

Utvärdering av programmet Miljöriktig användning av askor

Roger B. Herbert

**Utvärdering av programmet Miljöriktig
användning av askor**

**Evaluation of the program Environmentally
correct utilization of ashes**

Roger B. Herbert
Uppsala universitet

Q6 – 654

VÄRMEFORSK Service AB
101 53 STOCKHOLM · Tel 08-677 25 80
April 2008
ISSN 1653-1248

Abstract

I denna rapport presenteras en utvärdering av Värmeforsks program *Miljöriktig användning av askor*. Utvärderingen har som överordnad målsättning att bedöma om Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse. Utvärderingen har delats upp i olika moment som utvärderar 1) beviljade projekt under programperiod 2002 – 2008, 2) utvalda projekt som har särskild betydelse för att uppnå programmets mål, 3) kommunikation och kunskapsspridning, och 4) betydelsen av Askprogrammets nätverk.

Utvärderingen indikerar att Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse, och att programmet har bidragit till besluts- och kunskapsunderlag för avsättning av en stor andel askor från energiproduktion. Det finns dock behov av ytterligare kunskap för att minska osäkerheter kring olika nyckelprocesser och tillämpningar, och dessa behov tas upp i rapporten som strategiska satsningar för framtiden. Askprogrammets nätverk har varit mycket betydelsefullt för alla berörda parter, så att industrin, myndigheterna och universiteten har kunnat ta ett samlett grepp kring forskning och utveckling med avseende på asknyttjande i samhället.

Sammanfattning

Värmeforsks program ”Miljöriktig användning av askor” (Askprogrammet) har finansierat forsknings- och utvecklingsprojekt sedan 2002. Programmet har som uppsatt mål att det ska finnas kunskaps- och beslutsunderlag för att 90 procent av svenska askor från energiproduktion ska finna en miljöriktig användning i slutet av 2008. I denna rapport presenteras en utvärdering av Askprogrammet med en överordnad målsättning att värdera om Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse. Utvärderingen har delats upp i olika moment där följande utvärderas:

- Beviljade projekt under programperiod 2002 – 2008, med inriktning på projektval, måluppfyllelse och behov av ytterligare kunskap
- Utvalda projekt som har särskild betydelse för att uppnå programmets mål granskas kritiskt
- Kommunikation och kunskapsspridning
- Betydelsen av Askprogrammets nätverk

Beviljade projekt inom varje delområden har granskats med avseende på prioriteringar och projektrelevans för att uppfylla Askprogrammets mål, och har jämförts med uppsatta FoU-behov. Huvudsatsningen inom geoteknik- och deponiområden anses ligga i projekt som sammantaget kan leda till ett ökat förtroende i kunskapsutvecklingen om askors geotekniska och miljömässiga egenskaper. Värmeforsk har stöttat nya återförings- och askgödslingsförsök samt uppföljningsprojekt i delområdet skog och mark. En sådan prioritering känns lämplig, eftersom det är här det ska visas med långtidsuppföljningar om asktillförseln har en tillväxteffekt på torvmark och motverkar försurning på fastmark. Det är de stora satsningar inom geoteknik, deponi och skog som väcker störst uppmärksamhet, och som förmodligen kommer ha störst genomslagskraft för asknyttjande. Det är min bedömning att Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse, och att programmet har bidragit till besluts- och kunskapsunderlag för hög avsättning av askor från energiproduktion. I särskilda områden såsom användning av flygaskastabiliserat avloppsslam i tätskikt bedöms målet uppfyllt.

En kritisk granskning av två projekt ur varje delområden har genomförts, där bland annat metodval, måluppfyllelse, resultatillförlitlighet och osäkerheter belyses. Generellt sett håller de granskade projekten god vetenskaplig nivå. Vetenskapligt etablerade metoder har använts men metodbeskrivningar är alltför ofta otillräckliga för att försök och demonstrationer skall kunna upprepas utan ytterligare information. Metodrelaterade detaljer borde krävas i rapportskrivning. Tillförlitligheten i resultaten har bedömts som hög och många studier borde kunna publiceras internationellt.

Allt tyder på att Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse, men det finns i många fall ett behov av ytterligare kunskap för att minska osäkerheter kring olika nyckelprocesser och tillämpningar. Strategiska satsningar i framtiden bör inkludera tre komponenter som har visats vara Askprogrammets styrka: kunskapsuppbyggande, implementering av utvecklings- och demonstrationsprojekt med askor samt Askprogrammets nätverk. Information och kunskapsspridning skall också ingå. Strategiska förslag om framtida studier inkluderar följande:

- Trovärdiga riskvärderingar med systemperspektiv av askor
- Demonstrations- och uppföljningsprojekt för ökat förtroende i askanvändning, inklusive långsiktiga effekter av askanvändning och långtidfunktionen hos olika användningar
- Utveckling av miljöriktlinjeprojektet sett ur ett större samhällsperspektiv
- Filler i markbetong, särskilt jordfuktig betong
- Aska som komplement till kalk och cement i mass- och pelarstabilisering
- Stabilisering av gruvavfall med flygaska
- Stabilisering av svaga vägmaterier med flygaska
- Användning av aska ovanför tätskiktet samt dränvattenfrågor
- Gödsling på organogen torvskogsmark, avgång av växthusgaser
- Askåterföring till åkermark

Askprogrammet utnyttjar olika spridningskanaler för att nå ut med information, och i allmänhet finns det ett tillräckligt utbud på informationskällor. Det är väsentligt med konkreta informationsinsatser för att öka förtroendet i form av informationsmöten och seminarier som knyter an till befintliga anläggningsprojekt. Goda exempel är A och O för kunskapspridning. En ny enkätundersökning bör övervägas och kunde användas för att utvärdera skälen för skepsis till askanvändning för att därefter utforma informationsinsatser med bättre genomslag.

Askprogrammets nätverk har varit mycket betydelsefullt för alla berörda parter. Nätverket, bestående av projektgrupper, styrgrupp, och mycket engagerade referens- och arbetsgrupper, bör få förutsättningar att fortsätta att knyta ihop programmet under en eventuell ny mandatperiod. Med hjälp av nätverket har branschen kunnat ta ett samlet grepp kring forskning och utveckling. Programmet anses som en kunskapsbärare – utan Askprogrammet finns det risk att kunskap och kompetens i askfrågor inte skulle upprätthållas.

I slutet på december 2007 kom Naturvårdsverket ut med sin remiss ”Kriterier för användning av avfall i anläggningsarbeten” och då var utvärderingsarbetet nästan helt utfört. I dagens läge är det inte känt hur den slutliga vägledningen kommer att se ut. Det finns dock anledning att tro att vägledningen kommer sannolikt att försvåra måluppfyllelsen för delområdet geoteknik och skapa nya forsknings- och utvecklingsbehov inom delområdet miljö och kemi samt för produktifiering.

Nyckelord: aska, askor, utvärdering, Askprogrammet, askåterföring, återvinning, deponi, anläggning, skog

Summary

Värmeforsk's program *Environmentally-correct utilization of ashes* ("Ash program") has financed research and development projects since 2002. The overall goal of the program is that knowledge and data for decision-making shall exist so that 90 percent of Swedish ash from energy production is utilized in an environmentally-correct application by the end of 2008. In this report, an evaluation of the Ash program is presented, with an overall goal of determining if the program is proceeding along the correct path to goal fulfillment. The following components of the program have been evaluated:

- Funded projects during the program period 2002 – 2008, with focus on project selection, goal fulfillment, and the need for additional studies
- Selected projects that have particular significance for goal fulfillment
- Communication and dissemination of results
- Significance of the Ash program's network

Funded projects within each research area have been reviewed with respect to project prioritization and the relevance of projects for goal fulfillment. The projects have been compared with previously identified research and development needs. The primary emphasis in the areas of Engineering and Landfills lies in projects that, taken together, can lead to an increased confidence in our understanding of the geotechnical and environmental properties of ash. In the area Forest and soil, Värmeforsk has funded new ash recycling and fertilization experiments and also continuation projects. Such a prioritization is warranted, since long-term experiments are necessary in order to indicate if the addition of ash has an effect. Large ventures within the areas of Engineering, Landfills and Forests arouse the greatest attention; these are the projects that will presumably make the greatest breakthroughs for ash utilization. It is my assessment that the Ash program is proceeding along the correct path toward goal fulfillment, and that the program has contributed to knowledge and data for decision-making and a high degree of ash utilization. In particular areas, such as the utilization of fly ash – stabilized sewage sludge in sealing layers, the program goal has been fulfilled.

Two projects from each research area were critically reviewed, and method selection, goal fulfillment, result reliability and uncertainty were investigated. In general, the scientific quality of the reviewed projects is good. Established scientific methods have been used, but method descriptions are often insufficient; it would not be possible to reproduce experiments and demonstrations without additional information. It should be required that the reports are written with detailed method descriptions. The results are assessed as having a high degree of reliability, and many studies should be able to be published in international journals.

There are many indications that the Ash program is following the correct path to goal fulfillment, but there is in many cases a need for additional studies in order to reduce the uncertainty in key processes and applications. Strategic plans for the future should include three components that have shown to be the program's strengths: the development of knowledge with respect to ash utilization, the implementation of

development and demonstration projects with ash, and the program's network. Information and the dissemination of results should also be included. Strategic studies for the future include the following:

- Reliable risk evaluations of ash with a system perspective
- Demonstration and follow-up projects to give a greater confidence in ash utilization, including long-term effects of ash use and the long-term function of different applications
- Development of the environmental guideline project, seen from a greater societal perspective
- Filler in concrete used below the ground surface, especially soil-moistened concrete
- Ash as a substitute for lime and cement in pilings
- Stabilization of mine waste with fly ash
- Stabilization of weak road material with fly ash
- Drainage and the use of waste above a sealing layer
- Fertilization of peatlands, release of greenhouse gases
- Ash recycling in croplands

The program makes use of many channels for the dissemination of information. In general, there is an adequate range of information channels currently available. However, it is essential that substantial efforts are made in the form of meetings and seminars in conjunction with existing construction projects. Good examples are critical for increasing awareness in ash utilization. A new survey should be considered and could be used to evaluate the reasons for skepticism to ash use and thereafter for designing information activities with better impact.

The program's network has been of great significance to everyone involved. The network, consisting of project groups, a steering committee, and highly committed reference and working groups, should be provided with conditions to continue to link together the program during a new mandate period. On account of the network, industry, academia, and authorities have been able to unite around research and development issues. The program has been considered as a bearer of knowledge – without the Ash program, there is a risk that knowledge and competency with regard to ash utilization would not be maintained at its current level.

At the end of December 2007, the Swedish Environmental Protection Agency released a referral on "Criteria for the use of waste in construction". At that point, this evaluation was nearly completed and the final version of the guidance document was not yet available. There is however reason to believe that the guidance document will complicate goal fulfillment in the research area Engineering and will create new research and development needs within the area Environment and chemistry and also for the establishment of ash as a commercial product.

Key words: evaluation, ash, recycling, landfill, construction, forest

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	PROGRAMMETS MÅL	3
1.3	UTVÄRDERINGENS SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR	4
1.4	TIDIGARE UTFÖRDA UTVÄRDERINGAR OCH SYNTESARBETEN	5
1.4.1	<i>Profus utvärdering</i>	5
1.4.2	<i>Bjurströms syntesrapport</i>	6
1.4.3	<i>Ribbings sammanfattningsartikel</i>	8
1.5	ASKPROGRAMMETS ROLL SOM FORSKNINGSFINANSIÄR	8
1.6	NULÄGET OCH NYA FÖRUTSÄTTNINGAR	9
2	BEVILJADE PROJEKT UNDER PROGRAMPERIOD 2002 - 2008	11
2.1	GEOTEKNIK	12
2.1.1	<i>Beviljade projekt och kommande projektsatsningar</i>	12
2.1.2	<i>Uppfyllda FoU-behov</i>	12
2.1.3	<i>Projektval</i>	13
2.1.4	<i>Kunskapsbehov</i>	14
2.2	DEPONIER	15
2.2.1	<i>Beviljade projekt och kommande projektsatsningar</i>	15
2.2.2	<i>Uppfyllda FoU-behov</i>	15
2.2.3	<i>Projektval</i>	16
2.2.4	<i>Kunskapsbehov</i>	17
2.3	SKOG OCH MARK	17
2.3.1	<i>Beviljade projekt och kommande projektsatsningar</i>	17
2.3.2	<i>Uppfyllda FoU-behov</i>	18
2.3.3	<i>Projektval</i>	18
2.3.4	<i>Kunskapsbehov</i>	19
2.4	MILJÖ OCH KEMI	20
2.4.1	<i>Beviljade projekt och kommande projektsatsningar</i>	20
2.4.2	<i>Uppfyllda FoU-behov</i>	20
2.4.3	<i>Projektval</i>	20
2.4.4	<i>Kunskapsbehov</i>	21
2.5	IMPLEMENTERING	22
3	KRITISK GRANSKNING AV UTVALDA PROJEKT	23
3.1	INLEDNING	23
3.2	GEOTEKNIK	23
3.2.1	<i>Vändöra</i>	23
3.2.2	<i>FUD Sala</i>	26
3.3	DEPONI	28
3.3.1	<i>Nedbrytning av cellulosan</i>	28
3.3.2	<i>Dragmossens deponi</i>	30
3.3.3	<i>Tveta sluttäckning</i>	32
3.4	SKOG OCH MARK	34
3.4.1	<i>Asktilförsel till gran- och bokbestånd</i>	34
3.4.2	<i>Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige</i>	36
3.5	MILJÖ OCH KEMI	38
3.5.1	<i>Vägledning klassificering enligt Avfallsförordningen</i>	38
3.5.2	<i>Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, etapp 1 och 2</i>	40
4	KOMMUNIKATION OCH KUNSKAPSSPRIDNING	43
4.1	KOMMUNIKATIONS- OCH KUNSKAPSSPRIDNINGSKANALER	43
4.2	ENKÄTUNDERSÖKNINGEN, 2005	44

4.3	FAKTORER SOM PÅVERKAR RESULTATGENOMSLAG.....	46
5	ASKPROGRAMMETS NÄTVERK.....	47
5.1	STYRGRUPPEN, ARBETSGRUPPERNA OCH PROJEKTGRUPPERNA	47
5.2	NYTTAN MED NÄTVERKET	49
6	DISKUSSION.....	50
6.1	ASKPROGRAMMETS PROJEKT OCH MÅLUPPFYLLELSE.....	50
6.2	GRANSKNINGEN AV KRITISKA PROJEKT	51
6.3	BEHOV AV YTTERLIGARE KUNSKAP	52
6.4	INFORMATIONSSPRIDNING	53
6.5	NÄTVERKET OCH HUVUDMÄNNEN.....	54
6.6	HINDER MOT ASKANVÄNDNING	54
6.7	STRATEGISKA FÖRSLAG	55
7	NYA FÖRUTSÄTTNINGAR	57
8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	59
9	REFERENSER	60

Bilagor

BILAGA A: BEVILJADE PROJEKT UNDER PERIODEN 2002 – 2007

BILAGA B: PROJEKT OCH FOU-BEHOV

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Energiförsörjning från förnyelsebara bränslen i dagens samhälle är en önskvärd lösning för att uppfylla klimatmålen, bemöta samhällets energibehov och vara av med avfall. Aska är en produkt från förbränning, och i ett hållbart samhälle ska en återvinningsbar produkt i största möjliga mån inte deponeras utan utnyttjas och återanvändas. Anläggningsbygge och deponitäckning i samhället förbrukar stora mängder naturresurser som skulle kunna delvis ersättas av restmaterial som t.ex. aska. Askor från avverkningsrester sprids till skogsmark för att säkerställa en uthållig produktion av biobränslen. Askåteranvändning och askspridning i skog är två exempel på lämplig resurshushållning som stöds av miljöbalken och miljö kvalitetsmålen *God bebyggd miljö* respektive Skogsstyrelsen.

År 2006 producerades drygt 1,2 miljoner ton aska i Sverige (Tabell 1), där förbränningen av hushållsavfall, industriavfall och biobränslen från skogsindustrin stod för huvuddelen av askproduktionen. Av dessa askor avsattes under 2006 79% (drygt 1 miljon ton) av den producerade mängden som, till exempel, utfyllnads- och täckningsmaterial på deponier samt som konstruktionsmaterial i parkeringsytor och vägar (Tabell 2). Förbränning av biobränslen och den medföljande askproduktionen ökar årligen i Sverige (Figur 1), och allt tyder på en fortsatt ökning under de kommande åren med utbyggandet av förbränningsanläggningar på flera håll i Sverige (Edner, pers. medd.).

Tabell 1. Askproduktionen i Sverige under 2006, uppskattad av Svenska EnergiAskor [1].
Produktion i ton torrsvikt i avrundade siffror.

Table 1. Ash production in Sweden during 2006, estimated by Svenska EnergiAskor [1].
Production given in tons dry weight, rounded off.

Typ av panna	Bränsle	Bottenaska (t/a)	Flygaska (t/a)	Botten- + flygaska (t/a)
Rosterpanna + annan panna	Hushållsavfall, industriavfall	445 000	93 000	
	Biobränslen (träflis, GROT)	13 000	10 000	77 000
	Biobränslen inkl. fiberslam från pappers/massaindustrin	12 000	11 000	10 000
	Blandbränslen	35 000	25 000	
	Träflis och torv	2 500	1 000	2 000
	Kol	3 000	2 000	
Pulverpanna	Kol och torv	7 000	24 000	
	Torv, träflis, etc.	18 000	31 000	
Fluidbäddpanna (CFBC, BFBC)	Hushållsavfall, industriavfall	45 000	57 000	
	Biobränslen	15 000	14 000	5 000
	Blandbränslen	31 000	88 000	14 000
	Torv och träflis	11 000	27 000	
	Pappersindustrin	21 000	78 000	10 000
	Kol (PFBC)	5 000	44 000	
Totala delsummer		660 000	500 000	120 000
Total summa	1 280 000 ton			

Tabell 2. *Askanvändning i Sverige under 2006, uppskattad av Svenska EnergiAskor [1]. Användning i ton torrsvikt per år i avrundade siffror.*

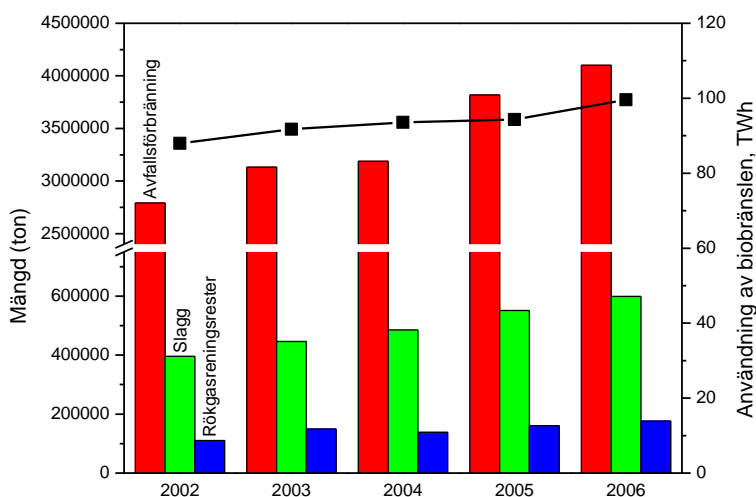
Table 2. *Use of ash in Sweden during 2006, estimated by Svenska EnergiAskor [1]. Production given in tons dry weight per year, rounded off.*

Användningsområde	Aska (t/a)	Bränsle / panna
Återföring till skog	28 000	CFB bioflyg + rost-botten/flygaska
Åkermark	2 000	bio rostbottenaska
Jordförbättringsmedel	5 000	bioaska
Tillverkning av cementklinker	2 000	bio rostflygaska / panna
Vägbyggnadsmaterial och ytor	130 000	CFB torv / träflygaska
Parkeringsplatser och andra täckta ytor	35 000	Slaggrus
Skrot	40 000	Bottenaska från avfall
Utfyllnad av gamla oljelager	18 000	CFB flygaska från avfall
Neutralisation rest svavelsyra i Norge	32 000	Farligt avfall flygaska
Stabilisering av flygaska från hushållsavfall	49 000	PCFB kolaska
Konstruktionsmaterial för deponier	650 000	Slaggrus + andra askor
Täckning av gruvavfall	6 000	CFB bio flygaska
Övrigt, lagring utan beslut om användning	12 000	
Totalt	1 009 000	

År 2000 infördes deponiskatten i Sverige som ett styrmedel för att minska deponeringen. I stället för att deponera avfallet ville staten uppmuntra till återvinning av avfallsresursen. 2001 fick Claes Ribbing i uppdrag av Värmeforsk, ett samarbetsorgan för forskning inom energi-, process- och tillverkningsindustri (inräknat skogsindustrin och energikonstulterna), att utreda möjligheten att få till stånd ett forskningsprogram och ge stöd till projekt som skulle kunna leda till en ökad avsättning av askor på en välförankrad vetenskaplig grund. Som ett resultat av Ribbings arbete sattes programmet *Miljöriktig användning av askor* ("Askoprogrammet") i gång i början på 2002.

Under programperioden 2006 – 2008 delas Askoprogrammets finansiering mellan privata finansiärer (ca. 35 st.) och statliga finansiärer, bl.a. Energimyndigheten, Naturvårdsverket samt Vägverket. Den totala finansieringen under perioden är 18,45 Mkr, varav ca. 12,1 Mkr från privata källor och 6,4 från statliga. Av summan tar administration drygt 15%. Industriella bidrag står för två tredjedelar av Askoprogrammets finansiering medan Energimyndigheten står för huvuddelen av det statliga bidraget. Det är viktigt att påpeka att de flesta projekt som får finansiering från Värmeforsk också har en betydande delfinansiering från annat håll såsom industrin, branschorganisationer (t.ex. Avfall Sverige, f.d. Renhållningsverksföreningen, RVF), konsultfirmor, forskningsråd- och stiftelser (t.ex. Svenskt Vatten Utveckling, f.d. VA-forsk) samt universitet. Under programperioden 2003 – 2005 var Ångpanneföreningen genom ÅFORSK och Avfall Sverige mycket viktiga finansiärer. ÅFORSK lämnade bidrag på 4 MSEK till 24 olika projekt. Utan detta stöd skulle Askoprogrammet inte ha nått lika långt med sin forskningsverksamhet. Sedan december 2004 har ÅFORSK inte stött enskilda projekt men har fortsatt som en vanlig finansiär (Bjurström, pers. medd.). Svenskt Vatten Utveckling och Avfall Sverige har stöttat Värmeforsks Askoprogram och har varit stora samarbetspartner på ett flertal projekt där synergieffekterna har varit betydande. Många av projekten rörande flygkastabiliserat avloppsslam (FSA) är i

högste grad samarbetsprojekt mellan ÅFORSK, Svenskt Vatten Utveckling, Avfall Sverige och Värmeforsk. Projektet ”Att bygga med avfall” (Q4 – 144) är ett tydligt exempel på ett gott samarbete mellan olika intressenter, inklusive Naturvårdsverket, Värmeforsk, Banverket, Boverket, Vägverket, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), RVF, Stiftelsen Skogindustriernas Vatten- och Luftvårdsforskning, Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) och Svenska Kommunförbundet. Detta var ett viktigt projekt vilket ledde till att Naturvårdsverket tog ställning till utnyttjandet av avfall i bygge. Värmeforsk satsade dubbelt så mycket som budgeterat på projekt Q4 – 144 för att försäkra att det slutfördes, vilket är ett tecken på projektets betydelse (Ribbing, pers. medd.).



