

## Databasen Allaska under programperioden 2006-2008

Henrik Bjurström, Alice Øritsland, Solvig Grönstedt, Caroline Engfeldt och Samira Shamsa



**Databasen Allaska under programperioden  
2006-2008**

**The database Allaska during the period 2006-2008**

Henrik Bjurström, Alice Øritsland  
ÅF-Consult AB

Solvig Grönstedt  
Grönstedt Datakonsult AB

Caroline Engfeldt, Samira Shamsa  
Svenska Energiaskor AB

Projekt Q6-633 och Q6-636  
Årlig uppdatering av databasen Allaska under  
programperioden 2006-2008  
Uppgradering av databasen Allaska

VÄRMEFORSK Service AB  
101 53 STOCKHOLM · Tel 08-677 25 80  
April 2009  
ISSN 1653-1248



**Abstract**

I databasen Allaska samlas kvantitativ information om egenskaperna hos askor och andra mineraliska förbränningsrester. Under programperioden 2006-2008 har webbgränssnittet för databasen utvecklats samtidigt som de data som producerats under denna period har lagts in. Allaska har dessutom utökats med två samlingar som är de facto referens: de data som tagits fram under Ramprogram Askåterföring 1992-1995 med efterföljande program samt data från Värmeforsks basprogram.



## Sammanfattning

Syftet med databasen Allaska är att samla och presentera den kvantitativa informationen om egenskaperna hos askor och andra förbränningsrester som kommer fram under de projekt som utförs inom Värmeforsks delprogram ”Miljöriktig användning av askor”, det s k Askprogrammet. Allaska är tillgänglig för alla på Internet, på webbplatsen för delprogrammet, [www.askprogrammet.com](http://www.askprogrammet.com).

Allaska skapades under första programperioden och under den andra perioden, 2006-2008, har den fortsatt att utvecklas, dels vad avser webbgränssnittet, dels vad avser inlagrade data.

Användarnas önskemål om tillgänglighet, sökmöjligheter, möjligheter att ladda ner samt möjligheter att spåra ner till enskilda värden har tillgodosetts. Allaska har dock inte utrustats för specialiserade sökningar. Hjälpdokument för användarna har sammanställts och lagts ut på Allaskas webbplats. Allaska finns nu även i en engelsk version.

De data om egenskaper som lagts in i Allaska under 2006-2008 är dels två samlingar av data utanför Askprogrammet, dels data från programmets projekt under 2006-2008:

- Ramprogram Askåterföring 1992-1995 med efterföljande statliga forskningsprogram om fasta biobränslen och uthållig tillförsel av bränslen, ca 100 askprov
- Värmeforsks basprogram, 76 askprov
- Ett trettiotal askprov inom periodens 40-tal projekt

Införandet av dess två samlingar bryter mot den policy som antagits i inledningen av arbetet med en databas, men data i samlingarna är de facto referens i forskningen och i praktiken. I dag finns data för ca 450 askprov.

Allaska har fyllt sin funktion, att öka kunskapen om askors egenskaper, men de nya behoven som uppstår som följd av denna ökade kunskap ställer nya krav på den information som skall lagras i Allaska och på deras presentation.

*Nyckelord: aska, förbränningsrest, egenskaper, databas*





## Summary

The purpose of the database Allaska is to collect and present the quantitative information on the properties of combustion residues that has been obtained in research projects in Värmeforsk's sub-programme "Environmentally correct utilisation of combustion residues", the so-called Ash Programme. Allaska is freely available on Internet, on the web site of the programme, [www.askprogrammet.com/english.shtm](http://www.askprogrammet.com/english.shtm).

Allaska was created during the first period of the Ash Programme, and it has been developed further during the second period, 2006-2008, in two directions: the interface on Internet and the data stored in the database.

The wishes from the users regarding availability, possibilities to do searches, possibility to download as well as the possibility to track single values have been met. However, Allaska is not equipped for specialised searches. Explanatory documents have been prepared and hung on the web site. Allaska can now also be accessed in English.

The data on properties that have been entered into Allaska during 2006-2008 consist of two collections of data exterior to the Ash programme as well as of the data produced in the Ash Programme during that period:

- The Framework program Recycling of Ash, carried out 1992-1995 as well as subsequent programmes on solid biofuels and sustainable supply of biofuels with public funding, ca 100 samples
- The Base Programme of Värmeforsk, 76 samples
- Approximately 30 samples from the Ash Programme

Entering the two exterior collections is contrary to the quality policy adopted at an early stage, but these data are already de facto reference in research and practice. The total number of samples in Allaska is now ca 450.

Allaska has filled its role, a tool for increasing knowledge on the properties of combustion residues, but the new wishes for information that follow from this increased knowledge places new requirements on information from Allaska and on its presentation.

*Keywords: ash, combustion residue, properties, database*



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	BAKGRUND	1
1.2	DATABASEN ALLASKA	1
1.3	UPPDRAGEN	2
1.4	MÅL OCH MÅLGRUPP	3
<b>2</b>	<b>ÄNDRINGAR I ALLASKA</b>	<b>4</b>
2.1	ÖNSKEMÅLEN OM FÖRBÄTTRINGAR	4
2.2	ÄNDRINGAR I WEBBGRÄNSSNITTET	4
2.3	PLANERADE MEN EJ GENOMFÖRDA ÄNDRINGAR	8
<b>3</b>	<b>UTÖKNING MED DATA UTANFÖR ASKPROGRAMMET</b>	<b>9</b>
3.1	RAMPROGRAM ASKÅTERFÖRING	9
3.2	DATA FRÅN VÄRMEOFORSKS BASPROGRAM	12
<b>4</b>	<b>DATA FRÅN ASKPROGRAMMET</b>	<b>14</b>
4.1	DATA FRÅN PERIODEN 2002-2005	14
4.2	DATA FRÅN PERIODEN 2006-2008	15
4.3	DATA FRÅN UNDERSÖKNINGAR UTANFÖR ASKPROGRAMMET	16
4.4	YTTERLIGARE KOMPLETTERINGAR	16
<b>5</b>	<b>FORTSATT UTVECKLING OCH UTBYGGNAD AV ALLASKA</b>	<b>17</b>
5.1	MER DATA TILL ALLASKA	17
5.2	EN FRAMTIDA KLASSIFICERING AV BRÄNSLEN	18
5.3	KVALITET	20
5.4	KVALITET HOS DATA OM DEN KEMISKA SAMMANSÄTTNINGEN	20
5.5	ÖVRIGA FRÅGOR	22
<b>6</b>	<b>REKOMMENDATIONER</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>LITTERATURREFERENSER</b>	<b>25</b>
7.1	RAPPORTER OM ALLASKA INOM ASKPROGRAMMET	25
7.2	RAPPORTER FRÅN RAMPROGRAM ASKÅTERFÖRING M FL	25
7.3	VÄRMEOFORSKRAPPORTER	26
7.4	RAPPORTER FRÅN PROGRAMPERIODEN 2002-2005	27
7.5	RAPPORTER FRÅN PROGRAMPERIODEN 2006-2008	28
7.6	SKRIFTER UTANFÖR ASKPROGRAMMET	29

## Bilagor

**A ANDRA DATABASER**

**B RAPPORTER SOM INTE HAR TAGITS MED**

**C EN VÄGLEDNING I TERMINOLOGIN FÖR ASKA OCH PANNOR FÖR ANVÄNDAREN AV ALLASKA**

**D INDATA TILL ALLASKA**

**E OSÄKERHETER OCH DETEKTERINGSGRÄNSER**



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”, även kallat Askprogrammet, har Värmeforsk samlat resurser och erfarenhet för att skapa förutsättningar för att askor kommer till användning. I första hand är målet att öka kunskapen om askor och deras användning, om att ta fram kriterier och värderingar, både tekniska och miljömässiga. Delprogrammet skall komplettera de undersökningar som utförts tidigare och samordna med andra program som angränsar till det.

Arbetet omfattar såväl utveckling av användningar, dokumentering av försök och demonstrationer, kompletterande bestämmningar av askors egenskaper inför försöken som spridning av information kring användningar.

## 1.2 Databasen ALLASKA

Databasen ALLASKA skapades för delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” som ett medel att sprida information om askors egenskaper och därmed öka kunskapen om dem. De data som kommer fram inom delprogrammets projekt samlas och görs tillgängliga för alla på [www.askprogrammet.com](http://www.askprogrammet.com), Askprogrammets webbplats.

Allaska skapades i Access och utrustades sedan med ett gränssnitt för Internet [1], [2]. Under programperioden 2002-2005 uppdaterades den två gånger och per 2005-12-31 innehöll den 244 dataposter motsvarande lika många material, i överväldigande majoritet askor.

De sökmöjligheter som fanns i slutet av 2005 är en basuppsättning, utgående från de behov som initialt kunde förutses och i avvaktan på uttryckliga behov innan vidare sökmöjligheter infördes. Det var inte meningen att Allaska skulle kunna laddas ner, med hänvisning till integriteten hos data. Under den tid som Allaska har varit allmänt tillgänglig har flera förslag till förbättringar lämnats alternativt brister påpekats. Det är såväl önskemål om utökade sökfunktioner som önskemål om att kunna ladda ner samlingar av data.

Det bestämdes på ett tidigt stadium att de data som lagras i Allaska skulle hålla en hög kvalitet och utgöra en referens i fältet. För att nå detta mål avstods från en vid informationsinsamling från internationell litteratur, som hade kunnat ge ett stort antal data. Endast data som har tagits fram inom Askprogrammet las in.

Emellertid finns andra svenska data som utgör en de facto referens för arbetet med askor, t ex data från Ramprogram Askåterföring. Att avstå från dessa vore att minska Allaskas användbarhet.

### 1.3 Uppdragen

Arbetet med Allaska under programperioden 2006-2008 som redovisas genom denna samlingsrapport genomfördes som tre deluppdrag:

- Q6-636, Uppgradering av databasen Allaska, delredovisad tidigare [4]
- Q6-633, Årlig uppdatering av databasen Allaska under programperioden 2006-2008
- Tillägg till Q6-633, ytterligare insatser

I det förstnämnda deluppdraget modifierades och utökades databasen Allaska i syfte att öka dess nytta för användarna, vilka önskat sig fler data och bättre tekniska möjligheter att hantera informationen.

Båda gränssnitt (Access och Internet) reviderades för att tillfredsställa önskemål om en bättre hantering av information. Två stora grupper av kvantitativ information om askor med följande ursprung las in i Allaska som en engångsåtgärd:

- Ramprogram Askåterföring, ett program samfinansierat av NUTEK, Vattenfall och Sydkraft under perioden 1992-1996 och efterföljande program med statlig finansiering
- Värmeforsks basprogram

I det andra deluppdraget uppdaterades databasen Allaska under den nya programperioden 2006-2008. Inledningsvis hämtades in de data som inte kunnat matas in 2005, antingen för att de kom för sent, eller för att datakategorierna inte tidigare hade skapats i Allaska (t ex vattenabsorption eller triaxialprovning enligt EU-standard). Smärre modifieringar av Allaska gjordes även i detta deluppdrag, t ex införandet av ytterligare datakategorier och rutiner för att underlätta en felfri inmatning.

Ett tillägg till uppdraget beställdes av Värmeforsk våren 2008: ytterligare ändringar av gränssnitten efterfrågades, liksom en precisering av informationen.

ÅF-Consult AB, Division Energy, är uppdragsansvarig för samtliga deluppdragen och huvudutförare för det första, Q6-636. För det datatekniska arbetet med gränssnitten har Grönstedt Datakonsult AB anlåtats. Per 2006-12-31 har driften av Allaska lämnats över till Svenska Energiaskor AB som därefter är huvudutförare för Q6-633 under ÅF:s ledning.

Referensgruppen för uppdraget bestod av:

- Ebba Wadstein, Statens geotekniska institut
- Johan Ericson, Vattenfall Värme i Uppsala
- Raul Grönholm, SYSAV
- Erik Karlton, Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst f skoglig marklära
- Karl-Johan Loorents, Väg- och Transportforskningsinstitutet, numera Vägverket, under 2006
- Claes Ribbing, Värmeforsk

#### **1.4 Mål och målgrupp**

Målet för uppdraget är en databas som är aktuell per 2008-12-31, d v s att alla data som kommit fram under denna andra programperiod, 2006-2008, i delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” har matats in.

Målgruppen för Allaska är oförändrad, nämligen alla användare hos energianläggningar, myndigheter och entreprenörer, samt forskare.

## 2 Ändringar i Allaska

### 2.1 Önskemålen om förbättringar

Inför den nya programperioden inom Askprogrammet genomfördes diskussioner med intressenter inom Askprogrammet och en enkät per e-post. Önskemål från användare som tagit kontakt med bl a ÅF-Consult sammanställdes. I sammandrag var de önskemål som framfördes följande:

- Anläggningsägare önskar att det enkelt skall kunna kontrolleras vilka uppgifter från deras anläggning finns i Allaska.
- Forskare eller utredare önskar kunna ladda ner större mängder data för att kunna bearbeta dem, t ex med programvara för statistisk analys för att få fram mått som inte ges i rapporterna från Allaskas sökfunktion
- Man vill lättare komma åt rapporterna där undersökningarna som gett upphov till lagrade data beskrivs, även vetenskapliga artiklar utanför Värmeforsks ram
- En större detaljrikedom i beskrivningen av bränslet
- Man vill kunna se hur många prov med data ingår i en sökprofil för att inte bli frustrerad av att en sökning ger svaret ”inga prov”
- I syfte att kunna byta ut data med utländska intressenter bör Allaska kunna användas på engelska

Med ledning av diskussioner under uppdraget har ytterligare önskemål om presentationen av data kunnat identifieras och föreslagits:

- Hjälp med tolkning av data
- Möjligheten att utesluta askor från blandbränslen från en sökning på t ex rena skogsbränslen

Under det att det tredje deluppdraget, tillägget 2008, beställdes och initierades framfördes tillkommande önskemål att uppfylla inom projektets budget:

- Värden under detekteringsgränsen för sammansättning och lakegenskaper skall redovisas och ingå i statistiken
- Viktiga faktorer skall visas, t ex om askan fått mogna och under hur lång tid
- De standardmetoder och analyspaket som utnyttjats för värden skall visas
- Data för triaxtester bör vara resultat, egenskaper för materialen, inte rådata för en beräkning

Huvuddelen av dessa önskemål berör presentationen av de data som finns i Allaska, vilket betyder ändringar i webbgränssnittet snarare än Accessgränssnittet. Önskemålen i beställningsfasen av tillägget 2008 kräver emellertid ändringar i Accessgränssnittet.

### 2.2 Ändringar i webbgränssnittet

I uppdraget har följande detaljåtgärder vidtagits i webbgränssnittet:



- En sökfunktion som tillåter att se på askorna från en namngiven anläggning men även från en given panna har införts
- En rutin fördes in som visar hur många prov som finns i ett urval, t ex kombinationen bottenaska-roster-träbränsle. Tyvärr tar det lika mycket tid att beräkna antalet prov i en profil som att genomföra sökningen: den psykologiska vinsten med denna rutin är tveksam
- Eftersom en sökning på ”alla”, default i en sökprofil, ger askor och andra material (övrigt, t ex berg och morän) har sökbegreppet ”alla askor exkl övrigt” införts in
- En möjlighet att se vilka prov som ingår i ett medelvärde för ett en storhet har efterfrågats. Detta har lagts in som länk i rutan ”Antal prover” i sökrapporten.
- Nästa önskemål var att kunna se vilka värden som ingick i ett medelvärde – en ny kolumn skapades i denna rapport med det numeriska värdet för varje prov i den aktuella uppsättningen
- Önskemålet om länk till källor för data har tillfredsställts genom att länka till Värmeforsks rapportdatabas i beskrivningen av källan för varje uppgift. Att länka till PDF-filen med rapporten som önskemålet var kunde inte göras enkelt.
- Möjligheten att ladda ner resultatet från en sökning som en Excelfil har utökats med möjligheten att ladda ner hela Accessfilen
- Hjälpdokument har lagts upp på webbgränssnittet

För en dialog på engelska har dels ledtexten på webbgränssnittet för Allaska översatts till engelska och placerats i en parallell sida. Man når den engelska versionen genom att klicka på den engelsk/amerikanska flaggan. Man kommer tillbaka till den svenska versionen genom att klicka på den svenska flaggan.Handledningen har också översatts till engelska. Den engelska och den svenska sidan har fått var sin räknare för antalet besök.

Tyvärr är texten i datasträngarna i Allaska fortfarande svensk. Att översätta den hade krävt en omarbetning av strukturen i Access med ytterligare information att mata in för att få dubbelspråkighet fullt ut. Det är fullt möjligt men kräver dels lite eftertanke, dels en genomgång av redan inmatade data. För att kompensera för detta tillkortakommande har en varning placerats på webbgränssnittet och en gloslista lagts in i den engelskspråkiga handledningen.

