eftersom de kan förväntas ha olika egenskaper.

I vissa fall kan det föreligga svårigheter att ta ut flygaska på grund av att den brinner eller fattar eld. Detta kan vara fallet när askan är otillräckligt utbränd och när den antänts av någon brinnande partikel. I sådana fall kan kylning med vatten via värmeväxlare sannolikt tillämpas. Metodiken behöver dock utprovas.

Helt torra askor dammar och hanteras lämpligen med utrustning som liknar den som används för hantering av cement. Någon jämförande studie av hantering av dels helt torr, dels befuktad aska är inte känd för författaren.

### **4.2 Omförbränning**

Den naturliga startpunkten för att erhålla en god utbränning av bränslet är att justera pannan på olika sätt. Om detta av olika skäl inte lyckas kan ytterligare värme erhållas ur bränslet genom att det förbränns en andra gång.

Energimässigt innebär två förbränningssteg i stället för ett inte någon påtaglig skillnad eftersom specifika värmeförbrukningen för aska och oförbränt är lågt i

förhållande till det värme som kan erhållas. Däremot blir askhalten i omförbränningsbränslet mycket högre vilket bör påverka valet av panna.

Fluidbäddpannor är kända för att kunna användas i samband med höga askhalter. Om detta alternativ väljs kan en panna som används för ordinarie energiproduktion väljas.

Det finns emellertid typer av förbränningsanläggningar som är särskilt anpassade för hantering av material och för omblandning av detta tillsammans med gas. Detta gäller rosterugnen och roterugnen.

I sådana utrustningar kan även andra möjligheter utnyttjas. Flygaska innehållande förhöjda halter av vissa miljöstörande ämnen (bland annat vissa tungmetaller) kan omhändertas separat och bottenaskan erhållas i renad form. Det finns också förutsättningar för att utföra förbränningen understökiometriskt (d v s med syreunderskott) varvid vissa ämnen (till exempel kadmium) förflyktigas. Slutförbränning kan sedan ske i ett andra steg varvid olika ämnen erhålls i oxiderad form och ingår i askan.

Det finns också beskrivet i litteraturen att vattenånga kan införas för att allt omförbränt skall reagera och bilda gas.

Inga sådana processer har emellertid veterligt prövats i någon större skala i samband med behandling av aska från biobränslen.

### 4.3 Lakning

Askans innehåll av salt samt saltets betydelse i samband med deponering diskuterades i avsnitt 3.1. Där omnämndes också att aska som placerats på upplag utomhus perkolerar av regnvatten och förlorar sitt innehåll av lösliga salter.

I gamla tider utvanns kalium- och natriumsalter (karbonater) samt hydroxider ur aska. Dessa ämnen benämndes pottaska och användes bland annat för framställning av såpa (kalium) och tvål (natrium). I modern tid har kalialter utvunnits ur vedaskor i Nordamerika.

Numera utvinns både klorider och sulfater av natrium, kalium, kalcium och magnesium ur naturliga geologiska formationer genom upplösning i vatten som förs mellan borrhål.

I efterföljande steg sker indunstning enligt motströmsprincipen samt fraktionerad kristallisation. I den senare processen utnyttjas bland annat att lösligheterna för kalium- och natriumsalter har mycket olika temperaturberoende.

Det är tänkbart att en liknande process kan tas fram för utvinning av salt ur askor. Saltet har ett högre värde än vanligt koksalt genom sitt höga innehåll

av kalium. I en sådan process skulle även erhållas en avsaltad och därmed mera användbar aska.

#### 4.4 Omvandlingsprocesser

Omvandlingsprocesser i askan efter samt i samband med uttag (våtutmatning) innefattar bland annat följande:

- släckning av bränd kalk (slutprodukten är kalciumhydroxid)
- hydratisering av bränd gips (slutprodukten är kalciumsulfatdihydrat)
- bildning av ettringit (kalciumaluminiumsulfathydroxidhydrat)
- hydratisering av (eventuellt förekommande) aktiverad kiseldioxid samt motsvarande för aluminium
- karbonatisering
- upplösning av lösliga salter (kalium, natrium, kalcium, sulfat, klorid)
- upplösning och utfällning

Vissa av dessa reaktioner sker snabbt medan andra tar längre tid. Reaktionshastigheten styrs bland annat av närvaro av andra ämnen än de som reagerar.