Figur 1. Total avfallsförbränning (hushålls-, industri- samt övrigt avfall) och askproduktion (slagg och rökgasreningrester, inklusive flygaska) under år 2002 – 2006 och på 29 anläggningar i Sverige enligt Avfall Sverige [2]. Statistiken jämförs med industrins och fjärrvärmeföretagens förbrukning av bibränslen inklusive avfall och torv (punktdata och högeraxeln), uttryckt i energiutvinning (TWh) [3].

Figure 1. Total waste incineration (household, industrial and other wastes) and ash production (slag and flue gas treatment residues, including fly ash) during the years 2002 – 2006 and from 29 incinerators in Sweden, according to Swedish Waste Management [2]. The statistical data is compared with biofuel consumption by industry and district heating, including household waste and peat (square data points and right axis), given as energy production (TWh) [3].

1.2 Programmets mål

I inbjudan till Värmeforsks forskningsprogram Miljöriktig användning av askor för perioden 2006 – 2008 [4] har programmets vision och mål fastställts. Visionen för Askprogrammet lyder, ”En så stor del av askorna som möjligt ska ingå i ett kretslopp eller på annat sätt ge en god resurshushållning och samtidigt ge ekonomiska fördelar för både användare och producenter.” Målet för Askprogrammet under den nuvarande programperioden är riktat på en hög avsättning,

”I slutet av 2008 ska det finnas kunskaps- och beslutsunderlag för att 90 procent av svenska askor från energiproduktion ska finna en miljöriktig användning.”

För att uppnå sitt mål har Askprogrammet prioriterat tre primära områden för askanvändning: aska i tätskikt på deponier, återföring av näringsämnen till skogsmark samt användning av aska som geotekniskt anläggningsmaterial som en ersättning för ändliga naturresurser. Bjurström [5] noterade att programmet följde ett antal styrande riktlinjer under förra programperioden (2003 – 2005) med avseende på askanvändning:

- Användning av aska får inte styra råvaror eller teknik för energiproduktion, som är den primära verksamheten.
- Användningen får inte ställa för höga krav på askornas materialtekniska egenskaper. Ingen avancerad behandling skall krävas.
- Användningen måste uppfylla miljökraven.
- Askor från skogsbränslen bör återföras till skogsmark för att sluta ett kretslopp av minerogena näringsämnen.

Dessa riktlinjer tycks gälla även för den nuvarande programperioden.

Som framgår av Askprogrammets mål är det inte enbart kunskaps- och beslutsunderlag till en hög avsättning som skall finnas utan även underlag till en miljöriktig användning. En hög avsättning kräver i praktiken att det finns klara miljö- och ekonomiska vinster med askanvändning, annars väljs ett annat material för ändamålet, och detta material i många fall är ett ändligt naturmaterial. Att välja mellan traditionella och alternativa byggmaterial såsom aska kräver att de ekonomiska och miljömässiga vinsterna vägs samman, vilket i Askprogrammet har lett till att ett systemanalystänkande genomsyrar diskussionerna om askanvändning. Genom sina olika FoU-projekt bygger Askprogrammet på kunskapen om askans funktion och beteende i olika ändamål som kan leda till uppfyllandet av programmets mål. Denna rapport redovisar en utvärdering av det pågående arbetet inom Askprogrammet.

1.3 Utvärderingens syfte och avgränsningar

I denna rapport presenteras en utvärdering av Värmeforsks program ”Miljöriktig användning av askor” (Askprogrammet). Utvärderingen har beställts av Värmeforsk, och har som överordnad målsättning att värdera om Askprogrammet är på rätt väg, d.v.s. att programmet skapar ett kunskaps- och beslutsunderlag så att en stor del av askor från energianvändning kommer till en miljöriktig användning. Dessutom ska arbetet värdera resultatens tillförlitlighet och hållbarhet. Hållbara resultat syftar på resultat som håller i längden; resultat med hög kvalitet som inte ersätts av nya resultat och rön inom överskådlig tid.

Utvärderingen har delats upp i olika moment där följande utvärderas:

- Beviljade projekt under programperioden 2002 – 2008, med inriktning på projektval och måluppfyllelse
- Utvalda projekt som har särskild betydelse för att uppnå programmets mål granskas kritiskt
- Kommunikation och kunskapsspridning
- Betydelsen av Askprogrammets nätverk

Arbetet har avgränsats på det viset att Askprogrammets arbetsformer inte har granskats, t.ex. referensgrupper, arbetsgrupper, styrgruppen. I första punkten, ovan, har beviljade projekt granskats och om kombinationen av de olika projekten kan leda till måluppfyllelse. Utvärderingen kommer däremot inte att granska valet av de enstaka projekten och anledningen till att andra projekt uteblev. Utvärderingen har inte som syfte att sammanställa och värdera alla forskningsresultat i en syntes.

1.4 Tidigare utförda utvärderingar och syntesarbeten

1.4.1 Profus utvärdering

2003 genomförde Profu en utvärdering av Askprogrammet [6] som baserades på perioden januari 2002 – juni 2003, d.v.s. första programåret (2002), och början på påföljande programperioden (2003 – 2005). Huvudsyftet med arbetet var att utveckla och säkerställa kvaliteten inom programmet. Utvärderingsprojektet skulle dessutom kontrollera att Askprogrammets verksamhet följde de mål som ställdes upp.

Utvärderingen genomfördes genom intervjuer med drygt tjugo personer som var engagerade i Askprogrammet. Dessa personer hade uppdrag i styrgruppen, arbetsgrupperna, administrationen och i övriga funktioner. 2003 hade enbart ett fåtal FoU-projekt genomförts och en mer projektinriktad utvärdering var inte aktuell. Utvärderingen baserades således huvudsakligen på intervjuvaren.

Huvudslutsatserna från rapporten var att:

- Askprogrammet behövs – programmet berör viktiga frågeställningar och det finns stora förväntningar på ett ökat nyttjande
- Kompetensen är hög inom Värmeforsknätverket, och värdet av det nätverket är stort
- Programmets mål kommer inte att uppfyllas inom programperioden.

Av intervjuvaren hade det framkommit att målformuleringarna upplevs av många som en ”rambeskrivning” för programmet, inte som kvantitativa och operativa mål som skall uppfyllas under programperioden (t.o.m. 2005). Det var flera av de intervjuade som uppfattade de formuleringar som verkligen var kvantitativa, t.ex. det tidsbestämda målet om att ”möjliggöra implementering inom 3-5 år från projektstart”, mer som en önskan eller en förhoppning än som ett krav [6].

Utvärderingen gav förslag till kurskorrigeringar under den pågående programperioden (2003 – 2005). Profu identifierade ett antal förslag på utveckling och effektivisering av verksamheten, bland annat:

- Att starta en diskussion om vilka förväntningar varje finansiär har på programmet
- Att Askprogrammet skulle värna om att det uppfattades som ett vetenskapligt grundat program
- Att göra en översyn av de målförmleringar som finns i programbeskrivningen
- Att överväga att starta syntesarbeten omgående.

1.4.2 *Bjurströms syntesrapport*

Bjurströms syntesrapport [5] sammanfattar resultaten från genomförda projekt under perioden 2002 – 2005. Rapporten presenterar dessutom en utvärdering av Askprogrammet och föreslår prioriteringar för nästa period (2006 – 2008). Utvärderingen lyfter fram betydelsen av Askprogrammet för en ökad användning inom varje delområde, vilket sammanfattas nedan. Om inget annat noteras är nedanstående text en kort sammanfattning av rapporten [5], och inte en granskning av eller redogörelse för någon annans åsikter.

För användningen av askor till geotekniska anläggningsbyggen har Askprogrammet med framgång 1) tagit fram en uppsättning förslag till miljökriterier, 2) föreslagit en metodik för att bestämma askornas lämplighet för geotekniska användningar, och 3) tillvaratagit finsk erfarenhet om att bygga grusvägar med flygaskor. Riktvärden för vägkonstruktioner anses vara en övre gräns, under vilket risken är ringa. Många svenska askor hamnar under denna övre gräns med avseende på spridning genom lakning. Bjurström [5] påpekar dock att det finns osäkerheter i modellberäkningarna, och att spridning genom damning dock kan vara en icke försumbar spridningsväg. För geotekniska kriterier och riktvärden finns det en brist på erfarenhet i fält med askor, så en provningsmetodik har utvecklats. Testerna tillämpas för att visa om askor kan användas för att uppfylla en viss funktion.

Erfarenheter från renovering av grusvägar i Finland har visat att flygaska med bindande egenskaper kan användas, ibland med andra bindemedel, för att minska materialvolymen i grusvägar och få en mer hållbar vägkropp. Vägar blir dessutom mer tåliga och styvare så att de kräver mindre underhåll. Resultaten har sedan tillämpats för att i full skala i Sverige använda askor i ett anläggningsprojekt. Ett hinder mot askanvändning i detta sammanhang är att askorna ofta inte finns i tillräckligt stora mängder under en tillräcklig kort tid för många typer av byggen. Detta leder till att askanvändning i anläggningsbygge lämpar sig bäst till mindre vägar och ytor som inte kräver stränga tidsatta byggplaner och stora volymer under kort tid (Ribbing, pers. medd.).

Inom delområdet geotekniska anläggningar ligger användningsområdet *cementbundna konstruktioner*. Bjurström [5] poängterar att cement och betong är ett av de vanligaste användningsområdena för askor (kolaskor) utanför Sverige, och att denna marknad kan bli stor även i Sverige. Askprogrammet har undersökt och även funnit relativt stora potentialer för flygaskor i cementbundna konstruktioner som fyller i betong och för igensättningsbrytning i gruvor. Begränsande för användning av bioflygaskor som fyller i kvalificerad betong är dels att de innehåller en del klorider som kan vara korrosiva för armeringsjärn och dels att de kräver certifiering, vilken är alldeles för kostsam för mindre pannor (Ribbing, pers. medd.). Certifiering kräver en jämnare kvalitet än de flesta pannor kan leverera. Att börja använda flygaskor i igensättningsbrytning är konjunktursbetingat på så sätt att gruvbolagen inte vill prova ett nytt material vid högkonjunktur när det gäller att producera för fullt. En besparingsåtgärd såsom att ersätta cement med aska är inte aktuell när malmpriset ligger i topp (Ribbing, pers. meddelande, juni 2007).

Den största marknaden för askor är för nuvarande som utfyllnadsmaterial under tätskiktet i deponier, och askproducenter kan räkna med en fortsatt stor avsättning i denna riktning i ungefär tio år till. Användning som fyllnadsmaterial under tätskiktet är dock en enkel användning och räknas inte som ett forskningsområde. Askprogrammet (delområdet deponier) har satsat på kombinationen aska och slam i tätskikt på deponier. Askprogrammets betydelse för askanvändning i deponier ligger i de pilotförsöken och processtudier som har genomförts. Utvärderingen [4] noterar att det inte finns några hittills redovisade resultat som talar mot en blandning av slam och aska i tätskikt. Det är dock väsentligt att de hittills erhållna resultaten bekräftas under en längre uppföljningstid efter täckningen.

Enligt Skogsstyrelsen [5] är spridningen av askor från avverkningsrester till skogsmark, där avverkningsresterna har tagits ut, en kretsloppsåtgärd som är nödvändig för att säkerställa en uthållig produktion av biobränslen. Åtgärden ska förebygga en eventuell brist på näringsämnen om ett antal skogsgenerationer men också bidra till att skogsmarkens buffringsförmåga bibehålls. Rapport 872 [6] har visat att det finns stora möjligheter för ökad tillväxt på torvmarker med hjälp av aska. Denna åtgärd syftar till att rätta till en näringsbrist som annars skulle hämma tillväxten. Här finns det fortfarande kunskapsluckor om ekologiska samband och om utsläpp av växthusgaser. Fortsatt forskning och uppföljning behövs.

Trots de tydliga fördelarna med askgödning på torvmarker (d.v.s. ökad tillväxt och därmed ekonomisk nytta) och en allmän konsensus om att återföring behövs har återföringen i praktiken bemötts med ett visst motstånd. Kostnaden är en anledning till motståndet; kostnaden för skogsbrukaren att sprida aska och kostnaden för producenten att stabilisera askan som inte syns direkt i plånboken genom ökad tillväxt och därmed större intäkter. Bjurström [5] konstaterar att det inte är sannolikt att behandlingen kan bli mycket billigare, men att stabiliseringen är fortfarande ett forskningsproblem som kommer att kräva omfattande utvecklingsarbete. Ytterligare källor till motståndet kan ligga i bristande information till skogsbrukare, risken för körsador på marken och risken för sårskador om askan fastnar i träden när spridningen sker i samband med gallringen (Ribbing, pers. medd., juni 2007). Sist men inte minst bör nämnas ett motstånd som ligger i estetik - skogsbrukaren kan vara ovillig att gödsla med aska (Bjurström, pers. medd.). För att en ökad gödning av torvmark med aska ska komma till stånd är det angeläget att utföra en miljökonsekvensbeskrivning [5].

Askprogrammet syftar till miljöriktig användning av askor, och delområdet miljö och kemi har spelat en central roll i behandlingen av nyckelfrågor som är avgörande för användning av aska. Till exempel, en gemensam miljöfråga för alla områden är klassificeringen av aska som avfall, vilket präglar den formella behandlingen av materialet i en användning [5]. När blir en aska en produkt? Det finns än så länge ingen processkedja som gäller för aska och dess produktifiering.

Enligt Bjurström [5] har vi tillräckligt mycket kunskap i dagens läge för att kunna börja använda askor, men stödet för en lyckad användning ligger i tillämpningar i

verkligheten. Det är bara genom fälttester och anläggningsprojekt med aska att förtroendet för askorna som material kan byggas upp. Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande har tagits fram och baseras på kemiska analyser av materialet samt laktester. I termer av tekniska egenskaper och kvalitetssäkring finns det redan tester för naturgrus och bergkross som utvecklats för att utreda om materialet kommer att kunna svara mot den funktion som användaren önskar (t.ex. bärlager i en väg, täckskikt på en deponi). Askor har inte samma egenskaper som t.ex. naturgrus och en utvärdering med dessa tester kan bli orättvis. Tester behövs som är mer rättvisa där man utgår från funktionen, men samtidigt vet man inte totalt sett vilka egenskaper som behöver utredas, som är av betydelse för en viss funktion. En kvalitetssäkring i flera steg borde innehålla bland annat en grundläggande karakterisering, en utvärdering av hur egenskaperna varierar och om variationen har betydelse för den funktion som skall åstadkommas, och en kontrollprovning. Ett hinder mot införandet av en sådan kvalitetssäkring är att den är omfattande och därmed kostsam.

1.4.3 Ribbings sammanfattningsartikel

Det senaste syntesarbetet har genomförts av Ribbing [7] i form av en sammanfattningsartikel som presenterades på en konferens. Artikeln [7] hävdar att Askprogrammet har gjort framsteg för askanvändning genom att

- lägga fram bevis för positiva effekter av askspridning på skogstillväxt i försurade marker
- lägga fram ett förslag till miljöriktlinjer om askanvändning i anläggningsbygge
- producera en handbok för användning av flygaska i grusvägar
- utarbeta tekniska och miljömässiga bedömningar för bottenaska i vägkonstruktioner
- arbeta för en kontinuerlig utveckling av täckskikt på deponier och sandmagasin bestående av blandad aska och rötslam
- använda bioaska i betong och som en ersättning för betong i igensättningsbrytning i gruvor
- utveckla en metod för att klassificera biprodukter från förbränning som har dubbelanvisningar i EWC (*European waste catalogue*) som farligt eller icke-farligt avfall.

1.5 Askprogrammets roll som forskningsfinansiär

Under programperioden 2006 – 2008 har Askprogrammet till sitt förfogande 18,45 MSEK (avsnitt 1.1) varav ca 15,5 MSEK har gått till forskningsprojekt. Statliga och privata finansiärer har bidragit med 35% resp. 65% till den totala budgeten för 2006 – 2008. Under samma period har projekten haft medfinansiering från annat håll (t.ex. andra forskningsfinansiärer, *natura*-bidrag, doktorandanställningar) på 14,0 Mkr (se bilagor A1 – A5).

Jämfört med Vetenskapsrådet (VR) och Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (FORMAS) är Askprogrammets anslagstilldelning mycket liten. Det kan dock påpekas att forskning som finansieras av Värmeforsk har en tydlig tillämpad karaktär och det inte är givet att forskningsråden skulle prioritera sådana ansökningar. Askprogrammets finansiella ramar ligger dock i paritet med andra anslagsgivare i Sverige, såsom Sveriges geologiska undersökning (SGU), Kungliga skogs- och

lantbruksakademin (KSLA) samt Kungliga vetenskapsakademin (KVA). Anslagsgivare som potentiellt skulle kunna ge bidrag till askprojekt sammanfattas i tabell 3, där hänsyn har tagits till forskningsråd, –stiftelser och statliga verk.

Projektansökningar som får anslag genom Askprogrammet knyts till en referensgrupp, och här är Askprogrammet och modern Värmeforsk relativt unika bland anslagsgivare. Referensgrupperna fungerar som bollplank och granskningsenhet, och håller kontakt med projektgruppen under hela uppdragsperioden. Dessutom är Askprogrammets styrgrupp och arbetsgrupper engagerade i de pågående projekten och detta leder till gynnsamma synergieffekter som är till gagn för programmet. Nätverket kring varje projekt försäkras att programmålet hålls i sikte.

Tabell 3. Potentiella anslagsgivare till forskningsprojekt om aska.

Table 3. Potential funding sources for research projects concerning ash.

Finansiären	Kommentar
Energimyndigheten	Inga ordinarie utlysningar för forskningsprojekt med fokus på aska. Möjlighet till anslag endast om myndigheten gör en särskild insats inom askforskning.
FORMAS	Ordinarie utlysningar för forskningsprojekt en gång om året.
KSLA	Sköter ett antal anslagsstiftelser. t.ex. C. F. Lundströms stiftelse är en fristående stiftelse, som endast administreras av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. För utdelning disponeras ca 1,5 MSEK årligen.
KVA	Akademien utdelar varje år många olika former av stipendier och anslag. Klassen för geovetenskaper och geografi disponeras ca 0,5 MSEK för utdelning under våren 2007.
Naturvårdsverket	Inga ordinarie utlysningar för forskningsprojekt. Möjlighet till anslag endast om myndigheten gör en särskild insats inom askforskning.
MISTRA	MISTRA har till ändamål att stödja forskning av strategisk betydelse för en god livsmiljö. MISTRAs idéstöd ska bidra till att förverkliga nyskapande forskningsprojekt med stor potential för en bättre miljö. Anslagsstorlek på 1 – 6 MSEK per projekt.
SGU	Ordinarie utlysningar för forskningsprojekt en gång om året. Totalt ca 2,5 MSEK årligen utdelas till nya projekt.
VR	Ordinarie utlysningar för forskningsprojekt en gång om året.
VINNOVA	Inga ordinarie utlysningar för forskningsprojekt. Möjlighet till anslag för innovativa projektförslag.
Vägverket	Inga ordinarie utlysningar för forskningsprojekt. Möjlighet till anslag endast om myndigheten gör en särskild insats inom askforskning.

1.6 Nuläget och nya förutsättningar

Siffrorna för askanvändning i början på programperioden pekar på ett utnyttjande på 79% (avsnitt 1.1). I början på programperioden räknade programledningen med att Naturvårdsverket skulle fortsätta följa sin avsiktsförklaring från 2003¹ om nyttiggörande av restmaterial i relation till miljömålen *God bebyggd miljö* och *Giftfri miljö*:

- Utnyttjande av ”restmaterial” och avfall måste stimuleras. Resursaspekterna bör därför överväga om föroreningsrisken bedöms vara ”ringa”.

¹ Avsiktsförklaring som presenterades på Sveriges geotekniska förenings seminarium den 19 mars 2003.

- Miljömålet *God bebyggd miljö* kan inte nås utan att vi även uppnår miljömålet *Giftfri miljö*
- Säkerställandet av en giftfri miljö måste ligga steget före, dvs. miljöhänsyn väger tyngre än resurshänsyn då föroreningsrisken bedöms vara ”ej ringa”

Under december 2007 har Naturvårdsverket presenterat ett förslag till handbok med kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten [8]. I handboken redovisas vilka ”maximala nivåer av oönskade ämnen som kan förekomma i avfall som används i anläggningsändamål utan att användningen medför risk för olägenheter för människors hälsa eller miljön” [8]. Många instanser har erbjudits tillfälle att yttra sig i remissvar till Naturvårdsverket till den 1 mars 2008.

De nya kriterierna för avfallsanvändning kommer att skapa nya förutsättningar för askutnyttjande i samhället. Handbokens innehåll sammanfattas i kapitel 7.

2 Beviljade projekt under programperiod 2002 - 2008

Värmeforsk har sedan Askprogrammets begynnelse 2002 finansierat forskningsprojekt för att få till stånd en miljöriktig användning av askor i det svenska samhället. I detta kapitel granskas beviljade projekt inom varje delområde med avseende på projektrelevans för att uppfylla Askprogrammets mål. Under perioden 2006 – 2008 har inga mål definierats för delområdena för sig men listor över exempel på FoU-behov har upprättats (se [4]). För varje delområde kommer finansierade projekt att jämföras med dessa uppsatta FoU-behov. Prioriteringar som har gjorts genom val av specifika projekt speglas i ”projektmixen” av genomförda och pågående studier. Granskningen av alla prioriteringar och beslut ligger utanför ramarna för denna utvärdering. Däremot är det möjligt att utreda följande frågor för varje delområden:

- Har Värmeforsk finansierat sådana projekt som leder till en kostnads- och miljöriktig användning och stor avsättning?
- Finns det för närvarande en bra kombination av olika projekt för att kunna uppnå programmets mål på slutet av 2008? Är programmet på rätt väg?
- Finns det behov av ytterligare kunskap som begränsar avsättning i något avseende?

I svaren på sista frågan har synpunkter från respektive arbetsgrupp beaktats.

Fram till 2007 har 109 projekt beviljats anslag inom Askprogrammet, som fortsätter till och med 2008. Fördelning av beviljade projekt bland Askprogrammets fyra forskningsområden samt projekt med informations syfte redovisas i Tabell 4. En detaljerad presentation av alla beviljade projekt uppdelad efter insatsområden visas i Bilaga A.

Tabell 4. *Beviljade projektanslag i Askprogrammet under perioden 2002 – 2007*

Table 4. *Project grants in the program Environmentally – correct utilization of ashes awarded during the period 2002 – 2007*

Delområdet	Antal beviljade projekt, 2002 – 2007	Antal pågående projekt, okt. 2007	Summa tilldelning, kkr
Geoteknik	30	8	8 396
Deponi	19	7	5 178
Skog och mark	16	8	6 911
Miljö och kemi	28	11	7 211
Information	16	3	4 200
Summa	109	37	31 896

Fördelningen av anslagen mellan de fyra forskningsområden är ett resultat av följande:

- Siffrorna speglar enbart till en del de avsättningsmöjligheter för askor som finns i dagens läge. Största avsättningen idag finns som fyllnads- och täckningsmaterial på deponier samt som förstärkningslager under asfalterade

ytor. Askgödsling och –återföring på skogs- och torvmark förbrukar mindre än 5% av årsproduktionen av aska [1], men en sådan avsättning är en väsentlig komponent i Skogsstyrelsens och Energimyndighetens kretsloppstanke vid uttag av biobränslen. Dessutom finns en större avsättningspotential i skogen än vad som visas vid dagens askanvändning.