De informationer som användare önskar få fram ur Allaska är i första hand normala värden för en storhet och variationsintervallet för alla askor eller för en viss typ av askor (botten- eller flygaska, panntyp, bränsle), av två tänkbara skäl:

- Användaren vill veta vilka egenskaper som kan förväntas hos en typ av aska
- Användaren vill veta om en ny askas egenskaper är samma som andra kända askors

En sökning i Allaska presenterar därför ett medelvärde för de inlagda proven, lägsta och högsta värde och en standardavvikelse. För att granska närmare varje aska har man tidigare behövt leta i listan över prov som ingår i sammanställningen. Eftersom inte alla prov behöver ha bidragit till det värde som är intressant<sup>1</sup> har det inneburit litet mer arbete än användaren förväntar sig. Nytt är att användaren kan ta reda på vilka prov som ingår i den uppsättningen och vilka värden som ingår i de statistiska storheterna genom att klicka på länken ”antalet prov” i den statistiska redovisningen för varje storhet.

I inledningen av arbete med Allaska konstaterades att det inte gick att hantera ”mindre än” och ”större än” i Access. Ett mindre väl genomtänkt val gjordes då för värden under detekteringsgränsen i en kemisk analys<sup>2</sup>: vi skulle inte föra in något värde alls. Beslutet har dock inte alltid följts av dem som matat in data. Information om ett värde ligger under detekteringsgränsen har dock efterfrågats, liksom osäkerheterna i analysvärden. Under 2008 har vi därför löst problemet genom att införa i Accessgränssnittet en flagga i såväl kemisk sammansättning som lakdata: en ibockad ruta betyder att detta värde är en detekterbarhetsgräns eller bestämbarhetsgräns. I webbgränssnittet kommer boken att visas som ett < eller som ett annat tecken. För 2009 kvarstår att gå igenom de data som hittills matats in och bocka för de aktuella uppgifterna.

Forskare önskar bearbeta data i t ex programvara för multivariat analys, och har efterfrågat ett enkelt sätt att ladda ner data, utöver den presentation i ett Excelblad som finns tillgänglig. Det går att skapa en Excelfil med alla data i Allaska, men den blir ohanterlig. Uppgiften delades ner i mer lätthanterade blad genom att ge möjligheten att lagra rådata för en sökning i ett Excelblad: dels provets ID-nummer som radmarkerare, dels rådata ordnade i kolumner. En fil kan skapas för sammansättningen när aktuell knapp klickas i en redovisning av en sökning på sammansättning, etc. Även detta bedömdes ohanterligt och otillfredsställande av databasens användare, varför det skapades möjligheten att ladda ner hela Allaska som Accessfil men utan Accessgränssnitt. Användaren som laddat ner datafilen kan sedan skapa sin egen sökprofil, förutsatt att denna har tillgång till mjukvaran Access.

Syftet med Allaska är att ge tillgång till de data som finns om askors egenskaper till alla intressenter, anläggningar som allmänhet och myndighet. Användaren av Allaska skall göra sin egen tolkning av informationen.

Icke förty behövs mer information, bl a på webbgränssnittet, därför att det inte kan förutsättas att användaren behärskar begreppen på alla teknikområden, därför att det inte heller kan förutsättas att användaren läser rapporterna om Allaska, därför att flera kategorier av användaren efterlyst hjälp att tolka data.

---

<sup>1</sup> Om 35 prov kan finnas inom en sökprofil, kan 30 ha bidragit till värdet för storheten A och 3 till värdet för storheten B.

<sup>2</sup> Se Helsels skrifter, bl a artikeln i Chemosphere [69], om konsekvenserna av de olika metoderna att ersätta ett resultat under detekteringsgränsen med ett numeriskt värde

---

Följande brister har identifierats:

- En mer detaljerad beskrivning av var askorna faller och betydelsen av förbränningsanläggningens konstruktion
- En specificering av de metoder som används för att bestämma en egenskap
- Ett medelvärde är ett säkert värde som kan användas som materialspecifikation, eller?
- Hjälpa att tolka data

En första åtgärd har varit att sätta ihop en beskrivning av förbränningsanläggningars utrustning, d v s pannor och rökgasrening, med en beskrivning av var olika strömmar av förbränningsrester faller, se Bilaga C.

Det har efterfrågats information om vilka metoder som använts för att bestämma en egenskap, t ex vid analysen av den kemiska sammansättningen. Den informationen finns i Bilaga A till den första rapporten 2004 om Allaska, nr 857 [1], vilken är sällan omedelbart tillgänglig för Allaskas användare. Dokumentet har omarbetats under 2008 så att det står för sig själv, se Bilaga D men kan behöva bearbetas ytterligare innan det kan läggas ut på webbgränssnittet. När detta är klart kommer dokumentet att anslås.

Ett dokument om de statistiska valen i Allaska har sammanställts, se Bilaga E. De ämnen som tas upp är fel- eller osäkerhetsintervall för de värden som lagts in i Allaska samt redovisningen av värden under detekteringsgränsen. Ytterligare text har lagts in i dokumentet inför den dag då data om PAH eller PCDD/F läggs in i Allaska:

- Summering av enskilda värden till en summakoncentration då något eller flera värden i summan ligger under detekteringsgränsen
- Återvinning av en tillsatt internstandard
- Blankprov för kontaminering från omgivningen.

Ett dokument som sammanfattar det som är känt om askors sammansättning och vilka faktorer som påverkar denna har påbörjats, i syfte att ge den oerfarne användaren några ledtrådar inför tolkningar av informationen, t ex hur man ser att en viss aska härrör från avfall och en annan aska från skogsbränslen. Det har dock visat sig vara för svårt att göra en vetenskapligt oantastlig skrift utan värderingar. Då dokumentets ändamål dessutom har starkt ifrågasatts har detta arbete avbrutits.

### 2.3 Planerade men ej genomförda ändringar

Några bland de behövliga ändringarna av gränssnitten har inte kunnat genomföras på grund av arbetsinsatsen inte rymdes inom budgeten:

- Den nya egenskapen biotillgänglighet med flera lakdata och beräknade storheter
- De organiska ämnena (IUPAC-namn, eventuella inarbetade trivialnamn, CAS-nummer, EINECS-nummer, etc)<sup>3</sup>
- Arbetet med att omvandla den befintliga strukturen för rådata från triaxialförsöken till beräknade storheter
- EAK-nummer på materialen

---

<sup>3</sup> Försiktighetsåtgärder behöver också vidtas för att ett och samma ämne inte skulle läggas in under olika namn, t ex BHT (butylhydroxytoluen som är handelsnamnet men heter 2,6-di-tertbutyl-4-metylfenol i IUPAC-nomenklaturen). Filosofin med tvingande förval för alla storheter som matas in skapar merarbete, liksom de långa namnen på organiska ämnen.

### 3 Utökning med data utanför Askprogrammet

Endast kvalitetssäkrade data skall ingå i Allaska därför att dessa skall utgöra en referens. Genom att lägga in endast egna data, dvs data som tas fram inom något av de projekt som finansieras av Askprogrammet, tillgodoses de flesta kraven på kvalitet.

Emellertid inleddes Askprogrammet först 2002. Det finns äldre data som hittills utgjort en de facto referens, även om inte alla uppgifter som idag är önskvärda finns tillgängliga. Det vore en brist om dessa uteslöts. Ett första steg under programperioden 2002-2005 mot en utökning med sådana uppgifter var att infoga VTI:s datasamling om geotekniska egenskaper i Allaska [3].

Ytterligare två uppsättningar av data bedömdes kunna berika Allaska:

- Data från Ramprogram Askåterföring 1992-1996 med dess efterföljare – de är inte så fullständiga som det kunde önskas, framför allt med avseende på anläggningsdata, men de utgör de facto en referens för temat ”Askor till skog”. Därmed bör de kunna ingå i Allaska.
- I flera Värmeforskprojekt utanför Askprogrammet har askors egenskaper bestämts. De ingick inte fram till slutet av 2005, därför att de inte skapades inom delprogrammet. Omständigheterna under vilka de tillkommit är dock relativt välkända, och de bör därför också kunna ingå i Allaska.

#### 3.1 Ramprogram Askåterföring

Ramprogram Askåterföring var ett sammanhållet forsknings- och utvecklingsprogram med målen att klargöra hur återföring av aska påverkar förutsättningarna för en uthållig och hög biobränsleproduktion, och att utveckla/utvärdera storskaliga system för askhantering. Programmet, som löpte 1992-1996, samfinansierades av Vattenfall, Sydkraft och NUTEK.

Ramprogram Askåterföring följdes av två successiva program:

- ”Uthållig produktion av biobränslen från skogsmark”, 1997-1999 som administrerades först av NUTEK och sedan av Energimyndigheten
- ”Biobränslen och miljön”, 2000-2004 hos Energimyndigheten

I en första genomgång av rapporter och vetenskapliga publikationer från dessa forskningsprogram identifierades sexton rapporter, de i Tabell 1 som potentiella källor till uppgifter om askors egenskaper. Efter en mer detaljerad granskning hämtades uppgifter om 104 prov in i Allaska ur nio rapporter. Sju rapporter lämnades vid sidan därför att uppgifterna inte var kompletta eller därför att samma data lagts in från andra rapporter.

Tabell 1. *Rapporter som utgör potentiella källor till data om askor i forskningsområdet askåterföring*

Table 1. *Reports within the research area "Recycling ashes to forest soils" that are potential sources of data*

Författare	Titel	Referens
Eriksson J	Karakterisering av vedaska [5]	Vattenfall, Projekt Bioenergi 1992/48
Holmroos S	Karakterisering av vedaska [6]	Vattenfall Utveckling rapport nr VU- E 93:64
Lundborg A och Nohrstedt H-Ö	Effekter av askspridning i skogen [7]	NUTEK, Återföring till skogsmark R 1996:13
Jönsson O och Nilsson C	Karakterisering av förgasningsaskor från skogsbränslen [8]	NUTEK Ramprogram Askåterföring R 1996:27
Steenari B-M och Lindquist O	Biobränsleaskors innehåll samt hårdningsegenskaper [9]	NUTEK Ramprogram Askåterföring ER 1996: 28
Eriksson J	Härdade vedaskors upplösning i skogsjord [10]	NUTEK, Ramprogram Askåterföring R 1996:50
Danielsson B-O och Nilsen T	Återföring av självhärdad aska [11]	Projekt Bioenergi, Vattenfall Utveckling rapport nr 1997/7
Steenari B-M och Lindquist O	Kemisk stabilitet hos restprodukter från förbränning av biobränsle [12]	NUTEK, Ramprogram Askåterföring, R 1997:74
Hansson M m.fl.	Storskalig askhantering i Mellansverige [13]	projekt Uthålliga Energilösningar, Vattenfall Utveckling rapport 1998/3
Orth L och Westling O	Tillförsel av aska och kalk till skogsmark i södra Sverige [14]	STEM Ramprogram Askåterföring ER 5:1998
Andersson L, Linné M och Nilsson C	Askor från sameldning med kol, torv och olja - innehåll och egenskaper [15]	STEM Ramprogram Askåterföring ER 7:1998
Lindström I och Nilsson A	Krossaska- teknik för att omvandla skogsbränsleaska till skogsvitaliseringsmedel [16]	STEM Ramprogram Askåterföring ER9:1998
Nilsen T och Eriksson H M	Vedaska och kalk - effekter på upptag av näringsämnen och tungmetaller [17]	STEM Ramprogram Askåterföring ER 10:1998
Danielsson B-O	Spridning av aska från Falu kraftvärmeverk [18]	STEM Ramprogram Askåterföring ER 11:1998
Windelhed K	Mekanisk bearbetning av bioaskor [19]	STEM Ramprogram Askåterföring ER12:1998
Steenari B-M, Lindqvist O, Tomsic A, Marsic N och Karlsson L-G	Partikelstorlekens inverkan på upplösning av härdad träaska [20]	STEM Ramprogram Askåterföring ER 27:1998

Den största samlingen av data är den undersökning som utförts av Holmroos vid Vattenfall [6], där prov togs på bottenaska och flygaska vid 20 pannor: 12 rosterpannor, 6 fluidbäddpannor och 2 pannor med pulverbrännare. I regel togs sex prover på varje aska, men endast det första provet i varje serie registrerades i databasen i denna omgång. För askan från Mjölby valdes prov nummer 2.

---

Flera bland dessas askor analyserades om med en annan uppslutningsmetod (perklorsyra och fluorvätesyra) av Eriksson [5]. Dessa analyser bedömdes av Eriksson själv inte vara helt tillfyllest, varför dessa las inte in. Övriga laktester i detta arbete är inte standard. Se avsnitt 5.4 för en diskussion.

Återföringsverksamheten vid Falu Energiverk, numera Falu Energi & Miljö, har dokumenterats i 4 rapporter ([11], [13], [18] och [19]), vilka bidragit med sammansättningen för 10 prov. Bland dessa skrifter har Danielssons andra rapport [18] den största samlingen data.

Sammansättningen registrerades för askorna från Fors kartongbruk (STORA Fors) [13]. Siktcurvor samt resultat av lakttest i kolonn angavs endast i diagramform i rapporten, och data kunde därför inte läggas in.

Steenari och Lindquist [9] anger sammansättningen på 7 färska askmaterial från följande anläggningar: Eskilstuna, Nässjö, Perstorp, Ljungby och Nymölla. Ljungby och Värnamo är rosterpannor medan resterande pannor är av typen CFB. Härdade askor från pannor i Ljungby och Eskilstuna undersöktes i en senare rapport [20] och i Erikssons rapport [10]. Sammansättningen för fyra prov i denna registrerades i databasen. Lakningstesterna i rapporten hade inte utförts enligt EN- standarder, varför de uteslöts.

Från Lindströms och Nilssons undersökning av askors självhärdning togs sammansättningen för 28 askor [16]. Bland proven finns såväl färsk aska som aska som härdat i strängar. Flera bland askorna undersöktes också av Steenari [9], [20].

Sammansättningen för obehandlat askmaterial från åtta anläggningar har hämtats in från Steenari och Lindquist [12]. Beskrivningen av pannor och bränslen är dock inte komplett. Resultat från lakttesterna kunde inte registreras då de inte var enligt de standarder som databasen hanterar.

Enstaka kornstorleksfördelningar samt sammansättning registrerades för två bottenaskor och fyra flygaskor från anläggningarna Värnamo, Enköping, Falun och Stora Fors [19]. Bränslen angavs emellertid inte i rapporten.

Information har hämtats in från IVL, bl a Orth och Westlings rapport i Tabell 1, men data kommer att läggas in senare. Se Bilaga B för en genomgång av de rapporter som inte prioriterats i denna omgång.

Gustaf Egnell vid SLU i Umeå har lämnat en lista med de data som han utnyttjat i syntesrapporten över Energimyndighetens biobränsleprogram och projekt med askåterföringsfrågor. Det förefaller inte som om vi i detta uppdrag missat många källor om askor och deras produktion.

### 3.2 Data från Värmeforsks basprogram

I en genomgång av rapporter som publicerats av Värmeforsk identifierade de i Tabell 2 som potentiella källor till uppgifter att lägga in i Allaska. Ytterligare några rapporter diskuteras i Bilaga B.

Totalt har 76 poster lagts in från utvalda Värmeforskrapporter.

Tabell 2. Värmeforskrapporter som utgör potentiella källor till data om askor

Table 2. Reports published by Värmeforsk that are potential sources of data

Författare	Titel	Referens
Burvall J, Nordin A, Levén P och Wigge B	Undersökning av kemisk sammansättning och kornstorleksfördelning i torvaskor från kommersiell förbränning [21]	rapport nr 439 (1992)
Burvall J och Samuelsson R	Fasta bränslen – cirkelanalys av fasta restprodukter från förbränningsanläggningar [22]	rapport nr 441 (1992)
Bjurström H	Jämförelse mellan olika metoder att behandla bioaska som skall återföras [23]	rapport nr 669 (1999)
Blom E, Lundborg R och Wrangensten L	Provelldning i fastbränslepanna för att kartlägga emissioner vid inblandning [24]	rapport nr 788 (2002)
Andersson A, Andersson C, von Bahr B, Berg M, Ekvall A, Eriksson J, Eskilsson D, Harnevie H, Hemström B, Ljungstedt J, Keihäs J, Kling Å, Mueller C, Sieurin J, Tullin C och Wikman K	Förbränning av returträflis – Ramprojekt RT-flis [25]	rapport nr 820 (2003)
Hansson S, Kallner P, Ljungdahl B, Wrangensten L, Stalenheim A och Goldschmidt B	Ramprojekt – Askproblem vid skogsbränsleledning i fluidbädd, etapp 2 [26]	rapport nr 833(2003)
Bergkvist K, Myringer Å, Nordgren D och Rydberg S	Omförbränning av askor i rosterpannor [27]	rapport nr 914 (2005)
Berg M, Andersson C, Ekvall A, Eskilsson D, de Geyter S, Helgesson A, Myringer Å, Wikman K och Öhman M	Förbränning av utsorterade avfallsfraktioner [28]	rapport nr 917 (2005)
Goldschmidt B	Samförbränning av klippta gummidäck [29]	rapport nr 926 (2005)

Askor från torveldning i nio anläggningar (fyra fluidbäddpannor, en förgasare, en pulverbrännare och tre rosterpannor) har undersökts av Burvall m fl [21]. Elva prov har lagts in med sammansättning och kornstorleksfördelning.



Ringtesterna som dokumenterades i Burvall och Samuelsson [22] har inte lagts in i Allaska. Vi bedömer att en jämförelse av analysresultat från olika laboratorier inte ger något mervärde i detta sammanhang och vi kunde inte definiera ett kriterium som skulle göra det möjligt att välja en uppsättning data att representera proven.

Två askor (Kährs och Jönköping) användes i en jämförelse mellan olika metoder att agglomerera askor, vilket gav upphov till tio prov (en obehandlad och fyra behandlade per aska). Dessutom finns data för en krossaska från Falun [23]. Elva prov har lagts in med sammansättning och laktester.

Resultat från proveldning i Linköping P3 med sex bränslemixer bestående av huvudsakligen RT-flis och bark med tillsats av PTP<sup>4</sup>, köttmjöl, blöjor (spill från produktion) och läderspill i olika koncentrationer ger sammansättningen på 17 prov av flygaska, elfilteraska och cyklonaska [24]. Vi har antagit att i analysprotokollet från SGAB Analytica på sidan 3 i rapportens Bilaga B.2 provbränsle är lika med mix 1 och prov 1 är lika med mix 2.

Från etapp 2 i Ramprojekt RT-flis [25] har inte några data lagts in. Det finns mycket data om beläggningar, mindre om bränsle, och för askor endast tungmetaller. Det var svårt att få in kompletterande information om askorna och därmed bedömdes nyttan av dessa data vara liten.

Hansson m fl [26] innehåller ett stort antal analyser av bottenaskor, flygaskor och bäddmaterial från FB-pannorna i Nässjö och Växjö. Ett prov per driftfall har valts ut, vilket ger sammanlagt nio prov:

- Fall 1, förbränning med hög syrehalt och låg cyklontemperatur
- Fall 2, förbränning med låg syrehalt och låg cyklontemperatur
- Fall 3 är förbränning med låg syrehalt och hög cyklontemperatur

Bergkvist m.fl. [27] innehåller sammansättning på 13 olika askfraktioner från Karskär och Karlsborg. Bränslet är huvudsakligen bark och fiberslam i båda anläggningar samt i Karskär även sågspån. Kornstorleksfördelningen redovisas också för cyklon- och elfilteraska från Årjäng samt för cyklonaska från Karskär. Två analyser inkluderades inte då hänvisning till panna saknas. Pannan i Årjäng är inte beskriven.

Sammansättning för sex flyg- och bottenaskor från Högdalen P6 och Johannes KVV hämtades från Berg m fl [28]. Bränslet består av utsorterade avfallsfraktioner. Sulfat och svavelgranuler användes som tillsats.

Totalt sju prov askor från Åbyverket i Örebro har lagts in. Dessa provdata härstammar från eldningen av träpellets och av träpellets med tillsats av gummiklipp [29]. Kornstorleksfördelningar finns för två askor, men de har inte utfört enligt standard i databasen och därmed inte lagts in.

---

<sup>4</sup> PTP, papper, trä och plast

## 4 Data från Askprogrammet

### 4.1 Data från perioden 2002-2005

Under programperioden 2002-2005 genomfördes 61 projekt varav en del har levererat data. Per 2006-01-01 hade uppgifter om 244 materialprov lagts in i Allaska. Fler än dessa prov har undersökts i olika projekt men data för dessa hade inte utnyttjats av flera skäl, varav följande är de väsentliga:

- Resultat från tester som inte är standard har använts
- Resultat har kommit in efter att projekten om Allaska avslutats
- Den egenskap som rapporterats hade inte förutsetts när Allaska skapades och gränssnitten måste ändras

Efter att uppsättningen egenskaper i Accessgränssnittet och i Internetgränssnittet utökats har ytterligare data från den föregående programperioden kunnat läggas in.

- Q4-141 och Q4-244, "Flygaska och rötslam som tätskikt vid efterbehandling av sandmagasin vid vegetationsetablering" [40] har gett data för fyra prov flygaska
- Q4-215, "Skumbitumenstabilisering av bottenaska från avfallsförbränning" [53] har gett data för tre prov
- Q4-228, "Produkter baserade på blandningar av flygaska och fiberslam (fiberaskor) för vägbyggande" [33] har gett data för fyra prov
- Q4-255 och Q4-296, "Lakegenskaper för naturballast" [42] har bidragit med data om lakegenskaper hos 38 prov av berg- och moränmaterial
- Q4-282, "Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggnad. Etapp 2 – karakterisering av bottenaskor" [39] för vilket ytterligare data har kunnat läggas in

Sammanlagt har data för 49 nya prov som härrör från perioden 2002-2005 lagts in i denna omgång. Projekt Q4-241, en undersökning av vägen i Vändöra, gav en stor mängd data. Vi har avvaktat klartecken för att lägga in dem då SGI hade för avsikt att exploatera dem i ett internationellt uppföljningsprojekt.

Fallviktsmätningar ger uppgifter om egenskaper i fält som bör korreleras med egenskaper bestämda i laboratoriet. Emellertid ger dessa fältmätningar uppgifter om hela vägkroppens konstruktion, inte enbart om askan. Eftersom de inte ger materialegenskaperna i en sträng mening har de uteslutits ur Allaska. Sådana data finns i följande fem projekt:

- Q4-241, "Projekt Vändöra – En studie av långtidsegenskaper hos vägar anlagda med bottenaska från avfallsförbränning" [45]
- Q4-271, "Uppföljning av befintliga slaggrusprovvägar" [34]
- Q4-285, "Skogsbilvägrenovering av Ehnsjövägen, Hallstavik" [48]
- Q6-604, "Uppföljning av befintliga slaggrusprovvägar" [57]
- Q6-630, "Flygaska/grönlutslam i bär- och förstärkningslager i grusvägar" där mätningarna utförs våren 2009

I slutet av föregående programperiod bedömdes följande projekt ha potential att leverera data till Allaska. När rapporterna granskades i detta projekt bedömdes att de inte kunde bidra, bl a på grund av inkompleta data:

- Q4-221, ”Askåterföring till gran- och bokbestånd – effekt på vitalitet, tillväxt, kvävedynamik och kolbalans” [46] med osäkra data om askorna
- Q4-230, ”Nedbrytning av tätskikt uppbyggda av aska och slam” [36] som ger partiella data om en av de flygaskor som utnyttjades
- Q4-237, ”Pilotförsök med flygaskstabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskikt” [35], med några partiella sammansättningar hos askor
- Q4-247, ”Kopparformer i lakvatten från energiaskor” [43] som behandlar lakvattnet
- Q4-254, ”Askor och rötslam som tätskikt för vittrat gruvavfall” [41], ett uppföljningsprojekt där det finns partiella data om askor, medelvärden för sammansättningen över ett år och några tillgänglighetsdata
- Q4-260, ”Vad är oförbränt?” [38], där kompletterande uppgifter om glödförlust och TOC kunde skrivas in för ett prov från ett annat projekt har så gjorts, och där det var ett prov som endast finns i detta projekt har det bedömts att endast uppgifter om glödförlust och TOC inte tillförde någon väsentlig nytta<sup>5</sup>
- Q4-285, ”Skogsbilvägrenovering av Ehnsjövägen, Hallstavik” [48] med några partiella data som eventuellt kunde läggas in vid ett senare tillfälle och resultat från fallviktsmätningar
- Q4-290, ”Damning från vägar delvis uppbyggda med aska” [44] utan data som passar in i Allaska

## 4.2 Data från perioden 2006-2008

Nyttillkomna data är följande:

- Q6-606, ”Energirestprodukter för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbygge”, kornstorleksfördelningar för ett dussin prover [62]
- Q6-629 och Q6-635, ”Utvärdering av fullskaleanvändning av askor och andra restprodukter vid sluttäckning av Tveta Återvinningsanläggning”, tre prov [59]
- Q6-632, ”FUD-Sala – provsträcka med stabilisering av obundna material”, två prover med sammansättning, lakttest och geotekniska egenskaper [56]
- Q6-643, ”Utvärdering och demonstration av efterbehandlingsalternativ för historiskt gruvavfall med aska”
- Q6-650, ”Askors egenskaper i våt miljö”, sammansättning hos tre askprov
- Q6-652, ”Tillväxteffekter 26 år efter tillförsel av aska i en tallungskog” [60], sammansättningen för ett prov
- Q6-657, ”Bioenergiproduktion hos björk och hybridasp vid tillförsel av askbaserad gödselmedel”, sammansättningen för tre askor [66]
- Q6-661, ”Transport av näringsämnen och tungmetaller i torv, 20 år efter asktillförsel och beskogning av en avslutad torvtäkt”, sammansättning hos aska från Skoghalls barkpanna 1983 [63]

Det innebär ett trettiotal nya askprov i Allaska.

<sup>5</sup> Data kan komma att föras in ändå när halterna av organiska ämnen från de tre proven i projekt Q6-646 läggs in

Data från perioden 2006-2008 som bör in i Allaska, men som inte ha lagts in är:

- Oral biotillgänglighet för arsenik och några andra spårämnen, projekt Q6-634 och rapport 1056 – övriga data har dock lagts in
- Organiska ämnen i askor, projekt Q6-646 och rapport 1082, tre prover varav två redan är inlagda med andra egenskaper

Orsaken är att nya typer av storheter måste införas i Accessgränssnittet och nya rapporter skapas i webbgränssnittet, vilket arbete blev för omfattande för tillgänglig budget.

### **4.3 Data från undersökningar utanför Askprogrammet**

Utanför Askprogrammet har några undersökningar producerat data om askors egenskaper som passar in i andan för Allaska. Dessa data har därför lagts in:

- MKB i praktiken, ett examensarbete vid Luleå Tekniska Universitet om MKB för återfyllnad av Händelös nedlagda oljebergrum med flygaskan från panna P14 [68]
- ”Bottenaska som väg- och anläggningsmaterial”, ett examensarbete vid Luleå Tekniska Universitet om aska från Övik Energi [67]

Några förbränningsanläggningar har lämnat sitt tillstånd att några analyser av sammansättningen för interna arbetet lagts in: Billerud Gruvön, Öresundskraft och Skelleftekraft.

### **4.4 Ytterligare kompletteringar**

Beskrivningen av förbränningsanläggningarna (typ av panna, våt eller torr utmatning av aska, elfilter eller slangfilter) har varit bristfällig. Det beror till stor del på att denna information inte har lämnats av projektutförarna då deras syfte var något annat. Under 2008 har en sökning gjorts i tillgängliga databaser, t ex Värme- och kraftföreningens Skadebank, och på Internet (energiföretagens webbplatser) för att få in ett samlat underlag. I några fall har denna information behövt kompletteras genom telefonkontakt.

## 5 Fortsatt utveckling och utbyggnad av Allaska

### 5.1 Mer data till Allaska

Genom en samlad insats har under 2006 uppgifter för 180 prov kunnat hämtas från rapporter samt från projektutförare och föras in i Allaska. Därmed har Allaska utökats och dess nytta som referens för flera sammanhang, bl a för området askåterföring, har blivit större. Med de 244 proven som fanns tidigare fanns 424 prov i Allaska vid slutet av 2006. Ett trettiotal har dessutom tillkommit inom delprogrammets projekt.

Genomgången av de samlingar av data som härrör från statliga Ramprogram Askåterföring med efterföljande program samt Värmeforsks basprogram är ganska uttömmande. Vid valet av data som skulle läggas in har deras kvalitet och representativitet bedömts och en prioritering gjordes: flera källor till data har utelämnats. Vid en andra granskning är det möjligt att flera bland dem som ratats kommer att bedömas kunna berika Allaska. Det kan också finnas enstaka källor som vi inte beaktat, såväl inom de två samlingarna som utanför dessa.

Det finns idag, så vitt vi kan se, inga ytterligare offentliga samlingar av data om askors egenskaper att tillgå. Om fler data skall byggas in i Allaska på motsvarande sätt finns två vägar att gå:

- Den ena är att låta anläggningar lägga in de data de har tagit fram under en följd av år, t ex har vissa förbränningsanläggningar månadsvisa analysvärden under en följd av år
- Den andra är att gå utomlands och erbjuda sig att ta in sådana data, antingen genom att helt kopiera över dem, eller genom att länka på något sätt till denna utländska databas

Under perioden 2006-2008 har ett fyrtiotal projekt genomförts men långt ifrån alla har skapat och levererat nya data om askors egenskaper till någon databas. Mixen av projekt har varit sådan: utredningar, uppföljningar efter storskaleförsök och handböcker har dominerat. Summa summarum har ett trettiotal dataposter levererats, vilket kan synas vara lite för det stora antalet projekt som genomförts. Det bör hållas i minnet att ett kostnadseffektivt projekt tar fram endast den experimentella information som är absolut nödvändig för projektets syfte. Bredare undersökning av egenskaper är en merkostnad.

SLU i Umeå utsatte de data som fanns i Allaska 2006-2007 för en multivariat analys inom projekt Q6-642. Detta statistiska arbete kunde inte slutföras och ledde inte till någon ny tolkning av informationen i Allaska. Problemet är att data är för glesa: det finns inte ett tillräckligt underlag för att se kopplingar mellan t ex askans sammansättning, pannans utformning, askans lakegenskaper och askans mekaniska egenskaper.

Inom arbetet med ett underlag till remissvar på Naturvårdsverkets förslag till kriterier för användning av avfall i anläggningsbyggande och i arbetet med miljösystemanalys har i grund och botten samma problem uppmärksammats [70], [58]. Det finns inte

tillräckligt mycket relevanta data om lakegenskaper med de relevanta lakttesterna (såväl perkolationstest, skaktest och total tillgänglighet) för en beräkning av miljöpåverkan och bedömning enligt konstens alla regler.

Den slutsats som kan dras är att Allaska utgör en unik samling av data om askors egenskaper. Emellertid räcker de inte för att tillfredsställa mer avancerade förväntningar. Om nyttan av datasamlingar skall ökas behöver data skapas specifikt för dessa typer av analys eller tester, i stället för att bara lägga in de som uppstår i projekt.

## **5.2 En framtida klassificering av bränslen**

I Allaska har hittills använts den grova indelningen av bränslen i den svenska standarden SS 18 71 10. När det fanns få data bedömdes nyttan av att gå in i större detalj inte motiverat.

Nu finns det fler data och önskemål har framkommit om en möjlighet att skilja mellan t ex olika avfallsfraktioner. Det innebär en större specificering och undernivåer vid framför allt inmatning och sökning. Förberedelser har vidtagits för detta, men det konstaterades att uppgiften var något väl omfattande. Detaljeringen i presentationen riskerade dessutom att ge ett intryck att det finns mycket mer information än det som finns i verkligheten:

- Det finns fortfarande inte tillräckligt många detaljerade uppgifter om t ex blandningar av avfallsbränslen för att de flesta sökningarna skall ge något annat svar än ”inga prov i urvalet”. Såväl redan inskrivna data med kommentarer som visar en närmare sammansättning som aktuella data från rapporter i Värmeforsks basprogram utnyttjades i denna bedömning.
- Efter provsökningar i den nederländska databasen Phyllis visade det sig att man skapar många kategorier med marginella skillnader mellan dem
- Även om fördelningen över året av inköpta bränslen är känd är det inte säkert att sammansättningen av bränslet som gav upphov till ett askprov är lika välkänd, se t ex variationerna mellan dagar för inblandningen av rivna däck i RT-flis i rapport nr 856 [55]

För att kunna slutföra detta behöver dels bränslet definieras bättre av den som lämnar uppgifter, dels sammansättningen av en bränsleblandning eller askblandning vara bättre känd. Det är fortfarande svårt att i Allaska redovisa mer information än man normalt kan få från uppgiftslämnare.

Emellertid kvarstår önskemålet och det kan förväntas bli än mer trängande i framtiden. I många andra sammanhang, bl a Energimyndighetens skrifter om bioenergi, gör man en betydligt mer detaljerad indelning, som återspeglar mångfalden av träddelar och trädbränslefraktioner, se även Ringmans genomgång [71]. Om man lägger vid sidan alla praktiska svårigheter och alla anledningar till att inte göra något kan diskussionen om vägval föras enligt nedan.

För det första är det föga ändamålsenligt att skapa en egen nomenklatur enkom för Allaska. Den måste vara densamma som marknadens, samma som de standarder som finns och de som kommer att finnas.

En svensk nomenklatur är den i Värmeforsks bränslehandbok [30], [31], vilken återspeglar mera de handelsfraktioner som tas emot vid förbränningsanläggningar, varav många är blandningar: fraktionen PTP (Papper, Trä och Plast) är en sådan<sup>6</sup>.

På Europanivå tas f n fram standarder för fasta biobränslen och för avfallsbränslen (SRF eller RDF<sup>7</sup>). Standarden CEN TS 14961 beskriver en avancerad indelning av bränslen efter värdet på ett antal storheter (askhalt, förbränningsvärme, styckestorlek m m) men även efter ursprung. Detta system sammanfaller inte helt med beskrivningen i Energimyndighetens skrifter.

Standarden CEN TS 15359 för återvunna bränslen förefaller ha en liknande indelning. Det är inte alldeles lätt att utläsa ur den europeiska standardiseringen hur svenska fraktionen RT-flis kommer att kategoriseras. Av mottagen information att döma ingår uttryckligen inte papper eller plast, vilket försvårar klassningen för fraktionen PTP.

Det är naturligtvis principiellt riktigt att använda standarden för bränslen hellre än praxis i bränslehandeln. Frågan är dock hur läge det kommer att dröja innan kategorierna i standard kommer att anammas [72].

CEN TS 14961 har liksom Phyllis en indelning i tre nivåer för att beskriva ett bränsle, t ex träbränsle, asp, stamved eller spannmål, vete, strå. ECN, skaparna av Phyllis, håller på att gå ifrån indelningen i Phyllis då de bygger nya databasen BIODAT på CEN-standarderna. BIODAT skall bli en informationskälla för handel med biobränslen inom EU, med kvalitetsdata som bestämts med standardmetoder.

Om man skall försöka förutse framtiden så betyder införandet av standarder på sikt att Allaska måste anpassas till dessa. I samband med övergången kommer det mesta av informationen i Allaska att bli föråldrad då t ex RT-flis eller skogsbränsle inte längre är definierade eller relevanta för de framtida bränslena. Under tiden finns troligen inte något perfekt svar – kategorierna i Bränslehandboken är en bra början till en mer detaljerad beskrivning men inte en slutgiltig lösning.

Om man driver tanken om beskrivningen av bränslen några steg till är möjligheten att göra Allaska till en databas om askor och bränslen lockande. Askors egenskaper beror i stor utsträckning på bränslena och en koppling mellan dessa två materials egenskaper i en databas kan nog ge stor kunskap till askproducenter. Det är genomförbart och det är en möjlig utveckling på sikt. Observera dock de krav som önskemålet om kunskap ut från Allaska kräver ett utökat omfång av data in till Allaska. Det är dock inte fruktbart att duplicera BIODAT.

---

<sup>6</sup> Dessvärre förekommer i samtalen med förbränningsanläggningar även begreppet ”PTP utan plast och utan papper”. Även bränslehandbokens indelning kan behöva förfinas.

<sup>7</sup> SRF, Solid Recovered Fuel och RDF, Refuse Derived Fuel

### 5.3 Kvalitet

Från början sades det att Allaska skulle innehålla enbart kvalitetsdata. God kvalitet är ett begrepp som all förstår instinktivt men som är svår att förklara exakt, i synnerhet när tiden har gått: det som uppfattades ha ett värde och god kvalitet 2002 är inte riktigt längre så mycket kvalitet när man 2009 dels har lärt sig från den information som redan finns i Allaska, dels har andra frågeställningar för ögonen.

I Allaska betyder god kvalitet följande:

- Data är relevanta för svenska förhållanden – d v s bränslen och anläggningar som i Sverige, vilket utesluter t ex samförbränning i den europeiska betydelsen (en bränsemix med kol som bas)
- Samma metod används för att bestämma en egenskap för alla prov i Allaska – svenska standard eller metod föreskriven i föreskrifter
- Enstaka värden är inte god kvalitet utan provet skall beskrivas så fullständigt som möjligt, såväl till egenskaper som dess tillkomst och ursprung
- Det skall gå att spåra tillbaka till undersökningen och förbränningsanläggningen, vilket i praktiken betyder att Allaska begränsas till svenska anläggningar
- Originaldata, ej litteraturdata – utbyggnaden av Allaska med data i avsnitt 3 bryter mot denna princip men försvaras med att dessa är de facto referens

Vid inmatningen av data utövas en viss rimlighetskontroll: ofta har data överförts, redigerats och omräknats i några led innan de kommer till personen som skall mata in dem. Skrivfel och räknfel uppstår ibland, och kontrollen har till syfte att fånga de mest iögonfallande fallen samt att rätta till dem efter kontroll med upphovsmannen<sup>8</sup>. Däremot tas inte enstaka avvikande värden bort. Orsaken till dessa kan vara tillfälligheter (askor är heterogena vilket ställer stora krav på uttagningen av små provmängder) snarare än mät- eller skrivfel. Askor är ämnen med varierande sammansättning: det går inte att ställa strikta krav på att alla värdena skall stämma och utgöra en materialspecifikation.

Möjligheten att spåra innebär ofta att anläggningen där aska uppstått skall namnges. Det är dessutom önskvärt: det skall inte se ut som om det finns hemligheter. Emellanåt kan enstaka anläggningar vilja avidentifieras av andra skäl.

### 5.4 Kvalitet hos data om den kemiska sammansättningen

Det finns inte många metoder att bestämma den kemiska sammansättningen in situ med god noggrannhet och med låg detekteringsgräns. I allmänhet måste de kemiska ämnena lösas upp eller extraheras ur det fasta materialet innan vätskans innehåll analyseras med någon analysmetod, och om denna uppslutning eller extraktion är ofullständig adderas en osäkerhet till det resultat som redovisas.

---

<sup>8</sup> Så har hänt några gånger: om värdet i Allaska avviker från det i rapporten är Allaskas ofta riktigare än det i rapporten – man trycker inte om en rapport för ett litet fel, t ex omkastade kolumner... med reservation för databasadministratörens egna skrivfel



För en sk analys av totalsammansättningen, dvs grundämnen, finns det ett antal uppslutningsmetoder som används i olika sammanhang. I allmänhet är det svårast att lösa upp silikater, men i många sammanhang (jordanalys, näringsämnen i växter) brukar inte kisel ha någon betydelse. Utöver den vätskefas som analyseras med avseende på makroämnen och spårämnen brukar uppslutningen även ge en bottensats som kastas.

I Ramprogram Askåterföring i början av 1990-talet utreddes uppslutningen av askor och man valde att en metod för huvudämnen (kisel, kalcium, magnesium, järn etc) och för spårämnen en annan, en modifierad ASTM-metod för analyser av askbildande ämnen i kol (ASTM D3683):

- Uppslutning i litiummetaboratsmälta i ugn för huvudämnen, vilket sker dock vid så hög temperatur att flyktiga grundämnen som kvicksilver försvinner [6]
- Uppslutning i en stark syrablandning, salpetersyra, saltsyra och fluorvätesyra i slutet teflonkärl under tryck i mikrovågsugn [6]

Dessa uppslutningsmetoder specificerades i Skogsstyrelsens rekommendationer 2001 för analyserna av totalsammansättningen [75]. I rekommendationerna 2008 specificeras emellertid inte längre metoder för uppslutning och analys [76].

I direktivet om mottagningskriterier för avfall vid deponier specificeras två metoder att uppluta avfall [77], [78]:

- EN 13657, i kungsvatten så att silikatmatrisen förblir intakt
- EN 13656, i fluorvätesyra, salpetersyra och saltsyra i mikrovågsugn för totala sammansättningen

För resultat från analyser i FoU-projekt som är tidigare än början av 1990-talet och från analyser i andra sammanhang är det osäkert vilken uppslutningsmetod som använts. Denna osäkerhet bör redas ut vid behov av användaren.

När bränslen analyseras på askhalt och askbildande ämnen är däremot normala uppslutningsmetoder salpetersyra eller kungssyra. Det har fördelen att lättflyktiga grundämnen inte försvinner som vid inaskningen. I normala växtfysiologiska undersökningar har kisel ingen betydelse, varför det inte gör så mycket. Detta innebär att askdata som erhållits genom bränsleanalyser utan inaskning inte bör läggas in i Allaska tills konsekvenser och metoder retts ut.

För organiska ämnen bör tills vidare inmatningen av data begränsas till standardpaketen för en grupp av ämnen, t ex PAH eller klorerade kolväten. Det är frestande att lägga in resultaten från de screeningar av semi-flyktiga organiska ämnen som utförts bl a inom Askprogrammet [65], men i väl hög grad finns osäkerheter om ämnet identifierats korrekt och med en normalt låg halt av organiska ämnen finns tveksamheter avseende provens kontaminering.

## 5.5 Övriga frågor

Allaska började byggas upp som en relativt enkel databas i Access. Antalet storheter har utökats väsentligt utöver det antal som var påtänkt i inledningen. Strukturen, d v s sättet att organisera data har dock behövt modifieras endast i liten utsträckning. Gränssnittet i Access har modifierats något och databasen har fått ett Internetgränssnitt. Större ingrepp som återstår är att gå tillbaka till den strukturen som valdes för triaxaldata och förenkla den. Allaska bör kunna användas i nuvarande form under programperioden 2009-2011.

Emellertid, när omfånget växer och Allaska används flitigt för ändamål som inte var planerade när tanken om databas väcktes 2002, kan det vara lämpligt att fundera på datatekniska åtgärder, t ex flytta den till en SQL server för att ge snabbare hantering.

Framför allt kan uppmärksamhet ges den presentation som ges i webbgränssnittet. Idag är den statistiska bearbetningen ändamålsenlig men ganska enkel. Presentationen av data i Allaska är likvärdig den i de databaser om bränslen och askor som är tillgängliga på Internet, t ex BioBank, BioLex eller Phyllis. Syftet med dessa databaser är framför allt att tillhandahålla data som annars skulle ha lagrats på olika ställen, inte att genomföra statistiskt avancerade bedömningar.

I slutet av perioden 2006-2008 är det mer detaljerade frågor om vad som är normalt och vad som är avvikande som användaren vill ha besvarat, i stället för frågan om vilka data som finns. Nederländska databasen LeachXS med en tolkning av lakdata i termer av förekomsten av mineralfaser och möjligheten att prediktera ett beteende är ett exempel på den riktning som en tänkbar utveckling kan ta. Det är naturligtvis mindre meningsfullt att duplicera LeachXS, men det finns säkert andra användningar för data i Allaska än prediktering av lakning.

Värmeforsk har även låtit ta fram en databas om korrosion i överhettare [32]. Denna databas innehåller uppgifter om sammansättningen på beläggningar. Här är dock nyttan för en användare av aska kanske mindre då beläggningar och korrosion är ett renodlat produktionsproblem. Sotade beläggningar förs dock ut ur pannan med någon av askströmmarna, varför aska som redan från början är heterogen blir än mer heterogen med aggregat som har en annan historia i pannan än huvuddelen av askan.

Beskrivningen av flygaskor är idag tämligen svepande. I dag görs oftast ingen skillnad i projektrapporterna, och därmed ej heller i Allaska: alla heter flygaskor. Dessa kan vara vändschaktsaskor eller fallkammaraskor, cyklonaskor, elfilteraskor eller slangfilteraskor. Sotade beläggningar finns överhuvudtaget inte med. Det är motiverat att på sikt dela upp begreppet flygaska i syfte att inte sammanblanda olika material.

Önskemål har framförts om att även kunna skilja mellan färska och lagrade (mognade) askor, mellan torra och våtutmatade askor. Det kan göras, dock inte i webbgränssnittet, utan den som ställer frågan måste ladda ner Allaska och i Access skapa frågan. Det går att införa möjligheter att söka på färska kontra lagrade askor i webbgränssnittet, men det betyder inte att man kan få ut något av värde. Den information som finns lagrad räcker troligen inte till.

Egentligen är Allaskas struktur sådan att användaren kan hitta prov för vilka en uppsättning data finns. Möjligheterna till avancerade sökningar är begränsade. Allaska är inte heller anpassad till att vara en databank för objekt – enskilda data för en punkt kommer att kunna lagras, men databasen är inte förutsedd för en visning av t ex fördelningar i rymden eller i ett plan av egenskaper för objekt som Ervalla eller Vändöra.

## 6 Rekommendationer

Huvudsakliga rekommendationen är att fortsätta bygga på Allaska. Det finns inte någon liknande samling av information. Det är angeläget att Allaska fortsätter att vara tillgänglig på Internet även efter 2011.

Även om ambitionen är att lämna ifrån sig en databas som inte behöver ändras hela tiden har önskemål och ambition hos Allaskas användare vuxit med den kunskap som vunnits sedan 2002. Det innebär nya önskemål och krav på bättre information. Närmast bör de ändringar, kompletteringar och uppdateringar som inte gjordes under 2006-2008 förverkligas:

- Mall för oral biotillgänglighet i Access och webbgränssnitt och data för denna storhet bör införas
- Mall och data för organiska ämnen, dock ej data från screening
- Ombyggnad av mallen för triaxialdata och konvertering av befintliga data, inmatning av resterande data
- Genomgång av data under detekteringsgränsen eller bestämbarhetsgränsen och inmatning av bock i ruta eller data
- Data för Vändöra läggs in nu när ett följdprojekt har genomförts, Q6-648
- Undersökningen av askor med biotestbatterier ger upphov till en ny kategori data som bör läggas in först när standardiserade metoder definierats

Ambitionen hos användarna av Allaska växer. Det finns ett behov av mer omfattande data. Det innebär att för att kunskapen skall utvecklas bör det övervägas om inte projekt skapas för att ta hem systematisk information – t ex en fullständig karakterisering av några askor inkl egenskaper av intresse för geotekniska tillämpningar.

## 7 Litteraturreferenser

### 7.1 Rapporter om Allaska inom Askprogrammet

- [1] Bjurström H, Rydstrand C, Berg M och Wikman K; ”Databas inom delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” ”, Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 857
- [2] Bjurström H, Ifwer K och Rydstrand C; ”Uppdatering av databasen ALLASKA 2003-2005 inom delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”, Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 976
- [3] Arvidsson H och Lorents K-J; ”Askors materialtekniska funktion – VTI:s materialdatabas”, Värmeforsk, Stockholm april 2005, rapport nr 930
- [4] Bjurström H och Øritsland A; ”Uppgradering av databasen Allaska”, Värmeforsk, Stockholm oktober 2006, orienteringsrapport nr 126

### 7.2 Rapporter från Ramprogram Askåterföring m fl

- [5] Eriksson J; ”Karakterisering av vedaska”, Vattenfall, Stockholm 1992, rapport Projekt Bioenergi 1992/48
- [6] Holmroos S; ”Karakterisering av vedaska”, Vattenfall Utveckling, Stockholm 1993, rapport nr VU- E 93:64
- [7] Lundborg A och Nohrstedt H-Ö; ”Effekter av askspridning i skogen”, NUTEK, Stockholm 1996, Återföring till skogsmark nr R 1996:13
- [8] Jönsson O och Nilsson C; ”Karakterisering av förgasningsaskor från skogsbränslen”, NUTEK, Stockholm 1996, Ramprogram askåterföring rapport nr R 1996:27
- [9] Steenari B-M och Lindquist O; ”Biobränsleaskors innehåll samt härdningsegenskaper”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1996, Ramprogram askåterföring rapport nr ER 1996: 28
- [10] Eriksson J; ”Härdade vedaskors upplösning i skogsjord”, NUTEK, Stockholm 1996, Ramprogram askåterföring rapport nr R 1996:50
- [11] Danielsson B-O, Nilsen T; ”Återföring av självhärdad aska”, Vattenfall, Stockholm 1997, Projekt Bioenergi, Vattenfall Utveckling rapport nr 1997/7
- [12] Steenari B-M och Lindquist O; ”Kemisk stabilitet hos restprodukter från förbränning av biobränsle”, NUTEK, Stockholm 1977, Ramprogram Askåterföring rapport nr R 1997:74
- [13] Hansson M m.fl., ”Storskalig askhantering i Mellansverige”, Vattenfall, Stockholm 1998, projekt Uthålliga Energilösningar, Vattenfall Utveckling rapport 1998/3

- [14] Orth L och Westling O; ”Tillförsel av aska och kalk till skogsmark i södra Sverige”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 5:1998
- [15] Andersson L, Linné M och Nilsson C; ”Askor från sameldning med kol, torv och olja - innehåll och egenskaper”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 7:1998
- [16] Lindström I, Nilsson A; ”Krossaska- teknik för att omvandla skogsbränsleaska till skogsvitaliseringsmedel”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 9:1998
- [17] Nilsen T och Eriksson H M; ”Vedaska och kalk - effekter på upptag av näringsämnen och tungmetaller”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 10:1998
- [18] Danielsson B-O; ”Spridning av aska från Falu kraftvärmeverk”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 11:1998
- [19] Windelhed K; ”Mekanisk bearbetning av bioaskor”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 12:1998
- [20] Steenari B-M, Lindqvist O, Tomsic A, Marsic N och Karlsson L-G; ”Partikelstorlekens inverkan på upplösning av härdad träaska”, Energimyndigheten, Eskilstuna 1998, Ramprogram askåterföring rapport nr ER 27:1998

### **7.3 Värmeforskrapporter**

- [21] Burvall J, Nordin A, Levén P och Wigge B; ”Undersökning av kemisk sammansättning och kornstorleksfördelning i torvaskor från kommersiell förbränning”, Värmeforsk, Stockholm juli 1992, rapport nr 439
- [22] Burvall J och Samuelsson R; ”Fasta bränslen – cirkelanalys av fasta restprodukter från förbränningsanläggningar”, Värmeforsk, Stockholm juli 1992, rapport nr 441
- [23] Bjurström H; ”Jämförelse mellan olika metoder att behandla bioaska som skall återföras”, Värmeforsk, Stockholm maj 1999, rapport nr 669
- [24] Blom E, Lundborg R och Wrangsten L; ”Proveldning i fastbränslepanna för att kartlägga emissioner vid inblandning”, Värmeforsk, Stockholm september 2002, rapport nr 788
- [25] Andersson A, Andersson C, von Bahr B, Berg M, Ekvall A, Eriksson J, Eskilsson D, Harnevie H, Hemström B, Ljungstedt J, Keihäs J, Kling Å, Mueller C, Sieurin J, Tullin C och Wikman K; ”Förbränning av returträflis – Ramprojekt RT-flis”, Värmeforsk, Stockholm augusti 2003, rapport nr 820
- [26] Hansson S, Kallner P, Ljungdahl B, Wrangsten L, Stalenheim A och Goldschmidt B; ”Ramprojekt – Askproblem vid skogsbränsleeldning i fluidbädd, etapp 2”, Värmeforsk, Stockholm oktober 2003, rapport nr 833
- [27] Bergkvist K, Myringer Å, Nordgren D och Rydberg S; ”Omförbränning av askor i roosterpannor”, Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 914

- 
- [28] Berg M, Andersson C, Ekvall A, Eskilsson D, de Geyter S, Helgesson A, Myringer Å, Wikman K och Öhman M; "Förbränning av utsorterade avfallsfraktioner", Värmeforsk, Stockholm april 2005, rapport nr 917
- [29] Goldschmidt B; "Samförbränning av klippta gummidäck", Värmeforsk, Stockholm april 2005, rapport nr 926
- [30] Strömberg B; "Bränslehandbok", Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 911
- [31] Strömberg B; "Fuel handbook", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 971
- [32] Nyström O, Kjörk A, Ehrstedt T; "Överhettarkorrosion – bättre utnyttjande av projektresultat", Värmeforsk, Stockholm april 2004, rapport nr 864

#### **7.4 Rapporter från programperioden 2002-2005**

- [33] Lahtinen P, Jyrävä H, Maijala A och Mácsik J; "Produkter baserade på blandningar av flygaska och fiberslam (fiberaskor) för vägbyggnad", Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 915
- [34] Arm M; "Uppföljning av befintliga slaggrusprovvägar. Fallviktsmätningar på provsträckor på Töringevägen i Malmö och Dåvamyrans i Umeå", Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 916
- [35] Mácsik J, Maurice C, Mossakowska A och Eklund C; "Pilotförsök med flygaskstabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskikt", Värmeforsk, Stockholm oktober 2005, rapport nr 942
- [36] Wikman K, Berg M, Svensson M och Ecke H; "Nedbrytningshastigheten för tätskikt uppbyggda av slam och aska", Värmeforsk, Stockholm oktober 2005, rapport nr 943
- [37] Carling M, Ländell M, Håkansson K och Myrhede E; "Täckning av deponier med aska och slam – erfarenheter från tre fältförsök", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 948
- [38] Bjurström H och Suér P; "Vad är oförbränt?", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 951
- [39] Von Bahr B, Loorents K-J, Ekvall A och Arvidsson H; "Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningsbyggnad – etapp 2; Bottenaskors tekniska egenskaper", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 952
- [40] Greger M, Neuschütz C och Isaksson K-E; "Flygaska och rötslam som tätskikt vid efterbehandling av sandmagasin med vegetationsetablering", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 959
- [41] Bäckström M och Karlsson U; "Aska och rötslam som tät- och tätskikt för vittrat gruvavfall", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 960
- [42] Ekvall A, von Bahr B, Andersson T, Lax K och Åkesson U; "Lakegenskaper för naturballast – Bergmaterial och moräner", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 961

- [43] Olsson S, Gustafsson J-P, van Schaik J, Berggren Kleja D och van Hees P; ”Kopparformer i lakvatten från energiaskor”, Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 962
- [44] Gustafsson M, Blomqvist G och Wik O; ”Damning från grusväg delvis uppbyggd av aska”, Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 963
- [45] Bendz S, Arm M, Flyhammar P, Westberg G, Sjöstrand K, Luth M och Wik O; ”Projekt Vändöra – En studie av långtidsegenskaper hos vägar anlagda med bottenaska från avfallsförbränning”, Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 964
- [46] Thelin G; ”Askåterföring till gran- och bokbestånd – effekt på näring, tillväxt, kvävedynamik och kolbalans”, Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 965
- [47] Tham G och Ifwer K; ”Askanvändning i deponier”, Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 966
- [48] Mácsik J och Svedberg B; ”Skogsbilvägrenovering av Ehnsjövägen, Hallstavik”, Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 968
- [49] Sundblom H; ”Användning av svenska flygaskor som fillermaterial i betong”, Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 969
- [50] Bjurström H; ”Syntes av delprogrammet Miljöriktig användning av askor för 2002-2005”, Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 972
- [51] Flyhammar P; ”Kvalitetssäkring av slaggrus – Miljömässiga egenskaper”, Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 973
- [52] Sikström U, Enfors M, Jacobsson S, Klemedtsson L, Nilsson M och Ring E; ”Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige – Effekter på skogsproduktion, avgång av växthusgaser och vattenkemi”, Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 974
- [53] Bendz D, Jacobsson T, Svensson M och Flyhammar P; ”Skumbitumenstabilisering av bottenaska från avfallsförbränning”, Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 975
- [54] Bendz D, Wik O, Elert M och Håkansson K; ”Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande – etapp 2”, Värmeforsk, Stockholm juli 2006, rapport nr 979
- [55] Bjurström H, Berg M, Arm M, Suér P och Håkansson H; ”En förenklad testmetodik för kvalitetssäkring – Etapp 1”, Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 856

## **7.5 Rapporter från programperioden 2006-2008**

- [56] Svedberg B, Ekdahl P, Mácsik J, Maijala A, Lahtinen P, Hermansson Å, Knutsson S och Edeskär T; ”FUD SALA, Provsträcka med stabilisering av obundna lager”, Värmeforsk, Stockholm juni 2008, rapport nr 1055
- [57] Arm M, Larsson L, Tiberg C, Lind B och Arvidslund O; ”Uppföljning av slaggrusprovvägar – provsträckor på Töringevägen utanför Malmö och



- Dåvamyran utanför Umeå”, Värmeforsk, Stockholm februari 2009, rapport nr 1081
- [58] Olsson S, Kärrman E, Rönnblom T och Erlandsson Å; ”Skogsbränsleaska som näringsresurs eller konstruktionsmaterial – Miljöeffekter av olika hanteringsalternativ”, Värmeforsk, Stockholm oktober 2008, rapport nr 1068
- [59] Tham G & Andreas L; ”Utvärdering av fullskaleanvändning av askor och andra restprodukter vid sluttäckning av Tveta Återvinningsanläggning, Värmeforsk, Stockholm juni 2008, rapport nr 1064
- [60] Sikström U; ”Tillförsel av aska med PK med eller utan N på en torvmark i södra Sverige – effekter på träd tillväxt och ämneshalter i barr”, Värmeforsk, Stockholm oktober 2008, rapport nr 1066
- [61] Carlsson C, Bendz D och Jones C; ”Oral biotillgänglighet av arsenik, antimon och ett urval av metaller i askor”, Värmeforsk, Stockholm juni 2008, rapport nr 1056
- [62] Tyllgren P; ”Handbok – Slaggrus för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande”, Värmeforsk, Stockholm juni 2008, rapport nr 1054
- [63] Nilsson T och Lundin L; ”Utlakning och retention av näringsämnen och spårämnen i torv nitton år efter vedasktillförsel och beskogning på en avslutad torvtäkt”, Värmeforsk, Stockholm oktober 2008, rapport nr 1067
- [64] Steenari B-M och Norén K; ”Zinks förekomstformer i aska studerade med en röntgenabsorptionspektrometrisk metod”, Värmeforsk, Stockholm juni 2008, rapport nr 1063
- [65] Larsson L, Lind B och Bjurström H; ”En orienterande screening av organiska ämnen i askor”, Värmeforsk, Stockholm februari 2009, rapport nr 1082
- [66] Thelin G; ”Bioenergiproduktion hos björk och hybridasp vid tillförsel av restproduktbaserade gödselmedel – etablering av fältförsök”, Värmeforsk, Stockholm mars 2009, rapport nr 1094

## 7.6 Skrifter utanför Askprogrammet

- [67] Kjelsson J; “Bottenaska som väg- och anläggningsmaterial – med dess tekniska egenskaper i centrum”, examensarbete vid Luleå Tekniska Universitet, Väg- och Vattenbyggnadsteknik, Avd för Geoteknologi, Luleå 2007, rapport nr 2007:200 CIV
- [68] Almcrantz L; ”MKB i praktiken – Utfyllnad av bergrum med aska”, examensarbete vid Luleå Tekniska Universitet, Samhällsbyggnadsteknik, Luleå 2007, rapport nr 2007:111 CIV
- [69] Helsel D R; ”Fabricating data: how substituting values for non-detects can ruin results, and what can be done about it”, Chemosphere 65 (2006), sid 2434-2439
- [70] Wik O, Bjurström H, Olsson S, Stripple H och Flyhammar P; “Miljökonsekvensanalys av Naturvårdsverkets förslag till kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten”, Avfall Sverige, Malmö mars 2008, rapport F2008:04

- [71] Ringman M; ”Trädbränslesortimentet – definitioner och egenskaper”, SLU, Inst f virkeslära, Ultuna 1995, rapport nr 250, NUTEK, Stockholm 1996, rapport nr TB-96/1
- [72] Belbo H; ”Technical specifications for solid biofuels – Evaluation of the new technical specifications provided by CEN/TC 335 in the Swedish Biofuel Market”, examensarbete vid SLU, Inst f bioenergi, Uppsala 2006, examensarbete nr 012:2006
- [73] CEN/TS 14961:2005; “Solid biofuels: Fuel specification and classes”
- [74] CEN/TS 15359:2006; “Solid recovered fuels: Specification and classes”
- [75] Skogsstyrelsen; “Rekommendationer vid uttag av skogsbränslen och askåterföring”, Jönköping 2001, Meddelande 2-2001
- [76] Skogsstyrelsen; “Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring”, Jönköping 2008, Meddelande 2-2008
- [77] 2003/33/EG; ”Rådets beslut av den 19 december 2002 om kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid avfallsdeponier i enlighet med artikel 16 i, och bilaga II till, direktiv 1999/31/EG”, Europeiska Gemenskapens tidning 16.1.2003
- [78] NFS 2004:10; ”Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall”

## **Bilagor**

**A ANDRA DATABASER**

**B RAPPORTER SOM INTE HAR TAGITS MED**

**C EN VÄGLEDNING I TERMINOLOGIN FÖR ASKA OCH PANNOR FÖR ANVÄNDAREN AV ALLASKA**

**D INDATA TILL ALLASKA**

**E OSÄKERHETER OCH DETEKTERINGSGRÄNSER**

## A Andra databaser

### A.1 Koppling till LeachXS

LeachXS är en databas och ett expertsystem för bedömning av miljökonsekvenserna av en utlakning av ämnen från restmaterial, däribland askor, i anläggningsbyggen, se nätplatsen [www.leachxs.com](http://www.leachxs.com). Den bygger på det mångåriga arbetet med laktester som letts av van der Sloot vid ECN i Nederländerna. Bedömningen görs utgående från typscenarior för utlakningen, t ex vägkonstruktioner.

Vid slutet av 2006 pågick diskussioner om möjligheterna att få tillgång till det i Sverige. Allaska är intressant i detta sammanhang då det innehåller materialdata som kan berika LeachXS och öka dess nytta för svenska intressenter. De data som finns i Allaska idag är offentliga.

### A.2 Andra databaser

I första rapporten om Allaska beskrevs fyra bränsledatabaser: BioBib, BioBank, Phyllis och BioLex. Dessa fortsätter utökas med data, BioLex senast med ett statligt anslag för dokumentering av danska bränsledata, och ett omstöpande av Phyllis förefaller vara aktuell. Vid CSIRO i Australien har en ny bränsledatabas tillkommit.

Vid danska C-RES, Center for Restprodukter, har skapats en databas för aska och slagg från avfallsförbränning med en europeisk omfattning<sup>9</sup>. RVF, Avfall Sverige från januari 2007, samordnar de svenska anläggningarnas insatser. Denna databas är inte offentlig.

Inom Värmeforsks basprogram, materialteknik, har en databas skapats för beläggningar på överhettare och korrosion [32]. Det är oss okänt om den uppdateras.

Miljömyndigheten vid tyska delstaten Nordrhein-Westfalen har byggt upp ett Internet-verktyg ABANDA<sup>10</sup>, med en databas som innehåller data om alla möjliga avfall, bl a askor. Syftet är att underlätta klassificeringen av avfall som icke-farligt avfall eller farligt avfall. Verktuget nås från [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).

### A.3 BIODAT

Under denna period 2006-2008 av delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” har en ny databas om bränslen börjat byggas upp av ECN i ett europeiskt samarbete, Phydades som SLU medverkar i. Bristerna i den befintliga databasen Phyllis var att bränsledefinitionerna inte stämde med EN-standarder för biobränslen eller återvunna bränslen, gles täckning med uppgifter för alla data som är av intresse, osäkerhet om vilka analysmetoder som egentligen använts och få askdata.

---

<sup>9</sup> Hjelmar O; ”Fakta om slagg i europeisk databas”, RVF-Nytt 3-2004, sid 15

<sup>10</sup> ABANDA, ABfallANalysenDATenbank eller Databas över analysdata av avfall

I BIODAT följs de nya standarderna CEN TS 14961 och CEN TS 15359 för biobränslen resp återvunna bränslen. Data kan spåras till de organisationer och de laboratorier som skapat dem, endast data som bestämts enligt CEN standarder läggs in. Dessutom anges osäkerheten och detekteringsgränsen. ECN slutar utveckla Phyllis som tas ner när den inte längre besöks.

## B Rapportering som inte har tagits med

### B.1 Askåterföring

Under genomgången av de rapporter som publicerats inom Ramprogram Askåterföring har flera rapporter funnits ha en titel och sammanfattning som gör dem till potentiella källor till data för Allaska. Emellertid har i några fall innehållet visat sig inte kunnat ge de primära uppgifter som efterfrågades, och i ett par fall har inmatningen skjutits på framtiden. I det följande sammanställs dessa rapporter och anledningen ges till att de inte använts:

- Eriksson J och Börjesson P; "Vedaska i skogen", Vattenfall, Projekt Bioenergi UB 1991/46 (en översikt med litteraturdata som skulle behöva tas fram ur originallitteraturen, och åldern gör att det bli svårt att spåra i efterhand)
- Börjesson P; "Granulerade vedaskors upplösning i skogsmark", Vattenfall, Projekt Bioenergi 1992/17 (rapporten innehåller inte några användbara primärdata – halterna redovisas bara som procent av halten innan askan las ut)
- Lundborg A och Nohrstedt H-Ö; "Effekter av askspridning i skogen", NUTEK Återföring till skogsmark rapport nr R 1996:13, en översikt med litteraturvärden och med några data som behöver granskas närmare
- Nilsson C, Steenari B-M; "Karakterisering och behandling av träaska", Askåterföring till skogsmark rapport nr R 1996:15 (denna översikt innehåller endast medianvärden och variationsintervall, inte individuella värden)
- Nilsen T, Eriksson H M; "Vedaska och kalk - effekter på upptag av näringsämnen och tungmetaller", Ramprogram askåterföring rapport NUTEK nr ER 10:1998, med flera askprov, men som har skjutits på framtiden
- Nilsson T och Eriksson H M; "Vedaska och kalk - effekter på kväveminerisering och nitrifikation i en skogsjord", Ramprogram Askåterföring Rapport nr R 1997:75 (det är samma askor som i rapporten ER 10:1998 [17])
- Sfiris G, Johansson A, Valmari T, Kauppinen E, Pyykönen J, Lyyränen; "Askans partikelfraktionsfördelning och metallernas beteende vid eldning av Salix i en CFB-panna", Ramprogram Askåterföring rapport nr ER 20:1999 (den innehåller endast data på aska från en pilotskalepanna vid Chalmers Tekniska Högskola)

### B.2 Värmeforsks basprogram

Askans sammansättning har betydelse för bäddens agglomerering och sintning i fluidbäddpannor. Emellertid har följande undersökningar dokumenterat endast konsekvenserna för bäddens och beläggningars sammansättning, inte askorna för de ingående bränslena:

- Hansson S, Nyström O, Axby F, Andersson C och Kling Å; "Askproblem vid skogsbränsleeldning i fluidbädd", Värmeforsk, Stockholm mars 2001, rapport nr 730
- Öhman M, Nordin A, Brus E, Skrifvars B-J och Backman R; "Förbrukning av bäddmaterial i biobränsleeldade fluidbäddar p g a agglomereringsrisk –

- beläggingsbildning och möjligheter till regenerering”, Värmeforsk, Stockholm juni 2001, rapport nr 739
- Ljungdahl B och Zintl F; ”RT-flis och rötslam – Problemidentifiering relaterad till bäddsintring och emissioner vid eldning i FB”, Värmeforsk, Stockholm november 2001, rapport nr 753
  - Eklund A, Brus E, Öhamn M, Hedman H, Boström D och Nordin A; ”Utvärdering av hyttsand som bäddsand i FB-anläggningar”, Värmeforsk, Stockholm oktober 2003, rapport nr 832
  - Eklund A och Öhman M; ”Fullskaleförsök med hyttsand som bäddmaterial i 12 MW avfallseldad BFB-panna”, Värmeforsk, Stockholm november 2004, rapport nr 888

Följande rapporter har heller inte använts som källa för data bl a därför att vi skulle ha behövt läsa av från diagram, eller för att det fanns osäkerheter om hur resultaten redovisas:

- Nilsson C och Gustafsson T; ”Undersökning av egenskaper vid deponering av restprodukter från PFBC-anläggningen vid Öresundsverket”, Värmeforsk, Stockholm november 1984, rapport nr 172 (kol som bränsle, lakmetoder som inte längre är standard, endast spårämnen anges för sammansättningen)
- Nilsson C; ”Restprodukter från förbränning i fluidiserande bädd – egenskaper vid deponering och återanvändning”, Värmeforsk, Stockholm augusti 1987, rapport nr 276 (bränslet är kol, lakningsresultat från en metod som inte längre är standard, men det finns geotekniska data som vi inte kunnat bedöma<sup>11</sup> och som kanske kunde vara intressanta)
- Hartlén J, Rogbeck J, Lindau L och Nilsson C; ”Kolförbränningens restprodukter”, Värmeforsk, Stockholm juli 1989, rapport nr 345 (kol och för Allaska något för inkompleta data)
- Kullberg S och Fällman A-M; ”Stabilisering och deponering av rökgasreningensprodukter från sopförbränning”, Värmeforsk, Stockholm juni 1990, rapport nr 370
- Zintl F; ”Tungmetaller i fasta restprodukter från rökgasrening”, Värmeforsk, Stockholm december 1991, rapport nr 419 (en litteraturoversikt utan data för askor)
- Windelhed K; ”Askåterföring – typlösning omfattande befuktningsanläggning och valsplettering”, Värmeforsk, Stockholm oktober 1998, rapport nr 645, en förstudie med data för askor från Fors och Frövi där några kanske finns i andra rapporter
- Windelhed K; ”Valsplettering – Utvärdering och uppföljning av pilotprojekt omfattande ny teknik för framställning av pellets för återföring av bioaska till skogsmark”, Värmeforsk, Stockholm maj 2000, rapport nr 695 (inga sammansättningsdata, lakdata endast som diagram)
- Eriksson M, Wikman K, Berg M och Öhman M; ”Effekten av fluidiseringshastighet och kornstorlek på agglomereringsrisk vid

<sup>11</sup> Dessa redovisas i en bilaga till Värmeforskrapporten, rapport Dnr 1-97/85 (1986-11-19) från SGI (Lundgren och Kullberg)

biobrännseleddning i FB-pannor”, Värmeforsk, Stockholm november 2004, rapport nr 890 (endast siktkurvor för bäddaska)

Om rådata kan skaffas fram eller osäkerheter lyftas kan vissa bli aktuella för inmatning. Några rapporter bedömdes bidra marginellt till kunskapen och prioriterades bort.

### B.3 Ytterligare svenska källor

Vid en senare genomgång av litteraturen identifierades ett antal ytterligare rapporter som potentiella datakällor, men de ingår inte i de två grupper (Ramprogram Askåterföring och efterföljande program, Värmeforsk) som skulle läggas in. De två forskarrapporterna hos Energimyndigheten borde kunna infogas i Allaska. Det kan dock vara svårt att identifiera vilken eller vilka av Ortvikens fyra pannor som levererat askan.

Tabell 3. Ytterligare rapporter med potential att leverera data till Allaska

Table 3. Further reports having the potential to deliver data to Allaska

Rapport	Kommentar
Lundgren T och Elander P; ”Torvaskors kemiska och fysikaliska egenskaper”, Statens Energiverk, Stockholm 1985, rapport STEV-FBA 85/5	Denna rapport kommer från SGI (Dnr 1-317/84) och innehåller data om sammansättning, kornstorleksfördelning, korndensitet, packningsegenskaper, hållfasthetsegenskaper, permeabilitet.
Lövgren L, Lundmark J-E och Jansson C; ”Kretsloppsanpassning av bioaskor – Utvärdering av ny teknik för pelletering av bioaska med avseende på dels driftsegenskaper, dels miljöeffekter i skogen av askåterföring – Rapport etapp 1”, Energimyndigheten, Eskilstuna november 2000, rapport TB-00/10	Två uppsättningar data om sammansättning av askor (Fors och Frövi), resten lakdata (IVL:s trettiodagars lakning) men inga tabellerade lakdata. Här finns kanske de data som saknas i Värmeforskrapporten med nummer 645 och 695.
Ring E, Jacobson S och Högbom L; ”Massaindustrins barkaska åt skogen - Slutrapport”, Energimyndigheten, Eskilstuna april 2002, rapport TB-02/5	Sammansättningsdata finns om två typer av aska från skogsindustrin (Ortviken och Lövholmen).
Nilsson T, Nilsson Å och Larsson K; ”Effekter på markkemi, markvegetation och skogsproduktion fem år efter askåterföring till ett tallbestånd i Hälsingland”, SLU, Ultuna, rapport nr 85, 2003	Sammansättning av granulerad flygaska från Bollnäs värmeverk
Nilsson T, Nilsson Å och Larsson K; ”Tillförsel av barkaska till en blandskog i Medelpad – effekter på markkemi, florans sammansättning och stamtillväxt”, SLU, Ultuna, rapport nr 88, 2004	Sammansättning av granulerad aska från Östrands massafabrik och slampelletts

Det finns även ett ganska stort antal rapporter med uppgifter om sammansättning på askor efter inaskning av ett bränsle. Dessa har inte utnyttjats som källor i detta uppdrag, då de inte avser askor från en storskalig förbränning. Kopplingen till bränsledata har diskuterats på ett annat ställe i denna rapport.



## C En vägledning i terminologin för aska och pannor för användaren av Allaska

För att beskriva ett askmaterial i Allaska används idag endast tre kategorier: bottenaska, flygaska och rökgasreningssrest.

I korthet är bottenaska den aska som tas ut i botten av pannan medan flygaska är den aska som på grund av storlek eller densitet följer med rökgaserna och faller ut i olika delar av pannan och rökgasreningssystemet.

Aska är den mineraliska obrännbara återstoden efter ett bränsle, inklusive de föroreningar som följer med bränslet. I rökgasreningen sprutas ämnen in i rökgasgången för att rena gaserna. Dessa tillsatser är t ex kalk för avsvavling av rökgaserna eller aktivt kol för att fånga dioxiner eller kvicksilver. Blandningen av flygaska och rester efter dessa ämnen kallas för rökgasreningssrester (RGR).

Begränsningen till tre kategorier är en förenkling men de uppgifter som lämnas in är oftast inte mer detaljerade. Ibland är det nödvändigt att vara lite mer detaljerad i beskrivningen av var askmaterialet tagits ut, och det kan ha gjorts i några undersökningar.

Svensk terminologi stämmer inte nödvändigtvis helt med den engelska.

### C.1 Rosterpanna eller fluidbäddpanna

Ordet panna används ofta för att beskriva en enhet sammansatt av en eldstad där bränslet omvandlas och den egentliga pannan där förbränningsvärmets avges till vatten och ånga.

De vanligaste utformningarna av eldstaden är som en roster eller som en fluidbädd, varav namnen rosterpanna och fluidbäddpanna.

I en rosterpanna skjuts bränslet in på ett sluttande plan eller galler (rostret) och förbränningsluft tillförs underifrån, genom rostret. Bränslet torkas, förkolnas och brinner ut på rostret. Det som är kvar av bränslet, askan, faller över kanten på rostret och förs bort som bottenaska. Gaserna slutförbränns i gasutrymmet ovanför rostret.

I en fluidbäddpanna är lufthastigheten genom bädden hög och bränslet svävar i luftströmmen. Hela processen (torkning, förkolning och utbränning) sker homogent i bädden. För att kunna hålla bränslet svävande i dess olika stadier av utbränning brukar man tillsätta ett obrännbart material som ger en större bäddvolym. Om bränslet är askrikt behövs inte detta extra bäddmaterial.

Man skiljer mellan bubblande bädd eller BFB, där gashastigheten är jämförelsevis låg och bädden stannar på plats, och cirkulerande bädd eller CFB, där gashastigheten är så pass hög att hela bädden rycks med. I det senare faller avskiljs bädden i en cyklon längre ner i rökgasströmmen och förs tillbaka till eldstaden.

Överstore partiklar som inte kan hålla sig svävande i BFB eller CFB-pannan tas ut längst ner från bädden som bäddaska. Man brukar också läcka ut en del av bädden för att hålla rätt kemi hos bäddmaterialet. Denna bäddaska kallas även pannsand om kornstorleksfördelningen är sandlik.

Bränslestyckena till en roster är större än de som skall till en fluidbädd. I båda fall matas bränslet och förbränningsluften från olika öppningar. Det finns en tredje typ av förbränning: pulverbrännare. Denna är vanlig för oljeledning eller koleldning, men mycket mindre vanlig för fasta biobränslen. Här mals bränslet till ett fint pulver, förblandas med förbränningsluften och injiceras i pannan genom munstycken (brännarna).

Askans från en rosterpanna eller en panna med pulverbrännare består enbart av bränslets aska, medan askan från en fluidbäddpanna består av dels bränslets aska, dels bäddmaterialet.

### C.2 Flygaska i rökgasgången

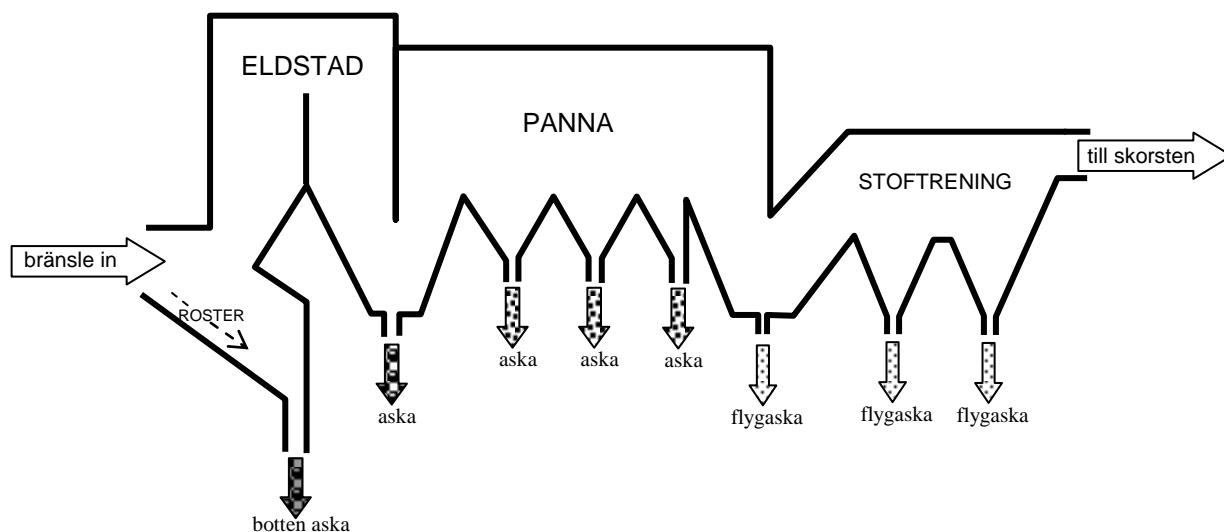
Den aska som följer med rökgaserna kommer att falla ut på de lägsta punkterna i rökgasgången eller när det finns hinder i vägen. Den grövre fraktionen faller ut först och de finare fraktionerna sist.

Ofta sitter inte de värmeupptagande ytorna direkt ovanför rostret eller bädden. Konstruktionen som i Figur 1 för avfallsförbränninganläggningar är rätt vanligt, även för pannor där biobränslen eldas.

För att förlänga uppehållstiden har rökgasgången veckats innan den ansluter till pannan med värmeupptagande ytor. När rökgasen vänder faller den grövre fraktionen av den aska som följer med gasen: vändschaktsaska eller fallkammarsaska. När rökgasen passerar de värmeväxlande ytorna i den egentliga pannan faller ytterligare aska. På engelska heter den ”boiler ash”. Detta namn ges troligen också till vändschaktsaskan.

Efter pannan dras rökgasgången ner till rökgasreningssystemet före skorstenen. För att avlägsna flygaskan, stoftet ur rökgasen, kan olika utrustningar användas:

- Cykloner, ofta som ett batteri av cykloner (multicykloner) som avskiljer partiklar ner till ca 10  $\mu\text{m}$
- Elfilter, där flygaskan laddas i ett elektrostatiskt fält och fastnar på elektroderna, som avskiljer partiklar ner till ca 0,1  $\mu\text{m}$  och tar ner stofthalten till 10-50  $\text{mg}/\text{Nm}^3$
- Slangfilter eller textila spärrfilter, där flygaskan eller stoftet filtreras med en duk eller keramiska insatser, som avskiljer fina partiklar och tillåter utgående stofthalter på 3 till 5  $\text{mg}/\text{Nm}^3$



Figur 1 Schematisk skiss för en avfallspanna med rooster och med stoftreningsystem

Flygaskan kan därför kallas för cyclonaska eller filteraska, och vill man vara ännu mer detaljerad skiljer man mellan elfilteraska och slangfilteraska. Alla tre utrustningar används sällan i samma rökgasgång. Oftast används endast en eller två av dessa utrustningar: t ex enbart elfilter, eller cyclon och spärrfilter beroende på utsläppskraven.

### C.3 Avsvavling m m

För att minska halten svaveldioxid i rökgaserna sprutas en fast absorbent in i rökgasgången. Denna kan vara kalk (oftast) eller natriumvätekarbonat (mer sällan). För att ge tid för den finfördelade absorbenten och rökgasen att reagera brukar man sätta in en reaktor eller anpassa längden på rökgasgången innan förbrukad absorbent och flygaska fångas in i ett spärrfilter. Denna rest kallas för rökgasreningsrest.

Samtidigt med svavelabsorbenten kan även aktivt kol sprutas in för att fånga kvicksilver samt organiska ämnen som dioxiner.

Avsvavling och aktivt kol behövs inte för rena fasta biobränslen, t ex skogsbränslen. De är däremot nödvändiga för returträ (ett avfall) och för torv.

När reningen av rökgasen behöver drivas ännu längre kan man tvätta gasen i en scrubber. Aska fångas i vätskan tillsammans med saltsyra eller svaveldioxid. Stoftet tas ut ur processen som slam från den efterföljande reningen av tvättvätskan. För närvarande finns inga uppgifter om sådana slam i Allaska.

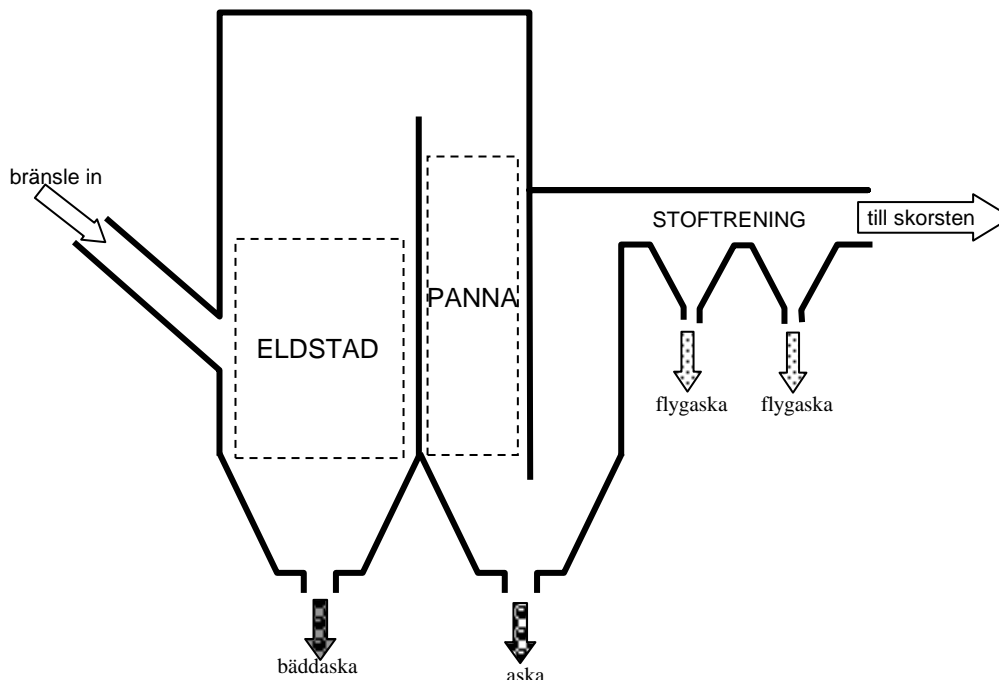
## C.4 Vertikal panna

Rökgasgången genom den egentliga pannan har placerats horisontellt i Figur 1, vilket är praxis för avfallseldade pannor. Mindre bibränsleeldade pannor kan ha samma typ av konstruktion. Pannor där andra bränslen eldas är oftast byggda på höjden, med en vertikal rökgasgång genom värmeupptagande utrustningen (panndelen, ångkretsen), se Figur 2.

Här finns delen av pannan där vattnet förångas kring eldstaden och ett paket av andra värmeupptagande ytor (överhettare och ekonomiser, vilka utrikes ofta kallas för boiler) finns både högst upp, där rökgasen vänder neråt, och i det s k bakre draget.

I en sådan anläggning vänder rökgasgången under pannan: den aska som faller ut där är en vändschaktsaska eller fallkammarsaska, men på engelska en "boiler ash". I nomenklaturen som används i Allaska är det en flygaska.

I skissen i Figur 2 representeras en CFB och en BFB med samma svarta låda. Cyklonen där bäddmaterialet avskiljs för att återföras till eldstaden och tillhörande inre struktur har utelämnats ur skissen.



Figur 2 – Schematisk skiss över en panna med vertikal rökgasgång, typisk för en fluidbäddpanna. Ordet panna i bilden står för överhettare och ekonomiser.

## C.5 Pulverbrännare

Brännartekniken är standard för oljepannor och stora kolpannor, vilka byggs vertikalt som i Figur 2, med insprutning av förblandade bränslet och luften genom brännare placerade i väggarna på eldstaden, i stället för det fall som nu är inritat i figuren.

I dessa pannor faller en bottenaska och flygaskor. Då rökgaserna från kol måste avsvavlas tillkommer rökgasrester.

Eftersom brännare inte tar så mycket plats kan man, när man bygger om såväl rosterpannor som fluidbäddpannor för ökad kapacitet och har utrymmesbrist, införa brännare i stället för en större bädd eller en större roster. Askflöden förblir desamma som i horisontella konstruktionen om man monterar brännare i taket eller i stället för roster i Figur 1, och desamma som i vertikala konstruktionen när eldstad och panna ser ut som i Figur 2.

## C.6 Blandaskor

I praktiken brukar man slå ihop de olika delflöden av askor som faller i en anläggning. I den anläggning som illustrerats i Figur 1 kan man t ex föra vändschaktsaskan och även askan som faller i pannan till samma uttag som bottenaskan. Bottenaskan kommer då att bestå av dessa tre typer av askor. Alternativt kan askan som faller i pannan föras ut t ex med flygaskan från rökgasreningssystemet.

På samma sätt kan man välja att föra ut askan från vändschaktet i anläggningen som skissats i Figur 2 tillsammans med flygaskan, eller tillsammans med bottenaskan (roster) eller bäddaskan (fluidbädd).

Om den exakta utformningen av askutmatningen inte är känd kan det vara svårt att beskriva askorna i mer detalj än bottenaska, flygaska eller rökgasrester.

## C.7 Våt eller torr utmatning

Bottenaskor är nästan alltid heta när de faller från en eldstad. Det vanligaste sättet att ta ut dem från en rosterpanna är att snabbt kyla ner dem i ett vattenbad under rostern. Det som uppnås utöver nedkylningen är en släckning av glödande och ofullständiga förbrända rester från bränslet. Därigenom undviks eldsvådor.

Det finns dock utrustning konstruerad för att ta ut bottenaskor torra, där askorna kyls av den ingående förbränningsluften samtidigt som glödande rester slutförbränns. Denna tekniska lösning är inte vanlig i Sverige.

Flygaskor har ofta kylts ner och är bättre förbrända innan de fångas in i rökgasreningen eller i pannan (Figur 1) varför brandrisken är mindre akut. De brukar tas ut torra från cykloner eller filter, vilket förutsätter en förutsättning för t ex kolflygaskans användning i cement eller betong. Det är dock inte ovanligt att man befuktar flygaskor från andra bränslen när de tas ut från silo för att undvika att askorna dammar.

## D Indata till Allaska

I Allaska har sammanställts data om askors egenskaper, om deras ursprung och hur de uppstod. Denna PM syftar till en överblick över den information som finns i Allaska och till en sammanställning av de testmetoder som använts och som bör användas för data som skall läggas in i Allaska. Skriften är en uppdatering av Bilaga A till Värmeforsk rapport 857 i januari 2004.

### D.1 Överblick över de data som finns i Allaska

I tabellen nedan sammanfattas de huvudtyper av uppgifter som läggs in i Allaska. Tester och analyser skall vara standard. Observera att om utrymme förbereds för uppgifter till en storhet betyder det inte att det nödvändigtvis finns data i Allaska för denna storhet.

	Typ av uppgifter alt analys- eller testmetod
Bränsle	Enligt SS 18 71 10, med påkallade närmare detaljering
Förbränningsanläggningen	Rost eller fluidbädd
Aska	Bottenaska, bäddaska (FB), flygaska
Utmatning	Våt eller torr
Kemisk sammansättning	Glödförlust, TOC,
	Totalsammansättning enl SKS meddelande 2001:4, alt 2003/33/EG (se även NFS 2004:10)
Lakegenskaper	Kolonntest, EN 14405
	Skaktester, EN 12457-3 och 12457-4
	Tillgänglighetstest, NT Envir 003 och 006
	pH-statisk test
Tekniska egenskaper	Kornstorleksfördelning, EN 933-1
	Densitet, EN 1097-3, bilaga D, skrymdensitet, SS 02 71 09
	Vattenabsorption EN 1097-6, Bilaga C
	Kapillär höjd, modifierad EN 1097-10
	Forstbeständighet, prEN 13055-1
	Tjälfarlighet, VVMB 301:2001
	Värmekonduktivitet, EN 12664:2001
	Permeabilitet, Nordtest TR 254
	Packning, SS-EN 13286-2:2004
	Dynamisk treaxialförsök, EN 13286-7:2000
	Kompressibilitet, SP-metod 2670

På följande sidor beskrivs dessa typer av uppgifter i större detalj.

### D.2 Vilken information?

I databasen Allaska är uppgifter om askans egenskaper självskrivna i databasen. De har grupperats på följande sätt:

- Kemisk sammansättning (framför allt oorganiska, d v s totalsammansättning eller grundämnen men även organiskt innehåll)
- Lakegenskaper
- Geotekniska egenskaper (kornstorleksfördelning, densitet, hållfasthet, frosttålighet etc)

För att uppgifterna om askors egenskaper skall vara användbara i ett större sammanhang krävs att de härrör från standardiserade förfaranden, så att resultat kan jämföras, och att informationen om ett askprov är tillräckligt omfattande.

Därutöver bör tillräckligt mycket information finnas för att egenskaper skall kunna spåras bakåt till ursprung och historia, d v s bränslet som gav upphov till askan samt förloppen och behandlingen vid förbränningsanläggningen. Databasen innehåller därför även uppgifter om:

- bränslet och dess egenskaper
- förbränningsanläggningens karakteristika och driftsförhållanden
- var i anläggningen askan tagits ut och hur den behandlats

Beskrivning av de storheter som bör ingå i Allaska följer därför det flödesschema som gäller för en förbränningsanläggning: bränslet först, förbränningsprocessen sedan, utmatningen och den eventuella behandlingen av askan, och till sist askans egenskaper. En rimlig balans har eftersträvat mellan allt det som kunde vara bra att veta och den mängd information som är vettig.

### D.3 Bränslen

Bränslet bör beskrivas i tillräcklig detalj för att påverkan av olika företeelser på askans egenskaper skall kunna spåras, men inte mer detaljerat än det är befogat med hänsyn till bränslehanteringens storskalighet<sup>12</sup>. Den detaljeringsgrad som bedömdes vara görlig för Allaska är att använda två nivåer för bränslena: en huvudnivå, som i standarden SS 18 71 10, och en undernivå.

Observera att det sedan Allaska skapades tillkommit europeiska standarder som kommer att ersätta SS 18 71 10. I dag finns:

- För fasta biobränslen, CEN/TS 14588:2004 för terminologi, definitioner och beskrivningar, CEN/TS 14961:2005 för bränslespecifikationer och –kategorier
- För återvunna bränslen, CEN/TS 15357:2006 för terminologi, definitioner och beskrivningar, CEN/TS 14359:2006 för bränslespecifikationer och –kategorier

De har ännu inte implementerats i Allaska, men kommer ofrånkomligen att bli det när uppgifter enligt dessa standarder kommer in.

<sup>12</sup> Svenska standarden SS 18 71 10 för klassificering av förbränningsrester är ganska grov och har bara en nivå beträffande ursprungsbränslet. Betoningen i utländska databaser om biobränslen och askor (t ex Phyllis) är på bränslet. Fyra nivåer används för att specificera bränsletyp kräver i vissa av dem. I andra sammanhang, t ex Energimyndighetens och Skogsstyrelsens beskrivning av trädbränslen, används en annan kategorisering.

I standarden SS 18 71 10 definitionen och i de flesta databaserna<sup>13</sup> utgår man från att det eldas rena bränslefraktioner, medan det är mycket vanligt att man blandar dem. Det har förekommit att en anläggning använder sex olika bränslefraktioner.

I beskrivningen av bränslet ingår i första hand:

- o huvudkategori för bränslet (kol, avfall, trädbränslen, torv, övriga biobränslen, övriga fastbränslen enligt standarden SS 18 71 10)
- o en underkategori (för trädbränslen kan det vara skogsbränsle, sågverksrester, etc)
- o form (pulver, huggflis, krossflis, pellets, etc)
- o andel i bränslemixen
- o plats för kommentar

Kvalitetssäkringen och uppföljningen av bränslen vid anläggningar kan tänkas leverera ytterligare data. Principiellt kunde vissa bland dem vara bra att ha med i databasen, men arbetet med att samla in information blir väl stort.

#### **D.4 Förbränningen**

Den aktuella pannan beskrivs med

- o huvudprincip (rost, fluidbädd, pulvereldad, ”föruugn”)
- o rökgasreningen (cyklon, elfilter, textilt spärrfilter, kondensering, skrubber)
- o tillsatser vid rökgasreningen (kalk, aktivt kol, SCR/SNCR)
- o nominell kapacitet

Kategorin fluidbädd har delats upp i CFB (Cirkulerande Fluid Bädd) eller BFB (Bubblande Fluid Bädd) därför att det förväntas att det skall finnas skillnader i askornas egenskaper. För rost finns det så många varianter av genomföranden att det har avstått från preciseringar. Möjligen kan en närmare specificering adderas som kommentar (t ex vibrationsrost, wanderrost, spreader-stoker, snedrost, trapprost etc) för att i framtiden dessa uppgifter skall kunna spåras, om behov skulle uppstå. Föruignsvarianten är på utdöende varför det inte är kostnadseffektivt att detaljbeskriva dessa pannor, men en kommentar kan ha ett värde (rost i föruignen, axonugn, etc).

För rökgasreningen bör en närmare beskrivning kunna infogas som kommentar, om det så behövs.

Tillsatserna vid rökgasreningen bör in i databasen. De tillsatser som sprutas in i rökgasgången och som omedelbart påverkar rökgasreningsrestens sammansättning är kalk eller natriumvätekarbonat för att binda svaveloxider och saltsyra samt aktivt kol för att binda kvicksilver eller dioxiner. Andra som ammoniak eller urea i SCR eller SNCR förväntas inte ha något större inflytande på rökgasreningsrestens eller flygaskans oorganiska sammansättning, ej heller ammoniumsulfat eller liknande tillsatser för att motverka asksmältor på överhettartuber, men att utesluta dem hade i onödan medfört en ofullständighet.

---

<sup>13</sup> De kan ha en kategori blandningar, men närmast som en post övrigt där det dessutom inte finns någon möjlighet att närmare beskriva vad som ingår i blandningen.



## D.5 Askan

För att beskriva aska används för närvarande endast tre kategorier: bottenaska, flygaska och rökgasreningsrest. Då aska faller på flera ställen i förbränningsanläggningarna och egenskaperna varierar kunde det vara motiverat med en mer detaljerad beskrivning, t ex en uppdelning av flygaska efter cyklonaska, elfilteraska och spärrfilteraska. Då det ofta inte har gått att få denna detaljerade beskrivning har den lägsta nivån med tre kategorierna valts.

I praktiken är det lite svårare då askflöden blandas tämligen ofta, olika flygaskor med varandra, flygaska med bottenaska. Aska kan matas ut från en silo som är gemensam för två-tre pannor.

I beskrivningen av askan ingår därför i första hand:

- o huvudkategori för askan (t ex bottenaska, flygaska, rökgasreningsrest)
- o andel i askmixen
- o plats för kommentar

Nästa grupp av uppgifter berör provtagningen. De är inte nödvändiga för askans egenskaper, men ökar möjligheterna att spåra en aska bakåt i anläggningen:

- o samlingsprov (över längre tid) eller momentant prov (datum/klockslag)
- o utmatningen, våt eller torr
- o lastfall för detta prov eller parti aska (vilket brukar vara svårt att få veta)
- o från band, container eller från upplag?

Den sista gruppen av uppgifter är däremot direkt relevant för askans egenskaper då den gäller behandlingen efter uttaget:

- o åldrad aska eller ej
- o för bioaskor - härdad, agglomererad, krossad
- o blandad med ett annat material som slam
- o datum för prov till analys efter behandling/åldring (för spårbarheten)

Egentligen borde de material som blandas med aska, t ex slam, beskrivas lika noggrant som askan. Det är dock svårt att förutse alla variationer.

## D.6 Askans egenskaper

De tekniska egenskaperna och de miljömässiga egenskaperna hos askorna är de som efterfrågas i första hand. Eftersom endast de relevanta egenskaperna tas fram för en användning är det möjligt att dela upp dessa egenskaper i grupper för varje tillämpning. Ett argument för att inte göra så är detta förfarande låser databasen i vissa banor.

### **Kemisk sammansättning**

Det som oftast menas med kemiska sammansättningen är sammansättningen med avseende på grundämnen. Det finns få uppgifter om innehållet av kemiska föreningar, varför inget försök har gjorts att samla dessa.

Av intresse är följande uppgifter:

- o vattenhalt som bestäms genom torkning vid 105°C,
- o oförbränt (metoden bör anges: glödgningsförlust och temperatur för detta, TOC<sup>14</sup>, etc)
- o totala sammansättningen, som kan delas upp i huvudkomponenter (vilka rapporteras med enheterna viktsprocent oxider eller g/kg) och spårämnen (mg/kg)
- o organiska komponenter (PAH<sup>15</sup>, PCDD/F<sup>16</sup> m fl) - 2007 fanns inga uppgifter om innehållet av organiska föreningar men dessa adderas när sådana kommer fram

Det första steget i en analys är att bestämma **vattenhalten** och i Allaska anges denna i viktsprocent av det inkommande provet därför att detta är vanligast i analysprotokollen. I geotekniska sammanhang används hellre vattenkvoten<sup>17</sup>, men omräkningen erbjuder inga problem.

Med **oförbränt** avses det brännbara material som inte brunnit ut under förbränningen. Det finns flera metoder att ange dess halt:

- o som glödgningsförlust vid en angiven temperatur, för vilket det finns olika standarder, se nedan
- o som TOC, för vilket EN 13137 skall användas, se nedan

Bestämningen av viktsförlusten efter glödgning vid en hög temperatur är en bekväm och populär metod att få fram ett mått på resterande kol. Ett problem är att metoden inte gör någon skillnad mellan organiskt kol (alltså material som inte reagerat), det elementära kolet i förkolnat material, karbonatkolet i oorganiska karbonater, kristallvatten i salter och hydroxider eller flyktiga salter som kaliumklorid. Ett annat är glödgning vid olika temperaturer kommer att ge olika resultat, varför temperaturen måste anges. För askor från biobränslen gäller 550°C (SS 18 71 87), samma för askhalten i biobränslen (SS 18 71 71 och SIS-CEN/TS 14 775). För askor i cement är det 950°C (EN 196-2) och som ballastmaterial 975°C (SS-EN 1744-1) som gäller.

En metod som ger möjlighet att skilja mellan kol och väte (följaktligen mellan oförbränt kol och kristallvatten) är elementaranalys. Det finns en europeisk standard, EN 13 137,

---

<sup>14</sup> TOC, Total Organic Carbon eller totala mängden organiskt kol i provet om man tar över benämningen från vattenanalyser eller från rökgasanalyser. TOC i askor är emellertid inte organiskt utan elementärt kol. En bättre benämning vore Totalt Oxiderbart Kol i askors fall.

<sup>15</sup> PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons), d v s polycykliska aromatiska kolväten

<sup>16</sup> PCDD/F (PolyChlorinated DibenzoDioxins and -Furans), i dagligt tal dioxiner och furaner

<sup>17</sup> Vattenhalten är mängden vatten dividerad med mängd fuktigt material medan vattenkvoten är mängd vatten dividerad med mängd torrt material.

som utarbetats för att dela upp kolet i ett prov mellan oförbränt kol (s k TOC) och oorganiskt karbonatkol.

Den metod att bestämma den **totala oorganiska sammansättningen** som Skogsstyrelsen specificerar i sina rekommendationer 2001<sup>18</sup> är att uppsluta provet i en stark syra, en blandning av salpetersyra, saltsyra och fluorvätesyra (ASTM 3683) alternativt i en litiummetaboratsmälta (ASTM 3682) i slutna kärl med tanke på flyktiga ämnen och bestämma koncentrationerna instrumentellt. Egentligen skulle alla halter anges konsekvent med enheterna mg/kg eller g/kg, men av hävd rapporteras:

- o huvudämnena, d v s Ca, Al, Si, Na, K, P, Ti, Fe, Mn som oxider och i viktsprocent
- o spårämnen, bl a As, B, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, V och Zn, men även S med enheten mg/kg TS

Observera att i rekommendationerna 2008<sup>19</sup> anger inte Skogsstyrelsen några analysmetoder.

I direktivet om mottagningskriterier för avfall vid deponier specificeras två metoder att uppsluta avfall:

- o EN 13657, i kungsvatten så att silikatmatrisen förblir intakt
- o EN 13656, i fluorvätesyra, salpetersyra och saltsyra i mikrovågsugn för totala sammansättningen

Antalet **organiska ämnen** är stort. I asksammanhang är det framför allt PAH, PCDD/F som hittills har uppmärksamats. Inga organiska analyser har utförts i Värmeforskprojektet, varför en närmare precisering av metod får anstå.

### Lakegenskaper

En viktig komponent i miljöegenskaperna är lakningsegenskaperna, d v s hur mycket som löses ut i kontakt med vatten. Utöver de metoder som beskrivs i standardlitteratur finns det, eller går det att utveckla lakteter för varje situation. För den samlade bilden av askors egenskaper begränsas den uppsättning lakteter som används till ett mindre antal, se även Tabell 1:

- o kolontest, prEN 14405
- o tvåstegslakning, EN 12457-3, med  $L/S^{20}=2$  och  $L/S=2-10$
- o enstegslakning, EN 12457-4
- o tillgänglighetstest, NT ENVIR 003
- o oxiderad tillgänglighetstest, NT ENVIR 006
- o pH-statisk lakning

<sup>18</sup> Skogsstyrelsen, ”Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödning”, Meddelande 2-2001, Jönköping 2001

<sup>19</sup> Skogsstyrelsen, ”Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring”, Meddelande 2-2008, Jönköping 2008

<sup>20</sup> L/S, Liquid to Solid ratio, d v s volymen vätska i förhållande till massan fast material som lakas.

Tabell 1. Uppgifter som erhålls från de olika laktesterna

Table 1. Information obtained from the various leaching tests

Test	Redovisas som
Kolonntest prEN 14405	Redovisas vid följande L/S-förhållanden: <b>L/S = 0,1 i mg/l</b> L/S = 0,2 i mg/kg TS L/S = 0,5 i mg/kg TS L/S = 1,0 i mg/kg TS <b>L/S = 2 i mg/kg TS</b> L/S = 5 i mg/kg TS <b>L/S = 10 i mg/kg TS</b>  Följande ämnen brukar analyseras: <b>As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Zn, V, Al, Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Klorid, fluorid, sulfat, fenolindex, DOC</b>  För de fetmarkerade finns det gränsvärden i direktivet 2003/33/EG om mottagningskriterier vid deponier
Tvåstegslakning EN 12457-3	Redovisas vid L/S 2 och L/S 10 som mg/kg TS. Ämnen se ovan
Enstegslakning EN 12457- 4	Redovisas som L/S 10 i mg/kg TS Ämnen se ovan
Tillgänglighetstest NT ENVIR 003	Redovisas som mg/kg TS (ej L/S relaterat) Metaller som ovan
Oxiderad tillgänglighetstest NT ENVIR 006	Redovisas som mg/kg TS (ej L/S relaterat) Metaller som ovan
pH-statisk lakning EN 14429, EN 14997	Redovisas per pH (8 st pH enligt standard) som mg/liter Metaller som ovan samt DOC <sup>21</sup>
Ytutlakning (diffusionstest) NEN 7345	Redovisas som mg/m <sup>2</sup> . Metaller som ovan

För svenska förhållanden finns utöver dessa tester lakmetoder som är specifika för spridningen av aska till skogsmark, nämligen:

- o Tillgängligheten hos näringsämnen och skadliga ämnen under en skogsgeneration – metoden föreskrivs av Skogsstyrelsen i rekommendationer, Meddelande 2-2008
- o IVL:s trettiodagars test för bioaskor syftar till att beskriva utlakningen under ett flertal år från en askprodukt som spridits i skogsmark. Endast huvudämnen är

<sup>21</sup> DOC, Dissolved Organic Carbon

relevanta (Ca, Mg, K, P etc). Denna metod tycks dock inte användas särskilt ofta.

F n finns inga uppgifter i rapporterna från Värmeforskprojekten som skulle gälla dessa två lakmetoder. När uppgifter kommer fram utökas databasen för dem.

### Tekniska egenskaper

I två projekt inom ”Miljövänlig användning av askor” har definierats de egenskaper som bör bestämmas för sekundära material utgående från materialens funktion i en konstruktion:

- Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningbyggnad; Etapp I – inventering av provningsmetoder och funktionskrav (B von Bahr, A Ekvall och B Schouenborg), Värmeforsk rapport 867, 2004
- Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningbyggnad; Etapp II – bottenaskors tekniska egenskaper (B von Bahr, H Arvidsson, A Ekvall och K-J Loorents), Värmeforsk rapport 952, 2006

De två vanligaste egenskaperna är:

- Kornstorleksfördelning – EN 933-1. Primärdata anges som procent under en viss storlek och maskvidden i denna standardiserade serie (se rapport 952, Bilaga B, för jämförelse mellan olika laboratorier)
- Densitet – EN 1097-3, Bilaga D. Det som brukar anges för aska är skrymdensiteten eller lösdensiteten (i kg/m<sup>3</sup>) för material innan det packas: dessa avser askan i bulk. Begreppet kompaktdensitet förekommer för askkornens densitet. Följande benämningar används:
  - Skrymdensitet utan packning (lösdensitet eller lös skrymdensitet kan förekomma)
  - Maximal torr skrymdensitet, tung laboratoriestampning resp lätt laboratoriepackning (SS 02 71 09), anges vid den optimala vattenkvoten
  - Kompaktdensitet

Övriga egenskaper är:

- Vattenabsorption - EN 1097-6, Bilaga C, är första valet men för porösa alternativa ballastmaterial är den missvisande. Se rapport 952, Bilaga E, för modifieringar.
- Kapillär höjd (både stigning och dränering) – EN 1097-10, modifierad, se rapport 952, Bilaga F
- Frostbeständighet – prEN 13055-1, Bilaga C för lättballast (ej SS-EN 1367-1, se rapport 952, Bilaga G)
- Tjälfarlighet – Vägverkets metod VVMB 301:2001, se rapport 952, Bilaga H, anges vid den optimala vattenkvoten
- Värmeledning – EN 12664:2001 som bygger på ISO 8301 och ISO 8302, se rapport 952, Bilaga I
- Permeabilitet – med rörpermeameter enligt Nordtest TR 254, se rapport 952, bilaga J
- Packningsegenskaper – SS-EN 13286-2:2004, se rapport 952, Bilaga K, vid den optimala vattenkvoten, lätt instampning (standard Proctor) eller tung instampning (modified Proctor)

- Dynamiska treaxialförsök – EN 13286-7:2000, se rapport 952, Bilaga L – testerna ger styvheten (resilientmodulen) och permanent deformation
- Kompressibilitet – SP-metod 2670,, se rapport 952, Bilaga M – testerna ger E-modul vid en belastning
- Mekanisk beständighet, micro-Deval metoden är missvisande för alternativa ballastmaterial som aska, se rapport 952, men används ändå

Observera att flera storheter bestäms vid den optimala vattenkvoten, men det kan hända av olika skäl att denna inte kan bestämmas. I så fall anges storheten vid den naturliga vattenhalten.

## E Osäkerheter och detekteringsgränser

Databasen Allaska innehåller kvantitativ information om askors egenskaper i en kondenserad form. Genom att söka i Allaska kan användaren få tillgång till värdena för de storheter som är av intresse, och en hänvisning till källan för uppgiften. För att rapporten från en sökning skall vara överskådlig sammanfattas resultaten med hjälp av statistiska storheter som medelvärde, median, maximum och minimum.

Det som inte syns bland de siffror som visas är osäkerheten eller felgränsen i varje värde. För kemiska analyser finns även frågan hur värden under detekteringsgränsen för ett ämne dels redovisas i Allaska, dels hanteras i en rapport från en sökning.

### E.1 Osäkerhet

De värden som har lagts in i databasen är resultatet från en test eller en analys (t ex den kemiska sammansättningen). De felgränser eller osäkerheter som hör till detta värde anges dock inte i Allaska, bl a därför att denna information ofta inte lämnats till Allaska.

Enda sättet att få veta vilka osäkerheterna är i ett värde är därför att i ett första steg gå till forskningsrapporten. I bästa fall erhålls den information som söktes. Vanligast är dock att detaljerade rapporter från analyslaboratorier inte reproduceras i dessa forskningsrapporter. Nästa steg kan vara att ta kontakt med projektets utförare för att få fram originalrapporterna.

Det kan i detta sammanhang vara värt att veta att osäkerheten i kemiska analyser (för den kemiska sammansättningen och lakteter) brukar vara i storleksordningen 20 – 30 % av det resultat som anges. Dessa felgränser motsvarar ca 95 % konfidensintervall. För andra testmetoder hänvisas till forskningsrapporterna.

### E.2 Detekterbarhet

Kemiska analysmetoder har inte oändlig känslighet. Det finns en koncentrationsgräns under vilken koncentrationen av ett ämne inte kan bestämmas: utslaget är så litet att man inte vet om det finns något utslag eller om det är allmänt brus. I rapporter från analyser kan detta redovisas med ett u.d.<sup>22</sup> eller med < tecknet plus ett värde.

Det finns olika skolor för hur sådana resultat för enskilda prov skall återges i en samling av resultat för flera prov<sup>23</sup>:

- Med värdet 0
- Med halva värdet på detekteringsgränsen
- Med hela värdet på detekteringsgränsen
- Med inget värde alls (u.d. eller blankt)

<sup>22</sup> Tecknen u.d. betyder ”under detekteringsgränsen”, d v s ej kunnat detekteras och kvantifieras med angivna metoden

<sup>23</sup> Se t ex Helsel D R; ”Fabricating data: how substituting values for non-detects can ruin results, and what can be done about it”, Chemosphere 65(2006), sid 2434-2439

I inledningen av arbetet med Allaska beslutades att inte ange något värde alls när rapporten angav ”mindre än ett värde”: nyttan av att för alla analyser av tenn ange < 60 mg/kg ansågs vara begränsat, och så kunde Access inte hantera värden med ett < eller ett > tecken.

Det har dock som konsekvens att svaret från en sökning kan ge 35 värden i medelvärdet för kromhalten men 2 i medelvärdet för kvicksilverhalten. Det kan innebära att för övriga 33 prov var kvicksilverhalten under detekteringsgränsen, men det kan också innebära att för några bland dessa 33 var det så och att för resten av proven fanns ingen uppgift därför att kvicksilver inte analyserades.

En konsekvens av detta beslut är bl a att endast de riktigt höga kvicksilverhalterna ingår i det medelvärde som redovisas i rapporten från en sökning, och detta medelvärde är då en grov överskattning av det sannolika medelvärdet.

Det är naturligtvis inte helt tillfredsställande. Under 2008 har Accessgränssnittet för Allaska modifierats: en flagga har införts för tecknet <, vilket betyder att denna halt är en detekteringsgräns eller bestämbarhetsgräns. Fr o m 2008 skall detekteringsgränsen läggas in för den aktuella storheten. Under 2009 kommer de data som tidigare lagts in i Allaska att gås igenom och kompletteras.

Statistiken (medelvärdet och medianen) kommer alltså fr o m 2009 att beräknas med detekteringsgränsen där det riktiga värdet underskrider detta och med det aktuella värdet när det överskrider detekteringsgränsen.

### **E.3 Summahalter**

Frågan om värden under detekteringsgränsen har betydelse även i ett annat sammanhang: när halten av enskilda ämnen adderas till en summahalt. Det gäller för t ex PAH, PCB och PCDD/F<sup>24</sup>. Per 2009-01-01 har inga sådana uppgifter registrerats i Allaska, men det förväntas att sådana läggs in i en snar framtid.

I en kemisk analys av en kategori av ämnen som PAH adderas i ”Summa EPA16” halten av alla 16 PAH-ämnen i analysen. När ett eller flera ämnen förekommer i halter under detekteringsgränsen lägger man in detekteringsgränsen, eller halva dess värde, i summan i stället för det värde som inte finns.

Den konsekvens som detta förfarande kan ha är t ex att summahalten överskrider ett gränsvärde, trots att inget kunde detekteras, om detekteringsgränsen är lite väl hög i förhållande till regelverkets gränsvärde. Om analysmetoden ger < 0,2 mg/kg för alla PAH i EPA16 summan, blir summahalten 3,2 mg/kg, vilket överskrider ett gränsvärde på 2 mg/kg.

---

<sup>24</sup> PAH, Polycykliska Aromatiska Kolväten, PCB, Polyklorerade Bifenylter, och PCDD/F, Polyklorerade Dibenzodioxiner och -Furaner (i dagligt tal, dioxiner och furaner)



## E.4 Blankprover

Askprovet kontamineras vid uttaget, vid dess transport och förvaring och under analysarbetet i laboratoriet. Det haltvärde som erhålls för ett ämne kan återspegla mer analyslaboratoriets miljö än förhållanden där provet togs. För att kunna påvisa detta används därför ett s k blankprov, d v s ett tomt provkärl som får gå igenom samma analysprocedur. Detta är rutin vid analys av PCDD/F.

Om analysresultatet för det verkliga provet ligger i samma nivå som blankprovet står man inför en variant av ”under detekteringsgränsen”. I sådana lägen rapporteras provets halt som en sifferuppgift med ”i nivå med blankprovet” inom parentes. Orden inom parentes har dock en tendens att ramla bort i bearbetningen av data i större sammanhang.

## E.5 Graden av återvinning

I vissa sammanhang kan ett analysvärde för ett organiskt ämne ligga lägre än den verkliga halten: under provets förbehandling extraheras det ofullständigt. Detta inträffar särskilt för aromatiska föreningar som PAH som sitter hårt fast på oförbrända kolet i en aska. En bestämd mängd av en intern standard brukar då tillsättas provet och kvoten mellan den halt som erhålls ur analysen och denna kända halt brukar anges som återvinningsgraden. Innebörden av en låg återvinningsgrad, t ex 10 %, är att den verkliga halten av det ämne som analyseras troligen är mycket högre än värdet som analysen gav.

## E.6 Avvikande värden

I en samling av värden för en storhet kan det hända att ett eller flera av värden avviker mer eller mindre kraftigt från de övriga.

Det går inte att bestämma om något värde är ”fel” och vilket värde är ”fel” enbart med uppgifterna i Allaska utan en utredning med hjälp av primärdata.

Anledningarna till stora variationer kan vara många:

- Brister i provtagningen – provet är inte representativt för det heterogena materialet då provtagningen inte utjämnat de variationer som kan förekomma. Kraftiga variationer är mer vanligt förekommande för stickprov än för samlingsprov
- Analysfel, skrivfel
- Provet har kontaminerats
- Provet är inte vad det har sagts vara

De värden som skrivs in i Allaska kontrolleras. Trots detta kan uppenbart felaktiga uppgifter som t ex ”870 %” förekomma för en koncentration. I så fall, meddela Svenska Energiaskor, så kontrolleras detta värde en gång till mot originalrapporten och rättas.



Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeknisk 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