Upplösning av salter beror av tillgången till vatten samt respektive salts löslighet i vatten. Klorider av kalium, natrium och kalcium är lösliga liksom sulfater av natrium och kalium. Dessa löses därför ut av perkolerande vatten. Sulfat och hydroxid av kalcium har låga men märkbara lösligheter. Dessa är ofta för låga för att material skall gå i lösning och transporteras bort, men tillräckligt höga för att material skall omlagras via lösning.

Karbonatiseringshastigheten styrs av tillgången till koldioxid vilken beror av halten koldioxid i luft som är ca 0,03 volymsprocent samt transporten genom askan. Den dominerande mekanismen för transport kan vara konvektion eller diffusion. Dessutom behöver askan sannolikt vara fuktig för att reaktion skall komma till stånd. I praktiken förefaller karbonatiseringshastigheten ofta vara mycket låg i ett askupplag.

Den ordningsföljd i vilken olika delreaktioner sker kan antas ha stor betydelse för slutresultatet.

Omvandlingsprocesser i aska kan sägas vara själva nyckeln till hur askor kan användas. Kunskap om dessa samt deras tidsförlopp under olika betingelser behövs för i stort sett all askanvändning.

Det aktuella kunskapsläget är som följer.

För några askor har undersökts vilka faser som finns före och efter hydratisering och karbonatisering. Reaktionsförlopp och kinetik är veterligt

inte kända och inte heller finns det någon allmän kännedom om vilka reaktionsmönster som förekommer i olika fraktioner av askor.

#### 4.5 Blandning och granulering

Blandning och granulering hänger samman processtekniskt sett eftersom operationerna inte sällan utförs i samma eller likartad utrustning.

Partiklar klumpas samman av kapillärkrafter när vattenhalten överstiger ett visst värde men understiger övermättnad. Vid små tillsatser vatten kan mycket små granuler erhållas under förutsättning att vattnet kan fördelas jämnt i pulvret. Vid större vattentillsatser uppkommer större agglomerat. Storleken hos dessa kan styras av flera faktorer, bland annat av hur länge partiklarna rullas och av huruvida partiklar slås sönder samtidigt som de byggs upp eller inte.

Inför blandning och granulering kan man räkna med att aska uppträder på mycket olika sätt beroende på om askan har genomgått omvandlingar eller inte. Detta beror inte bara på de kemiska reaktionerna i sig utan också på hur stora de "primära" partiklarna är och hur de aggregerats till varandra.

Flygaska består ofta av mycket finkornigt material som inte klumpats samman genom agglomerering. Detta innebär att materialet i fråga är extremt damningsbenäget. Efter kontakt med mer eller mindre fuktig luft bildas dock agglomerat, åtminstone i mikroskala.

Sådana effekter har betydelse för förutsättningarna att blanda material. Om blandning i mikroskala eftersträvas behöver "intensiteten" i blandningsförfarandet beaktas.

Det finns ett antal tänkbara behov av blandning och befuktning

- 1 befuktning med vatten till låg halt t ex i samband med nästan torr utmatning av flygaska
- 2 torr blandning - eventuellt malning - i mikroskala t ex för att blanda bentonit och aska för användning i tätskikt
- 3 granulering t ex för återföring till skogsmark eller för dränering
- 4 inblandning av vatten för stabilisering

Det finns ett antal typer av blandare och befuktare på marknaden. Sannolikt finns olika typer som kan utföra de operationer som behövs i varje enskilt fall. Det har exempelvis nämnts i avsnitt 3.2 att Eirichblandare kan användas för granulering (även valsplattning och självhärdning med efterföljande krossning kan användas för detta; i dessa fall behöver dock vatten blandas in i askan i ett separat steg)



#### **4.6 Siktning**

Siktning kan utnyttjas - eventuellt i kombination med blandare - för att erhålla önskad kornstorlek och kornstorleksfördelning. På detta sätt kan i stor utsträckning den hydrauliska konduktiviteten styras.