- Ask användning i deponier, framför allt som konstruktionsmaterial på deponier (avjämningsmaterial under tätskiktet), tätskikt, täckskikt och dräneringslager, motsvarar minst 50% av dagens utnyttjande enligt uppskattningar från 2005 [1]. Användning på deponier kommer dock att minska i framtiden när många deponier har fått en sluttäckning. Andra avsättningsmöjligheter kommer då att behöva utnyttjas.
- Avsättning i anläggningsbygge, som har en kapacitet att svälja stora mängder aska, räknas som det största användningsområdet i Sverige i framtiden.
- Delområdet miljö och kemi har en särställning som stödområde.

2.1 Geoteknik

2.1.1 Beviljade projekt och kommande projektsatsningar

Under perioden 2002 – 2007 har 31 projekt beviljats tilldelning i delområdet Geoteknik, till en summa av 8396 kkr. Projekten redovisas i Bilaga A1. Som framgår av Bilaga A1 har projekten delats upp i tre användningsområden (flygaska i väg / anläggning, slaggrus och övriga bottenaskor i väg / anläggning samt aska i betong / cement), miljöriktlinjeprojekt, projekt som handlar om förutsättningar för att kunna bygga med aska, och ”övrigt”.

Det finns sju pågående projekt i delområdet geoteknik, varav tre nya projekt som har påbörjats under 2007 och delas med miljögruppen;

- Q6-658, Erfarenheter av miljöpåverkan vid användning av slaggrus som förstärkningslager.
- Q6-664, Regional riskanalys av askanvändning.
- Q6-665, Halkkriterier för Sb och Mo vid askanvändning i anläggningsbyggande.

Projekt Q6 - 620 (”Provsträcka med slaggrus”) var i princip godkänt men kom aldrig igång för att ingen entreprenör/markägare ville ta det långsiktiga ansvaret för slaggruset utan en mycket hög ersättning. Projekt Q6 – 628 (”Koppling mellan egenskaper i laboratorium och egenskaper i fält för slaggrus”; se bilaga A1) hade också preliminärt godkänts, men eftersom projektet var kopplat till Q6 – 620 fick det avslag.

2.1.2 Uppfyllda FoU-behov

Alla projekt inom delområdet geoteknik har jämförts med uppställda FoU-behov [4] i bilaga B1. Mer än hälften har täckts in till olika grad av godkända projekt. Ungefär en tredjedel av projekten har varit fältförsök eller långtidsuppföljningar av vägbyggen med flygaska eller slaggrus.

Inga projekt har beviljats som undersöker

- GIS-system

- stabilisering av kvickleror
- stabilisering/avvattning av muddermassor
- mellanlagring av aska
- flygaska som fyller i markbetong
- askor med låg flytbarhet för cement/grusapplikationer.
- blandningar av flygaska och bottenaska

Cementindustrin forskar en del kring muddermassor och det pågår studier av stabilisering av muddermassor med fiberslamaska. FoU-behovet om muddermassor kvarstår alltså inte längre. Blandning av flygaska och bottenaska görs en hel del i praktiken, så detta anses inte som ett FoU-behov vid dagens läge (arbetsgruppen för geoteknik, pers. medd.).

Det bör noteras dock att delområdet geoteknik hade tagit fram många exempel på FoU-behov, och det är naturligt att alla inte går att uppfylla. Forskning har inte bedrivits kring ”betong och bruk – askor med låg flytbarhet”, men detta FoU-behov saknas inte då detta är en komplicerad tillämpning. Forskning har uteblivit kring ett GIS-system som kan utnyttjas av myndigheterna för att spåra askanvändning i samhället. Forskning saknas kring mellanlagring av aska och fyller i markbetong (se nedan).

2.1.3 Projektval

Askanvändning i vägar anses vara ett viktigt användningsområde i framtiden med stor avsättningspotential för askor. Det har dock noterats tidigare att askanvändning i anläggningsbygge lämpar sig bäst till mindre vägar och ytor som inte kräver stränga tidsbestämda byggplaner och stora volymer under kort tid. Värmeforsk har i sin finansiering av anläggningsprojekt valt ett flertal uppföljningsprojekt där både flygaska och slaggrus har utnyttjats i vägbyggnad. Resultat från flygaskaprojekten har lett till framställning av en handbok för anläggningsbygge med flygaska [9; projekt Q4 - 270], vilken är en viktig produkt av Askprogrammets arbete och en nödvändig vägledning som kan bidra till en ökad acceptans av askor i vägbyggnad. I flera fall har miljöriktig användning varit i fokus, särskilt med hänsyn till tungmetallmobilitet.

Utnyttjande av askor i geotekniska tillämpningar förutom vägar har studerats måttligt i Askprogrammet. Detta trots att användning som förstärkningsmaterial i ytor sannolikt kommer att bli en stor användning i framtiden (Ribbing, pers. medd.). Fyra projekt av 30 har studerat askor som fyller i betong eller cement. Enligt Bjurström [5] kan marknaden för askanvändning i enkla cementbundna konstruktioner bli stor i Sverige, men Värmeforsks finansiering av sådana projekt speglar inte denna potential. Detta kan nog relateras till några stöttestenar mot askanvändning som fyller, nämligen kloridhalten i bioflygaskor och den höga konjunkturen under programperioden (se avsnitt 1.3.2).

Tre beviljade projekt har inte på ett tydligt sätt uppfyllt någon av de uppsatta FoU-behov (”0” i bilaga B1). Dessa projekt är

- Q4-207, Askors användning i vägar
- Q4-224, VTIs materialdatabas
- Q6-664, Regional riskanalys av askanvändning

Projekt Q4-207 har tittat på internationella erfarenheter med askanvändning i anläggningar, projekt Q4-224 har infogat relevant data från VTIs materialdatabas i Värmeforsks Allaskadatabas, och projekt Q6-664 genomför en substansflödesanalys på regional nivå för askor och denna jämförs med motsvarande data för konventionella anläggningsmaterial. Dessa tre projekt har dock bedömts som värdefulla för att skapa ett utökat besluts- och kunskapsunderlag för askanvändning, och har därför fått tilldelning.

Huvudsatsningen inom geoteknikområdet anses ligga i anläggningsprojekten som sammantagna kan leda till ett ökat förtroende för materialets geotekniska och miljömässiga egenskaper, och därmed ett förbättrat kunskaps- och beslutsunderlag inför utnyttjandet (jfr. program mål). Styrkan med aska som stabiliseringsmedel i förstärknings- och bärlager i vägar poängteras i de olika projekten. Det finns likartade frågeställningar som berör askanvändning i vägar och i igensättningsbrytning, och här kan forskning i ett tillämpningsområde ha synergieffekter i ett annat till synes separat tillämpningsområde. Stora demonstrationsprojekt har önskats under programperioden men har uteblivit. I ett fall (fas 2, FUD-Sala) skulle en sträcka i en förbifart kring Sala använda askor i bär-/förstärkningslager. Förbifarten konstruerades utan alternativa material p.g.a. tidsskäl; Vägverket hann inte ändra i anläggningsarbetet under tidsramarna för byggandet. Programmet är på rätt väg men det behövs fortfarande stora insatser för att få en acceptans för askor i anläggningsbygge.

2.1.4 Kunskapsbehov

Flera kunskapsbehov har identifierats av arbetsgruppen för delområdet Geoteknik. Ett område där fortsatta insatser behövs, vilket tydliggörs i miljöriktlinjeprojektet (Q4 – 238), är den kvarstående problematiken med det långsiktiga ansvaret för askor i anläggningar. Det finns ett behov av att utveckla ett regelverk och förslag till överenskommelser för vad som skall gälla för slaggrus vid användningens upphörande (t.ex. när vägen tas ur drift). Frågeställningarna kring askans långtidsegenskaper vid upphörande av en väg bör vara en av de mest prioriterade frågorna för att få en ökad acceptans. På samma sätt finns det ett stort behov av stora demonstrationsprojekt för att försäkra sig om askans långtidsegenskaper.

Det finns ett behov av ett GIS-system som kan utnyttjas av myndigheterna för att spåra askanvändning i samhället. Systemet skulle göra störst nytta i framtiden när myndigheter behöver lokalisera vägar som har konstruerats med aska i t.ex. förstärkningslagret. Utvecklingen av ett sådant GIS-system skulle potentiellt sett ha stor betydelse för hur myndigheterna bedöma askanvändning i vägar i dagens läge. Med EUs kommande markdirektiv kan det bli aktuellt att på en nationell nivå se över dokumentering av restproduktsanvändning i bl.a. anläggningsbyggen i områden där markskyddet är angeläget.

Ytterligare kunskapsbehov har identifierats i följande användningsområden:

- Filler i markbetong, särskilt jordfuktig betong
- Aska som komplement till kalk och cement i mass- och pelarstabilisering, för att öka bärighet.
- Stabilisering av svaga vägmaterial med flygaska

- Igenfyllning av oljebergum. Här finns mycket potential för stor avsättning.

Dessutom bör Askprogrammet

- Följa med i EUs lagstiftning om avfall och produkter
- Fortsätta att forska kring mobilitet av tungmetaller (i samverkan med delområdet Miljö och kemi) och även kring lagtolkning
- Genomföra uppföljningsprojekt på Vändöra och Dåva (utreda slaggrus miljöpåverkan)
- Studera hur vägar med och utan stabilisering med aska påverkas av ökad nederbörd. Klimatförändring i Sverige kan innebära ökad nederbörd vilken kan därmed leda till ett större behov av stabilisering av vägkroppar med t.ex. flygaska.

2.2 Deponier

2.2.1 *Beviljade projekt och kommande projektsatsningar*

Under perioden 2002 – 2007 har 19 projekt beviljats tilldelning i delområdet Deponier, till en summa av 5178 kkr. Projekten redovisas i Bilaga A2.

Det finns för närvarande sju pågående projekt varav två godkändes under 2007:

- Q6 – 643, Utvärdering och demonstration av efterbehandlingsalternativ för historiskt gruvavfall med aska.
- Q6 – 668, Biotestbatteri för klassificering av avfall enligt H14-kriteriet i Avfallsförordningen – ekotoxikologisk testning med bakterie, alg, kräftdjur och fiskembryo.

Det sistnämnda projektet är en beställning för att komma åt problemet med att det inte finns riktvärden eller metoder i Avfallsförordningen som kan användas för en toxicitetsbedömning. Dessutom har det påpekats att befintliga toxicitetstester baseras på sötvattensorganismer. De höga salthalterna i lakvatten från askor kan i sig vara dödliga för sötvattensorganismer och sådana tester blir därför missvisande. Toxicitetstester tas fram med brackvattensorganismer som inte påverkas negativt av salthalten; en likartad utveckling av toxicitetstester sker även inom EU.

2.2.2 *Uppfyllda FoU-behov*

Alla projekt inom delområdet deponi har jämförts med uppställda FoU-behov [4] i bilaga B2. Alla FoU-behov har täckts in till olika grad av godkända projekt, trots att det endast presenterades fyra konkreta exempel på forskningsbehov i programbeskrivningen [4]. Majoriteten av projekten studerar flygkastabiliserat avloppsslam (FSA) i tätskikt (ej framställt som exempel på FoU-behov i programbeskrivningen [4]), täckning av gruvavfall med aska, eller är uppföljningar av tätskiktsprojekt i deponier. Till skillnad från FSA-projekten har Tvetas sluttäckning (Q6 – 629/632) använt sig av tätskikt som består huvudsakligen av flygaska. Injicering av flygaska (Q4 – 106) för att stabilisera deponin uppfyllde ett FoU-behov som senare visade sig vara ett alltför dyr tillämpning.

Som i många fall kräver storskaliga demonstrationer flera intressenter som kan bära kostnaderna.

2.2.3 Projektval

Med sitt val av projekt har Värmeforsk stött projekt med troligtvis de största FoU-behov och framtida avsättningsmöjligheterna. Aska har använts som fyllnads-/utjämningsmaterial under tätskiktet i deponier, och här behövs inte ytterligare forskning. Det är funktionen hos askan i tätskikt, både för sig (t.ex. på gruvavfall i Boliden och på hushållsdeponin vid Tveta) och i kombination med FSA (t.ex. Dragmossens deponin) som Askprogrammet har ägnat mycket forskning.

Det är först slående att Askprogrammet satsar mer än hälften av sin utdelning i delområdet deponier på projekt som studerar tätskiktskonstruktioner bestående delvis av rötat avloppsslam. Blandningen av aska och slam är dock en lyckad kombination. Slammet har en relativt låg genomsläpplighet och en önskvärd syrekonsumerande funktion men har en låg skruvhållfasthet och bryts ner med tiden. Blandningen med aska med högt pH motverkar bakteriell nedbrytning av slammet och bildar ett material med askans goda egenskaper såsom härdning och hög hållfasthet. Det finns andra material med bättre geotekniska egenskaper som skulle kunna ersätta slam i ett tätskikt, men slam är en restprodukt som förekommer i stora mängder för vilken det finns en allmän acceptans för dess användning i täckningssammanhang. Det är en förhoppning att askanvändning i kombination med avloppsslam leder till en ökad chans för implementering av täckningsprojekt med aska (Ribbing, pers. medd.).

Genom pilotförsök har det visats att FSA i tätskikt håller en låg permeabilitet och därmed bra funktion. FSA-användning är välförankrad hos både användare och myndigheter. Detta i kombination med informationsspridning i form av vetenskapliga rapporter, en handbok och en workshop leder till slutsatsen att Askprogrammet har nått sitt mål inom tillämpningsområdet; ett ordentligt kunskaps- och beslutsunderlag finns nu att tillgå för att utnyttja FSA i storskalig användning.

Sandmagasin i norra Sverige täcker stora arealer, och här finns ett behov för tätskikt för att både etablera ett växtskikt samt förhindra infiltrationen och syreinträngning. Askprogrammet har valt att göra en medveten satsning i området där möjligheten finns för stor avsättning. Anrikningssand i sandmagasin innehåller metallhalter som är i paritet med halterna i flygaska; täckning med t.ex. askor och slam förknippas därför ej med en potentiell ökad miljöbelastning.

Det finns sju projekt som inte uppfyller något uppsatt FoU-behov (se bilaga B2). Fem av dessa projekt handlar om FSAs egenskaper och FSA som tätskiktsmaterial och kan därför anses vara nödvändiga för FSA-användning. De fem FSA-projekten påbörjades under programperioden 2003 – 2005 och materialet hade undersökts relativt väl. Under programperioden 2006 – 2008 fanns ett stort behov av uppföljningsprojekt på deponier som Q6 – 618 (Dragmossen). Ytterligare projekt som inte uppfyller uppsatta FoU-behov är deponihandboken och biotestprojektet; både projekt bedömdes som nödvändiga för ökad användning och acceptans av askor.

Askprogrammet tycks ha valt en bra kombination av projekt för att kunna uppnå programmets mål. Programmet är på rätt väg med avseende på askanvändning i deponier.

2.2.4 Kunskapsbehov

Flera kunskapsbehov har identifierats för delområdet Deponi. Det finns ett tydligt behov av att fortsätta med uppföljningsstudier för att utvärdera den långtidsprestanda hos FSA-tätskikt (t.ex. förändringar i permeabilitet och utlakning med tid). Här vore det värdefullt att bestämma reaktionshastigheter för cellulosanedbrytning i tätskiktet samt att fortsätta studierna kring komplexbindning av metaller med lösliga organiska ämnen i FSA-tätskikt.

Det finns ytterligare behov av kunskap inom följande områden:

- Påverkan av aska / alkalisk miljö på metallrörlighet i historiskt gruvavfall
- Stabilisering av gruvavfall med flygaskor, där flygaska kan blandas med t.ex. sulfidhaltig anrikningssand (finkornig restprodukt från malmanrikningen) för att neutralisera syra som eventuellt produceras i kontakt med luft och vatten
- Uppföljning av täckningsförsök på gruvavfall och hushållsavfall (t.ex. Tveta)
- Lämplighet och fortsatt utveckling av biotester
- Användning av askor från farligt avfall i tätskikt för sluttäckning
- Användning av askor ovanför tätskiktet samt dränvattenfrågor
- Återvinning av metaller ur rökgasreningsrester
- Utveckling av askans egenskaper, sammansättning och omvandling i monoliter över tid
- Asktvätt före användning i deponin
- Återvinning av slaggrus på långsikt
- Anledningen till skillnader mellan labb- och fältmätningar, särskilt med avseende på permeabilitet.

2.3 Skog och mark

2.3.1 Beviljade projekt och kommande projektsatsningar

Under perioden 2002 – 2007 har 16 projekt beviljats tilldelning i delområdet Skog och mark, till en summa av 6911 kkr. Projekten redovisas i Bilaga A3.

Det finns 8 pågående projekt i delområdet skog och mark, varav fem nya projekt som har påbörjats under 2007;

- Q6-657, Bioenergiproduktion hos björk och hybridasp vid tillförsel av askbaserade gödselmedel.
- Q6-660, Långtidseffekter på skogsproduktion efter askåterföring och kalkning.
- Q6-661, Transport av näringsämnen och tungmetaller i torv, 20 år efter asktillförsel och beskogning av en avslutad torvtäkt.
- Q6-662, Förstudie – halmaska i kretslopp.

- Q6-666, Långsiktig påverkan på växthusgasflödena till och från torvmark efter askgödning; en studie baserad på mikrobiella processer och modellering.

2.3.2 Uppfyllda FoU-behov

Alla projekt inom delområdet skog och mark har jämförts med uppställda FoU-behov [4] i bilaga B3. De flesta godkända projekten handlar om uppföljningar på gjorda försök och projekt som bidrar med underlag till miljökonsekvensbeskrivningen för gödning av torvskogsmark. Två projekt har tagit fram underlagsmaterial för att sprida aska på hyggen och har studerat askors reaktivitet och löslighet. Två FoU-behov som inte har berörts är pilotstudier för att minska kostnader för askåterföring samt råd om provtagning, beredning och hantering av aska för spridning i skogen. Inget seminarium för askåterföring till skog och mark har hållits i Värmeforsks regi under programtiden, men RecAsh fyllde detta behov med sitt seminarium ”Skogsbränsle och askåterföring – Ett hett ämne” som ägde rum i oktober 2006. Skogsstyrelsen är en viktigt medverkare och har hållit ytterligare seminarier där resultat från Askprogrammet redovisats.

2.3.3 Projektval

Omfattande studier om askspridning till skog har i många år genomförts i Sverige inom ramarna för olika forskningsprogram, bl.a. *Ramprogram Askåterföring* (1992 – 1996; finansierar NUTEK, Vattenfall och Sydkraft) och Energimyndighetens forskningsprogram *Biobränslen och miljö* (2000 – 2004). Dessa program har bedrivit stora askåterföringsförsök på torr mark som har banat vägen för nya projekt inom Askprogrammets delområde Skog och mark.

Värmeforsk har finansierat huvudsakligen uppföljningar av genomförda askåterföringsförsök i skog och askgödningsstudier på torvskogsmark. Det är troligt att denna finansieringsinriktning speglar ansökningsfrekvensen, alltså att de flesta ansökningar har sökt medel till sådana studier, och inte att andra projektförslag har prioriterats ned. Det har varit ett överordnat mål hos Askprogrammet att både miljömässiga och kostnadseffektiva avsättningsmöjligheter undersöks. I delområdet skog och mark har detta tillgodosetts genom att prioritera projekt som studerar tillväxt på torvskogsmark och i granbestånd – områden där störst tillväxteffekt av askan kan förväntas.

Kostnaden med att tillföra aska till skog har ofta åberopats som ett hinder mot askspridning, och det är därför viktigt att minska dessa kostnader så mycket som möjligt. Inga projekt har påbörjats med målsättning att minska kostnaderna, men detta är möjligtvis mer en fråga för entreprenörer, som är vana vid att söka kostnadseffektiva alternativ, än för forskare. Mycket av problematiken med askspridning till skog handlar om logistiken med att få flödet av aska från panna till skog att fungera inom kedjan.

Askprogrammet har ett projekt om askåterföring till åkermark (Q6-662) där halmaska återförs. Spridning av aska till åkermark har inte tidigare bemötts med någon större entusiasm i Sverige, men detta nuvarande projekt handlar om att återföra aska till åkermark där askorna har sitt ursprung. Det är alltså ett kretsloppstänkande som är attraktivt.

Det finns två projekt från programperiod 2006 – 2008 som inte uppfyller några uppsatta FoU-behov. Projekt Q6 – 657 ("Bioenergiproduktion hos björk") undersöker aska i kombination med kväve och extra fosfor som ett kretsloppsanpassat, mer miljövänligt alternativ jämfört med konventionella gödselmedel. Projekt Q6 – 610 ("LCA skog") utnyttjar resultat från en tidigare studie (Q4 – 248) och vidareutvecklar en metod för att tydliggöra och kvantifiera miljöpåverkan från olika alternativ för anläggningsbyggande med aska. Både dessa projekt bedömdes att kunna bidra till måluppfyllelse.

I delområdet skog och mark har Värmeforsk stött projekt där det pågår återförings- och askgödslingsförsök. En sådan prioritering känns lämplig, eftersom det är här det ska visas med långtidsuppföljningar om asktillförseln har en tillväxteffekt på torvmark och motverkar försurning på fastmark. Vid gödsling på näringsfattig torvskogsmark finns en tydlig nytta i form av ökad skogsproduktion men också potentiell miljöpåverkan; båda aspekter undersöks i pågående projekt. Tillväxt och miljöriktighet är centrala begrepp i studierna om återföring och gödsling i Askprogrammet, men det kvarstår att bevisa om dessa åtgärder ger ekonomiska vinster för skogs- eller markägare på lång sikt.

Det finns en bra kombination av projekt för att kunna klargöra ytterligare effekter, såväl önskade som oönskade, av askspridning i skog och på torvskogsmark. Den nuvarande avsättningen av aska i skog är måttlig (ca 3% av totalavsättning, se tabell 2); det finns alltså en potential för ökad avsättning. Även om askspridning i skog inte kommer upp i de volymerna som sväljs i t.ex. anläggningsbyggen gör spridning i skog ekologisk nytta och har dessutom stor psykologisk betydelse för askanvändning i allmänhet.

2.3.4 Kunskapsbehov

Det finns behov av ytterligare kunskap inom delområdet Skog och mark för att uppnå programmets mål. Långtidsuppföljningar bör fortsätta med syftet att öka vår kunskap om spridningskonsekvenser över längre tid. Pågående projekt bör följas upp, och nya angreppssätt är berättigade, till exempel:

- Studier med en kombination av kvävegödsling och askgödsling för att kompensera GROT-uttaget och därmed ge ekonomisk nytta (jfr. Q6 – 657)
- Behovsanalys av askåterföring i Norrland
- Gödslingsstrategier utvecklas i relation till skogens tillväxt
- Fördjupade studier på hur aska påverkar skogecosystemens omsättning av kol och bildande av växthusgaser
- Gödsling på organogen torvskogsmark och potentiell avgång av växthusgaser (jfr. Q6 – 660, 666)
- Återföring till åkermark
- Asktilförseln i stora doser (> 10 ton/ha) på torvmark så att en tydlig tillväxteffekt kan urskiljas.

I vissa avseende kan det tyckas att askåterföring är genomforskad men utnyttjas ändå inte till fullo. Här behövs kunskapsspridning och insatser mot icke vetenskapliga hinder, t.ex. attityder mot askspridning i skog. Det finns också hinder i form av askhantering och brist på incitament för askåterföring. Värmeforsk kan bidra till att utveckla

styrmedel och ett icke tekniskt system för att föra ut askan till skogen. Enligt Askprogrammets styrgrupp behövs ett affärssystem för askåterföring där ansvaret för återföringen överförs från energibolagen till skogsägarna. Detta kunde kopplas till utveckling av gödslingsstrategier i ovanstående kunskapsbehov.

2.4 Miljö och kemi

2.4.1 Beviljade projekt och kommande projektsatsningar

Under perioden 2002 – 2007 har 28 projekt beviljats tilldelning i delområdet Miljö och kemi, till en summa av 7211 kkr. Projekten redovisas i Bilaga A4. Det finns 11 pågående projekt i delområdet. Området miljö och kemi har beviljat anslag till en relativ blandad samling projekt.

2.4.2 Uppfyllda FoU-behov

Alla projekt inom delområdet miljö och kemi har jämförts med uppställda FoU-behov [4] i bilaga B2. Till olika grad har alla FoU-behov berörts i olika projekt. De flesta godkända projekt täcker FoU-behovet tungmetallmobilitet och bedömningen av olika askors lämplighet vid användning, medan det finns relativt få studier som har angripit vätgasproduktion, livscykelanalyser samt mätmetoder. Några projekt såsom Cs-137 regler (Q6 – 614) och vätgasbildning i aska (Q4 – 291) kan beskrivas som ”brandkårsuttryckningar” som kom till för att det fanns ett behov av en snabb åtgärd. Vätgasproduktion från askor bedöms dessutom vara väl studerat (arbetsgruppen för miljö och kemi, pers. medd.) och ytterligare askrelaterad forskning behövs inte.

2.4.3 Projektval

I jämförelse med de andra delområdena har delområdet miljö och kemi haft ett stort utbud av mycket olika projekt att beakta i sin prioritering av projekt. Till skillnad från de andra delområdena har miljö och kemi en stödfunktion att bistå de andra med riktade forskningsinsatser. Det finns dock projekt som har haft tydliga mål och kopplingar till en miljöriktig användning.

Bland de olika projekt kan miljöriktlinjeprojektet (etapp 1 och 2, Q4 – 104, Q4 – 238) lyftas fram som en nyckelsatsning inom Askprogrammet. Projektet granskas i avsnitt 3.5.2. Detta projekt kan ha stora konsekvenser för askanvändning i anläggningsbygge och har därför varit en viktig prioritering. Miljöbedömningsmetoden i sig har fått till synes god acceptans, men miljömyndigheterna har inte samma uppfattning om de satta systemgränser och modellparametrar i modellen och därmed de beräknade riktvärdena.

Förutom miljöriktlinjeprojekt finns det andra satsningar som kan ha stor betydelse eftersom de stödjer befintliga användningsområden (aska i förstärknings- och bärlager i vägar, aska i tätskikt i deponier, askåterföring till skog). Lakningsprojekten (Q4 – 247, 251, 255, 296) har varit nödvändiga för att undersöka uppkomsten av bl.a. koppar och antimon i laklösningar. Kvalitetssäkring av slaggrus har studerats (Q4 –216), vilket kan leda till en eventuell produktifiering av slaggrus.

Rening av askor studerades under förra programperioden (Q4 – 128, 129, 140) men har inte studerats under nuvarande programperioden och saknas dessutom i listan över FoU-behov. Termisk rening eller förglasning kan leda till en minskad rörlighet av många ämnen, men reningsmetoden kräver relativt mycket energi så att metoden med dagens elpriser och deponiskatt inte är ekonomisk försvarbar. Våt rening kan vara en möjlig åtgärd för att minska halter av lättlakbara ämnen såsom sulfat och klorid, men metodens effektivitet är beroende av de ingående materialegenskaperna. I vissa sammanhang kan denna reningsmetod vara ekonomiskt gångbar.

Två projekt (Q4 – 298, Q6 – 646) är riktade mot organiska ämnen i aska, och i det senare fallet har förekomsten av organiska utfasningsämnen i vanliga askor studerats. Kunskap om förekomsten ska kunna utgöra ett underlag för en bedömning av konsekvensen och eventuella åtgärder. Eftersom relativt få askor har karakteriserats med avseende på organiska utfasningsämnen behövs kunskapen från projekten i riskbedömningar. Dessa projekt uppfyller inget uppsatt FoU-behov eftersom behovet av studierna identifierades i ett senare skede efter att programbeskrivningen hade färdigställts.

Inom delområdet miljö och kemi finns det ett antal mycket lyckade satsningar, inklusive miljöriktlinjeprojekt, kvalitetssäkringsprojekten, samt projektet om vätgasbildning där Värmeforsk senare har producerat informationsmaterial till förbränningsanläggningar. I dessa fall har Värmeforsk stött projekt som kan leda till en kostnads- och miljöriktig användning av aska. I andra fall är det mycket svårare att göra en nyttighetsbedömning eftersom projekten har en mer kunskapsbyggande karaktär (t.ex. lakningsprojekt) eller för att projekten har stött på tekniska eller organisatoriska hinder under vägen (t.ex. rening eller stabilisering av aska). Det kan dock konstateras att de flesta projekt har bidragit till kunskaps- och beslutsunderlaget som är nödvändigt för en ökad askanvändning.

2.4.4 Kunskapsbehov

På en allmän nivå finns ett behov av ytterligare kunskap om effektiva sätt att vidareföra den kunskapen som har anskaffats av Askprogrammet under åren. I vissa avseenden har inte budskapet från Askprogrammet nått fram till myndigheterna, och kommunikation är A och O för att få en ökad askanvändning i samhället. Här kan också miljösystemsanalys utnyttjas, där askanvändning sätts i ett system och samhällsnyttan lyfts fram.

Arbetsgruppen för miljö och kemi identifierade några ytterligare kunskapsbehov och områden där satsningar bör göras:

- Studera långsiktiga effekter av askanvändning i uppföljningsstudier. Förvalta fältförsök
- Utveckla miljöriktlinjeprojektet sett ur ett större samhällsperspektiv i samband med lagstiftning kring askanvändning
- Askrening för att minska halter av oönskade ämnen
- Riskvärderingar. Risker med askanvändning borde jämföras med andra risker. Riskvärdering ur ett samhällsperspektiv.

- Damningsstudier
- En undersökning av EUs befintliga och kommande regelverk för restproduktanvändning
- Undersöka nya användningsområden

2.5 Implementering

I ett antal fall har Askprogrammets forskning lett till en fullskalig implementering av resultaten. Konkreta exempel är följande:

- Skogsbilväg, Hallstavik (rapporteras i [9]). Vägunderhåll genomfördes som ett direktresultat av FACE-projektet (Q4 – 107). Vägsträckan var 1300m lång.
- Tätskikt, Lilla Nyby, Eskilstuna (rapporteras i [10]). Flera FSA-rapporter (t.ex. Q4-111, Q4-225, Q4-230, Q4-237) har bidragit till förverkligandet av tätskiktet på Lilla Nyby.
- Tätskikt, Lövstatippen. Samma som ovan.
- Igensättningsbrytning, Zinkgruvan. Planerna var långt framskridna för att använda flygaskor i igensättningsbrytning i Zinkgruvan, men projektet blev aldrig av. Konjunkturen vände och zinkpriset ökade så att det inte längre var intressant för gruvbolaget att testa ett nytt material och riskera en fördröjning i produktionen (jfr. avsnitt 1.4.2).

3 Kritisk granskning av utvalda projekt

3.1 Inledning

Sedan 2002 har många forsknings- och utvecklingsprojekt genomförts i Askprogrammets regi och lett till ett markant kunskapslyft under den tiden. Dessa projekt har redovisats i rapporter och har granskats både internt av Värmeforsk och externt av sakkunniga. Vissa projekt anses dock vara kritiska för att Askprogrammet ska uppnå sitt programmål, och det är väsentligt att resultaten från dessa projekt granskas särskilt noga med avseende på tillförlitlighet och hållbarhet.

I detta kapitel genomförs en kritisk granskning av två projekt ur varje delområden, där bland annat metodval, måluppfyllelse och osäkerheter belyses. Granskningen baseras på följande frågor:

- Har projektet tydliga mål, och har projektmål relaterats till programmets mål?
- Har relevanta material och metoder använts?
- Hur väl kan man lita på de resultaten som har tagits fram? Stöds projektets resultat av forskning från andra studier och anges referenser till dessa studier? Är resultaten hållbara så att kunskapen från studien är till nytta även efter många år?
- Har projektets mål uppnåtts?

3.2 Geoteknik

Arbetsgruppen för delområdet geoteknik har valt två anläggningsprojekt (Q4 – 241 och Q6 – 632) som bedöms vara kritiska för att uppnå en hög miljöriktig askanvändning. Båda projekt avser aska som konstruktionsmaterial i vägar.

3.2.1 Vändöra

Bakgrund

De långtidsegenskaper hos en väg anlagd med naturliga och alternativa material studerades 16 år efter anläggningstillfället [11]. Vägen låg som ett vändöra vid infarten till Linköpings avloppsreningsverk. Två olika provsträckor på detta vändöra jämfördes i projektet, den ena med ett förstärkningslager bestående av 42 cm bottenaska från avfallsförbränning (slaggrus), och den andra med ett förstärkningslager med traditionellt material, naturgrus.

Granskning

Detta projekt är ett gott exempel på sådana studier som behövs för att få en ökad askanvändning i anläggningsbygge – studier av långtidseffekter på askans miljötekniska och geotekniska egenskaper. Syftet med projektet var att studera 1) de ackumulerade effekterna av belastning och åldrande på bottenaskans geotekniska egenskaper, 2) de ackumulerade effekterna av utlakning efter en längre tids användning av bottenaskan som förstärkningslager, samt 3) förutsättningarna för återvinning (separat schaktning) av bottenaska från befintliga väglager. Projektet har alltså haft tydliga mål (definierade här som syfte) som har uppfyllts med förfarandet som presenteras i rapporten.

De använda geotekniska mätmetoderna inkluderar provbelastning med fallviktsapparat för bedömning av vägmateriellagers styvhetsegenskaper samt dynamiska treaxialförsök på ostörda provkroppar från förstärkningslagret för att bestämma mekaniska egenskaper (styvheten, stabiliteten) på vägmaterialet. Effekterna av utlakning från bottenaskan utvärderades i en miljöteknisk undersökning. Totalt sett togs 187 prover från provsträckan och referenssträckan, där proverna togs i förstärkningslagret och de underliggande jordlagren. Halter av specifika grundämnen och materialets lakegenskaper undersöktes med bland annat totalhaltsbestämning, lakförsök, och extraktion med en saltsyralösning.

De utvalda metoderna i studien är berättigade, och att lägga till ytterligare mät- och analysmetoder skulle inte leda till alltför annorlunda slutresultat. Det finns dock några metodproblem som bör uppmärksammas, och det gäller mätosäkerhet. Ingenstans i rapporten har variabiliteten i mätresultaten redovisats. Skillnader i närliggande prov har påpekats (t.ex. skillnader i resiliensmodul mellan provkroppar 1, 2 och 3), men inte för analyser på samma prov eftersom inga dubbla prov analyserades. I viss mån har samlingsprover använts (i t.ex. bestämning av totalhalter), men sådana prover utesluter inte ett behov av dubbla prover för att säkra mätvärden. Dessutom har inga resultat redovisats med en mätosäkerhet. Kommersiella laboratorier uppger en mätosäkerhet mellan 10 – 30% för många grundämnesanalyser [12]; en sådan mätosäkerhet omfattar en hel del av variabiliteten i både de geotekniska och miljötekniska analyser, och borde ha uppmärksammats i rapporten.

Analysresultaten från både de geotekniska och miljötekniska undersökningarna som redovisas i rapporten bedöms hålla bra kvalitet och är tillförlitliga, med anmärkningen att en redovisning av analysosäkerheten skulle öka tillförlitligheten i resultaten (se ovan). De geotekniska analyserna har visat generellt sett hållbara resultat, med undantag av styvhets- och stabilitetsresultaten för jämförelsematerialen som packades för hand i laboratoriet och därmed fick bl.a. avvikande deformationsegenskaper. Ett alternativ kunde ha varit att även packa slaggruset från förstärkningslagret i laboratoriet för att underlätta jämförelsen. Eftersom resultaten baseras på endast tre provkroppar bör försiktighetsprincipen tillämpas i tolkningen av resultaten, även om provkroppar har visat snarlika egenskaper. Denna osäkerhet har i vilket fall påpekats av författarna [11, s. 42].

Resultaten från denna studie har inte jämförts med andra geotekniska studier, främst på grund av att det finns ytterst få jämförbara studier som har rapporterats. Denna brist på jämförbara objekt kunde dock ha avhjälpts med en diskussion av *betydelsen* av slutsatserna från de geotekniska resultaten. I många fall saknas en diskussion om förstärkningslagrets egenskaper är godtagbara i denna anläggning. För icke-geotekniker är det nödvändigt att förklara betydelsen av de diverse avvikelser som noteras. Till exempel, är det acceptabelt att slaggruslagrets hållfasthet ökar de första åren efter bygget, och att ett förstärkningslager med slaggrus har en lagermodul som är ungefär hälften så stor som ett förstärkningslager med grus? Resultaten tyder på att slaggruset inte har presterat lika bra som varken krossat berg eller annat slaggrusmaterial. Visar

slaggruset ändå bra egenskaper, eller visar de geotekniska analyserna icke godtagbara avvikelser från normer för vägbygge? Vad förväntas av materialet?

Den miljötekniska undersökningen har producerat mycket intressanta resultat som har bidragit till en bättre förståelse för geokemiska processer i aska som används som vägmaterial. Slutsatserna är i stort sett befogade och hållbara. Jag skulle dock vara försiktig med att uttala mig om redoxprocesserna i väggroppen utan mer grunddata. Enligt författarna kan rörligheten av bland annat mangan, arsenik och krom förklaras med områden med olika oxidations-reduktionspotential i förstärkningslagret (s.k. redoxfronter), eftersom ämnenas rörlighet är redoxbetingad. Angående mangan kan detta ämne bindas till karbonat, och det är möjligt att karbonatisering har en kraftigare påverkan på manganets rörlighet i detta sammanhang än redoxskillnader. Haltförändringar i lakbar arsenik längs förstärkningslagret bör tolkas med försiktighet, eftersom mycket av variationerna ligger inom mätosäkerheten (se ovan). Kroms fördelning i förstärkningslagret tyder visserligen på olika geokemiska förhållanden längs lagret, med mer data om speciering behövs för att kunna uttala sig mer om kromtransport.

I rapporten [11] finns inget bevis för att reducerande förhållanden skulle uppstå i förstärkningslagret. Även om det är troligt att syrgas transporteras in i väggroppen med hjälp av diffusion, och att en del eller all syrgas konsumeras, så är frånvaron av syrgasen inget garanti för reducerande förhållanden. Ett överskott av elektrondonatorer behövs för att skapa reducerande förhållanden, vilket i de flesta fall betyder ett överskott av labilt organiskt material. En del av det organiska kolet (OC) i förstärkningslagret är onekligen lakbart, men en sådan analys säger inget om reaktiviteten hos OC. För att kunna påstå att reducerande förhållanden råder i förstärkningslagret behövs analyser på t.ex. syrgashalter, speciering, och möjligtvis redoxpotential.

Förhöjda halter av vissa ämnen såsom Cu och Zn i vägslänten har lett till slutsatsen att dessa metaller förmodligen härrör från trafiken. Att en sådan slutsats kan vara befogad kunde ha stötts av mätvärden från litteraturen. Hur höga Cu- och Zn-halter kan man förvänta sig i vägnära jordar? Författarna poängterar i vilket fall att stabila och homogena referensförhållandena inte ska underskattas.

Författarna påpekar tidigt i rapporten att det råder brist på jämförbara studier, men lyfter fram en tidigare miljöteknisk studie på samma väg [13]. Lakningsresultaten i Värmeforskprojektet [11] har inte i någon större grad jämförts med den tidigare undersökningen men med en annan undersökning om lakning av aska från samma förbränningsanläggning (angiven referens är Fällman 1997 men saknas i referenslistan till [11]).

Det bör nämnas att ett internationellt uppföljningsprojekt till Vändöra [11] nu har påbörjats, ”Modellering av utlakning och geokemiska processer i förstärkningslager av bottenaska” (Q6 – 648), som söker svar till en del av de frågorna som har väckts i granskningen ovan. Målsättningen med det nya projektet är att utnyttja datamaterialet

som finns och simulera de geokemiska omvandlingsprocesserna som ägt rum i askan genom att använda geokemiska/hydrologiska modellverktyg.

3.2.2 FUD Sala

Bakgrund

Egenskaper såsom bärförmåga och beständighet hos obundna konstruktionsdelar i en vägöverbyggnad kan förbättras genom stabilisering, som i detta sammanhang betyder blandningen av bindemedel med en jord i syfte att förbättra dess geotekniska egenskaper. Cement, Merit och kalk är exempel på accepterade bindemedel för stabilisering av en vägöverbyggnad, men flygaskor från bio- och kolbränslen har utnyttjats i mindre vägar och uppställningsytor i både Sverige och Finland. Dessa erfarenheter har visat att aska som bindemedel har haft god funktion med reducerade drifts- och underhållskostnader för väghållaren [14].

Projekt Q6 - 632 [14] har för syfte att utveckla kunskap och demonstrera applikationer där bindemedel används för stabilisering av obundna lager i t.ex. bär- och förstärkningslager i vägar. Ett utkast till slutrapport har granskats i denna utvärdering, där rapporten behandlar frågeställningar beträffande utveckling av applikationerna. I arbetet utvecklas två applikationer, en för användning i grusväg och en för användning i belagd väg. Bindemedlet som har valts är flygaska, cement och Merit. Kunskapsutvecklingen innefattar en utvärdering av tekniska och miljömässiga egenskaper av bindemedel och ballast i olika konstruktionsdelar samt en beskrivning av tillverkning, utförande och ekonomiska aspekter. Målsättningen med utvecklingsarbetet är att det ska fungera som underlag för att bedöma användningens potential.

Granskning

Projektet har ett tydligt övergripande mål, att bidra till att applikationerna övervägs vid planering och byggande av vägar. Målet kopplas lätt till Askprogrammets mål genom att projektet tar fram kunskaps- och beslutsunderlag för en miljöriktig askanvändning. Det är dock för tidigt för att bedöma om projektet kommer att påverka planeringen och byggandet av vägar så att det övergripande målet verkligen uppfyllts. Däremot har syftet för första delen av projektet [14, s. 9] uppnåtts, nämligen att utveckla två applikationer som underlag för praktiskt tillämpning i ett demonstrationsprojekt. Projektet utvecklar två applikationer där flygaska ingår som bindemedel i bär- och förstärkningslager.

Projektet har genomförts i ett antal huvudmoment: val av huvudsträcka och applikationer, laboratorieundersökningar och litteraturstudier, dimensionering och miljöbedömning, upprättande av kalkylunderlag innefattande kontrollprogram och anmälan, samt en bedömning av ekonomisk potential. Arbetet liknar en vanlig projektering inför vägbygget. Projektet har använt relevanta material och riktiga metoder som leder till tillförlitliga resultat. Angående material har flygaskor tagits från närliggande värmeverk (Uppsala, Västerås) vilket är ekonomiskt försvarbart. Dessutom har material från samma pannor undersökts tidigare i andra undersökningar vilket ger en viss trygghet vid användning. Författarna redogör för diverse egenskaper (t.ex. bärförmåga, tjällyftning, risken för frosthalka, dränering) som bör undersökas i en laboratorieundersökning under projekteringen. Alla dessa egenskaper har dock inte

undersökts med motivering att de egenskaperna har en försumbar inverkan på applikationens funktionalitet i detta sammanhang (t.ex. dränering har inte studerats eftersom applikationerna är hårdpackade och har mycket låg permeabilitet). Eftersom avgränsningarna i studien baseras på tidigare studier i Finland och Sverige är det väsentligt att bedömningen av relevanta laboratorieundersökningar uppdateras och avgränsningarna omvärderas allteftersom ny kunskap inhämtas från pågående studier.

Författarna föreslår att materialblandningen ska undersökas i ett trestegsundersökningsprogram som inkluderar karakterisering av materialet, identifiering av lämplig blandning och en fördjupad undersökning av valda blandningar. I första steget utförs en undersökning av materialets grundläggande egenskaper, inklusive vattenkvot, TOC och fri CaO. Med tanke på sulfatens inverkan på ettringitbildning och svällning kan det vara motiverat att också analysera för fri sulfat. I andra steget i laboratorieundersökningen har författarna enligt tidigare redogörelse (avsnitt 8.1.1, [14]) föreslagit att bindemedel – ballast – blandningar ska bedömas på krav relaterat till tryckhållfasthet, tryckhållfasthetsutveckling och frostbeständighet. Kraven relaterade till dessa egenskaper beskrivs i rapporten, och att i fallet tryckhållfastheten kommer de aktuella konstruktionerna att vara överdimensionerade. De använda mätmetoderna är väletablerade inom branschen och bedöms ge tillförlitliga resultat under de förhållanden som beskrivs i texten (avsnitt 8.3, [14]). Med avseende på osäkerheter i mätvärden har projektet utnyttjat sig av dubbelprover i analysen av hållfasthet och frostbeständighet. Det har dock inte kommenterats i texten om medelvärden av dessa dubbelprov har redovisats i figurerna och bilagorna, eller endast ett av värdena; båda resultaten borde redovisas åtminstone i bilagorna. I ett tredje steg i undersökningsprogrammet ska blandningarna undersökas med avseende på kvalitets- och utförandeaspekter, tjällyftning och lakbarhet. Inverkan av vattenkvot och packningsgrad på tryckhållfasthetsutveckling och tryckhållfasthet efter frostbeständighetstest utvärderas. Också i detta fall är metodval välmotiverat, och det finns inget som tyder på att undersökningsprogrammet inte kommer att ge tillförlitliga resultat.

Resultaten från projektet är flerfaldiga och inkluderar beräknade överbyggnadskonstruktioner efter laboratorieundersökning och dimensionering med PMS Objekt, planerad drift och underhåll, miljöbedömningen, livscykelkostnadsanalysen av konstruktionens ekonomiska potential samt konceptdokument rörande anmälan och kontrollprogram (bilagor 6 – 9). Miljöbedömningen visar att ballastmaterial stabiliserat med flygaska, Merit och cement i den aktuella applikation och omgivning (mycket få recipienter) ger upphov till en mindre än ringa föroreningsrisk. För applikationen med endast flygaska+cement+Merit² som bärlager visar lakförsök att molybdenhalterna kommer i närhet av kriteriet för inert avfall. Författarna påpekar däremot att utlakningen kan begränsas genom optimering av cementerings- och puzzolana reaktioner och en packning till optimal vattenkvot. Utlakning begränsas också av konstruktionens låga permeabilitet. LCC-analysen är ett effektivt verktyg för att belysa kostnader i samband med anläggning samt drift och underhåll. Det som möjligtvis saknas här är referenser till kostnadsuppskattningar som

² Merit är en kvalitetssäkrad restprodukt från stålindustrin som framställs av torkad hyttsand.

har plockats in från andra vägprojekt. Resultaten från LCC-modellen har visat på ett övertygande sätt att de aktuella applikationerna är ekonomiskt motiverade för vägens livscykel på 40 år. Sammantaget bedöms resultaten som tillförlitliga och hållbara. Erfarenheter från pågående och framtida studier kan dock påverka hållbarheten av resultat (t.ex. dimensioneringen) som har tagits fram med vissa avgränsningar (se ovan) och där det för närvarande saknas bedömningskriterier eller erfarenheter.

Till slut kan det noteras att rapporten på ett systematiskt och strukturerat sätt har beskrivit för läsaren de relevanta egenskaper som måste beaktas och kvantifieras inför en bedömning av applikationens lämplighet. Med hjälp av rapportens pedagogiska framhållning skulle även en icke – geotekniker i de flesta fall kunna dra nytta av innehållet.

3.3 Deponi

Arbetsgruppen för delområdet deponi har valt tre projekt (Q4 – 105, Q6 – 618, Q6-629/635) för detaljerad granskning. Arbetsgruppen valde projekten eftersom de bedömdes vara kritiska för att få till stånd en större användning av askor som tätskikt i deponier och för att således uppnå programmålet. I alla tre projekt har täckningens långsiktiga beständighet och funktion varit centralt. I två av projekten (Q4 – 105, Q6 – 618) har rötat avloppsslam i kombination med flygaska undersökts som tätskiktmaterial, medan i projektet Q6 – 629/632 har ett tätskikt bestående av endast flygaska eller flygaska i kombination med slaggrus, lera, eller LD-slag undersökts. Frågeställningar med avseende på tätskiktets funktion och långtidsbeständighet skiljer sig mellan de två tillämpningarna; t.ex. nedbrytning av cellulosa är av underordnad betydelse i ett tätskikt som saknar höga halter organiskt material medan det är centralt i tätskiktskonstruktioner med avloppsslam.

3.3.1 Nedbrytning av cellulosan

Bakgrund

En blandning av askor och cellulosahaltiga material, t.ex. rötat avloppsslam, har undersökts av Askprogrammet (projekt Q4-105, Q4-111, Q4-225, Q4-230, Q4-237, Q6-602, Q6-607, Q6-618; se bilaga A2) som tätskikt på deponier. Teoretiskt sett skall denna kombination bilda ett tätt lager med låg hydraulisk konduktivitet, högt pH samt hög metallbindningsförmåga. Det finns emellertid farhågor att nedbrytningen av cellulosan kommer att producera organiska molekyler som kan komplexbinda metaller som finns i askan och resultera i en ökad metallrörlighet och –utlakning. Förutom i tätskikt kan askor och cellulosahaltiga material komma i kontakt genom samdeponering, injektering av aska i äldre deponier, och användandet av slam och flygaska som konstruktionsmaterial i väggroppar.

I rapport 806 [15] har risker och möjligheter som uppstår vid kombinationen askor och cellulosahaltiga material studerats, med tyngdpunkt på alkalisk nedbrytning av cellulosa och dess inverkan på metallutlakningen. Projektet har genomförts dels som en litteraturstudie och dels som laboratorieförsök. Litteraturstudien fokuserades på två frågor, 1) hur påverkar aska (alkalisk miljö) nedbrytningen av cellulosa? och 2) hur påverkar nedbrytningsprodukterna från cellulosa (organiska syror) utlakningen av

metaller? Den andra av de två frågorna, ovan, har undersökts ytterligare i en serie laboratorieförsök. Enligt rapporten [15], ”målet med de experimentella försöken är att utreda kapaciteten hos isosackarinsyra att bilda komplex med metaller som återfinns i flygaska från avfallsförbränning.”

Granskning

Projektet i sin helhet har ett väldefinierat syfte (se första meningen i andra stycket i *Bakgrund*, ovan) och syftet med försöken för sig är också tydligt. Det kan dock ifrågasättas om syftet, ”att försöken [ska] utreda kapaciteten hos ISA att bilda komplex med metaller” verkligen uppfylls med försöksmetoden. Försöken har inte utformats för att kunna på ett entydigt sätt bestämma om komplexbildning är onekligen orsaken till förhöjda metallhalter i lösningen. Dessutom syftar ordet ”kapaciteten” på mängd metaller som kan bindas, och försöken har inte heller utformats för att studera kapacitetsfrågor. Syftet skulle formuleras i stället ”att försöken [ska] utreda ISAs inverkan på metallutlakning.” Målet med studien i relation till Askprogrammets mål har inte diskuterats explicit, men läsaren kan relativt lätt se kopplingen mellan tillämpningar med slam/aska-blandningar och avsättningsmöjligheter.

Litteraturstudien ger en genomarbetad beskrivning av askornas kemiska sammansättning och kemiska processer i askor som är av relevans för metallutlakning. Cellulosans uppbyggnad och nedbrytning redovisas, och särskild tyngd läggs på produktionen av isosackarinsyra (ISA) genom abiotisk nedbrytning (spjälkning) av cellulosa under alkaliska förhållanden, där ISA tycks vara en potentiellt viktig komplexbindare under sådana förhållanden. Som metod är litteraturstudien ett bra sätt att få en överblick av den befintliga kunskapen om cellulosedbrytning, ISA-bildning och metallbindning till ISA och andra organiska syror. Resultaten från litteraturstudien, som stöds relativt väl av flera oberoende referenser, tyder på 1) att nedbrytningshastigheten för cellulosa är högst vid neutrala pH (biologisk nedbrytning), 2) att pH-höjande åtgärder (t.ex. blandning med aska) gynnar en icke biologisk nedbrytning som sker mycket långsammare än den biologiska, och 3) att det finns risk för ökad metallutlakning då aska blandas med cellulosa, på grund av en ökad löslighet under låga eller höga pH-förhållanden samt metallkomplexbildning med lösliga sockersyror, särskilt ISA. Litteraturstudien är generellt sett välskriven, men det finns en del oklarheter kring t.ex. fasdiagrammen (figur 1 i [15]).

Eftersom ISA tycks vara en viktig produkt av abiotisk nedbrytning av cellulosa har laboratorieförsök använts för att studera inverkan av ISA-halter och andra faktorer på metallutlakning från flygaska. Försöken utfördes som 38 stycken skakförsök där ISA-halt, L/S-kvoten, temperaturen, försökstiden samt atmosfären varierades. På slutet av försökstiden (0, 2, 3 eller 7 dygn) avslutades skakförsöken och prov togs för analys av DOC, Cd, Cr, Pb och Zn. I denna studie är valet av skakförsök ett bra sätt att utvärdera inverkan av ett flertal faktorer på metallutlakning. Det finns inget i rapporten [15] som tyder på att metoden i sig inte var ordentlig genomförd, och att resultaten inte är tillförlitliga.

Försöksresultaten har bearbetats med en specifik datahanteringsmetod, en så kallad 2^{5-1} reducerat faktor försök. Läsaren får tyvärr ingen beskrivning om vad detta betyder, men grovt uttryckt är det ett sätt att organisera försök så att slutsatser kan dras baserade på korrelationer och interaktioner mellan olika oberoende faktorer (t.ex. temperatur, försökstid). Detta innebär att ett minimiantal försök utförs för ett visst antal faktorer. Jag besitter ingen större kunskap om metoden, och metoden är säkert ett bra sätt att utvärdera många faktorer, men försöksupplägget skapar ett icke transparent dataunderlag och motverkar processförståelse. Det går inte att t.ex. följa inverkan av en successiv ökning i ISA-halt på metallhalter i lösningen när alla andra faktorer hålls konstant (se tabell 18, [15]), trots att modellen visar en regression med högt r^2 -värde. Modellen introducerar dessutom nya parametrar, interaktioner mellan faktorer, för att förklara en relation. Rapporten saknar en diskussion om betydelsen av dessa parametrar och om de har någon fysiskt innebörd. Jag råder därför en viss försiktighet med tolkningen av de empiriska sambanden (bilaga B5) som ligger till grund för slutsatserna från försöken. Eftersom slutsatserna stöds av relativt få mätpunkter där endast en variabel har ändrats, samt av ett statistiskt databearbetningsverktyg, bedöms dessa statistikbaserade tolkningar som ohållbara.

Försöksresultaten i sig bedöms hålla en hög kvalitet och tillförlitlighet. Resultaten tyder på en inverkan av ISA-halt på ökad bly- och zinklakning, vilken kan vara en indikation på långtidsutlakning. Försöken borde följas upp med en mer detaljerad studie samt fältmätningar på ISA. Resultaten från litteraturstudien är tydliga: nedbrytning av avloppsslam sker mycket långsammare vid högt pH än vid neutralt pH, så att utlakningen av organiskt material ur ett FSA-tätskikt bör vara begränsad och tätskiktets långtidsfunktion bibehålls.

3.3.2 Dragmossens deponi

Bakgrund

Rapporten till projekt Q6-618 [10] beskriver resultat från uppföljning och kontroll av tätskiktet på Dragmossens deponi, Älvkarleby, som består av FSA. Rapporten beskriver också i mindre omfattning uppföljning av deponin Lilla Nyby, Eskilstuna. Dragmossens tätskikt lades ut i ett pilotförsök över en yta på ca. 2400 m² i maj 2004 och täcktes sedan av dränerings- och skyddsskikt. Uppföljningsstudierna påbörjades under sommaren 2004, och omfattar permeabilitetsundersökningar, provtagning och analys av vatten- och gasprover samt en laboratorieundersökning av FSAs beständighet mot nedbrytning under anaeroba förhållanden. Fasta prover från tätskiktet togs i augusti 2006. Pilotförsöket har också bidragit med erfarenheter om tillverkning, transport och utläggning av tätskiktetsmaterial.

Granskning

Projektet har haft för syfte att följa upp Dragmossens deponi och utreda hur tätheten och nedbrytningen utvecklades med tiden efter installationen. Syftet var tydligt och har uppnåtts i rapporten. Enligt författarna [10] var det övergripande syftet ”att verifiera tidigare erhållna resultat och bygga upp en erfarenhetsbank inför kommande regelmässig användning av FSA som tätskikt.” Rapporten hänvisar inte till Askprogrammets mål och hur detta projekt passar in i måluppfyllelse, men projektets

övergripande syfte (tolkat som projektmål) kan direkt relateras till programmets mål för hög avsättning av askor, där askinblandning i FSA potentiellt kan svälja stora mängder aska. Projektmålen har också uppnåtts, men det kan noteras att det är lätt att uppnå ett mål som anknyter till erfarenhetsinhämtning.

Materialet till tätskiktet togs från Mälarenergi AB i Västerås och Vattenfall AB Värme i Uppsala (flygaska) samt från Stockholm Vatten AB (rötat avloppsslam). Blandningen av aska och slam skedde på plats, och författarna rapporterar om vissa driftproblem med tillverkningen av FSA-materialet till den första tätskiktscellen (cell 4). Relativt stora variationer i materialets densitet uppstod under tillverkningen på grund av fel på blandningsmaskineriet och driftstopp, vilket sedan ledde till sämre (högre) permeabilitet i denna cell. Detta redovisas av författarna och kan anses bidra till uppbyggandet av ”erfarenhetsbanken” som är ett av studiens övergripande syften. Valet av ingående tätskiktsmaterial anses vara riktigt och blandningsförhållanden (45 – 50% flygaska) har baserats på tidigare erfarenheter med FSA.

Studien utfördes i fält- och laboratorieundersökningar. I fält användes vatten- och gaslysimetrar för bestämning av vatten- och gassammansättning vid olika nivåer under tätskiktet, avjämningskiktet (under tätskiktet) och täckskiktet. Det finns dock ingen beskrivning i rapporten på hur lysimetrarna konstruerades, installerades eller testades – detaljer som är väsentliga för att bedöma resultat kvaliteten. FSA-materialet inhämtades med skruvborr för att fastställa materialets skrymdensitet, vattenkvot och permeabilitet. Försök med att ta ostörda prover med kolvprovtagare misslyckades i flera fall så att materialet fick handpackas för permeabilitetsbestämning i laboratoriet. Det visade sig att egentillverkning av provkolvar ger ett tätare material än vad förekommer i prover som hade hämtats med kolvprovtagare. Sådana erfarenheter har även rapporterats i andra studier.

Beständigheten av FSA-materialet undersöktes i en laboratoriestudie som pågick i tre år. Inkubationsförsök genomfördes där gasbildning och totalhalten organiskt kol (TOC) mättes i slutna provflaskor vid L/S = 10 och 100 samt efter ympning med bakteriekultur. Det finns dock inga detaljerade uppgifter i rapporten om bland annat försöksförfarandet, provtagningen, analysmetoderna och bakteriekulturen. Det går således inte att bedöma metodval eller kommentera tillförlitligheten av resultaten från dessa försök utan en utförlig beskrivning av dessa uppgifter.

I rapporten redovisas resultat från pilotförsöket vid Dragmossen och Lilla Nyby med avseende på tätskiktets och de övriga lagrens vattenkvot och fältpermeabilitet (Dragmossen) samt skrymdensitet och laboratoriebestämd permeabilitet (Lilla Nyby). Resultaten från vattenlysimetrar vid Dragmossen uppvisade att perkolationshastigheten (”täthet” i rapporten) genom tätskiktet efter två år låg på < 30 mm/år och ofta < 10 mm/år. Detta tyder på en mycket bra tätskiktsfunktion hos FSA-materialet med avseende på vattenperkolation. Utlakningen av lösta ämnen (mätt som elektrisk konduktivitet och DOC) från tätskiktet var relativt konstant under den treårsperiod då provtagningen pågick, medan halt totalkväve ökade. För oorganiska salter kan en sådan relation tyda på jämviktskontroll över porvattenhalter. Det visades dessutom att utlakad

mängd DOC, totalkväve och totalsvavel var tydligt korrelerad till mängd vatten som perkolerade genom tätskiktet. En lägre perkolationshastighet begränsar alltså utlakningen. Denna relation verkar logiskt, men det bör påpekas att analysresultat redovisas för endast två eller tre tillfällen från en tvåårsperiod och det saknas uppgifter om variationer i halt och perkolationshastighet under andra perioder.

Metanbildning har uppmätts i tätskiktet, och författarna har använt sig av CH_4/N_2 -kvoten för att kvalitativt beskriva metanbildningshastigheten. Metan har också mätts under tätskiktet vilket kan tyda på en nedåtriktad diffusion från tätskiktet eller en uppåtriktad diffusion från det underliggande avfallet. Tolkningen av CH_4/N_2 -kvoter med avseende på cellulosedbrytning kan därmed vara svår utan ytterligare studier / data. Utlakningen av TOC borde ge ett tydligare tecken på nedbrytning som förutom metanbildning också kan innefatta fermentering och acetogenes.

Som nämndes ovan är resultaten från laboratorieförsök svåra att tolka p.g.a. avsaknaden av detaljerade uppgifter om försöket. Vissa resultat kan dock kommenteras. Metanutvecklingen under försökets gång ser ut att plana ut efter ett år, men det är oklart om metanhalterna i inkubationsförsöken kan ha någon hämmande effekt på metanbildning; detta bör undersökas, åtminstone med en litteraturstudie.

Resultaten avseende perkolation från pilotförsöken vid Dragmossen bedöms vara tillförlitliga och hållbara, men uppgifter om lysimeterkonstruktion och provtagningsmetodik behövs för att säkerställa tillförlitligheten. Glesa provtagningar medför dock en del osäkerhet kring variabiliteten i perkolationshastigheter. Övriga mätningar på tätskiktets fysiska egenskaper bör vara hållbara så länge resultaten gäller ostörda prover. Det finns större osäkerhet kring gasmätningarna, främst för att gasprover lätt kan kontamineras och för att det finns otillräckliga kunskaper om metandiffusion i deponin. Till slut kan det nämnas att resultaten inte har jämförts med andra studier, men att jämförbara studier kan vara få.

Resultat från de två granskade studierna om FSA i tätskikt (Q4 – 105, Q6 – 618) tyder på en mycket bra funktion av tätskiktet under fältförhållanden. Slammedbrytning i alkalisk miljö i kombination med flygaska förväntas ske mycket långsammare än vid neutralt pH utan aska. Dessa positiva resultat borde följas upp åtminstone några år till för att övervaka tätskiktets prestanda med avseende på perkolation och lakvattenkvalitet.

3.3.3 *Tveta sluttäckning*

Bakgrund

I 2000 fick Telge Återvinning tillstånd att sluttäcka fyra hektar på sin nedlagda hushållsdeponi med askor och andra sekundära konstruktionsmaterial från restprodukter. Ett utkast till slutrapport tillhörande projekt Q6 – 629/635 [16] redovisar grundkaraktisering av tätskiktetsmaterialen, konstruktionen av sluttäckningen samt resultat från fältförsök. Vid skrivandet av denna granskning hade rapporten från projektet inte färdigställts; många resultat fanns från grundkaraktiseringen men få resultat hade ännu rapporterats från fältförsöken. Det är således inte möjligt att granska

projektets resultat enligt samma kriterier som har använts för de övriga projekten (se avsnitt 3.1). Å andra sidan kan en granskning under pågående projektarbete vara ett bra sätt att kunna påverka rapportens kvalitet och fokus vid ett tidigt stadium.

Granskning

Enligt författarna har projektet som syfte att undersöka möjligheter att återvinna samhällets avfallsprodukter genom upparbetning på ett ekonomiskt och miljömässigt acceptabelt sätt. Syftet som sådant är relativt passivt och för brett för att kunna styra arbetet. Det kan dock konstateras att syftet med att ”undersöka möjligheter” har uppnåtts. I en omskrivning skulle jag föredra en direkt hänvisning till askanvändning i tätskikt, hur dess funktion ska bedömas och hur erfarenheter från projektet kan utnyttjas. Projektet har en tydlig koppling till Askprogrammets mål som lyfts fram i första stycket till rapporten. ”Ett stort antal av [deponier] kommer ... att behöva avslutas inom det närmaste decenniet... Potentialen att använda askor från förbränning... bedöms därför som stor.” Projektet har därmed stor potential att bidra med erfarenheter och fältresultat som kan leda till måluppfyllelse.

I tätskiktskonstruktionen har olika material använts, bland annat flygaska, bottenaska, Friedlandlera, och LD-slag. Dessa och andra material har testats i laboratorieundersökningar för att utvärdera materialens lämplighet som komponent i ett tätskikt. Alla resultat har inte varit tillgängliga för granskning, men allt tyder på att relevant material och accepterade analysmetoder har använts. Av särskilt intresse är bedömningen av härdning av tätskiktsskor och karboniseringsförmåga. Eftersom dessa två parametrar har stor betydelse för tätskiktets långtidfunktion är det väsentligt att metoder finns för att uppskatta härdning och karboniseringspotentialen under riktiga förhållanden. En punkt som lyfts fram senare i rapporten är förändringar i tätskiktets funktion efter sättningar i hushållsdeponin. Materialet bedöms kunna ”självläka” vilket innebär antingen att tätskiktet inte har härdat helt, men behåller en inre elastisk konsistens (”modellera”), eller att vatten kan komma åt tätskiktet i tillräckligt stora mängder för att bidra till en återcementering. Härdningen pågår under mycket lång tid, och enligt rapportförfattarna sker dessutom en långsam omvandling av askan till lermineral. Omvandlingen är en gynnsam utveckling med avseende på tätskiktets långtidfunktion eftersom material tycks inneha en hög elasticitet och därmed bra sprickläkningsfunktion.

Laboratorieförsök kan leda till en större förståelse för de faktorer som styr omvandlingsprocesser i askor under lång tid. Rapporten beskriver en påbörjad studie där långtidsstabiliteten och åldrandebeteendet av askor som har använts i tätskiktet undersöks. Studien genomförs som ett multivariat reducerat faktorförsök för att utvärdera effekten av fem faktorer (relativ fuktighet, koldioxidhalt, temperatur, tid och vattenkvalitet). Mineraltransformationer i naturlig miljö tar lång tid, och författarna påpekar mycket riktigt att det är möjligt att påskynda reaktionerna genom att ”välja sådana nivåer för faktorerna som förväntas accelerera omvandlingarna.” Vilka faktorer som ändras för att accelerera omvandlingen har inte uttryckts explicit, men det är främst temperatur som har en överordnad kapacitet för att öka reaktionshastigheter. Det finns i så fall en risk att andra omvandlingsprodukter skapas vid hög temperatur (t.ex. 60°C) än

vid ambient temperatur, och att dessa produkter ger en felaktig bild av tätskiktets egenskaper i deponin. Resultaten från sådana försök bör tolkas med försiktighet.

Rapportens diskussion tar upp nyttan av att studera ”naturliga analogier” där askor har använts som byggnadsmaterial. Detta är ett spännande förslag som borde undersökas vidare. Murbruket i antikens Italien bestod av vulkaniska askor och det kan vara mycket intressant att undersöka bl.a. mineralomvandlingsprocesser och läckage från dessa konstruktioner. Andra naturliga analogier som kan vara intressant i detta sammanhang är asklager från nutida vulkaniska utbrott (på t.ex. island).

Till slut kan det noteras att det är för tidigt att göra en helhetsbedömning av projekt Q6 – 629/635 [16], men att projektet är på rätt väg. Riktiga material och välprövade metoder används för att bedöma materialets lämplighet och tätskiktets funktion, vilket tyder på att projektet kommer att leverera tillförlitliga resultat och värdefulla erfarenheter i tätskiktetskonstruktion och kvalitetskontroll .

3.4 Skog och mark

Skogsproduktion innebär ett uttag av näringsämnen ur skogen med skörden. För att undvika ett underskott på näringsämnen och bedriva en långsiktigt uthållig skogsproduktion kan skördeuttaget kompenseras genom att näringsämnen återförs till skogen. Genom ett antal projekt har Askprogrammet undersökt om askåterföring kan tillgodose skogens näringsbehov samtidigt som negativa effekter av försämrade näringstillgång motverkas. Det finns mycket forskning på det området sedan tidigare, framförallt om askåterföring till skoglig fastmark. Fokus i Askprogrammet har varit på en miljömässig och kostnadseffektiv tillväxt i skogen där askan har tillförts. I praktiken innebär det askgödning av skog på torvmark. För att asktillförseln ska accepteras av skogsägaren måste arbets- och materialinsatsen belönas med ökad tillväxt och därmed en bättre ekonomi.

Arbetsgruppen för delområdet skog och mark har valt två projekt (Q4 – 221, Q4-227/281) för detaljerad kvalitetsgranskning. Arbetsgruppen valde projekt Q4 - 221 [17] eftersom gruppen tyckte att resultaten var mycket intressanta och oväntade, och därmed önskade en detaljgranskning av resultatens tillförlitlighet och bärkraftighet. Projekt Q4 – 227/281 [18] undersöker produktionen av växthusgaser från torvskogsmark efter asktillförsel; projektet är unikt och arbetsgruppen ville få en närmare granskning av resultaten.

3.4.1 Asktilförsel till gran- och bokbestånd

Bakgrund

Asktilförsel till 23 gran- och 10 bokbestånd i sydvästra Sverige respektive Skåne har studerats [17], med särskild fokus på askans effekter på barr- och bladkemi, trädens tillväxt, markkemi, markvattenkemi, samt kol- och kvävedynamik. I projektet har ask- och kontrolltytor jämförts i alla skogsbestånden. På en del av lokalerna fanns tidigare etablerade försök där kontrolltytor redan hade etablerats, men på mer än hälften av lokalerna hade inga kontrolltytor etablerats vid askspridningstillfällena. Vid dessa ställen togs kontrolltytorerna fram i efterhand som var till synes likvärdiga asktytorerna enligt flera

kriterier (t ex likvärdig ålder, grundyta, beståndshomogenitet, topografi). Askbehandlingen bestod i de flesta fall av en dos med två ton självhärdad, krossad aska och två ton magnesiumkalk per hektar skog.

Granskning

Tillsammans med asktillförselns fördelar (bl.a. ökad näringstillgång) finns några påtalade risker med askspridning, till exempel nitratutlakning och kolförluster, och författaren påpekar att det behövs mer forskning för att kunna dra slutsatser om askåterföring i södra Sverige. Syftet med studien [17] är således att ”förbättra kunskapsläget med avseende på effekter av askåterföring på barr/bladkemi, tillväxt, markvattenkemi, samt kol- och kvävedynamik.” Projektet omfattar mycket fältarbete, många mätningar har gjorts och prover tagits. Det kan konstateras att syftet var relativt enkelt att uppfylla eftersom arbetet utan tvekan har lett till ett förbättrat kunskapsläge.

Målet med projektet i relation till programmets mål kan läsas implicit i följande, ”Påtalade risker med askåterföring ... måste dock undersökas bättre för att utforma återföring på ett sådant sätt att oönskade miljöeffekter undviks” [17, s. 1]. En miljöriktig användning genom askåterföring till skogen kräver att riskerna för bl.a. nitratutlakning och kolförluster säkerställs och övervägs mot en eftersträvad tillväxtökning.

Efter att i genomsnitt sju-åtta år hade passerat sedan askspridningen togs prover från kontroll- och askytorna. Prover togs på marken, markvatten, granbarr, boklöv och mätningar gjordes på bl.a. stamdiameter och årsringsbredd. Av allt att döma har provtagning och analys skett enligt praxis och bör vara tillförlitliga. Resultaten som berör direktanalyser (t.ex. på jord, vatten och barr) bedöms vara hållbara, men tolkningar som styrs av beräkningar, schablonvärden (t.ex. mineralvittring, kväveinnehåll i biomassa) och har en tillsynes stor variabilitet har en mycket större osäkerhet och är därmed mindre tillförlitliga.

Författaren har gjort ett medvetet val med att inte analysera dubbla prover eller göra upprepningar på analyser, med motiveringen att många fältlokaler har studerats och det är tendenserna mellan kontroll- och askytor inom hela dataserien som analyseras, inte mätningar från enskilda bestånd för sig. Risken med en sådan ansats är att variabiliteten i mätvärdena (t ex mätfel och naturlig variation) kan vara så stor på de enskilda fältlokalerna så att den osäkerheten propageras till helhetsbedömningen. Det finns två huvudfrågor med avseende på osäkerheter som kan lyftas fram:

Tillväxten. Det finns onekligen osäkerheter kring tillväxtsuppskattningarna. Denna osäkerhet borde ha behandlats i rapporten eftersom en av de mer betydelsefulla slutsatserna i projektet är att den askade och kalkade granbeståndstillväxten har ökat med i genomsnitt 14 % jämfört med kontrollen. Felstaplarna i fig. 3 tyder på spridning i tillväxtmätningar både på kontrollytorna och askytorna. Hur standardavvikelsen för kvoten (tillväxt före askspridning / tillväxt efter askspridning) har beräknats har inte beskrivits och det är därmed inte möjligt att bedöma om den har beräknats på ett statistiskt korrekt sätt.

Näringsbegränsning. En mycket intressant slutsats från arbetet är att fosfor är tillväxtbegränsande på granlokalerna. Som stöd för denna slutsats används bland annat vektoranalys (fig. 4). Detta är ett annat exempel där osäkerheten i slutsatserna är relativt stor, men vektoranalysen presenteras utan felstaplar och osäkerheten är därmed svår att bedöma. I sådana fall där en relativ tillväxt används skall den totala osäkerheten (t.ex. standardavvikelse) visas som den propagerade osäkerheten från mätningar på både kontroll- och askytor.

Enligt författaren visar resultaten [17, s. 29] att ”askåterföring ger eftersträvade positiva effekter – motverkan av försurning av mark och vatten och förbättrad näringsförsörjning hos träd – utan att ge befärad negativa bieffekter som förhöjd N-utlakning och C-förlust. Dessutom visar resultaten att aska ger en liten, men tydlig tillväxtökning i granskog, vilket gör åtgärden mycket lönsam, samt minskad N-utlakning från bokskog, vilket är miljömässigt eftersträvansvärt.” Påståendena är en rad av mycket positiva tolkningar som kunde ha ramats in med mer försiktighet. Dessa positiva slutsatser hamnar i många fall inom osäkerhetsmarginalen och kunde därmed likaväl ha tolkats som ett nollresultat (d.v.s. ingen effekt). Vissa effekter av aska och kalk verkar dock ligga utanför osäkerheten; resultaten tyder på bl.a. signifikanta ökningarna i kalcium- och magnesiumhalter samt basmättnadsgrad i de översta markhorisonerna från främst granbestånden. Sådana resultat är vanliga bland studier på tillförseln av aska och kalk till skog (Lundborg, pers. medd.). Det kan också noteras att det inte finns något övertygande bevis för negativa effekter av asktillförseln. Resultaten från fältprovtagningen och labbförsöken, med hänsyn tagen för osäkerheten, tyder på en jämförbar C- och N-status på kontroll- och askytorna (t.ex. nitrathalter i markvatten, C/N-kvoter, kväveminerisering) och att något större förändring inte har skett.

Denna granskning tyder på att slutsatserna från projektet inte är tillräckligt grundade för att kunna ge stöd till en rad positiva effekter av ask- och kalktillförsel. Resultaten i sig, med hänsyn tagen till osäkerheterna, bedöms vara hållbara, men slutsatserna stöds inte av resultaten och kan inte därför bedömas som hållbara. Osäkerheterna är relativt stora i vissa fall, och effekterna av askåterföring/askgödsling som onekligen är positiva eller negativa kan ej åtskiljas från ”databruset”, åtminstone efter de i genomsnitt 7 – 8 åren efter askspridning. Det medges däremot att det finns en *tendens* till positiva effekter. Tidigare sammanställningar visar att det ofta inte går att urskilja signifikanta resultat i de enskilda undersökningarna, men att trenderna syns i en mängd projekt som ofta drar åt samma håll (Lundborg, pers. medd.). För att få mycket tydligare bevis på tillväxt finns det därför anledning att utföra fältförsök med en mycket större asktillförsel (t.ex. 10 ton aska per hektar) än som vanligtvis används (2 ton aska per hektar).

3.4.2 Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige

Bakgrund

I ekosystem på torvmark finns en stor andel av vissa näringsämnen, särskilt kalium och fosfor, i trädens biomassa. Med uttag av grenar och toppar (GROT) i samband med avverkning sker alltså en relativt stor export av vissa näringsämnen från skogen. För att undvika risken för näringsstörningar och minskad skogsproduktion behövs någon näringskompensation, vilken kan ske i form av handelsgödsel eller bioaska. Studier om

näringskompensation på torvmark har generellt hävdats att det finns en mätbar ökning i träd tillväxt efter askåterföring [18]. Det finns dock ett antal vetenskapliga frågor som har väckts i samband med askgödsling på torvmark, inklusive kväve- och fosforomsättning i torven, långsiktiga effekter av tungmetaller i askan, och omsättning av växthusgaser (koldioxid, CO₂; metan, CH₄; lustgas, N₂O). Medan en ökad träd tillväxt p.g.a. näringstillskottet skulle leda till en ökad kolfixering i biomassan finns det också en eventuell risk med att pH-ökningen i samband med askspridning skulle bidra till en ökad torvnedbrytning och kväveomsättning och därmed en ökad emission av CO₂, CH₄ samt N₂O.

Granskning

Projekt Q4 – 227/281 [18] har haft som syfte att studera skogsproduktion och miljöeffekter efter tillförsel av aska från bibränslen på dränerad och beskogad torvmark. Miljöeffekterna inbegriper bland annat avgången av växthusgaser samt påverkan på avrinnande vatten och grundvatten. Projektet har motiverats av den potential som finns för att öka skogsproduktion på dikade torvmarker efter tillförsel av aska, och för att undersöka miljöeffekter av åtgärderna. Projektet har onekligen uppfyllt sina syften. Projektets mål i relation till Askprogrammets mål är inte omnämnt i rapporten, men en viktig fokus i projektet ligger på produktionen av växthusgaser vilket skulle vara ett hinder mot en miljöriktig användning av askor. Dessutom uppskattas en potentiell årlig avsättning av aska för askgödsling tidigt i rapporten, vilket ger intrycket av att Askprogrammets mål för ökad avsättning har beaktats.

Projektet utfördes som två fältförsök i Småland. Det ena försöket (Anderstorp) var ett parcellförsök där skogsproduktion och växthusgasemissioner studerades, och det andra (Bredaryd) var ett avrinningsområdesförsök där flödet av växthusgaser och vattenkemi (grundvatten och avrinnande vatten) mättes. Askan tillfördes för hand (Anderstorp) med en låg dos (3,3 ton/ha) och en hög dos (6,6 ton/ha), och med en gödslingscentrifugalspridare (Bredaryd) med en beräknad medeldos på 3,1 ton/ha.

Projektet har utformats väl för att undersöka effekterna av asktillförseln på träd tillväxt, barkkemi, vattenkemin hos grundvatten och avrinnande vatten, samt flödet av vissa växthusgaser från markytan. Valet av fältplatserna och övrigt material är relevant för projektets syfte och frågeställningar, och metodvalet kan i de flesta fall utvärderas och bedöms vara riktigt. Provtagning och analys av växthusgaser (CO₂, CH₄, N₂O) är däremot svårare att bedöma trots en halvsidig beskrivning i rapporten. För detaljer om provtagning och analys hänvisas läsaren till en publicerad tidskriftsartikel. Med tanken på nyhetsvärdet och potentiella relevansen av dessa mätningar borde försöksupplägget, mätmetoder, och utvärdering av mätdata ha beskrivits på en högre detaljnivå. Gasflöden har beräknats från en serie gasmätningar, men de individuella mätvärden har inte redovisats, vilket försvårar tolkningen av resultatens tillförlitlighet. Dessutom har QA/QC-procedurer inte redovisats.

Resultaten från projektet bedöms vara tillförlitliga och någon större källa för mät- eller analysfel har inte identifierats. Någon effekt av asktillförseln på träd tillväxten uteblev, men försökstiden var för kort för att mäta en tillväxtsförändring med någon

säkerhetsmarginal. Detta nollresultat kan testas i framtiden om studien följs upp med nya tillväxtmätningar. Det kan dock vara svårt att kvantifiera tillväxten med någon större säkerhet vid mindre doseringar (t.ex. 3,3 ton/ha). Som har diskuterats i avsnitt 3.4.1, osäkerheten i tillväxtmätningar är icke försumbar; större doseringar borde leda till en tillväxt som är större i proportion till osäkerheten.

De största frågetecknen kring resultaten ligger i emissionen av växthusgaser och överföringen av resultaten till andra fältlokaler. Jämfört med de flesta andra mätningar som gjordes är emissionerna av växthusgaser kraftigt styrda av mikrobiologiska processer och förhållanden under markytan, variabler som är mycket plats specifika och kan uppvisa relativt stor variabilitet. Detta noteras av författarna med påståendet att ”de ... uteblivna effekterna på N₂O-avgivningen ... sannolikt inte är överförbara till mer bördiga (C:N-kvot < 25) dikade torvmarker.” Det är därför viktigt för framtida studier att under olika förhållanden efter askåterföring fastställa vilka parametrar (t.ex. pH, djupet till grundvattenytan) som är avgörande för ökade emissioner av växthusgaser. Slutligen vill jag betona att resultaten från projektet är mycket intressanta, och trots de osäkerheterna som finns med vissa mätningar bedöms resultaten att vara hållbara.

3.5 Miljö och kemi

Arbetsgruppen för delområdet miljö och kemi har valt tre projekt (Q4 – 104, Q4 – 142, Q4- 234,) för granskning. Arbetsgruppen valde dessa projekt för att de bedömdes vara kritiska för programmets framgång och kvalitet.

3.5.1 Vägledning klassificering enligt Avfallsförordningen

Bakgrund

Sedan januari 2002 har Avfallsförordningen (2001:1063) innehållit regelverket för klassificering av avfall som farligt eller icke-farligt avfall. I klassificeringen ligger bedömningen av ett antal farliga egenskaper (t.ex. brandfarlighet, toxicitet, mutagenicitet, carcinogenicitet med beteckning H1 – H14) som relateras till halten av oorganiska och organiska ämnen. Det har dock visat sig att Avfallsförordningen är mest lämpad för klassificering av icke komplexa kemiska ämnen och beredningar; klassificeringen av komplexa avfallssorter är mycket svårare. Detta beror främst på att ett mycket stort antal ämnen måste undersökas enligt förordningen för att hälsofarlighetsegenskaperna skall kunna bedömas. Bedömningen försvåras också av att det finns dubbla ingångar för förbränningsrester och att det saknas kriterier för bedömning av ekotoxicitet (H14) och avfall som kan ge upphov till annat farligt ämne (t.ex. ett lakvatten; H13).

Granskning

Projekt Q4 – 142 [19] har haft som syfte att ”utveckla och redovisa förenklad och praktiskt användbar metodik för klassificering av förbränningsrester från energianläggningar enligt Avfallsförordningen.” Klassificeringen av förbränningsrester är av stor betydelse för askanvändning eftersom klassificeringen är styrande för insamling, rapportering och transport av askor. Klassificering utgör ett led i bedömningen om och hur vissa förbränningsrester får deponeras och om de kan utnyttjas

som en resurs i, till exempel, vägbyggen. Det finns en tydlig koppling mellan klassificering och avsättningspotential och således med Askprogrammets mål. Det är min bedömning att rapporten har lyckats uppnå syftet med studien, och att en användbar och trovärdig metodik för klassificering har redovisats på ett trovärdigt sätt.

Rapporten har givit en översiktlig beskrivning av askors kemi inklusive hur reaktiviteten ändras med lagringstid samt vattenkontakt. Reglerna har beskrivits för avfallsklassificering som farligt eller ej, och oklarheterna vid klassificering har lyfts fram. Rapporten beskriver sedan hur reglerna för klassificering kan utvecklas i generella termer för att underlätta klassificeringen, där bl.a. oklarheter mellan kemikalielagstiftningen och Avfallsförordningen tas upp. Till slut presenteras en förenklad klassningsmetodik. Redovisningen som presenteras ovan är tydligt och pedagogiskt framställd, och det är uppenbart under läsningen att klassificeringen under det nuvarande förordnandet är ogenomförbar utan en klassningsmetodik som är anpassad till komplexa avfall.

För att underlätta bestämningen av innehållet av hälso- och miljöfarliga ämnen antas att varje grundämne som skall bedömas förekommer i form av en referenssubstans (t.ex. blyoxid för bly). Specifika kriterier för valet av dessa referenssubstanser beskrivs i rapporten, och författarna är nogga med att påpeka att försiktighetsprincipen har tillämpats. En genomläsning av kriterierna och valet av referenssubstanser visar att metoden är välgrundad. Däremot kan två av kriterierna vara svåra att uppfylla: 1) referenssubstanserna ”skall återspegla förbränningsresternas egenskaper med hänsyn tagen till förändringar över tid”, och 2) de ”skall återspegla askans egenskaper med hänsyn tagen till nya ämnen som kan bildas.” Osäkerheten kring ett ämnes beteende och omvandling i framtiden är troligtvis för stor för att kunna identifiera en *representativ* referenssubstans. Svårigheten med att identifiera referenssubstanser för vissa ämnen exemplifieras med arsenik och krom; referenssubstanserna arsenik(III)oxid och en 50/50-blandning av krom(III)- och krom(VI)oxider visar förmodligen större löslighet och rörlighet än de verkliga förekomstformerna. Vägledning för bedömningen av ett avfalls farlighet har därmed tillämpat försiktighetsprincipen och referenssubstanser har valts som inte underskattar rörligheten av ämnena i förbränningsrester.

Resultatet av projektet är en klassningsmetod för förbränningsrester som inkluderar kemisk analys av 15 grundämnena och fyra klasser av organiska ämnen (dioxiner, PAH, HCB och PCB) som är mest relevanta för en bedömning om farlighet. Denna metod är en stor förenkling mot förfarandet som beskrivs i Avfallsförordningen och undanröjer en del oklarheter som finns i både Avfallsförordningen och kemikalieinspektionens föreskrifter. Vägledningen har genomgående använt sig av ett hållbart resonemang vilket kan leda till en mer rättvis avfallsklassning och därmed större möjligheter för askanvändning i anläggningsbyggen.

3.5.2 Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, etapp 1 och 2

Bakgrund

Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande har tagits fram med hjälp av materialet som presenteras i etapp 1 av projektet (rapport 879 [20]) och etapp 2 (rapport 979 [21]). Rapporten för etapp 1 [20] beskriver den relevanta lagstiftningen som tycks gälla för ett nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande. I allmänhet gäller miljöbalkens portalparagraf (1 kap 1§) och miljöbalkens allmänna hänsynsregler (2 kap) för allt anläggningsarbete. Det finns dock andra föreskrifter och regler som träder in beroende på anläggningsändamål, t.ex. regelverk för klassificering av avfall och prövning av miljöfarlig verksamhet. Hur askor hanteras i tillståndsärenden är starkt beroende av om aska anses vara avfall eller produkt, där produktifieringen sker efter fysikalisk eller kemisk bearbetning. Enligt rapportförfattarna [20], ”användning av askor i anläggningsbyggande – med den nuvarande tolkningen av avfallslagstiftningen – anser vi i första hand betraktas som en återvinning av avfall.”

Etapp 2 av projektet *Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande* [21] tar fram ett förslag till miljöbedömningssystem för askanvändning i anläggningsbyggande, vilket i detta fall handlar om en vägkonstruktion där aska är tänkt som konstruktionsmaterial. Eftersom projektet mynnar ut i ett förslag till generella miljöriktlinjer som kan ha stora konsekvenser för askanvändning är det främst framtagandet av dessa riktlinjer som granskas här.

Granskning – etapp 1

Etapp 1 i projektet [20] presenterar de befintliga regelverk som styr asknyttjandet i anläggningsbygge, och som sådant verkar rapporten saklig. Rapportförfattarna ger en trolig tolkning av hur bl.a. miljö kvalitetsmålen och miljöbalken kan tillämpas ur ett perspektiv för askanvändning i anläggningsbygge. Det kan noteras att rapporten färdigställdes under 2004, och det kan finnas anledning att uppdatera texten med avseende på nya beslut och prövningar. Exempelvis har vattendirektivet sedan 2004 blivit lagstiftning i Sverige, miljö kvalitetsnormer för ytvatten hanteras omgående, och länsstyrelser börjar se över åtgärdsplaner.

Produktifieringen av aska genomsyrar diskussionen, och goda exempel ges (kap 2.11) där användning av restprodukter i anläggningsbyggande har tillåtits enligt gällande avfallslagstiftning. Författarna efterlyser entydiga officiella beslut från miljömyndigheterna som redovisar formella förutsättningar för produktifiering av materialet, eller användning av materialet i egenskap av avfall. Rapporten gör det ytterst tydligt att en dialog mellan askproducenter och miljömyndigheter är nödvändig för att åstadkomma en ökad askanvändning.

Granskning – etapp 2

De uttalade målsättningarna med etapp 2 är att arbeta fram 1) ett förslag till miljöbedömningssystem för askanvändning i anläggningsbyggande, och 2) ett förslag till generella miljöriktlinjer. I båda fallen har projektet uppnått sina uppsatta mål. Projektets mål har en mycket tydligt koppling till programmets mål på det viset att

acceptansen för de föreslagna riktlinjerna skulle ha stor betydelse för en miljöriktig och ökad askanvändning i anläggningsbygge. I dagsläget kan det dock konstateras att myndigheterna gör en annan bedömning av miljöriktlinjer som ska gälla för återvinning av avfall i anläggningsbyggande [8].

Projektet (etapp 2) kan nog delas upp i tre moment vad gäller beskrivningen av modellparametrar och beräkningen av 1) riktvärden baserade på hälsorisk och påverkan på markkvalitet från spridning av askpartiklar, 2) riktvärden baserade på hälso- och miljörisk baserat på lakbart innehåll, och 3) halter i askor som potentiellt kan utgöra hälsorisk, baserade på emissioner efter anläggningen tas ur bruk. Projektet har använt sig av samma beräkningsmodell för exponering via de totalhaltsbaserade exponeringsvägarna som i bedömningsgrunderna för förorenad mark [22], och i beräkningen av exponering för de lakbara ämnena har en spridningsmodell också använts. Ett stort antal variabler och parametrar har använts i modellerna, och det ligger utanför denna granskning att utvärdera alla parameterintervall. En bedömning av modellens tillförlitlighet kan därmed inte presenteras i utvärderingen. Däremot kommer några parametrar, antaganden och systemgränser diskuteras nedan.

Det kan poängteras att en del av modellparametrarna som baseras på empiriska data, t.ex. för att dimensionera emissionen av damm till omgivningen, är få och samtidigt avgörande för emissionens storlek. Det vore intressant med en känslighetsanalys för att se hur dessa val påverkar storleksordningen på riktvärden. Det finns givetvis många parametrar som är uppskattade, men arbetet skulle få en ökad trovärdighet och tillförlitlighet om utfallet av en känslighetsanalys hade redovisats. Studien har dock tagit hänsyn till kompletterade data/parametrar som inte finns med i Naturvårdsverkets beräkningsmodell för förorenad jord.

Under driftperioden är hälsoriskerna baserade på exponering för dammpartiklar som har spridits från vägkroppen. Modellberäkningarna visar att exponering genom konsumtion av växter som har utsatts för damning är i många fall (t.ex. arsenik, bly, kvicksilver) avgörande för riktvärden. En öppen fråga i detta sammanhang handlar om sannolikheten att en grönsakskonsument får 30% av sina grönsaker från ett område som ligger 20m från en grusväg under hela sitt liv, och att konsumenten sköljer bort 90% av askan före tillagningen. Det finns en stor osäkerhet kring dessa parametrar, men enligt författarna har försiktighetsprincipen tillämpats här vid bedömningen av 'ringa risk'.

Projektet har tagit fram riktvärden för hälso- och miljörisk baserade på askans lakbara innehåll som gäller för exponering genom intag av grundvatten och miljöeffekter på angränsande ytvatten. Många parametrar i modellen är konservativt valda (t.ex. lakvattenbildning, höga koncentrationsgradienter vid vägkanten som maximerar diffusionen, ingen utspädning från väg till brunn, hög hydraulisk konduktivitet i akviferen) så att spridning till grundvatten och angränsande ytvatten är troligtvis inte underskattad. Andra parametrar såsom fördelningskoefficienter (K_d) har hämtats ur litteraturen och är försiktigt satta för att inte underskatta ämnestransport. K_d -värden är ytterst beroende av pH och lokala förhållanden, så det är därför troligt att det finns mycket osäkerhet i de K_d -värden som används i modellen. Beräkningarna baserade på

askans lakbarhet tyder på att, för en del askor i oskyddade konstruktioner, utlakning av lösliga ämnen såsom sulfat och klorid kan utgöra mer än ringa risk för påverkan på grundvattenkvalitet. Det bör noteras att riktlinjerna för sulfat och klorid har baserats på tekniska och estetiska kriterier (d.v.s. korrosionsrisk respektive smak) och inte hälsokriterier som saknas för dessa ämnen [23]. Det vore intressant att jämföra kloridspridning från en askgrusväg och från en väg där vägsalt används på vintern för halkbekämpning.

En riskbedömning har genomförts för fallet då en askkonstruktion tas ur bruk och vägbyggnadsmaterialet lämnas kvar. I detta fall är vägen ett minne blott, vuxna och barn vistas i området, och växter odlas på marken som innehåller aska. Resultaten från dessa beräkningar tyder på att det är framförallt arsenik i askor som kan utgöra mer än ringa risk för exponering genom damning. Precis som i de andra modellberäkningarna har systemgränserna och parametrarna valts av allt att döma god säkerhetsmarginal. Parametrar som har överordnad betydelse för riskbedömningen är exponering per år i antal dagar och årlig konsumtion av växter från vägens närområde. Angående växtkonsumtion har författarna antagit att askan inte längre utgör ett homogent lager utan har blandats ut med naturliga jordmaterial där grönsaker kan växa [21, s. 25], men rapporten har inte förklarat hur pass mycket askan har blandats ut efter vägen tas ur bruk. Det är därför svårt att avgöra betydelsen av ett sådant antagande. Grundförutsättningen för damning - att ett skyddslager saknas på askan som kan förhindra damning - är en systemgräns som har stor inverkan på beräkningsresultat. Beräkningarna förutsätter t.ex. att askan är frilagd inom överskådlig tid, men det verkar mer sannolikt att damning så småningom skulle bli kraftigt begränsad på grund av en ackumulering av naturligt jordmaterial och förna.

4 Kommunikation och kunskapsspridning

4.1 Kommunikations- och kunskapsspridningskanaler

Information om Askprogrammets verksamhet sprids genom olika kanaler. Forskningsresultat når ut primärt genom rapporter och sammanfattningsblad som publiceras på Askprogrammets webbplats www.askprogrammet.com. Forskningsresultat sprids också på konferenser, både i Sverige och internationellt. Det kan dock påpekas att publicering av projektresultat i granskade internationella tidsskrifter har varit måttlig. Generellt sett har det varit forskare på universitet och forskningsinstitut som har svarat för den internationella publiceringen, fast undantag finns. Detta kan förklaras med 1) att anslag tilldelas inte enbart forskare men också konsulter och industrijänstemän som inte får tillfälle att skriva vetenskapliga artiklar, och 2) att projekt kan vara av mycket tillämpad karaktär (t.ex. projektet ska prova tre stycken olika askor samt att utvärdera funktionen och lämpligheten hos de provningsmetoder som använts, Q4 - 282) så att resultaten i allmänhet inte går att publicera.

Förutom Värmeforskrapporter sprids Askprogrammets resultat som vägledningar och handböcker. Formellt sett är dessa också rapporter, men har inte skrivits som typiska forskningsrapporter utom instruktionsböcker för entreprenörer. Det har dock noterats att handböckerna inte har fått lika stort genomslag som önskat.

Kunskap om programmet sprids också med nyhetsbrevet *Askor & Miljö* som utdelas två till tre gånger per år. Av alla spridningskanaler är det nyhetsbrevet som får största spridningen och når ut till intressenter på kommuner, länsstyrelser, andra myndigheter och privata företag. Seminarier är ett annat sätt för Askprogrammet att nå ut med resultat. Sedan 2003 har tre seminarier hållits där bl.a. pågående projekt och resultat från Askprogrammet presenterats. Seminarier har också hållits av andra organisationer och myndigheter (t.ex. Skogsstyrelsen, Svensk Fjärrvärme, Naturvårdsverket) där resultat från Askprogrammet har presenterats till en bredare församling.

Svenska EnergiAskors film *Askvägen* har använts inom nätverket för att marknadsföra askanvändning i vägar. Filmen är pedagogiskt framställd och har visats i samband med möten med miljö- och hälsoskyddsinspektörer på miljökontoren, i syfte att belysa frågor angående genomförande och miljöriktighet av askanvändning.

I databasen Allaska har de data samlats om askors egenskaper som framkommit inom Askprogrammets olika projekt. Uppgifter om ungefär 460 material redovisas i databasen. Databasen är lättillkomlig och presenteras på både svenska och engelska.

Under 2007 har en kurs ”Miljöbedömning vid användning av energiaskor” utvecklats som tar upp möjligheter och begränsningar för en miljöriktig avsättning av energiaskor. Särskild målgrupp är handläggare från kommuner och länsstyrelser men även studenter och materialägare kommer att kunna läsa kursen. Kursansvariga har för avsikt att lansera kursen våren 2008.

4.2 Enkätundersökningen, 2005

2005 genomfördes en kvalitativ enkätundersökning [24, projekt Q4 – 300] som var avsedd att ligga till grund för framtida åtgärder för att förbättra kunskapen om miljöriktig användning av askor samt förbättra information och kommunikation med omvärlden. Undersökningen utfördes som 30 stycken telefonintervjuer med personer från bl.a. miljöenheter på länsstyrelser, miljökontor, entreprenörer, vägföreningar, askproducenter och andra myndigheter. Syftet med undersökningen enligt författaren till rapporten [24] var att ta reda på:

- Om respondenterna har varit i kontakt med materialet askor
- Deras kunskap om askor och Askprogrammet
- Hur frågor om askor hanteras
- Hur man ser på materialet askor ur användningssynpunkt. Attityder.
- Varifrån får man kunskap om askor
- Vilket kunskaps- och erfarenhetsutbyte har man i dessa frågor
- Vilka frågor är avgörande för en framgångsrik användning av askor
- Vilken information behöver man? På vilket sätt?

Enkätundersökningen ledde fram till ett antal rekommendationer, som kan grupperas efter rekommendationer rörande hantering och kunskapsspridning. Undersökningen har också lämnat rekommendationer till energiföretagen, som inte kommenteras här. Rekommendationerna till Svenska Energiaskor sammanfattas nedan:

Hantering

1. Fortsätt att arbeta gentemot myndigheter för att få en större enhetlighet i bedömningen om användbarheten av askor till olika ändamål

Kunskapsspridning

2. Producera lättillgängliga och begripliga referensfall med kontaktpersoner som kan distribueras till intressenter
3. Producera handgripliga tips, gärna med visningar på plats
4. Skriv handböcker
5. Fortsätt med nyhetsbrevet och uppdatera hemsidan regelbundet
6. Gör rapporter sökbara på nätet; öka sökbarheten så att Askprogrammets rapporter också kan sökas fram på universitetens databaser
7. Fortsätt att göra lättbegripliga sammanställningar av rapporter.
8. Fortsätt med att ta fram synteser samt även göra lättillgängliga sammanfattningar av dessa. Försök att föra ut information till press.
9. Arrangera seminarier också med branschorganisationer
10. Gör databasen Allaska öppnare så att även handläggare på miljökontor kan gå in och titta
11. Askprogrammet borde ge ett underlag för kommunikation till allmänheten som de enskilda askproducerande företagen kan använda istället för att var och en ska behöva fundera över det själv.
12. Gör särskild insats gentemot entreprenörer för att intressera dem för askor samt hjälpa de som håller på med detta att lära känna varandra och byta erfarenheter.

Grunden till rekommendation 1 verkar vara den relativt stora frustrationen hos länsstyrelser och kommuner angående en otydlig lagstiftning rörande askhantering. Frustration finns även hos producenter och entreprenörer som kan få olika besked om askanvändning beroende på vilken sida om kommungränsen man jobbar. Många efterfrågade mer stöd från Naturvårdsverket med tolkning av lagstiftningen och ett flertal efterlyste riktlinjer för askanvändning. Entreprenörerna drar sig för att använda askor i anläggningsbygge bl.a. på grund av en osäkerhet i miljöeffekter, otydligt regelverk, och att Naturvårdsverket är avvaktande med avseende på askanvändning. Punkt 1 är nog den svåraste rekommendationen att följa men är också en bekräftelse av det pågående arbetet. Arbetet gentemot myndigheterna syns tydligast i framtagandet av ett förslag till miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbygge [21].

Resterande rekommendationer 2 – 12 är mer direkta i karaktären, med ett antal punkter om kunskapsspridning som bör övervägas. Det är tydligt att medan forskningsrapporter uppskattas och det önskas att de ska vara lättillgängliga, så är även men ”lättbegripliga” sammanfattningar och referensfall viktiga.

Askprogrammet har implementerat eller deltagit i ett antal specifika åtgärder sedan enkätundersökningen:

- Handböcker har producerats för användningen av flygaska i vägar (Q4 – 270), slaggrus i vägar (Avfall Sverige) samt flygaskastabiliserat avloppsslam (FSA) i tätskikt (Q6-602).
- Handboken om FSA i tätskikt följdes upp av en workshop i oktober 2007. Handboken ingår i ett större vägledningsprojekt (Q6-605) för användning av alternativa konstruktionsmaterial på deponier.
- Vägledning för avfall i vägar, ”Vägledning – Alternativa material i väg- och anläggningsbyggnad”, tas fram av Vägverket. Askprogrammets vägledningar har legat till grund för Vägverkets vägledning och Askprogrammet räknas som en viktig aktör i arbetet (Rogbeck, pers. medd.).
- Visningar av tätskiktsinstallationer har genomförts av Geo Innova på Tekniska verken, Huddinge och Dragmossen.
- Svenska EnergiAskor har producerat filmen ”Askvägen” om vägbygge med flygaska.
- Svenska EnergiAskors och Askprogrammets webbsidor uppdateras regelbundet.
- Databasen Allaska är sökbar från webben men det finns utrymme för förbättringar.
- I april 2007 gick Askprogrammet ut med information till askproducenter angående explosionsrisken som ett resultat av vätgasbildning i askor. Rekommendationer föreslogs till åtgärder för att minimera explosionsrisken.
- En entreprenör, Vägverket Produktion, var aktivt engagerad i projekt Q6-632 där askor skulle användas i bär-/förstärkningslager i en vägsträcka. Vägen konstruerades dock utan alternativa material p.g.a. tidskäl. Projektgruppen meddelade dock att entreprenören också gav intrycket av att det var krångligt att bygga med aska och att det fanns därmed ett visst motstånd till askanvändningen. Ett projekt (Q6-620) har inte blivit av på grund av att

entreprenören/markägaren inte ville ta det långsiktiga ansvaret för slaggruset i väggkroppen utan en mycket hög ersättning.

Det är endast aktuellt med en uppföljning till enkätundersökningen från 2005 om åtminstone en del av rekommendationerna har följts, eller om det finns anledning att tro att en förändring i attityd har skett.

4.3 Faktorer som påverkar resultatgenomslag

Det finns flera faktorer som påverkar resultatgenomslag och därmed förtroendet för askanvändning hos olika aktörer, inklusive kanalerna för kunskapsspridning (rapporter, seminarier, kurser), tillförlitligheten i resultaten, kommunikation med myndigheterna, och uppvaktning av beslutsfattare. Lobbying bedrivs inte av Askprogrammet, men programmets resultat utnyttjas av bl.a. Svenska EnergiAskor i sina kontakter med myndigheterna. Remissvarsskrivning är också ett sätt att nå ut till och kommunicera med myndigheterna; Askprogrammet har bidragit med underlag för Svenska EnergiAskors remissvar till bl.a. Kemikalieinspektionen (miljömål Giftfri miljö) och Boverket (miljömål God bebyggd miljö) under 2007.

Goda exempel är programmets starkaste verktyg för att få resultatgenomslag och därmed ökad askanvändning. Workshopen om FSA i tätskikt och kopplingen till FSA-handboken är ett exempel på lyckad informationsspridning; ytterligare workshops kan vara ett sätt att marknadsföra olika tillämpningar med framgång.

Det är inte tillräckligt att i sig få ett ökat förtroende för resultaten utan att det också leder till en ökad askanvändning. Askprogrammet strävar efter att vinna gehör för diverse miljöriktiga användningar i samhället, men möts ibland av skepsis och missförstånd. Det finns dock tecken på att Askprogrammets resultat har börjat nå ut: askproducenter bemöts nu av en större acceptans för askanvändning än under före programperioden (styrgruppen, pers. medd.) och det har blivit lättare att tala om askor i allmänhet (Ribbing, pers. medd.). Genom sin informationsspridning är Askprogrammet på rätt väg, men det har visat sig att det tar mycket tid för resultat att få genomslag hos myndigheterna och användarna så ytterligare insatser bör genomföras (t.ex. seminarier, workshops) för att presentera en avvägd bild på askutnyttjande.

5 Askprogrammets nätverk

5.1 Stygruppen, arbetsgrupperna och projektgrupperna

Askprogrammet har ett omfattande nätverk baserat på projektgrupper och deras referensgrupper samt arbetsgruppen och styrgruppen (tabell 5). Den programansvariga för ”Miljöriktig användning av askor” kan ses som spindeln i nätet som knyter samman hela nätverket och har överblick över hela programmets verksamhet. Som visas i figur 2 har projektgrupperna med sina referensgrupper tät kontakt med den programansvariga. Företag och myndigheter som tillämpar programmets forskningsresultat finns på en annan nivå, medan finansiärerna finns i en yttre ring som omfattar berörda inom programmet. Organisationer och myndigheter som har representanter i arbetsgrupperna och styrgruppen presenteras i tabell 5.

Förutom nätverket som har direkt anknytning till Värmeforsks verksamhet och forsknings- och utvecklingsprojekt finns det också värdefulla lokala nätverk som inte syns i Askprogrammets arbetsstruktur. Nätverk med lokala myndigheter och entreprenörer kan vara oerhört viktiga när det gäller att förverkliga exempelvis ett anläggningsprojekt.

Tabell 5. Organisationer som representeras i styrgruppen och de fem arbetsgrupperna.

Table 5. Organizations that are represented in the steering committee and the five working groups.

Stygrupp	Skog	Geoteknik	Deponi	Miljö & kemi	Infogrupp
Holmen	C4 Energi	Econova	Holmen	ÅFORSK	Energiaskor
MinFo/Cementa	Naturbränsle	Stockholm Expl.kontor	Ragn-Sells	Metso Power	Söderenergi
SIGI	SLU, Uppsala	Holmen	Stora Enso	Ragn-Sells	Energiaskor
Stora Enso	Eskilstuna Energi	Mälarenergi	E.ON	SIGI	
E.ON	Fortum Värme	Ragn-Sells	SYSAV	Stora Enso	
SÖRAB	Holmen	Stora Enso	SÖRAB	E.ON	
TV i Linköping	Jämtkraft	E.ON	TVL	Söderenergi	
Telge	Stora Enso	Naturbränsle	Telge	Vattenfall	
Umeå Energi	E.ON	Vattenfall	Göteborg Energi	Umeå Energi	
Vattenfall	Södra Cell	STEM	Fortum	Öresundskraft	
ÅFORSK	Vattenfall	VTI	Katrinefors Kraftv.		
STEM	STEM	Vattenfall			
Stockholm Expl.kontor	Öresundskraft				
Naturvårdsverket	Södra Skogsägarna				
Fortum Värme	ENA Energi				
Öresundskraft					
SLU, Umeå					
SYSAV					



Figur 2. Skiss över Askprogrammets forskningsnätverk. Inre ringen (gul) består av projektgrupperna och sina referensgrupper som håller på med forskning och utveckling. Mellersta ringen (grön) innehåller företag och myndigheter som tillämpar forsknings- och utvecklingsresultaten (medlemmar i referensgrupper kan också finnas här). Yttersta ringen (blå) består av finansiärerna. Bilden visar enbart organisationerna som har varit medsökande på beviljade forskningsansökan till Värmeforsk under programperioden 2006 – 2008. Ordning och placering inom varje nivå håller ingen betydelse.

Figure 2. Diagram of research network. The inner ring (yellow) consists of the project groups and their reference groups that are involved in research and development. The middle (green) ring contains companies and authorities that apply the results from the research and development studies (members in reference groups may also be present here). The outer ring (blue) consists of financiers. The illustration only shows the organisations that have received funding from Värmeforsk during the program period 2006 – 2008. Order and placement within every level has no implication.

5.2 Nyttan med nätverket

Det finns en enhällig samstämmighet bland medlemmarna i Askprogrammets arbetsgrupper och styrgruppen att nätverket har varit till stor nytta. Nätverket har inte enbart främjat forsknings- och utvecklingsprojekt men har också skapat broar mellan olika aktörer, allt från producenter till mottagare. Det har alltid funnits bra nätverk inom avfallsbranschen, men de har nu vävts ihop med Askprogrammet vilket är en viktig komplettering för Avfall Sveriges aktörer (Bristav, pers. medd.). Genom sina olika projekt och seminarier har Askprogrammet underlättat för diskussioner om askfrågor med andra som har koppling till programmet. Nedan följer en lista med exempel på hur nätverket har varit till nytta:

- Det breda nätverket har bl.a. underlättat arbete med projektgrupperna och valet av medlemmar till referensgrupper.
- Nätverket har skapat en samlingspunkt för branschens och industrins respons till åtgärder och regelverk som påverkar industrin (t.ex. Naturvårdsverkets kriterier för avfallsanvändning).
- Nätverket utnyttjas i konsekvensanalysen av Naturvårdsverkets kriterier för avfallsanvändning.
- Nätverket kan samlas kring remissvar (t.ex. Svenska EnergiAskors remissvar till Kemikalieinspektionen och Boverket).
- Nätverket har varit till hjälp i frågan om cesium-137 i askan i Uppsala.
- Konsultuppdrag med anknytning till askor och askanvändning har ökat under senaste åren.
- Styrgruppens och arbetsgruppernas arbetskolleger har börjat samarbeta med människor inom nätverket, på grund av företagets engagemang i Askprogrammet.

En händelse som exemplifierar nyttan med nätverket har koppling till SSI:s föreskrift om förekomst av cesium-137 i aska (25). Nätverket protesterade i 2005 mot att SSI avsåg att ge en haltgräns för Cs-137 och påverkade SSI till att istället utgå från funktionen att det läcker ut från askan samt att gränsen för Cs-137 för askåterföring kunde höjas från 5 till 10 kBq/kg TS. Nätverket skrev ett sakligt remissvar (Lundborg, pers. medd.) vilket innehöll forskningsresultat om Cs-137 i aska. Detta remissvar påverkade flera andra instansers remissvar, exempelvis Svebio.

6 Diskussion

I det kommande kapitlet diskuteras några punkter som är centrala för utvärderingsarbetet. Diskussionen baseras främst på materialet som har lyfts fram i kapitel 1 – 5.

6.1 Askprogrammets projekt och måluppfyllelse

En samlad bedömning av Askprogrammets projekt är att programmet har valt en bra kombination av projekt för att kunna uppnå programmets mål:

”I slutet av 2008 ska det finnas kunskaps- och beslutsunderlag för att 90 procent av svenska askor från energiproduktion ska finna en miljöriktig användning.”

Huvudsatsningen inom geoteknik- och deponiområden anses ligga i projekten som sammantaget kan leda till ett ökat förtroende för askors geotekniska och miljömässiga egenskaper, och därmed ge ett förbättrat kunskaps- och beslutsunderlag inför utnyttjandet. Värmeforsk har stöttat nya återförings- och askgödslingsförsök samt uppföljningsprojekt i delområdet skog och mark. En sådan prioritering känns rätt, eftersom det är här det ska visas med långtidsuppföljningar om asktillförseln har en effekt eller ej.

Beviljade projekt kan ställas i ljuset av den nuvarande askanvändning i Sverige. Enligt tabell 2 avsätts den största askmängden i deponier, där huvudavsättningen sker som utjämningsmaterial under tätskiktet. Mycket av denna användning har underlättats av Askprogrammets forskningsresultat som tyder på en miljöriktighet (styrgruppen, pers. medd.). Andelen projekt inom skog och mark står inte i proportion med den befintliga avsättningen i skog, men satsningen inom detta område beror på klimatmålet och skogsstyrelsens krav på askåterföring vid uttag av biobränsle ur skogen. Återföringen till skogsmark görs för att motverka försurning och förbrukning av markens buffringsförmåga, och energin i avverkningsrester och värdet i timret ska betala för askåterföringen. Till skillnad från askåterföring till fastmark är askspridning på torvskogsmark förknippad med ekonomi, d.v.s. trädutväxt, och Askprogrammet har varit angeläget att utvärdera miljöaspekterna (t.ex. avgång av växthusgaser) av gödsling med aska.

Många forsknings- och utvecklingsprojekt har stötts av Askprogrammet, men i de flesta fall är det omöjligt att i dagens läge precisera vilka projekt som kommer att ha störst inverkan på askanvändningen. Resultaten från de olika projekten har just börjat nå ut till mottagare och användare så det är för tidigt att dra några konkreta slutsatser om projektens framgång eller ej. I vilket fall är det de stora satsningarna inom geoteknik, deponi och skog som väcker störst uppmärksamhet, och som förmodligen kommer ha störst genomslagskraft. Exempel på nyckeldemonstrationsprojekt är Vändöra (Q4-241) och andra anläggningsprojekt (t.ex. grusvägar i Uppsala och Hallstavik, baserade på projekt Q4 - 107), sluttäckningen av Dragmossens deponi och Tveta (Q6 – 618, 629/635), och askgödsling i gran- och bokbestånd och på dikad torvmark (t.ex. Q4 –

221, 227/281). Det finns också andra projekt som är av stor betydelse för askanvändningen som inte är demonstrationsprojekt, såsom miljöriktlinjeprojektet.

Många av Askprogrammets tillämpade forsknings- och utvecklingsprojekt skulle förmodligen inte kunna få finansiering från någon annan källa än Värmeforsk, av precis den anledningen att projekten är väldigt tillämpade. Värmeforsk har därför haft en särställning som anslagsgivare och har varit oerhört viktig för uppbyggandet av ett kunskapsunderlag för askanvändning. Mycket av Askprogrammets forskning håller hög kvalitet, och en del studier är unika. Projekt Q4-213 identifierade för första gången ett urval av skogligt produktiva torvmarker på 190 000 ha som är lämpade för askgödsling. Askgödsling på sådana arealer skulle kräva uppskattningsvis en miljon ton bioaska vid första gödslingstillfällena; denna studie är startskottet för kommande projekt på dikade torvmarker (t.ex. Q4 – 227/281, Q6 – 666). Risken för utsläpp av växthusgaser från gödslad torvskogsmark ledde till att dessa studier inkluderade unika mätningar på koldioxid-, metan- och lustgasavgångar.

Enligt föregående diskussion och underlagsmaterialet som presenteras tidigare i denna rapport, är det min bedömning att Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse, och att programmet har bidragit till besluts- och kunskapsunderlag för stor avsättning. I särskilda områden såsom användning av FSA i tätskikt bedöms målet uppfyllt. Askprogrammet har dessutom haft en psykologisk inverkan på askanvändning. Det finns flera fall där askanvändning aldrig skulle ha skett utan moralstödet som programmet bjuder på (styrgruppen, pers. medd.).

6.2 Granskningen av kritiska projekt

En kritisk granskning av nio forskningsrapporter har ingått i utvärderingsarbetet. Inga detaljer från granskningen tas upp här, och läsaren hänvisas till kap. 3 för information om enskilda projekt. I allmänhet har arbetsgrupperna valt projekt som bedömdes som mycket värdefulla för måluppfyllelse så det var viktigt att få en bedömning av resultatens tillförlitlighet och hållbarhet. Alla granskade projekt har potentiellt stor betydelse för ökad miljöriktig användning

Generellt sett håller de granskade projekten en god vetenskaplig nivå. Alla projekt har uttryckta mål men i många fall är målen relativt diffusa och icke kvantifierbara. Riktiga metoder har utnyttjats men metodbeskrivningar är alltför ofta otillräckliga för att kunna upprepa försöken / demonstrationerna utan ytterligare information. Detta är ett allmänt problem när projekt ska redovisas i rapporter; många forskare tycker att det är onödigt att redovisa en detaljerad metodbeskrivning eftersom de har för avsikt att senare publicera resultaten, och då kommer metodbeskrivningen att presenteras. Detaljer borde krävas i rapportskrivning.

Tillförlitligheten i resultaten har bedömts som hög och många studier borde kunna publiceras internationellt. Resultaten i många fall är dessutom hållbara; de kommer att vara till nytta även i framtiden. I vissa fall (t.ex. Q4 – 105, Q6 – 629/635) tyder resultaten enbart på en viss tendens (t.ex. en tendens till ökad metallakning i närvaro av löst organiskt material) men det är ännu för tidigt att dra slutsatser om en viss process. I

sådana fall kan resultaten vara mindre hållbara när försök och demonstrationer i framtiden bygger på vår nuvarande kunskap om relevanta processer.

6.3 Behov av ytterligare kunskap

Som nämndes tidigare är det min bedömning att Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse – Askprogrammet har onekligen bidragit till besluts- och kunskapsunderlaget som behövs för en ökad askanvändning. Det finns däremot i många fall ett behov av ytterligare kunskap för att minska osäkerheter kring olika nyckelprocesser och tillämpningar. Tabeller 6 och 7 sammanfattar kunskapsbehoven som har tidigare identifierats i kap. 2.

Tabell 6. Ytterligare kunskap inom delområden Geoteknik och Deponi som behövs för att ökad askanvändning och minska osäkerheten kring befintliga tillämpningar.

Table 6. Identified areas of additional research needed in the areas of Engineering and Landfills, in order to increase ash use and reduce uncertainties in existing applications.

Delområdet	Kunskapsbehov
Geoteknik	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering av det långsiktiga ansvaret för askor i anläggningar • Regelverk för vad som skall gälla för slaggrus vid användningens upphörande (t.ex. när en väg tas ur drift) • Askans långtidsegenskaper, uppföljningsprojekt • Genomförande av uppföljningsprojekt (t.ex. Vändöra och Dåva) • Kunskap som härrör från stora demonstrationsprojekt • GIS-system • Filler i markbetong, särskilt jordfuktig betong • Aska som komplement till kalk och cement i mass- och pelarstabilisering • Stabilisering av svaga vägmateriäl med flygaska • Igenfyllning av oljebergum. • EUs lagstiftning om avfall och produkter • Mobilitet av tungmetaller och även kring lagtolkning • Studera hur vägar med och utan stabilisering med aska påverkas av ökad nederbörd
Deponi	<ul style="list-style-type: none"> • Uppföljningsstudier för FSA tätskikt • Reaktionshastigheter för cellulosanedbrytning i tätskiktet • Studier kring komplexbindning av metaller med lösliga organiska ämnen i FSA-tätskikt • Påverkan av aska på metallrörlighet i historiskt gruvavfall • Stabilisering av gruvavfall med flygaskor • Uppföljning av täckningsförsök på gruvavfall och hushållsavfall • Utveckling av biotester • Användning av askor från farligt avfall i tätskikt för sluttäckning • Användning av askor ovanför tätskiktet samt dränvattenfrågor • Återvinning av metaller ur rökgasreningsrester • Utveckling av askans egenskaper, sammansättning och omvandling

	<p>i monoliter över tid</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asktvätt före användning i deponin • Återvinning av slaggrus på långsikt • Anledningen till skillnader mellan labb- och fältmätningar
--	---

Tabell 7. Ytterligare kunskap från delområden Skog och mark och Miljö och kemi som behövs för att öka askanvändning och minska osäkerheter kring befintliga tillämpningar.

Table 7. Identified areas of additional research needed in the areas Forest and soil and Environment and chemistry, in order to increase ash use and reduce uncertainties in existing applications.

Delområdet	Kunskapsbehov
Skog och mark	<ul style="list-style-type: none"> • Långtidsuppföljningar • Studier med en kombination av kvävegödsling och askgödsling • Behovsanalys av askåterföring i Norrland • Gödslingsstrategier utvecklas i relation till skogens tillväxt • Fördjupade studier på hur aska påverkar skogecosystemens omsättning av kol och bildning av växthusgaser • Gödsling på organogen torvskogsmark, avgång av växthusgaser • Återföring till åkermark • Askstillförseln i stora doser (> 10 ton/ha) på torvmark så att en tydlig tillväxteffekt kan urskiljas. • Kunskapsspridning och insatser mot icke vetenskapliga hinder • Styrmedel och icke tekniskt system för att föra ut askan till skogen.
Miljö och kemi	<ul style="list-style-type: none"> • Förbättrad kunskapsspridning • Miljösystemsanalys där samhällsnytta lyfts fram • Långsiktiga effekter av askanvändning i uppföljningsstudier. • Utveckla miljöriktlinjeprojektet sett ur ett större samhällsperspektiv • Askrening för att minska halter av oönskade ämnen • Riskvärderingar. Risker med askanvändning borde jämföras med andra risker. • Damningsstudier • EUs riktlinjer för restproduktanvändning • Nya användningsområden

6.4 Informationsspridning

Askprogrammet utnyttjar olika spridningskanaler för att nå ut med information, och i allmänhet finns det ett tillräckligt utbud av informationskällor. En högre publiceringsfrekvens internationellt skulle öka förtroendet för askanvändning bland myndigheterna men skulle antagligen ha ringa betydelse för entreprenörer och allmänheten. Här handlar det närmast om konkreta informationsinsatser för att öka förtroendet i form av informationsmöten och seminarier som knyter an till befintliga anläggningsprojekt. Goda exempel är A och O.

Det kan vara aktuellt med en uppföljning till enkätundersökningen från 2005 eftersom en del av rekommendationerna har följts (avsnitt 4.2), och för att det finns anledning att tro att en förändring i attityd hos myndigheterna har skett (se ovan). En ny enkätundersökning bör fokusera på skälet till skepsis till askanvändning samt informationsinsatser, d.v.s. hur information ska utformas och spridas, och vilken information som behöver spridas, för att bäst få genomslag.

6.5 Nätverket och huvudmännen

Sedan Askprogrammet kom igång i 2002 har dess nätverk växt, och består idag av mer än 60 företag (askproducenter, konsulter), miljömyndigheter, forskningsinstitut och universitet. Betydelsen av ett sådant nätverk är svårt att kvantifiera, men nätverket har varit mycket betydelsefullt för alla berörda parter. Det breda nätverket har bl.a. underlättat arbete med projektgrupperna och valet av medlemmar till referensgrupper.

Det finns mycket som tyder på att Askprogrammets nätverk utnyttjas av många, och att nätverket har lett till en mer gynnsam hållning till askanvändning i allmänhet. Nya krav från SSI om Cs-137 i askor (styrgruppen, pers. medd.) och Naturvårdsverkets kommande kriterier för askanvändning är tydliga tecken på att nätverket i sig bör stötta även i framtiden för att kunna gemensamt skapa balans i miljölagstiftning.

Programperioden 2006 – 2008 går mot sitt sista år och det är därmed aktuellt med en diskussion om programmets fortsättning. En ny programperiod är givetvis beroende av finansiering vilken är kopplad till huvudmännens fortsatta medverkan. Enligt listan över behov av ytterligare kunskap i avsnitt 6.3 borde finansiering under en ny mandatperiod kvarstå vid ungefär samma nivå som under 2006 – 2008. Det finns dock alltid en risk att en av myndigheterna skulle dra sig ut som huvudman. Om en huvudman såsom Energimyndigheten skulle bestämma sig att inte engagera sig under en ny mandatperiod skulle detta leda till minskade ekonomiska resurser och därmed ett forskningsprogram med mindre diversitet. Det som är särskilt unikt med Askprogrammet är att myndigheter och företag jobbar sida vid sida i ett forskningsprogram; det är alltså eftersträvansvärt att behålla Energimyndigheten, Naturvårdsverket samt Vägverket som huvudmän för att kunna bevara den goda samverkan inom nätverket.

6.6 Hinder mot askanvändning

Utvärderingen har lyft fram ett antal hinder som förekommer mot askanvändning. Bland de största hinder som har visat sig svåra att överbrygga finns regelverk och attityder. Traditionella tekniska och miljömässiga tester för t.ex. ballastanvändning i vägar är olämpliga för askor som hårdar till ett material med låg permeabilitet. Här ska istället funktionen utvärderas. Askprogrammet har varit tydligt i sin strävan att få till stånd miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbygge med koppling till en realistisk miljö- och hälsoriskbedömning och inte enbart totalhalter i askorna. Askprogrammets programansvarige har varit mycket aktiv i uppvalet av beslutsfattare med syftet att påverka opinion och eventuell lagstiftning som är relevant för utnyttjandet av askor.

I allmänhet är attityder ett hinder mot askanvändning eftersom det ofta finns alternativa, beprövade material och många entreprenörer och myndigheter väljer vägen med minsta

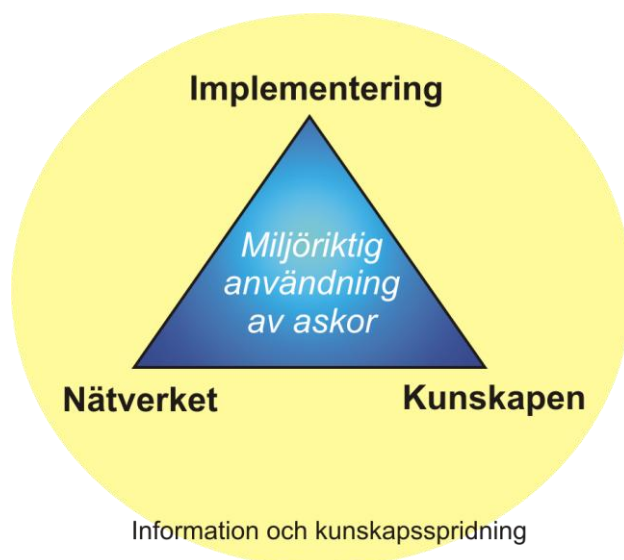
motstånd. Otillräckliga kunskaper om askors egenskaper är huvudanledningen till motstånd till askanvändning där det finns tydliga ekonomiska vinster. Här har Askprogrammet en viktig uppgift med kunskaps- och informations-spridning (se avsnitt 6.4). Även med tillräcklig kunskap om askors egenskaper kan det ändå förekomma motstånd till askanvändning eftersom en omställning från vanlig produktion kan tyckas krånglig.

Ett vanligt hinder mot askanvändning i större anläggningsprojekt är att askorna ofta inte finns i tillräckligt stora mängder under en tillräcklig kort tid för många typer av byggen. Detta leder till att askanvändning i anläggningsbygge lämpar sig bäst till mindre vägar och ytor som inte kräver stränga tidsbestämda byggplaner och stora volymer under kort tid.

En stark motivering bakom askanvändning i anläggningsbygge är kostnaden. Livscykelkostnadsanalyser (t.ex. projekt Q6 – 632) tyder på ekonomiska vinster över en vägs livstid men i andra sammanhang är vinsterna inte lika uppenbara. Med avseende på spridning av aska på beskogad torvmark behövs uppföljningsstudier för att bekräfta en ökad skogstillväxt på långsikt och effekter vid höga doser.

6.7 Strategiska förslag

Värmeforsks program Miljöriktig användning av askor vilar på tre hörnstenar som gör programmet unikt bland anslagsgivare (se figur 3). Askprogrammet bidrar till både kunskap om askor och deras användning samt implementering av utvecklings-/demonstrationsprojekt med askor. Implementering innebär att utvecklingsprojekt blir praktiska applikationer och projekt i verkligheten – inte skrivbordsprodukter. En sådan kombination är relativt sällsynt i forskningsvärlden. Den tredje hörnstenen är nätverket som är av stor betydelse för programmet; utan nätverket skulle systemet med referensgrupper och arbetsgrupper inte fungera särskilt tillfredsställande. Information och kunskapsspridning binder ihop programmet. Strategiska satsningar bör inkludera alla tre hörnstenar.



Figur 3. Illustration av Askprogrammets tre hörnstenar som binds ihop med information och kunskapsspridning.

Figure 3. Illustration of the three cornerstones of the program that are bound together by the dissemination of information and knowledge.

Inför ett beslut om en ny programperiod behöver Askprogrammet ta ställning till vilka satsningar som ska prioriteras för att bygga vidare både på besluts- och kunskapsunderlaget för askanvändning och få en ökad acceptans för askor i bl.a. anläggningsbygge. Under den kommande tioårsperioden behövs mer än 100 Mton material för att täcka deponier och mycket av materialet kan bestå av aska – men hur ser bilden ut efter att många deponier har fått sin sluttäckning? Många strategiska förslag om nya och uppföljningsprojekt har redan nämnts i tabeller 6 och 7, och alla ska inte återges här. Några nyckelområden kan dock lyftas fram:

- Trovärdiga riskvärderingar med systemperspektiv av askor
- Demonstrations- och uppföljningsprojekt för ökat förtroende i askanvändning, inklusive långsiktiga effekter av askanvändning och långtidseffekten hos olika användningar
- Utveckla miljöriktlinjeprojektet sett ur ett större samhällsperspektiv
- Filler i markbetong, särskilt jordfuktig betong
- Aska som komplement till kalk och cement i mass- och pelarstabilisering
- Stabilisering av svaga vägmaterier med flygaska
- Användning av aska ovanför tätskiktet samt dränvattenfrågor
- Gödning på organogen torvskogsmark, avgång av växthusgaser
- Askåterföring till åkermark

Flera strategiska förslag berör informations- och kunskapsspridning. Programmets rapportserie är ett bra sätt att nå ut med forskningsresultat, men forskare borde också uppmuntras att publicera internationellt till en högre grad än har hittills visats. Dessutom borde rapportförfattarna anstränga sig mer med detaljer i bl.a. metodbeskrivningar i rapporterna.

En ny enkätundersökning bör genomföras och fokuseras på skälet till skepsis till askanvändning samt utformning av informationsinsatser för att bäst få genomslag.

Askprogrammets nätverk, bestående av projektgrupper, styrgruppen, och mycket engagerade referens- och arbetsgrupper, borde få ramar att fortsätta knyta ihop programmet även under en eventuell ny mandatperiod. Med hjälp av nätverket har branschen kunnat ta ett samlat grepp kring forskning och utveckling. Det har varit värdefullt att såväl askproducenter som myndigheter finansierat programmet och sitter runt samma bord för att diskutera gemensamma frågeställningar. Programmet har liknats vid en kunskapsbärare – utan Askprogrammet finns det risk att kunskap och kompetens i askfrågor inte skulle upprätthållas.

7 Nya förutsättningar

Under december 2007 har Naturvårdsverket presenterat ett förslag till handbok med kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten [8]. Remisstiden påbörjades i december 2007 och sträcker sig till 1 mars 2008. Mer än 100 instanser har erbjudits att yttra sig över Naturvårdsverkets förslag.

De föreslagna kriterierna leder till nya förutsättningar för återvinning av askor i anläggningsbyggen och kommer sannolikt att försvåra måluppfyllelsen för delområdet geoteknik. Nya forsknings- och utvecklingsbehov kommer samtidigt att skapas inom delområdet miljö och kemi samt för produktifiering. Konsekvenserna kan bli mycket stora beroende på hur handboken tolkas och hur remissvaren påverkar den slutliga utformningen. Den kommer att påverka inriktningen på Askprogrammet under en eventuell ny programperiod.

Nedan återges en artikel författad av Carl Mikael Strauss, Naturvårdsverket, som har publicerats i *Tillsynsnytt* [28] och sammanfattar Naturvårdsverkets förslag.

Under december skickar Naturvårdsverket ut förslag till kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten på remiss. Kriterierna ges ut i form av en handbok som ger vägledning för tillämpning av bestämmelser som berörs när avfall används för anläggningsändamål.

Det finns ett stort vägledningsbehov från länsstyrelser och kommuner inom området. Men även avfallsproducenter och avfallsanvändare har ett stort behov av information. För att återvinningen av avfall för anläggningsändamål ska fungera bra krävs att alla inblandad parter har kunskap om berörda bestämmelser, vilket är en grundförutsättning i miljöbalken. Vår ambition har därför varit att tillgodose både behovet av vägledning och behovet information men Naturvårdsverkets vägledande roll har förstås dominerat arbetet.

Kriterierna innehåller definitioner och allmänna förutsättningar samt maximala nivåer som gäller vid återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Maximala nivåer har tagits fram för två kategorier. Allmän användning av avfall utgör kategori 1 och användning som deponitäckning är kategori 2. Allmän användning är t.ex. när avfall används för bullervallar eller anläggning av vägar. Deponitäckning är användning av avfall ovan tätskiktet på deponier som t.ex. skyddsskikt.

De maximala nivåerna anger hur mycket föroreningar som avfallet kan innehålla och hur mycket föroreningar som kan laka ut för att användning bör kunna ske utan risk för människors hälsa eller miljön.

De maximala nivåerna ger skydd för människors hälsa och markmiljön samt påverkan på yt- och grundvatten. För påverkan på människors hälsa

och markmiljön har modellen för riskbedömning av förorenad mark använts men med justerade ingångsvärden. För spridningsberäkningarna har en särskilt utvecklad modell använts. Statens geotekniska institut (SGI) har tagit fram underlaget för de maximala nivåerna. Ämnena har även värderats olika utifrån vilka egenskaper de har. Därför har utfasningsmetallerna bly, kadmium och kvicksilver i kategori 1 fått nivåer som relaterar till naturliga bakgrundshalter i miljön.

Vi föreslår att användning av avfall enligt Kategori 1 inte behöver anmälas till kommunen enligt FMH-bilagan. Detta eftersom användningen inte ens ska innebära ringa risk.

Vi redovisar också några områden som kräver särskilda bedömningar, där de maximala nivåerna inte bör användas. Större industriområden där användning av avfall regleras i tillståndet utgör ett av dessa områden som kräver särskilda bedömningar.

Vi föreslår också att några avfallstyper kan användas utan provning om de uppfyller följande villkor: Att avfallet har samma ursprung som naturliga material, att det inte är problem med sulfidhalterna, att det inte finns misstanke om att avfallet innehåller föroreningar eller att de maximala nivåerna överskrids.

Vi föreslår att överensstämmelse med villkoren kan visas genom befintlig information om avfallet eller geologisk information från området.

Remisstiden kommer att vara till den 1 mars 2008. Remissen kommer att finnas på Naturvårdsverkets webb så alla kan lämna synpunkter.

8 Slutsatser och rekommendationer

Askprogrammet är på rätt väg mot måluppfyllelse. Besluts- och kunskapsunderlag har producerats vilket kan leda till ökad avsättning. Mycket av Askprogrammets forskning håller hög kvalitet, och en del studier är unika. Generellt sett håller de granskade rapporterna god vetenskaplig nivå, men mer utrymmen borde ägnas åt detaljerade metodbeskrivningar så att försök och demonstrationer kan upprepas. Tillförlitligheten i resultaten har bedömts som hög och många studier borde kunna publiceras internationellt. Resultaten i många fall är dessutom hållbara; de kommer att vara till nytta även i framtiden.

Resultaten från de olika projekten har just börjat nå ut till mottagare och användare; det är egentligen för tidigt att dra några konkreta slutsatser om programmets framgång eller ej eftersom utvecklingen långsamt börjar ta fart. Implementeringen av resultaten har just börjat. De största hindren mot askanvändning tycks vara regelverk, okunskap och attityder, tillgänglighet och volymer samt ovana.

Strategiska förslag om framtida studier inkluderar följande:

- Trovärdiga riskvärderingar med systemperspektiv av askor
- Demonstrations- och uppföljningsprojekt för ökat förtroende i askanvändning, inklusive långsiktiga effekter av askanvändning och långtidseffekten hos olika användningar
- Utveckla miljöriktlinjeprojektet sett ur ett större samhällsperspektiv
- Filler i markbetong, särskilt jordfuktig betong
- Aska som komplement till kalk och cement i mass- och pelarstabilisering
- Stabilisering av gruvavfall med flygaska
- Stabilisering av svaga vägmaterier med flygaska
- Användning av aska ovanför tätskiktet samt dränvattenfrågor
- Gödsling på organogen torvskogsmark, avgång av växthusgaser
- Askåterföring till åkermark

Flera strategiska förslag berör informations- och kunskapsspridning. Seminarier och workshops bör genomföras när projektresultat ska implementeras i demonstrationer. En ny enkätundersökning bör övervägas och kunde användas för att utvärdera skälet för skepsis till askanvändning samt att utforma informationsinsatser för att bäst få genomslag.

Askprogrammets nätverk har varit mycket betydelsefullt för alla berörda parter. Nätverket, bestående av projektgrupper, styrgruppen, och mycket engagerade referens- och arbetsgrupper, borde få ramar att fortsätta knyta ihop programmet även under en eventuell ny mandatperiod. Med hjälp av nätverket har branschen kunnat ta ett samlat grepp kring forskning och utveckling. Programmet har liknats vid en kunskapsbärare – utan Askprogrammet finns det risk att kunskap och kompetens i askfrågor inte skulle upprätthållas.

9 Referenser

- [1] Svenska EnergiAskor, Aska från energiproduktion – producerad och använd mängd aska i Sverige 2006. Stockholm, oktober 2007. Reviderad december 2007.
- [2] Avfall Sverige, *Svensk Avfallshantering 2007*, Malmö, 2007.
- [3] Energimyndigheten, *Energiläget i siffror 2007*, rapport ET2007:50, Stockholm, 2007.
- [4] Värmeforsk, *Inbjudan till Värmeforsks forskningsprogram, Miljöriktig användning av askor från energiproduktion, 2006-2008*. Internetkälla, tillgängligt 7 augusti 2007.
<http://www.askprogrammet.com/progbeskrivn/ASKPROGRAM.pdf>
- [5] Bjurström, H., