

Databas inom delprogrammet "Miljöriktig användning av askor"

Henrik Bjurström, Camilla Rydstrand, Magnus Berg och Karin Wikman

**Databas inom delprogrammet ”Miljöriktig
användning av askor“**

**A database for the program “Environmentally
correct utilization of ashes”**

Henrik Bjurström, Camilla Rydstrand, Magnus Berg och
Karin Wikman
ÅF-Energi & Miljö AB

Projekt Q4-211

Abstract

I de projekt som utförs med stöd från Värmeforsks delprogram ”Miljöriktig användning av askor” tas fram ett stort antal data om olika askors egenskaper. Inom detta projekt har en databas skapats där dessa kvantitativa uppgifter kan lagras och sökas. Data för 8 projekt som är avslutade eller på väg att avslutas har lagts in som en första serie.

Sammanfattning

Inom Värmeforsks delprogram ”Miljöriktig användning av askor”, som löper 2002-2005, utförs och kommer att utföras FoU-arbete där egenskaperna hos olika askor eller förbränningsrester studeras. Om dessa data om egenskaperna finns spridda i ett stort antal rapporter kan det vara svårt att få överblick över dem.

Dessa data har ett stort värde då de utgör dels referensdata för egenskaper hos askor (dessa varierar ganska mycket, och såväl variationsbredden som kedjan orsak till verkan är än så länge inte fullständigt kända), dels ett underlag för fortsatta forskningsinsatser inom området. Vidare är ett av syften med delprogrammet att ta fram kriterier för askor i olika användningar. Kriterier ställer oftast kvantitativt formulerade krav på tekniska egenskaper och miljöegenskaper.

En flexibel databas har skapats i Access för att lagra dessa askdata på ett lättillgängligt sätt. Målsättningen har varit att tillfredsställa såväl en användare av aska som en producent av aska. Uppgifterna som kan lagras sträcker sig från bränslet, utformningen av förbränningsanläggningen till användningsspecifika egenskaper som skjuvmodul eller permeabilitet. Särskild hänsyn har tagits till att bränslen blandas och att askor blandas med andra askor eller andra material

I detta uppbyggnadsskede har data lagts in för 22 askprover som studerats i åtta Värmeforskprojekt.

Summary

In the program “Environmentally correct utilization of ashes” that is active 2002-2005 at the Swedish Thermal Research Institute (Värmeforsk), R&D studies of the properties of ashes or combustion residues are being carried out and will be carried out. It may be difficult to obtain an overview of these data if these are dispersed in a large number of reports.

These data are valuable as they may be used as references on the properties of ashes (these do vary widely, and knowledge of the range within which they vary as well of as the cause to effect chain is far from exhaustive). They also form a basis for continued work in this area. Furthermore, one of the aims of the R&D program is to define criteria for the use of ashes in various situations. Such criteria are generally formulated using quantitative requirements on technical as well as environmental properties.

A flexible database has been created in Access in order to store these data on ashes as an easy-to-access reference. The goal was satisfaction of both a user of ashes and a producer of ashes. The information that can be stored stretches from the fuel, the design of the combustion plant to properties specific to a given utilization such as shear module or permeability. Attention has especially been paid to the facts that fuels are often mixed and that ashes are often mixed with other ashes or with other materials.

In this first stage, data have been stored in the database for 22 ash samples that have been studied in eight R&D projects.

Innehållsförteckning

1	VARFÖR DATABAS?	1
2	UPPDRAGET	2
3	DATABASENS STRUKTUR	3
3.1	ALLMÄNNA FRÅGOR	3
3.2	ANDRA DATABASER	4
3.3	INDATA TILL DATABASEN.....	5
3.4	STRUKTUR FÖR LAGRINGEN AV DATA	8
3.5	LAYOUT	10
3.6	SÖKFUNKTIONER	11
4	DATA SOM MATATS IN I DATABASEN	13
5	UTVECKLING OCH UTBYGGNAD AV DATABASEN	15
6	FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING.....	19
7	LITTERATURREFERENSER.....	20

Bilagor

- A** INDATA TILL DATABASEN
- B** CHECKLISTA FÖR LEVERANS AV DATA
- C** ANDRA DATABASER MED UPPGIFTER OM ASKOR
- D** SAMMANSTÄLLNING AV DATA I DATABASEN

1 Varför databas?

Inom Värmeforsks delprogram ”Miljöriktig användning av askor”, som löper 2002-2005, utförs och kommer att utföras FoU-arbete där egenskaperna hos olika askor eller förbränningsrester studeras. Inom delprogrammet kommer därför att skapas en jämförelsevis stor mängd data. Om dessa data finns spridda i ett stort antal rapporter kan det vara svårt att få överblick över dem.

Dessa data har ett stort värde då de utgör dels referensdata för egenskaper hos askor (dessa varierar ganska mycket, och såväl variationsbredden som kedjan orsak till verkan är än så länge inte fullständigt kända), dels ett underlag för fortsatta forskningsinsatser inom området. Vidare är ett av syften med delprogrammet att ta fram kriterier för askor i olika användningar. Kriterier ställer oftast kvantitativt formulerade krav på tekniska egenskaper och miljöegenskaper.

Ett sätt att samla denna kvantitativa information är att upprätta en databas, t ex som en webbaserad tjänst. Därigenom uppnås följande:

- o Den kvantitativa informationen är lättillgänglig och sökbar.
- o Ingångar ges till rapporterna där omständigheterna kring dessa data redovisas mer fullständigt.

2 Uppdraget

Målet för detta uppdrag är en första databas som innehåller resultaten från de flesta av de undersökningar inom Värmeforsks delprogram ”Miljöriktig användning av askor” som publicerats fram till och med sommaren 2003.

I uppdraget ingår att:

- o ta fram en struktur för databasen, med vilket menas specificering av indata, den inre strukturen i databasen och metoder för användaren att få fram den sökta information ur den samling som är lagrad i databasen
- o upprätta denna databas med hjälp av Microsoft-programmet Access. Detta program är allmänt spritt vilket innebär att databasen bör kunna hanteras¹ av många bland de personer som har anledning att använda den
- o sammanställa data från ca åtta projekt² i askprogrammet med ca 20 olika askor i databasen
- o sammanställa anvisningar för vilka uppgifter som bör levereras av framtida projekt till databasen
- o dokumentera arbetet i en rapport

Det är delprogrammets avsikt att under dess livslängd komplettera denna databas och uppdatera den med de uppgifter som kommer fram som ett resultat av FoU-arbetet.

Sammanställningen i form av en databas är i första hand ett underlag för arbetet med att utveckla användningar för askor genom t ex tillämpad forskning och utveckling. Den är inte primärt avsedd som en sammanställning av materialspecifikationer med variationsintervall att nyttjas av t ex en byggentreprenör, men det skall inte finnas hinder för en användning i detta syfte.

Arbetet har utförts av Henrik Bjurström (uppdragsledare), Camilla Rydstrand, Magnus Berg och Karin Wikman vid ÅF-Energi & Miljö AB.

Arbetet har följts för Värmeforsk av en referensgrupp bestående av:

- o Johan Ericson, Vattenfall Värme i Uppsala
- o Raul Grönholm, SYSAV
- o Erik Karlton, SLU
- o Ebba Wadstein, SGI
- o Karl-Johan Loores, VTI

¹ Användning av databasen på Internet kräver inte att Access har installerats hos användaren. Om databasen skall användas lokalt av krävs en Accessinstallation.

² I november 2002 bedömdes åtta bland de då pågående projekten ge fram till sommaren 2003 upphov till uppsättningar av data som bör ingå i databasen.

3 Databasens struktur

3.1 Allmänna frågor

Syftet med denna databas är att tillhandahålla kvantitativ information om egenskaperna hos de olika askorna. För en användare är tillgången till data, och möjligheten att få ut den information som finns i databasen det viktigaste. Det syfte i vilken en användare kan tänkas behöva denna information är t ex för:

- o att jämföra egna data med data för samma typ av aska eller liknande typer av askor, eller att göra en prognos över vilka egenskaperna blir om vissa ändringar vidtas, t ex ett byte av bränsle
- o att bedöma om egenskaperna för en viss typ av aska är lämpliga för en tänkt användning

Detta ger upphov till de frågor (och tillhörande svar) som återges nedan:

- o *Vem är användaren?* Det är i ena änden av kedjan producenten av askor, som vill veta effekten på förbränningsresterna av olika åtgärder då ett bränsle omvandlas till energi, och i andra änden av kedjan användaren som vill känna egenskaperna hos en grupp av material.
- o *Vilka egenskaper skall dokumenteras?* I teorin, alla som har relevans för de olika användarna. I praktiken, är det alla egenskaper för vilka uppgifter går att uppbringa. Observera att arten av och antalet egenskaper mycket sannolikt förändras under databasens livstid, då tyngdpunkten på FoU-arbeten kan tänkas skifta. Databasen bör därför vara flexibel och kunna utökas.
- o *Vilka uppgifter skall ingå?* I teorin, alla som det går att uppbringa. I praktiken är frågan mer invecklad och kräver överväganden om tillförlitlighet, offentlighet, äganderätten till uppgifterna m m, se nedan.
- o *Hur skall de presenteras?* Översiktligt och detaljerat på samma gång. Då jämförelser skall göras bör den statistiska bearbetningen i databasen vara sådan att jämförelsen blir enkel, d v s medelvärden och variationsintervall skall finnas. Då orsaker till skillnader och trender skall studeras önskar man kunna gå tillbaka till detaljerna för det enskilda provet.

Denna databas är en s k forskningsdatabas, d v s den skall enligt avsikterna innehålla de data som tagits fram av projekt inom delprogrammet. Om uppgifterna kan användas i ett annat kunskapsskapande sammanhang än i de projekt där de togs fram är ett mål med spridningen av information uppnått. Dessa data är offentliga, liksom projektens resultat och rapport. Ambitionen bör vara att arkivera forskningsdata snarare än att medvetet skapa ett statistiskt underlag för specifikationer. Täckningen får bli vad den blir.

Det finns emellertid en annan typ av databas som diskuterats i asksammanhang, med en större karaktär av produkt-databas. Syftet är att förmedla information om produktens eller produkternas egenskaper och den variation i egenskaper som kan förväntas. Genom att redovisa alla data offentliggör man det statistiska underlaget som användaren kan utnyttja för att bedöma t ex om mätvärden är normalfördelade eller om fördelningen är skev. Det ger ett mervärde utöver den redovisning som är vanlig i ett produkt-datablad

med ett medelvärde $\pm$ ett procenttal för spridningen. Det är producenten som äger rätten till data då de avser producentens produkt.

Tillförlitligheten hos data i en databas skall vara hög, fast med olika förtecken. För alla typer av databas gäller att värdena skall vara korrekta, så att avvikelser speglar provens egenart, inte fel i mätmetoden. Det innebär inte bara en kontroll av att de bestämts på ett korrekt sätt utan också en kontroll av rimligheten. Data i en forskningsdatabas behöver inte vara relevanta för alla typer av användningar, inte heller enbart avse "normala" prover, då avvikelser från det normala också ger kunskap om väsentliga företeelser. I en produkt-databas skall data återspegla den naturliga variationen hos en produkts egenskaper i dess normala användning, varför värden för "onormala" prov inte bör ingå. Data för andra egenskaper än de som behövs av användaren av aska har inget berättigande i en sådan databas. Informationen i en produkt-databas avgränsas alltså hårdare än i en forskningsdatabas.

3.2 Andra databaser

Det finns redan eller byggs databaser om askors egenskaper i anslutande områden:

- o SGI sätter för tillfället upp åt SGU en databas över mineraliska restmaterial som är tillgängliga som ballastmaterial.
- o SGI upprättar även en intern databas över resultaten från de laktester som SGI genomfört – i underlaget ingår många askor
- o SYSAV skulle upprättat en databas över askor åt RVF, men RVF kommer nu att i stället ansluta till den databas som sätts upp av DHI i Danmark.
- o SLU upprättar för närvarande en databas över biobränsleaskor inom det EU-finansierade projektet Wood-En-Man. Databasen är främst avsedd för bedömning av askkvalitéer vid spridning av aska till skogsmark.
- o Värmeforsk, Materialgruppen, har uppdragit åt SEP och Sycon Energikonsult att göra en databas över de kvantitativa data som skapas i studier av korrosionen i överhettare. I denna databas ingår data om askor ur beläggningsbildandets synvinkel.
- o Det finns fyra utländska databaser om biobränslen (BioBib, Phyllis, BioLex och BioBank), vilka beskrivs närmare i Bilaga C, som också innehåller vissa data om askor.

Kompatibilitet mellan denna databas som upprättas åt Värmeforsks delprogram "Miljöriktig användning av askor" och de andra databaserna vore önskvärd, men det är inte något självändamål. Med kompatibilitet bör i detta sammanhang förstås att det skall kunna gå att få jämförbara eller likartade uppgifter från alla databaser. Det är ett mildare krav än kravet att data skall kunna flyttas obehindrat mellan olika databaser³.

³ Fullständig kompatibilitet skulle innebära att alla databaser smälts ihop till en enda. Det är en uppgift som överstiger ramen för detta uppdrag.

3.3 Indata till databasen

Den databas som skall skapas för delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” är således en forskningsdatabas som tillfredsställer såväl en användare av askor som en producent av askor. Det är ett brett register av information som skall lagras.

De uppgifter som är självskrivna i databasen är askans egenskaper. De enda anledningarna till att utesluta vissa uppgifter om askans egenskaper skulle vara att dessa dubblar andra eller att de inte motsvarar något känt behov.

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 bör därför innehålla uppgifter även om:

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

Här är det emellertid frågan om en avvägning. För få uppgifter innebär att databasen inte kan användas av askproducenten i dennes arbete med askan. För många uppgifter, och det är lätt att vara överambitiös, innebär att arbetet att samla in dem inte står i rimlig proportion till den förväntade nyttan eller till de uppgifter som normalt tas fram inom ramen för kvalitetssäkringen i de askproducerande anläggningarna. Den uppsättning indata som föreslås i denna första databas är en minsta uppsättning.

Beskrivningen av indata i detta avsnitt följer det flödesschema som gäller för en förbränningsanläggning: bränslet först, förbränningsprocessen sedan, utmatningen och den eventuella behandlingen av askan, och till sist askans egenskaper. För en mer detaljerad beskrivning och motivering till val av storheter hänvisas till Bilaga A.

Uppgifterna som matas in till databasen består dels av siffror, dels av text. Det är en fördel om så många textuppgifter som möjligt består av förval. Ett argument är att på detta sätt undviks stavfel. Ett annat argument är önskan att undvika alltför många varianter och egna definitioner. Både skrivfel och definitioner som inte är standard påverkar möjligheten att göra statistiska utvärderingar.

3.3.1 Bränslen

Bränslen är inte en enhetlig vara. I dessa ord ryms en mångfald av olika bränslefraktioner. Samtidigt är det sällan en fraktion eldas ensamt.

I denna databas har vi därför valt att beskriva bränslet som gett upphov till askprovet på följande sätt:

- o Sammansättningen av bränslemixen med andelar för respektive fraktion, t ex 70 % torv och 30 % kol
- o Varje bränslefraktion beskrivs med två nivåer, en huvudkategori (t ex kol, avfall, trädbränslen, etc...enligt SS 18 71 10) och en underkategori (för trädbränslen kan det vara skogsbränsle, sågverksrester, etc)
- o Bränslets form (pulver, pellets, flis, briketter etc ...)

Det kan inte uteslutas att i framtiden andra uppgifter visar sig ha betydelse. Den enda gardering som är möjlig är att lämna utrymme för kommentarer.

3.3.2 Förbränningsanläggningen

Det är känt att askans egenskaper beror på förbränningsanläggningens utformning och på driftsförhållanden. Sådana uppgifter måste därför finnas i databasen.

Den aktuella pannan beskrivs med

- o huvudprincip (rost, fluidbädd, pulvereldad, "förugn")
- o rökgasreningen (cyklon, elfilter, textilt spärrfilter, kondensering, skrubber)
- o tillsatser vid rökgasreningen (kalk, aktivt kol, ammoniak/urea, etc)
- o nominell kapacitet.

Dessa uppgifter torde räcka för en översiktlig analys. Plats lämnas för kommentarer om särskilda omständigheter skulle vara värda att dokumenteras, t ex för att närmare beskriva typ av rost i en rostpanna.

3.3.3 Askan

Varje aska motsvaras i databasen av en sträng av data. För varje sträng skall det finnas ett identitetsnummer för askprovet och en källhänvisning, t ex ett annat nummer.

I praktiken blandas askflöden tämligen ofta, t ex flygaska med bottenaska för mindre pannor. Aska kan matas ut från en silo som är gemensam för två-tre pannor.

I beskrivningen av askan föreslås ingå i första hand:

- o andel i askmixen
- o huvudkategori för askan (t ex bottenaska, cyklonaska, etc...)
- o plats för kommentar.

Nästa grupp av uppgifter berör provtagningen:

- o samlingsprov eller momentant prov (datum/klockslag)
- o utmatningen (våt eller torr eller?)
- o lastfall för detta prov eller parti aska
- o från band, container eller från hög?

Dessa är inte nödvändiga för askans egenskaper, men ökar möjligheterna att spåra en aska bakåt i anläggningen. 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)

Förekomsten av blandningar av aska med andra material kräver avvägningar. I strikt mening bör en databas om askors egenskaper innehålla uppgifter endast om rena askor. I flera Värmeforskprojekt undersöks emellertid användningen av askor i blandningar, t ex aska och slam från vattenreningsverk. Även om askans egenskaper i sig är intressanta är det primära blandningens egenskaper och därmed är det dessa som en användare av databasen skulle önska. Databasen omfattar därför uppgifter om blandningar där aska ingår. Egentligen borde de material som blandas med aska, t ex slam, beskrivas lika noggrant som askan. Det är dock svårt att i detta skede förutse alla variationer.

3.3.4 Askans egenskaper

De tekniska egenskaperna och de miljömässiga egenskaperna är de egenskaper som efterfrågas i första hand. Det är däremot nästan omöjligt att fullständigt specificera en lista över de tekniska egenskaper som skall lagras i databasen. Vilka dessa är beror på den användning som är tänkt. Fler tester än de som är standard kan utföras. Nya tester kan utvecklas för att karakterisera ett materials beteende i vissa situationer. I detta skede kan endast tester för vilka uppgifter tagits fram i Värmeforskprojektet ges plats i databasen. Möjligheten finns att utöka listan efter behov.

Den kemiska sammansättningen är dock en grundläggande uppgift som utgör ett komplement till de användningsspecifika uppgifterna. Av intresse är följande uppgifter:

- o totala sammansättningen, som kan delas upp i huvudkomponenter (vilka rapporteras med enheterna: viktsprocent oxider eller g/kg) och spårämnen (mg/kg)
- o oförbränt (metoden bör anges: glödgningsförlust vid 550°C eller 850°C eller 950°C, LOI⁴ vid bestämningen av totala sammansättningen, TOC⁵ genom elementaranalys, etc)
- o organiska komponenter (PAH, dioxiner, furaner...)

⁴ LOI, Loss On Ignition eller glödgningsförlust vid en hög temperatur, ca 1000°C.

⁵ TOC, Total Organic Carbon eller totala mängden organiskt kol i provet

Kornstorleksfördelningen, d v s siktcurvor som har erhållits genom våtsiktning eller torrsiktning, är en annan grundläggande uppgift som bör redovisas. Lämpligast är att lagra primärdata, procent under en viss storlek och maskvidden i en standardiserad serie, t ex Svensk Betongserie eller motsvarande standard.

En viktig komponent i miljöegenskaperna är lakningsegenskaperna. Resultat från tester är konduktivitet, pH, redox-potential, koncentration av katjoner ... Anjonhalterna är mer sällsynta. Testerna levererar jämförelsevis många data. Att tänka på i detta sammanhang är att det finns många lakteter [2]. Bland dem som förekommer finns:

- o Skaktest i två steg enligt EN 12457-3, $L/S^6=2$ och $L/S=2-10$
- o Tillgänglighetstest enligt NT ENVIR 003 vilket är en skaktest
- o IVL:s trettiodagars test för bioaskor
- o Kolonntester, t ex prEN 14405

Därutöver kan varje forskare eller utredare skapa sin egen laktest.

Behovet av att ange hur en egenskap bestämts har redan nämnts flera gånger i detta avsnitt. Det finns flera metoder att bestämma oförbränt, och det finns många olika lakteter. I databasen skall resultat från alla metoder kunna skrivas in. Det skall gå att spåra vilken metod som använts för en uppgift. Det går inte att söka på metoden idag, men resultaten presenteras uppdelat per metod.

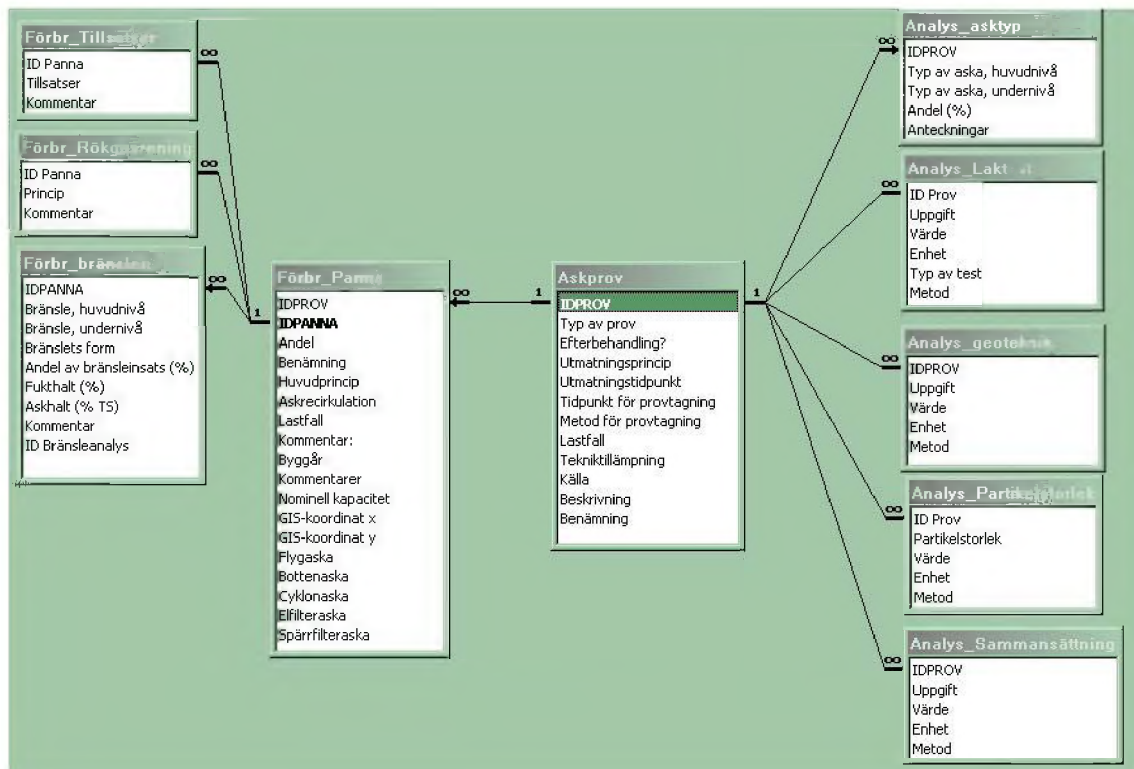
Risken är emellertid uppenbar att mångfalden av tester och mätmetoder försvårar jämförelser mellan olika askprover. I vissa fall kan omvandlingen vara enkel, i andra fall kräver den beräkningar eller utredning, vilket inte kan utföras inom ramen för denna första databas.

3.4 Struktur för lagringen av data

I princip är databasens inre struktur oväsentlig för en användare av databasen. Organisationens har dock betydelse för hur lätt data kan extraheras och presenteras.

En beskrivning av askans egenskaper omfattar många uppgifter varav endast några finns tillgängliga för varje prov. Den sträng som samlar uppgifter för en aska och matrisen som uppstår när dessa strängar läggs bredvid varandra kommer att bli glesa, kanske mycket glesa. När en fråga ställs av användaren till databasen är inte heller alla uppgifter som finns där relevanta. Vi har därför valt att organisera uppgifterna i ett antal tabeller enligt Figur 1.

⁶ L/S, Liquid to Solid ratio, d v s volymen vätska i förhållande till massan fast material som lakas.



Figur 1. Principschema för uppdelningen av uppgifterna i databasen på flera tabeller

Figure 1. Schematic distribution of information in the database into several tables

3.5 Layout

Uppgifterna som lagrats i databasen presenteras för användaren på skärmen på två olika sidor, en för uppgifter om askan och en för uppgifter om den tillförande pannan. Exempel på hur dessa sidor kan se ut visas i Figur 2 respektive Figur 3.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled 'ASKPROV NR 77'. The form is divided into two main sections: 'Information' and 'Analys'.

Information Section:

- Utmätning: princip: Torr
- Utmätning: tidpunkt: April/Maj 2002 (ÅÅ-MM-DD)
- Eterbehandling?: Befuktad
- Metod för provtagning: Hög
- Tidpunkt för provtagning: 2002-05-30 (Ange ungefärlig tid på dygnet)
- Typ av prov: Stickprov
- Tekniska tillämpningar: Deponi
- Källa: Värmeforskrapport 830, okt 2003 (Ange rapportnummer, år etc.)
- Beskrivning: Aska från deponi - Telgs Återvinning (U-ljus 1)

Analys Section:

Buttons: Asktyp, Sammansättning, Laktest, Partikelstorlek, Geotekniska egenskaper, Övrigt, Organiska ämnen

Typ av aska	Typ av aska, undernivå	Andel (%)	Anteckningar
Flygaska	-	100	Från P1-P3
*	-	-	-

At the bottom, there is a status bar showing 'Post: 1 av 28' and a 'Formulär' button.

Figur 2. Databasens layout för en askas uppgifter.

Figure 2. The layout in the database for ash information.