Två typer av siktning kan användas: siktning med metallnät och vindsiktning. Den förra metoden kräver knappast någon förklaring. Den senare metoden består i att luft blåser mot en ström av materialet varvid finfraktionen förs undan med luftströmmen.

Siktning med nät tillämpas i dag på deponier för att ge aska önskade egenskaper. Vid tjänlig väderlek kan arbetet utföras utomhus med hjälp av mobil utrustning.

#### **4.7 Övriga tekniker**

Utöver tidigare nämnda tekniker behövs ett antal systemdelar för hantering av aska. Det handlar främst om överföring mellan olika processutrustningar, dosering, blandning, mellanlagring och lagring. Denna blandning skall inte förväxlas med blandning i blandare. Vid hantering av bulkkvantiteter av material med varierande egenskaper är det av väsentlig betydelse att möjligheterna till omblandning i samband hantering utnyttjas. Detta innebär att material tas från olika delar av ett upplag, och tillförs ett upplag så att materialet rasar nerför en sluttning.

Inga särskilda svårigheter kan identifieras när det gäller hantering av aska. Den bedöms kunna hanteras med konventionell och kommersiellt tillgänglig utrustning. Det bör dock beaktas att varje bulkmaterial har sina speciella egenskaper och visst utvecklingsarbete kan visa sig bli nödvändigt i samband med utformning av olika system för hantering.

## 5 KVALITETSFRÅGOR

### 5.1 Inledning

Aska är en "råvara" med stora förutsättningar för variationer:

- *Bränslets sammansättning*: biobränsle, återvinningsbränslen, bäddmaterial, sand och jord
- *Förbränningsanläggningens uppbyggnad och drift*: typ av panna, fraktionering, rökgasrening, olika utmatningsställen, hantering inklusive vått/torrt och blandning
- *Askbildningsprocesser*: fraktionering under förbränningen, fysikaliska egenskaper (kornstorleksfördelning)
- *Omvandlingsprocesser i askan*: hydratisering, omlagring, karbonatisering, vätgasutveckling, utlakning av salter och agglomerering

För att erhålla aska med specifika egenskaper för olika användningar krävs kvalificering, d v s bl a processkunskap och kvalitetsarbete på liknande sätt som i t ex mineralutvinningsindustrin. Man kan emellertid knappast räkna med att det är möjligt att påverka driften av anläggningar särskilt mycket för att tillgodose behov beträffande askan.

### 5.2 Funktionskrav och utförandekrav

Vid utveckling av industriella system är det ändamålsenligt att definiera vilka krav som ställs utifrån den tilltänkta användningen. Dessa kan benämnas *funktionskrav*. Embryon till funktionskrav för olika tänkbara användningsområdena finns redovisade i avsnitt 3.

Det är mot funktionskraven som det fortsatta utvecklingsarbetet och kvalitetsarbetet behöver styras. Därför är formulering av funktionskrav en mycket viktig del i en utvecklingsprocess. Genom dessa skapas en tydlighet åt alla håll beträffande hur arbetet skall inriktas.

I det konkreta arbetet med kvalitetssäkring är det emellertid ofta inte särskilt praktiskt att direkt verifiera att funktionskraven är uppfyllda. I stället används *utförandekrav*. Uppfyllnaden av dessa säkerställs i kvalitetsarbetet. Utförandekraven kan avse såväl storheter som mäts på det färdiga materialet som driftsparametrar eller uppmätta storheter för bränslet.

Sambandet mellan funktionskrav och utförandekrav finns säkerställt i kvalitetsmanualen samt i den kunskapsbas som kopplats till manualen.

### 5.3 Kvalitetssäkring

Syftet med kvalitetsarbetet är att säkerställa att det material som levereras fungerar på tilltänkt sätt när det används.

En viktig omständighet i sammanhanget är att de askor som genereras har egenskaper som varierar över tid på ett komplicerat sätt och med beroende av ett antal parametrar.

Det är ändamålsenligt att definiera en *post* aska som en mängd material, där allt ingående material har likartade egenskaper ur kvalitetssynpunkt.

Eftersom askans egenskaper är beroende av tillverkningsbetingelserna och eftersom dessa varierar över tid förefaller det nödvändigt att definiera ett stort antal askposter i en given anläggning för till exempel en tid av ett år.

Med detta följer vissa problem:

- Hur skall man kunna mäta alla egenskaper som behövs för varje askpost, och
- hur skall man kunna hantera och följa dessa poster utan att informationen om deras egenskaper går förlorad?

Eftersom det finns många poster förefaller det inte praktiskt rimligt att göra annat än enkla undersökningar av egenskaper. Detta kan dock komma i konflikt med vad som redovisats i avsnitt 3 om att man behöver kvalificera askmaterialet för att kunna använda det på ett kvalificerat sätt.

Svaret på den första delen av frågan ovan ligger i att för varje post utnyttja sådant som man redan vet eller lätt kan ta reda på (utförandekrav) och att kombinera denna information med sådan som finns i en kunskapsbas så att slutsatser kan dras beträffande hur materialet kommer att fungera i den tilltänkta användningen (funktionskrav).

Svaret på den andra delen av frågan ovan ligger i att blanda poster till givna kvaliteter. Det är inte rimligt att hålla isär ett stort antal poster med vad det innebär för hantering och lagring. I stället utförs hanteringen på ett sådant sätt att blandning sker i samband med denna.

Askposter och askkategorier dokumenteras i kvalitetssystemet, vilket utgör grunden för användning av en viss kategori för ett givet ändamål.

Ett system i enlighet med vad som skisserats ovan kommer inte fram med mindre än att ett särskilt utvecklingsarbete utförs med kvalitetssäkring som inriktning. Även när ett kvalitetssystem tagits i drift och fungerar kräver det en löpande insats och ett visst underhåll.

## 6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Vid utformning och utförande av ett program är det viktigt att man får fram de resultat som erfordras och att resultaten föreligger vid den tid när de behövs. Härvidlag kan följande kategorier identifieras.

- 1 Insatser som
  - a har en återbetalningstid som är kortare än ett år, och där resultatet av insatserna kan leda till implementering inom denna tidsrymd, eller
  - b som kan bedömas vara av avgörande betydelse för den fortsatta verksamheten även i ett kort eller medellångt perspektiv
- 2 Insatser som bedöms ha återbetalningstider på högst fem år och som förutses kunna genomföras inom loppet av högst fem år
- 3 Insatser som syftar till den generella kunskapsinhämtning och kunskapsuppbyggnad som erfordras för insatser enligt punkt 2 ovan
- 4 Långsiktiga insatser

Vid var och en av de insatser som nämns nedan indikeras kategori med hakparentes [] enligt ovanstående indelning.

För att erhålla aska med specifika egenskaper för olika användningar krävs kvalificering, d v s bl a processkunskap och kvalitetsarbete på liknande sätt som i t ex mineralutvinningsindustrin. För att få fram ett sådant system krävs ett visst *kvalitetsutvecklingsarbete*[3] i vilken tas fram bland annat följande.

- 1 Funktionskrav
- 2 Utförandekrav
- 3 Kunskapsbas
- 4 Kvalitetssystem

*Juridisk-tekniska förutsättningar* innefattar nya EU-regler samt den nationella implementeringen av dessa. Regler kring förbränning redovisas i en Värmeforskrapport som är under tryckning. För närvarande föreligger behov av att utreda tänkbara konsekvenser av regler kring förbränning och deponering[1b]. Behov föreligger även av att följa den fortsatta utvecklingen[1b]. Det senare inkluderar även regler beträffande återföring.

*Bränslets sammansättning* liksom *askbildningsprocesser* utreds för närvarande inom ramen för Värmeforsks ramprojekt för förbränning av RT-flis. Innehåll av oorganiskt och organiskt material planeras utredas av Energimyndigheten. Kompletteringar erfordras bland annat beträffande variabilitet[3].

*Förbränningsanläggningens uppbyggnad och drift.* En ny askinventering planeras utföras av Energimyndigheten. Komplettering erfordras beträffande detaljerade samband bränsle - anläggning - drift - aska[1a].

*Uttag av aska.* För att kunna använda aska för olika ändamål krävs förutom ovanstående också att den tas ut i en lämplig form. Kontakt med vatten innebär i många fall att askans egenskaper förändras. Dessutom ökas vikten vilket har betydelse om askan skall destineras för deponering. Våtutmatning förefaller lämplig för bottenaskor medan torrutmatning kan vara att föredra för flygaskor. För att möjliggöra torr utmatning av flygaskor kan erfordras utredning kring något eller några av följande: kylning, befuktning till låg vattenhalt samt hantering av torrt material[1a].

*Omvandlingsprocesser* i aska kan sägas vara själva nyckeln till hur askor kan användas. Kunskap om dessa samt deras tidsförlopp under olika betingelser behövs för i stort sett all askanvändning. Processerna innefattar hydratisering, omlagring, karbonatisering, vätgasutveckling, utlakning av salter och agglomerering. Vissa studier finns men inte helhetsbilden. Utvecklingen bedöms behöva drivas till nivån att man genom kännedom av främst en askfraktions uppkomst kan dra konkreta slutsatser om hur den kan användas[3].

*Placering av aska på deponi* är inte samma sak som deponering eftersom askor i många fall kan användas som konstruktionsmaterial eller som stabiliseringsmedel.

Sannolikt används askor på många håll för konstruktionsändamål och det skulle vara värdefullt att få fram sammanställningar rörande metodik som tillämpats och erfarenheter som vunnits[2]. Vid Telge Återvinning AB pågår arbete med att få fram tätskikt (som är en del av ett täckskikt) genom att blanda lämplig aska med lämplig bentonit (mycket starkt tätande lera). Försöken avser täckning av 4 hektar med hushållsavfall. Detta arbete är av stor principiell betydelse i askanvändningssammanhang eftersom tätskikt innehållande aska kan förväntas vara kompatibla med annat material som består av eller innehåller aska. Det kan också nämnas att av olika tekniska skäl åtgår stora volymer - eventuellt mycket stora volymer - annat material (t ex aska) i samband med utformning av ett täckskikt[2].

Askor med ett högt innehåll av gips kan ha goda förutsättningar för att stabilisera tidigare ostabiliserat och okonsoliderat organiskt avfall (inklusive hushållsavfall) genom injektering. Det är tänkbart att man med hjälp av sådan injektering kan erhålla stabilisering gentemot oönskade differentiella sättningar, absorption av bildad metan genom biologiska reaktioner med ingående sulfat (minskad växthuseffekt) samt bindning av tungmetaller i form av sulfid. I första hand behöver tillämpligheten för svenska förhållanden klarställas [2].

*Återföring till skogsmark.* Skogsstyrelsen tar för närvarande fram bestämmelser beträffande återföring vilka innefattar krav på vattenbeständighet samt innehåll av potentiellt miljöstörande ämnen. Dessutom ingår krav beträffande högsta givor (här kan diskuteras huruvida det bästa kan bli det godas fiende).

För spridning fordras system för hantering och granulering vilka är anpassade till den hanterings- och spridningsutrustning som finns på skogssidan. Värmeforsk har tidigare låtit utföra studier av valsplettering samt även andra metoder och erhållit positiva resultat. För ett gott val av teknik behöver emellertid underlag föreligga från jämförande undersökningar. Vidare behöver vald teknik utvecklas till färdig tillämpning. I dessa arbeten bör resultat från de ovan nämnda studierna av åldrings- och härdningseffekterna utnyttjas. Vidare bör möjligheter till och förutsättningar för karbonatisering undersökas. [2]

*Användning av bottenaska och bäddaska för geotekniska ändamål.*

Bottenaska och bäddaska utgör de askor som innehåller minst föroreningar och som har den största kemiska stabiliteten. Bottenaskan har en porös och väl dränerande struktur och bäddaskan bibehåller mycket av de egenskaper som bäddmaterialet hade när det var nytt. Goda förebilder finns här från användning internationellt av bottenaska från koleldning samt slagg från avfallsförbränning. Det finns även ett fåtal tillämpningar avseende träbränslebaserade energiaskor. Frågan har nyligen behandlats i en rapport utgiven av Svenska Energiaskor AB. Behov av kompletterande information innefattar sammanställning av erfarenheter, geotekniska egenskaper, siktning, långtidsstabilitet, och innehåll av tänkbara miljöstörande ämnen[2].

*Användning av flygaska för geotekniska ändamål.* Flygaska har potential att själv ge stabila strukturer samt att stabilisera mark i övrigt. Bildningssättet är sannolikt olika för olika fraktioner av flygaska. Förutsättningarna för stabilisering är emellertid avhängiga av ett antal faktorer som indikerats ovan (sammansättning, utmatning, åldring med flera) och det är på nuvarande kunskapsnivå svårt att mera precist bedöma potentialen. Detta föreslås göras efterhand som de aktiviteter som nämnts ovan ger resultat. När potentialen bedömts och användning identifierats behövs bland annat motsvarande insatser som för bottenaska och bäddaska ovan. Även härdningsförlopp och dylikt kan behöva klarställas[2].

*Avsaltning.* Av olika skäl innehåller askor ofta klorider och sulfater av kalium, natrium och kalcium. Detta kan innebära problem på olika sätt. I en deponi försöker man sluta kretsloppet och då kan man råka ut för saltanrikning. Ofta eftersträvar man en låg permeabilitet vilket kan störas vid närvaro av salt.

Samtidigt kan innehållet av salt utgöra en tillgång, vilket inte minst gäller kaliumklorid (konstgödning). Metodik för utvinning av salt ur saltlösningar finns tillgänglig från mineralutvinningsvärlden. Tillämpligheten av sådana metoder kan bedömas om en förstudie utförs. [2,4]

*Termisk behandling.* Aska innehåller ofta oförbränt samt tungmetaller. De senare är ofta flyktiga i jämförelse med de övriga ämnen som ingår i askan. Genom termisk behandling och omförbränning kan andelen oförbränt reduceras samtidigt som askan renas. Vid höga halter oförbränt erhålls påtagliga mängder värme. Reningen från tungmetaller innebär sannolikt att

askan kan användas på ett friare sätt. Enligt uppgift pågår insatser inom detta område vid Energitekniskt Centrum (ETC) i Piteå. [4]

Ovanstående kan sammanfattas i nedanstående sammanställning<sup>8</sup>:

1	Allmänt	
	- Juridisk-tekniska förutsättningar	[1b]
	- Omvandlingsprocesser i aska	[3]
	- Kvalitetsutvecklingsarbete	[3]
2	I förbränningsanläggningen	
	- Förbränningsanläggningens uppbyggnad och drift	[1a]
	- Uttag av aska	[1a]
	- Variabilitet i askans egenskaper <sup>9</sup>	[3]
3	Generell behandlingsmetodik <sup>10</sup>	
	- Avsaltning	[2,4]
	- Termisk behandling	[4]
4	Tillämpningsområden <sup>11</sup>	
	- Placering av aska på deponi	[2]
	- Återföring till skogsmark	[2]
	- Användning av bottenaska och bäddaska för geotekniska ändamål	[2]
	- Användning av flygaska för geotekniska ändamål	[2]

<sup>8</sup> Betydelsen av siffrorna inom hakparentes förklaras i inledningen till avsnittet (avsnitt 6)

<sup>9</sup> Komplettering till pågående insatser avseende bränslets sammansättning samt innehåll av oorganiskt och organiskt innehåll av miljöstörande ämnen

<sup>10</sup> Övrig behandlingsmetodik förutses anpassas (efter eventuellt kompletterande utvecklingsarbete) till respektive tillämpning i samband med att denna utvecklas. Exempelvis behöver utvecklingsarbete utföras avseende granulering för spridning av aska på skogsmark.

<sup>11</sup> Ett antal olika tillämpningar förutses inom vart och ett av de områden som listats

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk forskning och utveckling. Forskningsprogrammet är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustriernas behov och problem.

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED  
STATENS ENERGIMYNDIGHET

VÄRMEFORSK SERVICE AB  
101 53 Stockholm  
Tel 08-677 25 80  
Fax 08-677 25 35  
[www.varmeforsk.se](http://www.varmeforsk.se)

Beställning av trycksaker  
Fax 08-677 25 35