PANNOR

Benämning: Söderenergi, Igelsta P2
 Huvudprincip: Pulvereldad
 Kommentarer: Pulvereldad panna. Flygaskan matas ut tillsammans med flygaska från P1 (ej elfilteraskan) och P3. Bottenaskan tas ut tillsammans med bottenaska och elfilteraska från P1.
 Askrecirkulation: ☐

Slå upp: Pannans andel av askproduktionen: 0,00 %
 Nominell kapacitet: 120 MW
 Lastfall vid askprov: MW
 Byggår: 1982

GIS-koordinat x:
 GIS-koordinat y:

Rökgasrening:

Princip: Tillsatser

Princip	Kommentar
Elfilter	
Scrubber	Scavelskrubber med kalkinj.
Textilt spårfilter	
*	

Separat utmatning möjlig för:

	Vet ej	Nej	Ja, torr	Ja, våt
Bottenaska	☐	☒	☐	☐
Flygaska	☐	☒	☐	☐
Dykionaska	☐	☒	☐	☐
Elfilteraska	☐	☒	☐	☐
Spårfilteraska	☐	☒	☐	☐

bränslen

Bränsle, huvudnivå	Bränsle, undernivå	Bränslets form	Andel av bränsleinsats (%)	Askhalt (% TS)	Fukthalt (%)	Kommentar
Torr		Briketter	100	6		nov.2002
*						

Post: 1 av 3

Post: 1 av 28

Formulär

Figur 3. Databasens layout för en pannas uppgifter.

Figure 3. The layout in the database for boiler information.

3.6 Sökfunktioner

För användaren av databasen är det väsentligt att kunna söka genom uppgifterna och sammanställa de som är relevanta på ett sådant sätt att användarens fråga besvaras. Det kan vara frågor som:

- o Vad är medelvärde för en viss egenskap?
- o Vad är relationen mellan utlakningen av zink från bottenaskan i en namngiven test, totalhalten av järn i flygaskan från pannan vid samma ögonblick och lastfall och hur ändras den när andelen sågverksrester i bränslemixen ökar?

Den första frågan är ganska enkel och det är elementärt att förse användaren med medel att besvara sådana frågor.

Den andra frågan är mer avancerad då användaren skall söka i flera tabeller samtidigt och korrelera dem med varandra. Sammansatta frågor kräver egentligen programmeringsarbete, utöver faktum att det måste finnas tillräckligt mycket information i databasen för att frågan skall kunna besvaras. Att göra detta för samtliga upptänkliga frågor kräver ett mycket stort arbete. I detta skede har vi därför valt att

tillfredsställa bara de enklaste behoven. När kategorier av sammansatta frågor kristalliseras ut efter användning av databasen kan det vara lämpligt att ta itu med dessa: då kan arbetet med att förse databasen med dessa verktyg (och behovet av verktygen) bättre överblickas.

Sökningar kan utföras med följande nyckelbegrepp:

- o asktyp
- o bränsletyp
- o panntyp
- o utmatning
- o teknisk tillämpning

Den information som kan presenteras i dagens databas är således:

- o sammansättning (utom halten av organiska ämnen: databasen är förberedd för dem, men det finns ännu inga data)
- o lakegenskaper (med de tester för vilka data finns)
- o geotekniska egenskaper

I dag presenteras resultaten från en sökning som tabeller med en statistisk utvärdering:

- o antal värden
- o medelvärde
- o medianvärde
- o minimumvärde i uppsättningen av data
- o maximumvärde i uppsättningen av data
- o standardavvikelse

Det är även möjligt att ladda ner resultatlistorna i ett Excelark.

Det finns önskemål om att resultaten presenteras som histogram. Detta får anstå till en nästa version av databasen och tills det har kommit fram tillräckligt många uppgifter i databasen.

4 Data som matats in i databasen

Utgående från listan på Värmeforsksprojekt som beviljats per 2002-11-01 gjordes bedömningen att följande projekt borde kunna leverera uppgifter till denna första version av databasen:

- o Q4-103, Användning av askor från förbränning av returpappersslam inom gruvindustrin
- o Q4-105, Nedbrytningsmönster av cellulosa i deponier i närvaro av aska
- o Q4-106, Injektering av sulfathaltig flygaska
- o Q4-107, FACE, flygaska i geotekniska anläggningar, etapp 1
- o Q4-111, Linermaterial med aska och rötslam
- o Q4-139, Långsamtlösande askpellets, etapp 1
- o Q4-141, Flygaska och rötslam som tätskikt vid efterbehandling av sandmagasin med vegetationsetablering, etapp 1
- o Q4-148, En förenklad testmetodik för kvalitetssäkring, etapp 1

Data har begärts in från projektledarna och matats in i databasen. Utfallet är varierande:

- o Q4-103, "Användning av askor från förbränning av returpappersslam inom gruvindustrin" pågår ännu. Data om sammansättningen har lagts in för fyra prov flygaska. Uppgifter om pannorna är ofullständiga.
- o Q4-105, "Nedbrytningsmönster av cellulosa i deponier i närvaro av aska" var huvudsakligen en litteraturgenomgång [5], varför det inte togs fram några data om askors egenskaper
- o Projekt Q4-106, "Injektering av sulfathaltig flygaska i hushållsavfallsdeponi" [4] har levererat uppgifter för nio prover aska (sammansättning och densitet). Data som saknas är lastfall för pannan och de olika pannornas andel i askproduktionen.
- o Projekt Q4-107, "FACE, flygaska i geotekniska anläggningar, etapp 1", och projekt Q4-111, "Linermaterial med aska och rötslam", utförs parallellt med i stort sett samma uppsättning askor. Data för sammansättningen och vattenkvoten har lagts in för fyra flygaskor från olika pannor. För dessa är informationen om bränslen, pannor, utmatning, provtagning mycket knapphändiga
- o Q4-139, "Långsamtlösande askpellets, etapp 1", består av orienterande studier om stabiliseringen av aska som sprid tillskogsmark och pågår ännu. Data för sammansättningen har lagts in för flygaskan från en ej närmare definierad rosterpanna.
- o Q4-141, "Flygaska och rötslam som tätskikt vid efterbehandling av sandmagasin med vegetationsetablering, etapp 1". Projektet har tagit fram lakdata från en skaktest vid L/S=5, men metoden är inte standard (i närmaste standard EN 12457-2 används L/S=10).
- o I projekt Q4-148, "En förenklad testmetodik för kvalitetssäkring, etapp 1" togs 24 dagliga prover och 5 mer omfattande prover av bottenaskan från en rostpanna som eldas med returträ och däck. För de dagliga proverna bestämdes oförbränt genom glödgningsförlusten vid 550°C, sammansättningen genom

Röntgenfluorescens (XRF) och partikelstorleksfördelningen (en siktkurva). Det är en begränsad uppsättning av data och XRF ger inte halterna av alla de grundämnen som erhålls vid en uppslutning och totalanalys. De fem mer omfattande proverna en gång per vecka har en större uppsättning av data: sammansättning efter uppslutning, glödningsförlust vid 550°C och 1000°C, kornstorleksfördelning, en laktest (EN 12457-3), PAH m fl. Vi valde därför att inte föra in resultaten för de ”dagliga” askproven⁷, endast de fem ”veckoproven”.

Sammanlagt har data för 22 askor lagts in i databasen. Plats har reserverats för ytterligare fem askor som nämns i rapporter, men för vilka inget annat är känt än namnet på den anläggning som producerade askan. För en sammanställning av de data som matats in hänvisas till Bilaga D.

Det bör påpekas att i många fall är uppgifterna bristfälliga mot bakgrunden av den höga ambitionen för beskrivningen av en aska i databasen. Uppgifterna kan dock vara tillfyllest för projektet och för den användning som studeras.

⁷ Det går att komplettera i efterskott, om det i framtiden skulle finnas tillräckligt många XRF-data för askor för en meningsfull jämförelse och intresse för att göra dem åtkomliga i databasen.

5 Utveckling och utbyggnad av databasen

Denna databas är en första version som skall kunna ge en överblick över de data som tas fram under projekten inom delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”. Den är funktionsduglig i dag, och de få data som finns idag är inmatade.

Det som saknas idag är ett arbetsnamn för databasen. Vi föreslår att den kallas för ALASKA, då den avser att samla ALla data om ASKA(or) inom programmet.

Att göra databasen tillgänglig för nedladdning eller användning på Internet är ett utomordentligt sätt att sprida informationen⁸. På detta sätt når man många möjliga användare utan att behöva distribuera uppdateringar eller trycksaker. Däremot är det i vår uppfattning olämpligt att låta alla användare mata in uppgifter via Internet till databasen och själva skriva i databasen. Om uppdateringen sköts av en enda organisation behålls strukturen och informationen intakt. Samtidigt ger detta bättre förutsättningar för att kvaliteten hos data skall upprätthållas (ofullständiga data, orimliga uppgifter etc).

Så länge delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” pågår är databasen ett arbetsverktyg för delprogrammets styrgrupp och för projektutförarna. Ansvar för databasen är delprogrammets. Inmatning i och eventuella uppgraderingar av databasen läggs ut till en utförare. Hur ofta nya uppgifter läggs in måste anpassas till när de blir tillgängliga, med hänsyn till villkoren för ett rationellt arbetet för alla parter.

Då delprogrammet upphör, ca år 2005, är villkoren för databasens fortsatta existens inte lika entydiga:

- o Om delprogrammet följs av ett annat delprogram med i huvudsak samma inriktning är det lämpligast att låta ansvaret för databasen övergå till det nya delprogrammet.
- o Om delprogrammet upphör utan någon direkt eller indirekt fortsättning är det lämpligast att ansvaret tas över av någon part i delprogrammet. Då Värmeforsk är värd för delprogrammet är det i första hand Värmeforsk som skall avgöra om ansvaret för databasen är deras.
- o Skulle inte Värmeforsk anse att ansvaret för att databasen ligger inom ramen för Värmeforsks basverksamhet går frågan lämpligen vidare först till delprogrammets intressenter, t ex Svenska Energiaskor, och därefter till andra organisationer som kan ha nytta av den insamlade informationen.

Ansvar för att ta nödvändiga åtgärder för att databasen skall kunna användas även efter att delprogrammet upphört är delprogrammets. Frågan om huvudmannaskap bör i så fall lösas senast 2005. Vem som utför arbetet med insamling och inmatning av uppgifter samt uppdatering av databasens struktur kan lösas på olika sätt.

⁸ Det ingick inte i uppdraget att lägga ut databasen på Internet.

Under arbetet med att upprätta databasen och fylla den med data har ett antal vägval gjorts. Dessutom infinner sig naturligtvis tanken om ett antal ”förbättringar” av presentationen eller inmatningen.

Ambitionen att ha heltäckande uppgifter om askprovet, bränslet, askhanteringen och förbränningsanläggningen bör kvarstå. Det är dock inte alldeles lätt att få in en så heltäckande information. Det vore förhastat att minska antalet uppgifter som önskas, då det vetenskapliga värdet av projekten och följaktligen av databasen skulle minska. När vi ställde upp listan över uppgifter avstod vi dessutom från ett antal som vi inte bedömde vara nödvändiga eller möjliga att upprätthålla i större skala.

Databasen är uppbyggd med moduler eller tabeller. Vi har valt att förse databasen med inmatningsmöjligheter endast för de storheter för vilka data fanns samt för de storheter där det kan förutses att data med stor sannolikhet kommer fram. Att förutse för alla tänkbara variabler i detta skede hade varit att lova för mycket om innehållet för en användare. Det är dock enkelt att efter hand utöka antalet storheter för vilka uppgifter lagras, i takt med att behovet uppstår. Detta kan göras löpande utan att strukturen behöver omprövas.

Andra material som aska blandas med beskrivs inte lika noggrant som aska. Ett motiv är att ALASKA är en databas över askor, ett annat är att det är bättre att införa en mer detaljerad beskrivning för dessa material när uppgifterna som skall lagras kunnat definieras.

Presentationen av data kan alltid förbättras, t ex med diagram, eller utnyttjandet kan underlättas t ex genom hjälp till skapandet av nedladdningsbara filer (Excel bl a). Vi bedömer dock att detta är uppgifter för en senare version av databasen. Vi har prioriterat framtagningen av en enkel version. När flera uppgifter kommer fram för en storhet, kanske ett trettiotal eller ett hundratal, är det definitivt motiverat att söka mer avancerade presentationer.

Många bland uppgifterna om askor kan tas fram för att kontrollera om regelverket följs, t ex miljöregler. Det brukar innebära att det finns mer eller mindre tvingande gränsvärden för många storheter. Sådana uppgifter utgör en utmärkt referens för de data som plockas fram av en användare av databasen. Vi har övervägt att komplettera rapporterna från sökningar med sådana gränsvärden, men avstått av flera skäl:

- o Uppsättningen av gränsvärden bör vara komplett, men det är omöjligt att garantera att alla är med.
- o Det ställer krav på en snabb uppdatering så fort en förordning eller direktiv ändras.
- o Användningen av gränsvärden i presentationen ställer också krav på att rätt gränsvärde används till rätt ändamål och i rätt sammanhang. Det innebär ett antal tolkningsfrågor som det inte är huvudmålet för databasen att besvara. Det är också svårt att förutse alla situationer. I en Internettjänst kan det vara lämpligt att sammanställa gällande regler och gränsvärden som hjälp vid sidan av databasen.

Ju fler data, både totala antalet data och antalet typer av data, desto mer sannolikt är det att en användare kan finna i databasen den information som denne söker. Om det bara är medelvärde och spridning som är intressanta bör varje typ av data omfatta minst fem uppgifter (om man antar en uppgift per aska) för att medelvärdet skall vara meningsfullt. För en bedömning av spridningen eller fördelningen av värden kanske krävs ett tjugotal uppgifter. För att databasen skall ha denna statistiska täckning för alla typer av data kan krävas ett ganska stort antal askor. Exakt hur många är svårt att säga, då data skall finnas i alla kategorier och en aska karakteriseras sällan fullständigt.

På en högre ambitionsnivå bör datauppsättningen även ha en sådan kvalitet att samband mellan olika typer av data kan tas fram. Det är omöjligt att översätta dessa krav i kvantitativa uppgifter om lägsta antalet askprover som bör finnas i databasen. Askproven bör vara så pass väl undersökta att man nästan skulle kunna ta fram sambanden utan databasen. Det som databasen tillför är ett statistiskt underlag som tillåter att slutsatser dras med större säkerhet.

Antalet projekt som drivits och kommer att drivas inom ”Miljöriktig användning av askor” är trots allt begränsat, och därmed också uppsättningen av data som kan matas in i denna databas. Det kan därför vara intressant att snabbt bygga upp ALASKA med andra data än de som Värmeforskprojektet producerar. De stora databaserna (BioBib och de andra, se Bilaga C) innehåller flera hundra dataposter därför att man hämtat alla möjliga data från framför allt litteraturen. Det är dock onödigt att samla in samma underlag som dessa fyra databaser eller andra specialiserade databaser:

- o Dessa data finns redan samlade i de andra databaserna, och att ta in dem här är ett dubbelarbete
- o Oftast är uppgifterna knapphändiga, och inte tillräckligt fullständiga för att motsvara den ambition som definieras i Bilaga A
- o Det är svårt att kvalitetssäkra alla uppgifter utan betydande utredningsinsatser.

Om man önskar bygga ut databasen med uppgifter vore det då av större värde att ta in större samlade poster med data som är mer specifikt svenska, t ex:

- o Data som kommit fram inom Ramprogram Askåterföring om aska som spridits i olika fältförsök – de är inte lika fullständiga som det är önskvärt, men det kan ha sitt värde att samla denna nu utspridda information på ett ställe.
- o Med delfinansiering från Värmeforsk kommer VTI att sammanställa sina data om restmaterial, varav en betydande andel är askor, i väganvändningar. Det är inte säkert att denna databas är det bästa stället att förvara dem eller att data är lika fullständiga som i Bilaga A, men åtgärden bör i alla händelser övervägas.

De svenska uppgifterna må vara ofullständiga, men när de är samlade har de ett större värde än varje enskild värde för sig. Utredningen av ofullständigheter (så långt det går) är något enklare än om utländska författare skall letas fram.

I det sammanhanget bör utvidgningarna diskuteras mot bakgrunden av databasens syfte. I uppdraget gällde att den skulle användas för forskningsändamål, d v s skapa bättre kunskap om askorna betraktade som material. Om den i framtiden skall formas om till en produktdatabas bör nog strukturen tänkas igenom en gång till: det är inte säkert att alla uppgifter skulle vara önskvärda eller nödvändiga.

Databasen är uppbyggd med data som är offentliga, och när försök har gjorts med aska från en anläggning som specificeras i den aktuella rapporten till Värmeforsk finns det ingen anledning att hemlighålla anläggningens identitet. Det har dock framförts vissa önskemål om att samtliga uppgifter i rapporterna och i databasen skall avidentifieras. Detta är inget tekniskt problem i en rapport eller för databasen. En kod, t ex anläggning A13 eller BXC2Z, är lika användbar. Att däremot plocka bort all information som kan bidra till att en initierad användare kan identifiera en panna, t ex alla panndata och alla bränsledata, skulle motverka databasens syfte.

6 Förslag till fortsättning

Nu finns en stomme, en databas ALASKA där uppgifter om aska kan sammanställas och göras allmänt tillgängliga. Dess användbarhet växer med antalet data: i fortsättningen av delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” bör man alltså utöka databasen med de uppgifter som kommer fram.

Om man önskar utöka databasen med andra data än de som härrör från delprogrammet för att öka värdet för en användare föreslår vi att man i första hand försöker få in samlade uppsättningar av data.

Under den fortsatta uppbyggnaden kommer mer preciserade önskemål om presentationen av data att ställas. De kan bearbetas och eventuellt tillgodoses då.

7 Litteraturreferenser

- [1] Bjurström H, Ilskog E och Berg M; "Askor från bibränslen och blandbränslen – mängder och kvalitet", Statens Energimyndighet, Eskilstuna maj 2003, rapport ER 10:2003
- [2] Wadstein E, Fällman A-M, Larsson L, Aurell B och Helgesson H; "Sammanställning av lakteter för oorganiska ämnen", Naturvårdsverket, Stockholm maj 2002, rapport 5207
- [3] Van der Sloot H A, Heasman L och Quevauviller P (red.); "Harmonization of Leaching/Extraction Tests", Elsevier Science, Amsterdam 1997
- [4] Wikman K, Berg M, Lale A, Lagerkvist A, Jannes S, Tham G och Sjöblom R; "Injektering av flygaska i hushållsavfallsdeponi", Värmeforsk, Stockholm oktober 2003, rapport 830
- [5] Wikman K, Berg M, Svensson M och Ecke H; "Nedbrytning av cellulosa i deponier i närvaro av aska", Värmeforsk, Stockholm april 2003, rapport 806
- [6] Bjurström H; "Förslag till handlingsplan för askåterföring", Värmeforsk, Stockholm oktober 2002, rapport 790
- [7] Skogsstyrelsen; "Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling", Skogsstyrelsen, Jönköping april 2001, Meddelande 2-2001
- [8] Larsson P-E och Westling O; "Lakning av vedaska – en laboratoriestudie", IVL, Stockholm 1999, rapport IVL-B 1325

Bilagor

- A INDATA TILL DATABASEN**
- B CHECKLISTA FÖR LEVERANS AV DATA**
- C ANDRA DATABASES MED UPPGIFTER OM ASKOR**
- D SAMMANSTÄLLNING AV DATA I DATABASEN**

A Indata till databasen

De uppgifter som är självskrivna i databasen är askans egenskaper. 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, se Bilaga B till rapporten [6].

Databasen bör därför innehålla uppgifter även om:

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

I denna bilaga lämnas en beskrivning av de storheter som bör ingå i en databas över askor för Värmeforsks delprogram ”Miljöriktig användning av askor”. Beskrivningen följer det flödesschema som gäller för en förbränningsanläggning: bränslet först, förbränningsprocessen sedan, utmatningen och den eventuella behandlingen av askan, och till sist askans egenskaper.

Det är många egenskaper hos askan som databasen skall lagra. Dessvärre finns också flera metoder att bestämma samma egenskap. Avsikten med denna sammanställning är att ange vilka bland dessa metoder som är att föredra. I första hand bör standardmetoder användas så att resultaten från olika askor blir jämförbara.

A.1 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.

Svenska standarden SS 18 71 10 för klassificering av förbränningsrester är ganska grov och har bara en nivå beträffande ursprungsbränslet:

- o Kol (Ko)
- o Avfall (Av)
- o Trädbränslen (Tr)
- o Torv (To)
- o Övriga biobränslen (ÖB)
- o Övriga fastbränslen (ÖF)

I många andra sammanhang, bl a Energimyndighetens skrifter om bioenergi, gör man en betydligt mer detaljerad indelning. T ex delar man ned trädbränslen i obehandlade trädbränslen (skogsflis eller sågspån) och förädlade trädbränslen som pellets eller briketter. Vid värmeverken finns det ytterligare kategoriindelningar.

Betoningen i utländska databaser om biobränslen och askor (Phyllis, BioBib, BioLex och BioBank) är på bränslet, se Bilaga C. Specifieringen av bränsletyp kräver i vissa av dem fyra nivåer.

Den detaljeringsgrad som bedömdes vara görlig är att gå ett steg längre än SS 18 71 10 och införa en underkategori för bränslen.

Vidare, i SS 18 71 10 definitionen och i de flesta databaserna⁹ utgår man från att det eldas rena bränslefraktioner, medan det är mycket vanligt att man blandar dem. Under en studie åt Energimyndigheten [1] framkom t ex att en anläggning använder sex olika bränslen. Databasen måste alltså byggas så att bränsleblandningar kan hanteras.

I beskrivningen av bränslet föreslås alltså ingå i första hand:

- o huvudkategori för bränslet (t ex kol, avfall, trädbränslen, etc..., förslagsvis 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. Vissa av dem kan vara bra att ha med i databasen, även om de inte är absolut nödvändiga:

- o fukthalt
- o askhalt
- o bränsleanalys

När bränslet inaskas kan en analys av denna aska f ö ge halter av tungmetaller som kan ha ett visst informationsvärde.

De data som inte är intressanta här är t ex: bränslets värmevärde, data om askans smältningsförlopp, biokemiska sammansättningen, VOC¹⁰ etc...

A.2 Förbränningsanläggningen

Den aktuella pannan beskrivs med

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

Det kan vara motiverat att dela upp kategorin fluidbädd i CFB eller BFB. För rost finns det så många varianter att man i bör avstå från preciseringar. Möjligen kan man addera en närmare specificering som kommentar (t ex vibrationsrost, wanderrost, spreader-stoker, snedrost, trapprost etc) för att i framtiden kunna spåra dessa uppgifter, om behov skulle uppstå. Förugnsvarianten är på utdöende varför det inte är kostnadseffektivt att

⁹ 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.

¹⁰ VOC, Volatile Organic Compounds, d v s flyktiga organiska föreningar.

detaljbeskriva dessa pannor, men en kommentar kan ha ett värde (rost i förugnen, axonugn, etc). Möjligen kan det vara intressant att få in pannans ålder.

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

Tillsatserna vid rökgasreningen bör in som en undermeny. De som omedelbart påverkar rökgasreningsrestens eller flygaskans sammansättning är kalk, natriumvätekarbonat som sprutas in för att binda svaveloxider och saltsyra, 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 sammansättning, ej heller ammoniumsulfat eller liknande tillsatser för att motverka asksmältor på överhettartuber, men att utesluta dem kan medföra risker för uppgifternas fullständighet.

A.3 Askan

Den enkla åtgärden är att ange en kategori: bottenaska eller flygaska från cyklon, elfilter etc, våt eller torr utmatning...

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 föreslås ingå i första hand:

- o huvudkategori för askan (t ex bottenaska, cyklonaska, etc...)
- 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 eller momentant prov (datum/klockslag)
- o utmatningen, våt eller torr
- o lastfall för detta prov eller parti aska
- 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 i detta skede förutse alla variationer.

Faktaruta: samlingsprov eller stickprov?

Askor är heterogena material och det finns förutsättningar för ganska stora variationer i egenskaperna från materialprov till materialprov. För att det prov som testas eller analyseras skall ha egenskaper som är representativa för hela partiet måste proven tas enligt etablerade metoder, se t ex standard SS 18 71 16. Ett normalt förfarande att få representativitet är att ta prover från olika delar av partiet, slå dem ihop och homogenisera dem till ett prov. Detta kallas för samlingsprov.

Ett stickprov tas emellertid vid ett enda tillfälle och stickprovets egenskaper är inte nödvändigtvis (troligen inte alls) representativa för ett större askparti. Genom att ta flera stickprover på ett systematiskt sätt kan man i och för sig bilda sig en uppfattning om medelvärde och variationerna.

Rätt ofta används samlingsprov för att återspegla egenskaperna hos ett större parti, t ex en volym motsvarande flera månaders eller ett års produktion. Om ett samlingsprov tas så att det är representativt för förhållanden under en dag, eller en del av en dag, eller en timma är det fortfarande ett samlingsprov men det är inte representativt för flera månaders produktion. Hur skall man kalla ett sådant ”dagligt” prov för att skilja det från det samlingsprov som representerar årsmedelvärdet?

A.4 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

Den kemiska sammansättningen är en grundläggande uppgift som utgör ett komplement till dessa. Av intresse är följande uppgifter:

- o vattenhalt som bestäms genom torkning vid 105°C,
- o totala sammansättningen, som kan delas upp i huvudkomponenter (vilka rapporteras med enheterna viktsprocent oxider eller g/kg) och spårämnen (mg/kg)
- o oförbränt (metoden bör anges: glödningsförlust vid 550°C eller 850°C, LOI¹¹ vid bestämningen av totala sammansättningen, TOC¹² genom elementaranalys, etc)
- o organiska komponenter (PAH, dioxiner, furaner...)

¹¹ LOI, Loss On Ignition eller glödningsförlust vid en hög temperatur, ca 1000°C.

¹² TOC, Total Organic Carbon eller totala mängden organiskt kol i provet

Det första steget är att bestämma vattenhalten och vanligast är att ange vattenhalten i viktsprocent av det inkommande provet. I geotekniska sammanhang används vattenkvoten¹³, men omräkningen erbjuder inga problem.

Med oförbränt avses det brännbara material i bränslet, mestadels kolhaltigt, som inte reagerat fullständigt under förbränningen. Det finns flera metoder att bestämma dess halt:

- o som glödgningsförlust vid en angiven temperatur, för vilket det finns olika standarder
- o genom en elementaranalys, för vilket det också finns standarder.

Bestämningen av viktsförlusten efter glödning vid en hög temperatur är en bekväm 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 samt kristallvatten i salter och hydroxider. Ett annat är glödning vid olika temperaturer kommer att ge olika resultat. För biobränslen gäller 550°C (SS 18 71 71 och SS 18 71 87), för kol 850°C (SS 18 71 87). I betongsammanhang är det ca 1000°C som gäller (EN 450). Temperaturen vid vilken glödningen utförts måste anges.

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, som utarbetats för att dela upp kolet i ett prov mellan oförbränt organiskt kol (s k TOC) och oorganiskt karbonatkol. Varianter av denna metod har implementerats av flera analyslaboratorier.

Den metod att bestämma den totala sammansättningen som Skogsstyrelsen specificerar i sina rekommendationer [7] är att uppsluta provet i en stark syra (ASTM 3683) alternativt i en litiummetaboratsmälta (ASTM 3682) och bestämma koncentrationerna instrumentellt. Av hävd rapporteras:

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

Egentligen skulle halter anges konsekvent som mg/kg eller g/kg, men viktsprocent oxider är än så länge en väletablerad enhet.

Mineralsammansättningen och specieringen av de olika grundämnena är intressant, men dessa uppgifter förekommer så sällan att de inte f n kommer att lagras i databasen. Om behov uppstår och ett tillräckligt omfattande underlag kommer fram kan beslutet omprövas.

¹³ Vattenhalten är mängden vatten dividerad med mängd fuktigt material medan vattenkvoten är mängd vatten dividerad med mängd torrt material.

Antalet organiska ämnen är stort. I asksammanhang är det framför allt polyaromatiska kolväten (s k PAH), dioxiner och furaner som är intressanta. Inga organiska analyser har utförts i de aktuella Värmeforskprojekten, varför en närmare precisering av metod får anstå.

Vad gäller PAH brukar man använda amerikanska EPA 16, där summahalten av 16 st ämnen bestäms, se även [7]. Analysresultaten kan även delas upp som summa cancerogena PAH och icke-cancerogena PAH.

Lakegenskaper

En viktig komponent i miljöegenskaperna är lakningsegenskaperna. Testerna levererar jämförelsevis många data som konduktivitet, pH, redox-potential, koncentration av katjoner i laklösningen... Anjonhalterna är mer sällsynta.

Att tänka på i detta sammanhang är att det finns många laktester [2], [3]. Utöver de metoder som beskrivs i standardlitteratur finns det, eller går det att utveckla laktester för varje situation. I databasen bör resultat från alla metoder kunna skrivas in. Det kan dock vara fördelaktigt för den samlade bilden av askors egenskaper om den uppsättning laktester som används begränsas till ett mindre antal. SGI bygger upp en databas över lakegenskaper och anser att följande tester utgör en rimlig uppsättning av bastester som bör vara representerad i Värmeforsks databas, se även Tabell 1:

- o kolonntest, prEN 14405
- o tvåstegslakning, EN 12457-3, med $L/S^{14}=2$ 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

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 men är fortfarande under utveckling [7].
- o IVL:s trettiodagars test för bioaskor syftar till att beskriva utlakningen under ett flertal år från en askprodukt som spridits i skogsmark [8]. Den föreskrivs också av Skogsstyrelsen i dess rekommendationer. Endast huvudämnen är relevanta (Ca, Mg, K, P etc)

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

¹⁴ 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: L/S = 0,1 i mg/l L/S = 0,2 i mg/kg TS L/S = 0,5 i mg/kg TS L/S = 1,0 i mg/kg TS L/S = 2 i mg/kg TS L/S = 5 i mg/kg TS L/S = 10 i mg/kg TS Följande ämnen brukar analyseras: 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 För de fetmarkerade finns det gränsvärden i direktivet 2003/33/EG
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	Redovisas per pH (8 st pH enligt standard) som mg/liter Metaller som ovan samt DOC¹⁵
Ytutlakning (diffusionstest) NEN 7345	Redovisas som mg/m². Metaller som ovan

¹⁵ DOC, Dissolved Organic Carbon

Tekniska egenskaper

Det är nästan omöjligt att fullständigt specificera en lista över de tekniska egenskaper som skall lagras i databasen. Vilka dessa är beror på den användning som är tänkt. Fler tester än de som är standard kan utföras. I detta skede kan endast tester för vilka uppgifter finns ges plats i databasen. Inför framtiden finns möjligheten att utöka listan efter behov.

Två fysikaliska mått lär dock ofta användas: storlek och densitet. Askan är en fast fas som består av korn (för geotekniker) eller partiklar (för materialtekniker). Partikelstorleksfördelningen eller kornstorleksfördelningen, dvs siktcurvor (kornkurvor) som har erhållits genom våtsiktning eller torrsiktning, är en annan grundläggande uppgift som bör redovisas. Lämpligast är att lagra primärdata, procent under en viss storlek och maskvidden i en standardiserad serie, t ex Svensk Betongserie eller motsvarande standard.

Av intresse är även densiteten för ett prov. Det som brukar anges för aska är skrymdensiteten eller lösdensiteten (i kg/m^3) för material innan det packas: dessa avser askan i bulk. Begreppet kompaktdensitet förekommer för askpartiklarnas densitet. SGI rekommenderar att följande används:

- o Skrymdensitet utan packning
- o Maximal torr skrymdensitet, tung laboratorieisnatmpning resp lätt laboratoriepackning (SS 02 71 09)
- o Kompaktdensitet

De andra storheter som används i geotekniska sammanhang är hållfasthetsegenskaper (tryckförsök, enaxliga eller treaxliga försök), deformationsegenskaper, bärighet, nedkrossningsbenägenhet, termiska isoleringsförmågan, vilka kan mätas med en av några eller flera metoder. I deponier krävs permeabilitet och skjuvmodul för tätskikten.

När uppgifter kommer fram under projekten utökas databasen med dem.

B Checklista för leverans av data

I Bilaga A har en lista upprättats över de uppgifter som bör levereras till databasen från utförarna av projekt. Uppgifterna i listan har försetts med motiveringar. Syftet med denna bilaga är att i stället presentera en minsta uppsättning av uppgifter som en checklista.

B.1 Bränsledata

- o Sammansättningen av bränslemixen med andelar (%) för respektive fraktion
- o Huvudkategori för bränslet enligt SS 18 71 10
- o En närmare specificering (t ex skogsbränsle eller sågverksrester för trädbränslen
- o Bränslets form

B.2 Förbränningsanläggningen

- o huvudprincip (rost, fluidbädd, pulvereldad, ”förugn”)
- o rökgasreningen (cyklon, elfilter, textilt spärrfilter, kondensering, skrubber)
- o tillsatser vid rökgasreningen (kalk, aktivt kol, ammoniak/urea, etc)
- o nominell kapacitet. (exkl. rökgaskondensering)
- o byggår

B.3 Askan

- o Sammansättning av askposten med andelar för respektive fraktion (%)
- o Huvudkategori för askan (bottenaska, cyklonaska, etc)
- o Samlingsprov eller momentant prov, datum
- o Våt eller torr utmatning
- o Lastfall för detta prov
- o Från band, från container eller från hög?
- o Har askan behandlats och i så fall hur?
- o Har askan blandats och i så fall med vilket material?
- o Datum för dessa åtgärder

B.4 Askans egenskaper

Kemisk sammansättning

- o vattenhalt
- o totala sammansättningen
- o oförbränt (metoden/metoderna bör anges)
- o organiska komponenter (PAH, dioxiner, furaner...)

Lakegenskaper

- o Vilken laktest? helst enligt standard
- o Resultat

Tekniska egenskaper

Vanligaste är

- o Kornstorleksfördelning (siktkurva)
- o Densitet (skrymdensitet med eller utan packning, kompaktdensitet)
- o Vattenkvot (optimal och naturlig)

Vilka de andra egenskaperna är beror på den användning som studeras.

För geotekniska användningar kan detta vara:

- o nedkrossningbenägenhet (t ex kornstorleksfördelning före och efter instampning)
- o deformationsegenskaper med treaxialförsök som E-modul och ackumulerad permanent deformation
- o värmekonduktivitet,
- o flisighet
- o beteendet under frys-tö cykler
- o etc...

Om askan används som tätskikt eller täckskikt på deponier kan det vara permeabilitet etc...

C Andra databaser med uppgifter om askor

På Internet finns fyra databaser som behandlar biobränslen och innehåller olika uppgifter om askor:

- o BIOBIB, skapad av Technische Universität Wien, för biobränslen
- o BioLex, skapad av danska dk-Teknik, för både biobränslen och askor
- o BioBank, skapad av företaget BIOS Bioenergiesysteme GmbH som är knutet till Technische Universität Graz, för biobränslen, aska och rökgaskondensat
- o Phyllis, skapad av nederländska ECN, för både biobränslen och askor

Fokus i dessa databaser är på bränslen, oftast rena bränslen, vilket återspeglas i valet av metod att samla in och presentera data.

Det finns även databaser om kolaskors egenskaper, t ex vid University of Nebraska.

C.1 Databasen BIOBIB

Syftet med BIOBIB är att sammanställa data om biomassa som används eller föreslås användas som biobränsle. Arbetet med databasen inleddes 1992 då man hade dålig tillgång till tillförlitliga data om olika bränslen och där sådana fanns dessutom motstridiga uppgifter. I augusti 2002 innehöll BIOBIB data om 331 eller 647 bränslen, beroende på var man tittar i dokumentationen på www.vt.tuwien.ac.at/biobib. Databasen har upprättats med Microsofts Access 2.0. Den är inte tillgänglig på Internet.

För ett bränsle bör databasen ge följande information:

- o ash, d v s askhalten
- o ultimate analysis, d v s analysdata för C, H, N, S och Cl
- o calorific value, d v s brutto- och nettovärmevärdet
- o proximate analysis, d v s analys av Si, Fe, Al, Ca, Mg, Na, K, Ti, CO₂, SO₃ och C
- o ash – thermal behaviour, d v s analys enligt DIN 51 730 i syrgasatmosfär (gissningsvis smältförlopp)
- o ash – heavy metals, d v s analys av Pb, Cd, Cu, Hg, Mn och Cr
- o other analyses, vilket innebär analys av Mg, Ca, Al, Si, P, Fe, Pb, Cd, Cu m fl

Bränslen delas upp i 8 kategorier och ett varierande antal underkategorier:

- o wood (uncontaminated wood from forests, chipped wood)
- o straw (straw from annual crops)
- o biomass-waste (waste wood, residues from industries, railroad ties)
- o bark (bark from different species)
- o energy crops (miscanthus, other energy crops, whole crops)
- o husks and shells (sunflower husks, cocoa hulls, pistachio shells)
- o grass (grass from different species)
- o others (sewage sludge, coconut fibre, cellulose, rapeseed)

Kategorin wood delas upp i 9 underkategorier: beech (bok), birch (björk), different trees, hardwood (lövträd), spruce (gran), oak (ek), pine (tall), not specified, others. På ett annat ställe i dokumentationen är man mer noggrann med beskrivningen av trädslaget med fyra poster: engelska namnet, botaniska namnet, en kommentar (t ex ursprung) samt vilken del av trädet. Det innebär att man riktat in sig på rena fraktioner inför en bedömning av deras lämplighet och egenskaper i en förbränning.

Övriga kategorier har delats upp enligt följande:

- o bark, i “different trees” och “not specified”
- o straw, i barley, rice, wheat och other crops
- o biomass-waste, i demolition wood, cotton, paper, particle boards, published paper, waste wood och others
- o energy crops, i miscanthus och others
- o husks and shells, i almond, olive, walnut och others
- o grass, i different crops och not specified
- o others, i different crops och others

Denna databas gäller endast rena bränslets egenskaper och säger inte så mycket om de askor som uppstår efter förbränning i en fullskaleanläggning.

C.2 Databasen PHYLLIS

Syftet med Phyllis är att göra tillgängliga analysdata för enskilda biomassor eller avfallsmaterial, samt att tillåta en uppskattning av medelsammansättningen för en grupp eller undergrupp av bränslen. Fokus ligger också här på bränslet.

Phyllis är en nederländsk databas som upprättats och underhålls av ECN med finansiellt stöd från NOVEM. Arbetet inleddes som en intern databas 1997 med data från ECN och från Technische Universität Wien. Året där på gjordes den tillgänglig för tredje part och antalet data utökades och 1999 las den ut på Internet där den kan sökas på www.ecn.nl/phyllis.

Fr ett enskilt bränsle eller en enskild post i databasen ges, med kllanvisning:

- o typ av material (grupp och undergrupp)
- o klassificeringskod enligt NTA 8003
- o ultimate analysis, d v s elementaranalys av bränslet: C, H, O, N, S, Cl, F och Br
- o proximate analysis¹⁶, d v s askhalt, vattenhalt, VOC-halt, fixed carbon content
- o biokemisk sammansättning
- o värmevärde
- o metallinnehåll, d v s alkali
- o askans sammansättning
- o kommentarer, d v s information som r specifik för detta bränsle

¹⁶ Proximate analysis tycks definieras på ett snävare sätt i Phyllis n i BioBib.

Två klassificeringssystem används för att definiera bränslet:

- o ECN:s egen klassificering
- o NTA 8003 klassificeringen som utvecklats av ECN och anpassats för denna databas

Huvudkategorier och varierande antal underkategorier i ECN:s klassificeringssystem är:

- o *untreated wood*, med 15 undergrupper: beech, birch, cork, fir/spruce/pine, oak, park waste wood, poplar, willow, tropical hard wood, other hard wood, other soft wood, bark, leaves, needles och others
- o *treated wood*, med 7 undergrupper: composted wood, cork, demolition wood, organically preserved wood, salt-preserved wood, particle board och others
- o *grass/plant*, med 8 undergrupper: alphalfa, cotton, flax, miscanthus, reed, switch grass, verge grass och others
- o *straw*, med 6 undergrupper: barley, hemp, maize, rice, wheat och others
- o *husk/shell*, med 8 undergrupper: almond, cacao, olive, peanut, potato, rice, walnut och others
- o *algae*, med en enda undergrupp: others
- o *other organic residue*, med 8 undergrupper: organic domestic waste, food industry, paper, black liquor, auction waste, horticultural waste, textile waste och others
- o *manure*, med 5 undergrupper: cow, horse, pig, poultry och others
- o *sludge*, med 6 undergrupper: sewage, industrial waste water treatment, food industry, pulp/paper industry, drainage culvert och others
- o *RDF and MSW*, med 4 undergrupper: RDF with plastic, RDF without plastic, RDF unknown och MSW (ingen others undergrupp)
- o *non-organic residue*, med 6 undergrupper: cables, car-shredder, electronic scrap, carpet waste, plastics och others
- o *fossil fuel*, med 4 undergrupper: coal, natural gas, oil och peat
- o *others*, med 3 undergrupper: non-fossil oil, standard import och others
- o *char*, med 10 undergrupper: wood, grass, straw, husk/shell, organic residue, non-organic residue, sludge, MSW, RDF och others

Klassificeringen enligt NTA 8003 kom till på NOVEM:s initiativ. I Phyllis används en modifierad version med som mest fyra nivåer. Högsta nivåerna är:

- o 100, wood
- o 200, grass and straw
- o 300, manure
- o 400, sludge
- o 500, FDI waste
- o 600, green waste
- o 700, other
- o 800, composite stream

Helst inordnas ett material på den lägsta nivån som informationen tillåter. Ett material eller bränsle kan inordnas under 100 för wood, eller under 110 för green wood. På nästa nivå finns undergrupper med koder som slutar med 1 (blandningar) eller 9 (others).

Phyllis innehåller material som inte har någon NTA 8003 kod, t ex tjäran efter pyrolys: de ges koden 709, d v s other other.

På ECN:s Internetsite kan man söka i databasen på enskilda uppsättningar av data, eller få fram medelvärden för en grupp eller undergrupp av bränslen.

Man har tänkt på att bränslen kan blandas, men det är inte uppenbart hur man bär sig åt för att få ut data för en given blandning. Askans sammansättning ingår i Phyllis, men inga uppgifter om förbränningsanläggningen.

C.3 Databasen BioLex

Syftet med databasen BioLex är att sammanställa den stora mängden analyser av biobränslen som utförts de senaste 15 åren i Danmark. Databasen skall ge:

- o en överblick över medelvärden och den variation som kan förväntas för ett bränsle
- o tillgång till dessa analyser, vilket kan bidra till att minska antalet analyser som utförs
- o möjligheten att studera samband i data, i syfte att upptäcka inverkan av ort, odlingsmetod, analyslaboratorium, meteorologiska förhållanden, ursprung etc...

Databasen har upprättats av dk-Teknik och lagts ut på Internet, www.videncenter.dk där sökningar kan utföras. Vid årsskiftet 2002/2003 var det en provversion som lagts ut och det saknades t ex en anvisning för hur man gör sökningar.

Bränslet beskrivs med hjälp av en hierarki. På högsta nivå väljer man mellan tre klasser:

- o woody
- o herbaceous
- o fruit

I nästa nivå väljer man mellan fyra ursprung, lika för alla klasser:

- o ex agroforestry
- o ex production industry, not contaminated
- o ex production industry, contaminated
- o ex society waste, potentially treated

Därefter går man ner till grupp (lövträd, barrträd, exotisk eller utländskt trä, energiskog, buskar för woody, ex agroforestry), och vidare till art, del av träd (helträd, stam, bark) och form (briketter, flis, pellets etc). Fördelen med denna struktur är att man kan arbeta sig ner mot allt större precision i beskrivningen.

F n tycks man endast kunna söka på en enda egenskap åt gången, t ex aluminiumhalten i askan, i stället för att få fram en tabell med totalsammansättningen. Det var så med Phyllis också för ett antal år sen. Presentationen kommer troligen att utvecklas.

C.4 Databasen BioBank

BioBank är en uppsättning av tre databaser om den kemiska sammansättningen hos:

- o biobränslen, ca 1000 datauppsättningar
- o askor från biobränslen, ca 560 datauppsättningar
- o rökgaskondensat, ca 30 datauppsättningar

Databasen har skapats av BIOS Bioenergiesysteme GmbH under ledningen av professor Obernberger vid Technische Universität Graz. Arbetet ingår i ett IEA-samarbete, först inom IEA Bioenergy Annex 19 och sedan inom Annex 32. Databaserna är tillgängliga och sökbara på www.ieabioenergy-task32.com/database.

Samtliga resultat anges som: antal data, minvärde och maxvärde, medelvärde och medianvärde, första kvartilen och fjärde kvartilen, 1,5 gånger IQD samt standardavvikelsen. Materialet specificeras med hjälp av fyra storheter eller uppgifter.

När någon databas tas fram innehåller tabellen samtliga data i denna bas. Genom att välja en specifikation i någon av de fyra ingångarna bantas uppsättningen av data till de för just det ordet. Det innebär att det görs en omräkning varje gång något begärs. Det är okänt hur kopplingarna mellan databaserna går, om det går några.

Biobränslen

Databasen över biobränslen ger följande uppgifter:

- o brutto värmevärde (kJ/kg)
- o andel VOC i %
- o askhalten i %
- o elementaranalys, d v s C, H, N, O, S och Cl i % och mg/kg
- o den kemiska sammansättningen med ett ganska stort antal katjoner
- o data om askans egenskaper: fusion temperature, softening temperature, hemisphere temperature och melting temperature för både oxiderande och reducerande förhållanden

De fyra materialspecifikationerna är:

- o bränsletyp, t ex bagasse, bark, avfallsträ, papper
- o art, t ex vintervete, alfalfa, oliv, eucalyptus
- o land, t ex Österrike, UK, USA, Tyskland etc
- o location, d v s region, ort eller anläggning

Askor

Databasen över askor ger följande uppgifter:

- o pannans maxeffekt och dess effekt då askprovet togs ut
- o daggpunkt för rökgaserna
- o andel av total massa (%)
- o organiskt kol (mg/kg), vilket borde motsvara TOC, total organic carbon

- o CO₂ (mg/kg) vilket borde motsvara TIC, total inorganic carbon
- o askans sammansättning med H, N, O, S och Cl först
- o och sen Si, Ca, Mg, K, Na, P, B, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo, As, Ni, Cr, Pb, Cd, V, Hg, Ba samt Ti

De fyra materialspecifikationerna är:

- o typ av aska (flygaska från boiler, cyklon, filter m fl, bottenaska, blandningar mm)
- o species, d v s bränslet i mer generella termer än i biobränsledatabasen
- o furnace technology, vilket omfattar cigarr burner, olika typer av roster (moving, fixed, preader/stoker, traveling, vibrating, underfeed stoker), men inga fluidbäddar
- o land, t ex Österrike, Danmark, Tyskland, Sverige

Rökgaskondensat

Databasen över rökgaskondensat levererar följande uppgifter:

- o pannans nominella effekt och effekten vid provtagningen
- o organiskt kol (se aska ovan)
- o CO₂ (se aska ovan)
- o kemisk sammansättning enligt ovan

De fyra ingångarna till databasen är:

- o typ av aska (kondensat)
- o species, d v s bränslet i generella termer
- o furnace technology, bara en typ, moving grate
- o land, d v s Österrike

En av de tre databaserna i BioBank är specifik för askor. Specifieringen av bränslen är betydligt mindre detaljerad än i BIOBIB, Phyllis eller BioLex. Inga försök har gjorts att föra in en hierarki, annat än kanske i biobränslen. Databaserna är illa förberedda för blandningar. Presentationen av data, bl a med diagram, ger dock en trevlig överblick, vilket kan vara att föredra framför en visning av varje enskild datauppsättning.

D Sammanställning av data i databasen

Syftet med denna bilaga är att dokumentera i tryckt form de data som matats in i databasen för delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”.

Tabell 2. Förteckning över de askprov för vilka uppgifter har tagits emot

Table 2. List over the ash samples, on which information has been received

Prov nr	Anläggning	Samman-sättning	Densitet	Korn-storleks-fördelnin g	Styvhet	Lakning
77	Igelsta P1-3	Total	Ja			
78	Igelsta P1-3	Total	Ja			
79	Igelsta P1-3	Total	Ja			
80	Igelsta P1-3	Total	Ja			
81	Igelsta P1-3	Total	Ja			
82	Igelsta P1-3	Total				
83	Igelsta P1-3	Total				
84	Igelsta P1-3	Total	Ja			
85	Igelsta P1-3	Total				
86	Händelö P11	Total	Ja	Ja	Ja	EN 12457-3
87	Händelö P11	Total	Ja	Ja	Ja	EN 12457-3
88	Händelö P11	Total	Ja	Ja	Ja	EN 12457-3
89	Händelö P11	Total	Ja	Ja	Ja	EN 12457-3
90	Händelö P11	Total	Ja	Ja	Ja	EN 12457-3
91	Braviken	Delvis				
92	Fors	Total				
93	Sandviken	Total				
109	Hallsta	Huvudämnen				
110	Hallsta	Huvudämnen				
111	Braviken	Huvudämnen				
112	Hylte	Huvudämnen				
113	?	Total				

Tabell 3. Den kemiska sammansättningen hos askproven, huvudämnen i %

Table 3. The chemical composition of the ash samples, main components in %

Storhet	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Askhalt	94,6	79,9	80,6	79,5	92,6	95,6	90,9	102,3	89,8
TS	79,1	72,5	71,7	74,5	67	94,6	87	73	66,2
Fukthalt									
LOI ⁵⁵⁰									
LOI ⁸⁰⁰									
LOI ¹⁰⁰⁰	18,8	30,5	28,4	29,8	15,3	13,2	14,4	17	14,6
TC	3,0	16,4	15	15,6	3,8	2,6	4,6	2,5	6
TOC	0,9	15,3	14,2	15	2,1	0,17	2,5	0,1	5,2
Al ₂ O ₃	3,97	13,1	14,1	13,3	5,16	4,72	5,99	2,93	16
CaO	33,4	15,7	14,3	15,3	29,4	31,0	30,3	44,7	15,2
Fe ₂ O ₃	3,55	4,28	4,63	4,36	6,71	3,6	6,67	3,13	6,2
K ₂ O	1,23	1,22	1,4	1,37	1,17	1,5	1,28	1,05	1,81
MgO	1,62	1,94	2,03	1,95	2,12	1,57	2,31	2,22	2,8
MnO	0,164	0,0953	0,0987	0,0953	0,39	0,147	0,337	0,14	0,123
Na ₂ O	1,01	0,495	0,578	0,691	0,835	1,18	0,829	0,779	1,17
P ₂ O ₅	0,317	0,379	0,356	0,361	0,777	0,361	0,953	0,447	0,601
SiO ₂	24,5	27,2	30,3	28,3	27,7	29,9	23,6	17,3	35,9
TiO ₂	1,16	0,585	0,619	0,593	0,465	0,992	0,511	0,622	0,715
Cl	7,4	0,17	0,33	0,51	0,07	7,3	0,1	5,1	0,7
H	0,8	0,4	0,4	0,5	0,8	0,6	0,7	1,4	0,6
N-tot	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabell 2. Den kemiska sammansättningen hos askproven, huvudämnen i %, fortsättning.

Table 2. The chemical composition of the ash samples, main components in %, continued

Storhet	86	87	88	89	90	91	92	93	109
Askhalt						75,6			
TS						69,8	100,6	92,6	
Fukthalt									
LOI ⁵⁵⁰	11,5	31,7	36,1	23,5	36,8		0,15		
LOI ⁸⁰⁰						13,3	7,1	8,4	
LOI ¹⁰⁰⁰	14,0	32,4	36,9	23,3	37,0			11,6	14
TC									
TOC									
Al ₂ O ₃	8,1	5,1	4,7	5,5	5,2	19,6	23,4	5,51	15
CaO	9,6	6,7	6,3	6,6	6	25,5	25,6	15,0	30
Fe ₂ O ₃	8,3	12,3	9,8	17,5	9,5	2,2	2,31	8,53	2,2
K ₂ O	2,2	1,5	1,6	1,8	1,9	2,3	3,87	1,88	1,2
MgO	1,9	1,4	1,2	1,3	1,4		1,77	1,29	4
MnO	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,507		0,6
Na ₂ O	3,3	1,8	2,4	1,8	1,8	1,5	1,39	0,764	0,9
P ₂ O ₅	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1		1,68	0,559	0,8
SiO ₂	44,1	26,3	26,5	27,3	28		33,9	16,0	30
TiO ₂	3,2	1,7	1,5	1,6	1,4		0,484	0,185	0,4
Cl									
H									
N-tot									

Tabell 2. Den kemiska sammansättningen hos askproven, huvudämnen i %, fortsättning

Table 2. The chemical composition of the ash samples, main components in %, continued

Storhet	110	111	112	113					
Askhalt									
TS									
Fukthalt									
LOI ⁵⁵⁰									
LOI ⁸⁰⁰									
LOI ¹⁰⁰⁰	5,3	17	10	21					
TC									
TOC									
Al ₂ O ₃	18	11	14	0,76					
CaO	28	31	36	42,8					
Fe ₂ O ₃	2	2	2	1					
K ₂ O	1	1,4	0,8	13,79					
MgO	4	5,6	6	4,21					
MnO	0,2	0,4	0,1	1,57					
Na ₂ O	1	0,9	0,7	0,35					
P ₂ O ₅	0,7	0,5	0,4	3,9					
SiO ₂	35	30	28	4,56					
TiO ₂	0,4		0,5	0,03					
Cl			0,2						
H									
N-tot	0,1								

Tabell 4. Den kemiska sammansättningen hos askproven, spårämnen i mg/kg

Table 4. The chemical composition of the ash samples, trace components in mg/kg

Storhet	77	78	79	80	81	82	83	84	85
As	111	12,5	12,8	11,8	108	139	105	168	33,4
Ba	2170	979	998	967	1720	1790	1620	1770	1580
Be	0,6	7,47	7,65	7,88	1,09	0,691	2	0,6	8,07
Cd	14,2	1,26	0,974	1,06	4,66	14,2	4,64	11,8	1,8
Co	12,9	28,6	28,8	26,7	12,4	28,7	15,4	9,65	35,2
Cr	348	110	106	98,9	176	419	177	191	163
Cu	511	83,8	83	76,7	215	567	207	347	131
Hg	1,47	0,301	0,28	0,299	0,532	2,04	0,614	0,935	0,429
La	12,2	40,3	33,3	36,7	28,2	14,6	22,7	6	45,2
Mo	13,1	18,5	9,81	13,2	15,1	9,09	8,98	8,84	16,8
Nb	7,27	17,2	11,7	9,21	10	6,08	6,28	6	12,3
Ni	43,4	72,2	73,4	68,1	39	47,9	56,9	30,7	92,2
Pb	1930	67	62,2	59,8	380	1970	336	1500	154
S	22500	33400	28400	30800	41900	22000	41900	26200	30500
Sc	2,24	16,1	16,4	15,7	4,14	1,68	6,56	1,92	18,6
Sn	20	20	20	20	20	32,9	20	20	20
Sr	297	584	575	582	354	306	425	314	959
V	36	167	166	163	46,5	36,8	74,9	28,3	186
W	60	60	60	60	60	50	60	60	60
Y	9,65	33,8	34,5	33,9	15	12	22,7	10,8	47,4
Zn	3650	199	177	175	1940	3280	1590	2750	483
Zr	98,6	111	115	108	196	136	86,4	91	158

Tabell 3. Den kemiska sammansättningen hos askproven, spårämnen i mg/kg, fortsättning

Table 3. The chemical composition of the ash samples, trace components in mg/kg, continued

Storhet	86	87	88	89	90	91	92	93	112
As	58,2	78,0	71,7	86,4	101		6,44	27,4	
Ba	4540	3050	3030	3520	2740		844	785	
Be	1,23	1,01	0,94	1,03	0,90		1,14	4,69	
Cd	30,3	1,07	0,94	1,03	0,9	9	4,21	4,3	
Co	35,6	69,5	51,4	96,5	48,5	6	9,15	17,3	
Cr	524	315	301	330	287	63	86,9	72	
Cu	676	723	515	5900	400	470	97,7	163	
Hg	-	-	-	-	-		0,12	0,44	
La	14,2	7,15	12,1	10,3	19,1		24,4	203	
Mo	7,12	-	-	-	-		6	25	
Nb	13,4	-	-	-	-		14,7	15,6	
Ni	80,4	70,3	52,8	68,9	44,7	44	33,8	44,7	
Pb	6670	1290	6170	2060	1950	760	61,5	47,5	
S	3270	4620	3880	4370	3610		6410	6370	6000
Sc	4,58	2,03	1,79	2,43	-		4,47	21,1	
Sn	37,8	-	26,1	-	-		20	20	
Sr	370	287	237	263	278		571	466	
V	5638	40,0	31,4	46,3	47,2		46,9	99,2	
W	-	-	-	-	-		60	60	
Y	17,7	14,1	13,6	18,3	17,4		14,4	210	
Zn	4650	7940	6450	4080	3690	1950	737	323	
Zr	249	175	130	183	1230		439	188	

Tabell 3. Den kemiska sammansättningen hos askproven, spårämnen i mg/kg, fortsättning

Table 3. The chemical composition of the ash samples, trace components in mg/kg, continued

Storhet	113								
As	32,6								
Ba	2210								
Be	0,6								
Cd	45,1								
Co	11								
Cr	20,3								
Cu	130								
Hg	0,1								
La	6								
Mo	6								
Nb	6								
Ni	24,8								
Pb	40,5								
S	19100								
Sc	1								
Sn	20								
Sr	867								
V	8								
W	60								
Y	2,39								
Zn	4350								
Zr									

Tabell 5. Densiteten hos askproven, kg/m³Table 5. The density of the ash samples, kg/m³

Storhet	77	78	79	80	81	84	86	87	88
Lösdensitet	760	530	590	560	580	555			
Skrymdensitet							1000	800	800
Vattenkvot (%)									

Storhet	89	90	91	92	93				
Lösdensitet									
Skrymdensitet	1000	800							
Vattenkvot (%)			1,5	0,4	0,4				

Tabell 6. Kornstorleksfördelning: siktcurvor för askproven, % passerar en given maskvidd

Table 6. Particle size distribution: sieving curves for the ash samples, % passing a sieve

Maskvidd (mm)	86	87	88	89	90				
45	100	100	100	100	100				
31,5	96,8	100	94,6	100	98,6				
16	88,4	94,6	86,8	93,6	93,4				
11,2	85,1	93,2	81,5	91,5	90,7				
8	79	87,4	73,1	86,4	86,3				
5,6	71,1	80,5	63,9	77,6	73,2				
4	63,8	73,9	57,4	71	65,4				
2	48,9	57,8	43,8	53,5	47				
1	33,5	40,6	29,3	35,1	31,8				
0,5	21,1	25,5	17,2	21,3	20,5				
0,25	12,8	15,8	9,3	13,5	13,4				
0,125	8,9	10,4	5,4	9,2	9,7				
0,063	7,3	7,4	3,1	6,8	7,8				

Tabell 7. Styvhet uttryckt som resilientmodul från dynamiska treaxialförsök vid olika medelnormalspänningar, enhet MPa

Table 7. Stiffness expressed as resilient modulus evaluated from cyclic load triaxial tests at different mean normal stresses, unit: MPa

Medel- normalspänning (kPa)	86	87	88	89	90				
20	23	19	20	20	18				
27	20	17	17	18	16				
33	20	17	17	18	17				
43	25	21	21	22	20				
50	30	23	24	25	22				
60	28	23	22	24	21				
77	28	23	22	24	21				

Tabell 8. Resultat från tvåstegslaktesten EN 12457-3 för veckoproven, första steget (L/S=2)

Table 8. Results from the two-step EN 12457-3 leaching test for the weekly samples, first stage (L/S=2).

Storhet	Enhet	85	86	87	88	89
pH	-	9,3	8,1	7,9	7,6	8,2
Konduktivitet	mS/m	344,3	490,0	298,9	355,9	406,0
Redox E _h	mV	304	373	-	399	-
Utlakat						
Ca	mg/kg TS	324	602	45	296	77
Fe	mg/kg TS	0,0106	0,0206	0,16	0,0236	0,121
K	mg/kg TS	280	1122	594	744	1026
Mg	mg/kg TS	1,19	108	15,2	66,6	43,2
Na	mg/kg TS	890	958	872	818	972
S	mg/kg TS	1298	1552	708	1122	914
Al	mg/kg TS	38,6	0,0978	0,416	0,206	0,113
As	mg/kg TS	0,025	0,0208	0,055	0,0046	0,0446
Ba	mg/kg TS	0,196	0,137	0,0764	0,132	0,102
Cd	mg/kg TS	-	-	-	-	-
Co	mg/kg TS	-	0,00402	0,00117	0,0047	0,0024
Cr	mg/kg TS	0,0135	0,0436	0,0248	0,0012	0,00272
Cu	mg/kg TS	-	0,00244	0,0244	0,0244	0,0224
Hg	mg/kg TS	-	0,0000518	-	0,0003	0,00009
Mn	mg/kg TS	0,00115	0,0556	0,027	0,524	0,0888
Mo	mg/kg TS	0,47	0,127	0,124	0,0526	0,103
Ni	mg/kg TS	0,00156	0,0079	0,0048	0,058	0,00562
Pb	mg/kg TS	0,0216	0,00646	0,041	0,0039	0,0246
Sb	mg/kg TS	0,106	0,0778	0,112	0,0584	0,354
Se	mg/kg TS	0,00193	0,00256	0,00119	0,0009	0,0014
V	mg/kg TS	0,00268	0,00106	0,00212	0,0005	0,00157
Zn	mg/kg TS	0,0125	0,0608	0,032	0,035	0,0222
Cl	mg/kg TS	320	380	360	260	460
F	mg/kg TS	1,26	2	8	2	4
SO ₄	mg/kg TS	2800	4800	2000	3000	2600

Tabell 9. Resultat från tvåstegslaktesten EN 12457-3 för veckoproven, andra steget (L/S=10)

Table 9. Results from the two-step EN 12457-3 leaching test for the weekly samples, second stage (L/S=10).

Storhet	Enhet	85	86	87	88	89
pH	-	10,6	9,2	9,1	8,8	9,3
Konduktivitet	mS/m	73,8	119,4	140,3	82	115,8
Redox E _h	mV	284	364	357	378	369
Utlakat						
Ca	mg/kg TS	759	882	212	436	227
Fe	mg/kg TS	0,0848	-	-	-	-
K	mg/kg TS	798	1255	1297	912	1418
Mg	mg/kg TS	1,56	120	44,8	68,1	75,6
Na	mg/kg TS	969	1034	1865	931	1265
S	mg/kg TS	1645	1799	1589	1431	1376
Al	mg/kg TS	147	0,757	5,15	4,17	1,0
As	mg/kg TS	0,0966	0,167	0,285	0,05	0,358
Ba	mg/kg TS	1,79	0,871	0,692	0,743	0,856
Cd	mg/kg TS	-	-	-	-	-
Co	mg/kg TS	-	0,0022	0,0014	0,0024	0,0017
Cr	mg/kg TS	0,038	0,0448	0,0083	-	-
Cu	mg/kg TS	-	-	-	-	-
Hg	mg/kg TS	-	-	-	-	-
Mn	mg/kg TS	0,0087	0,0225	0,0205	0,192	0,0266
Mo	mg/kg TS	0,793	0,297	0,35	0,164	0,21
Ni	mg/kg TS	0,0196	0,0078	-	0,0067	0,0061
Pb	mg/kg TS	0,115	-	0,0151	-	0,0096
Sb	mg/kg TS	0,429	0,375	0,528	0,205	1,31
Se	mg/kg TS	0,0052	0,0109	0,0054	0,0025	0,0058
V	mg/kg TS	0,0179	0,0092	0,0109	0,0037	0,0155
Zn	mg/kg TS	0,136	0,0480	0,0467	0,0309	0,0395
Cl	mg/kg TS	378	564	731	305	688
F	mg/kg TS	4,79	4,23	5,25	3,8	4,37
SO ₄	mg/kg TS	3549	5925	4554	3545	3525

RAPPORTFÖRTECKNING

Förteckning över tidigare publicerade rapporter, kan beställas hos Värmeforsk.

Telefax: 08-677 25 35

Telefon: 08-677 27 54

<http://www.varmeforsk.se>

Siffrorna inom parentes anger forskningsgrupp/program:

- 1 = Material- och kemiteknik
- 2 = Miljö- och förbränningsteknik
- 3 = Anläggningsteknik
- 6 = Tillämpad förbränningsteknik

- 8 = Skogsindustriella programmet
- 9 = Processtyrning
- 10 = Miljöriktig användning av askor
- 11 = Gemensamma potten

- | | |
|--|---|
| 792 Rök-gaskondensering; Fördelning av emissioner mellan gas och kondensat
Fredrik Axby
oktober 2002 A9-837 (3) | 799 Mätning av emissioner vid förbränning av RT-flis för att identifiera eventuella ombyggnadsåtgärder
Leif Lindau
januari 2003 F9-851 (2) |
| 793 Avancerad processtyrning av fastbränsle-eldade rostpannor, etapp 2
Rickard Ehleskog, Rickard Lundborg, Robert Schuster, Lars Wrangsten
oktober 2002 P9-805 (9) | 800 Materialval vid rök-gaskondensering
Barbara Goldschmidt, Magnus Nordling
februari 2003 M4-202 (1) |
| 794 Demonstration av vakuumtorktekniken på skogsindustriellt slam
Anders Eklund
januari 2003 E2-001 (6) | 801 Mätningar av temperaturer enligt EUs direktiv om förbränning av avfall, undersökande temperaturmätningar och simuleringar
Elisabet Blom, Roland Gårdhagen, Jonas Hägglund, Hans Lindqvist, Krister Wahlström, Dan Loyd
mars 2003 P9-817, P4-201 (9) |
| 795 Hur påverkas slamhanteringen av nya och förväntade lagar och förordningar?
Mikael Ahlroth, Åsa Sivard
december 2002 S2-224 (8) | 802 Metoder för kartläggning av bränsle-partiklars rörelse- och temperaturhistorik i rosterpannor och avfallsugnar – etapp 2
Elisabet Blom, Lennart Gustavsson, Jan Oskarsson, Mats Petersson
mars 2003 F9-808 (2) |
| 796 Kolväteutsläpp vid lagring av biobränsle
Katarina Rupa, Mehri Sanati
december 2002 S1-111 (8) | 803 TPS Branschforskningsprogram för energiverk 2001/02
Niklas Berge, Ulf Gamer, Henrik Harnevi, Jenny Larfeldt, Boo Ljungdahl, Lena Nyqvist, Nader Padban, Magnus Paulander, Erik Ramström, Birgitta Strömberg, Frank Zintl
mars 2003 D2-002 (6) |
| 797 Kontinuerlig AE-övervakning i Gruvöns sodapanna T5
Anja Klarin, Björn Warnqvist
januari 2003 S2-212 (8) | |
| 798 Effekter av PFG vid indunstning och förbränning av bioslam i ett massabruks sodapanna
Johan Dahlbom
januari 2003 S2-226 (8) | |

- | | |
|--|---|
| <p>804 Insamling av praktiska erfarenheter från fältbussinstallationer i industriella anläggningar
Björn Johansson
mars 2003 P9-815 (9)</p> <p>805 Krav på brandvägg för styrsystem samt undersökning av tillgänglig programvara
Christine Nilsson, Fredrik Nordbladh
april 2003 P9-810 (9)</p> <p>806 Nedbrytningsmönster för cellulosa i närvaro av aska
Karin Wikman, Magnus Berg, Malin Svensson, Holger Ecke
april 2003 Q4-105 (10)</p> <p>807 Termisk rening av askor
Karin Wikman, Magnus Berg, Henrik Bjurström, Anders Nordin
april 2003 Q4-128 (10)</p> <p>808 Korrosionsprovning med korttids-exponerade sondprover
Jan Högberg
maj 2003 M9-832 (1)</p> <p>809 Krypskador i svetsar av X 20 CrMoV 121 1 stål, etapp 1
Jan Storesund, Kjeld Borggreen
maj 2003 M4-207 (1)</p> <p>810 Avlagringstrender i pannor eldade med biobränsle
Mattias Andersson
maj 2003 M4-204 (1)</p> <p>811 Fältprovning av lågtrycksturbinskovlar med förbättrad hårdighet mot korrosionsutmattnings
Jüri Tavast
juli 2003 M4-213 (1)</p> <p>812 CO-reduktion i FB-panna via dosering av elementärt svavel
Leif Lindau, Erik Skog
juli 2003 F9-842 (2)</p> <p>813 Råvaror för framtida tillverkning av bränslepellets i Sverige
Lars Martinsson
juli 2003 A4-214 (3)</p> | <p>814 Vakuamtorkning av skogsindustriellt slam – en potentialstudie
Anders Eklund
juli 2003 S2-223 (8)</p> <p>815 Skogsindustriell energiforskning syntesrapport 1997-2002
Anders Kjörk, Olle Nyström
juli 2003 S2-225 (8)</p> <p>816 Tillförsel av skogsindustriellt slam till eldstäder; Etapp 3 – Projektering inför fullskaleförsök
Lars Eriksson, Rolf Njurell, Anders Eklund
juli 2003 S2-228 (8)</p> <p>817 Tester av torkeffekten på rörlig bränsleroster med nya murverk i testrigg
<i>Aktiva murverk och brännare – etapp 2B</i>
Anders Eklund S2-220, M4-206, E2-002
juli 2003 (8, 1, 6)</p> <p>818 Beläggningar på värmeväxlare, orsaker i blekprocessen och åtgärder
Henrik Bjurström, Charlotte Ståhl, Lars Widell
juli 2003 S2-229 (8)</p> <p>819 Lutlagringstidens och lutföringens inverkan på inkrustering i industningsapparater och cisterner
juli 2003 S2-230 (8)</p> <p>820 Förbränning av returträflis – Etapp 2 av ramprojekt returträflis – CD-skiva
Annika Andersson, Christer Andersson, Bo von Bahr, Magnus Berg, Annika Ekvall, Jan Eriksson, David Eskilsson, Henrik Harnevie, Bengt Hemström, Jenny Ljungstedt, Juha Keihäs, Åsa Kling, Christian Mueller, Jan Sieurin, Claes Tullin, Karin Wikman
augusti 2003 F9-861-865, M9-841</p> <p>821 Rosterövervakning – nya metoder för reglering och övervakning av förbränningsroster
Åsa Rodin, Jürgen Jacoby, Elisabet Blom
augusti 2003 D2-001 (6)</p> |
|--|---|

- 822 Teknik för kontinuerlig mätning av HC1, HF och TOC – etapp 1; konsekvensanalys
Henrik Harnevie, Lennart Gustavsson, Torgny Viberg
augusti 2003 F4-202 (2)
- 823 SCR som metod för kombinerad dioxin- och kväveoxidreduktion vid samförbränning av biobränsle och avfall
Johanna Aurell, Per Liljelind, Stellan Marklund, Åsa Kling, Christer Andersson
augusti 2003 F9-859, F4-214 (2)
- 824 Tillvaratagande av spillvärme
Fredrik Olsson, Helen Hansson, Mats Egard, Mats Barring
augusti 2003 S2-218 (8)
- 825 Undersökning av metoder för strukturering av mjukvara
Björn Johansson
augusti 2003 P9-814 (9)
- 826 Indikation av förbränningssituationen i nedre del av eldstad genom temperaturmätning på rostens första del
Erik Ramström, Jenny Larfeldt
augusti 2003 P4-202 (9)
- 827 Lambdabaserad reglering
Mikael Svensson
augusti 2003 P4-209 (9)
- 828 Energiaskor i betongrelaterade tillämpningar; normer, praxis och erfarenheter
Erik Nordström, Per-Erik Thorsell
oktober 2003 Q4-133 (10)
- 829 Våt rening av askor, metodöversikt
Henrik Bjurström, Britt-Marie Steenari
oktober 2003 Q4-129 (10)
- 830 Injektering av sulfathaltig flygaska i hushållsavfallsdeponi
Karin Wikman, Magnus Berg, Lale Andreas, Anders Lagerkvist, Sara Jannes, Gustav Tham, Rolf Sjöblom
oktober 2003 Q4-106 (10)
- 831 Probleminventering bränsle- och askhantering
Rolf Njurell, Karin Wikman
oktober 2003 A4-207 (3)
- 832 Utvärdering av Hyttsand som bäddsand i FB-anläggningar
Anders Eklund, Elisabet Brus, Marcus Öhman, Henry Hedman, Dan Boström, Anders Nordin
oktober 2003 A4-215 (3)
- 833 Ramprojekt – Askproblem vid skogsbränsleeldning i fluidbädd, etapp 2
Sören Hansson, Per Kallner, Boo Ljungdahl, Lars Wrangensten, Annika Stalenheim, Barbara Goldschmidt
oktober 2003 M9-840, A9-851 (1, 3)
- 834 Process- och sensordiagnostik
Christer Karlsson, Erik Dahlquist
oktober 2003 P9-816 (9)
- 835 Larmsanering med generella metoder
Jonas Ahnlund, Tord Bergquist, Martin Råberg
oktober 2003 P4-211 (9)
- 836 Korrosion i massaindustrins indunstningsanläggningar – Spänningskorrosions- sprickningsprovningar och polarisationsmätningar
Pernilla Andreasson
oktober 2003 S2-213/M9-831 (8, 1)
- 837 Linematerial med aska och rötslam – Underlag för genomförande av pilotförsök med stabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskiktmaterial
M Mácsik, Y Rogbeck, B Svedberg O Uhlander, A Mossakowska
november Q4-111 (10)
- 838 Rökgasrening vid samförbränning i biobränslepannor i storleken 10-25 MW
november 2003 F4-215 (2)
- 839 Att bygga med avfall
Anna Wilhelmsson, Sara Larsson
november 2003 Q4-144 (10)

- | | |
|--|---|
| <p>840 Slam från skogsindustrin, fas II
Marianne Gyllenhammar, Solvie Herstad
Svärd, Anders Kjörk, Sara Larsson, Olle
Wennberg
november 2003 D2-003 (6)</p> <p>841 Behovsstyrd sotblåsning för bio- och
avfallsseldade pannor – inventering och
teknikval
Anders Kjörk
november 2003 A4-211 (3)</p> <p>842 The Effect of Wood Fuels on Power Plant
Availability
Markku Orjala, Janne Kärki, Pasi
Vainikka
november 2003 G9-903 (11)</p> <p>843 Syntesrapport för Värmeforsks
basprogram 1999-2003
Charötte Dejfors, Åsa Lindeberg,
Christer Knutås, Johan Nordling
november 2003 G4-104 (11)</p> <p>844 Förbränningsförhållanden vid
omblandning i bränslebäddar på rörlig rost
vid eldning av biobränsle och sameldning
med naturbränslen – etapp 1; Försök i en
kall anläggning
Jürgen Jacoby, Åsa Rodin
november 2003 E2-003 (6)</p> <p>845 Robust instrumentering
Anders Wik
december 2003 M9-829 (1)</p> <p>846 Avvattning av aska från
blandbränslen; Erfarenheter och resultat
från Tekniska Verken i Linköping
december 2003 A9-835 (3)</p> <p>847 Lågtemperaturkorrosion i pannor med
SNCR
Barbara Goldschmidt
januari 2004 M4-218 (1)</p> <p>848 Användning av energiaskor som
fillermaterial vid betongtillverkning
Hillevi Sundblom
januari 2004 Q4-219 (10)</p> | <p>849 Förutsättningar för att askor kommer till
användning i vägar
Erik Kärrman, Denis Van Moeddaert,
Henrik Bjurström, Magnus Berg, Bo
Svedberg
januari 2004 Q4-207 (10)</p> <p>850 Roterugn för bedömning av
sintringbenägenhet
Jenny Larfeldt, Frank Zintl
januari 2004 F4-208 (2)</p> <p>851 Rening av bäddmaterial
Frank Zintl, Birgitta Strömberg, Jenny
Larfeldt, Henrik Brodén, Peter Sjövall
januari 2004 F4-217 (2)</p> <p>852 Pannsand som fillermaterial
förfjärrvärmerörgravar
Roger Pettersson, Pascal Suér, Jan
Rogbeck
januari 2004 Q4-202 (10)</p> <p>853 Energieffektivisering av anläggningar för
stoftrening med slangfilter
Lars Eriksson, Karin Wikman, Magnus
Berg
januari 2004 A4-310 (3)</p> <p>854 Experimentell studie av inverkan av
träpulvers storleksfördelning på
förbränningsegenskaper
Christian Fredriksson
januari 2004 F4-211 (2)</p> <p>855 Askor och rötslam som täckskikt för
gruvavfall
Mattias Bäckström, Inger Johansson
januari 2004 Q4-146 (10)</p> <p>856 En förenklad testmetodik för
kvalitetssäkring – etapp 1
Henrik Bjurström, Magnus Berg, Maria
Alm, Pascal Suér, Karten Håkansson
januari 2004 Q4-148 (10)</p> <p>857 Databas inom delprogrammet ”Miljöriktig
användning av askor”
Henrik Bjurström, Camilla Rydstrand,
Magnus Berg, Karin Wikman
januari 2004 Q4-211 (10)</p> |
|--|---|

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

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig Industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED
STATENS ENERGIMYNDIGHET



VÄRMEFORSK SERVICE AB
101 53 Stockholm
Tel 08-677 25 80
Fax 08-677 25 35
www.varmeforsk.se

Beställning av trycksaker
Fax 08-677 25 35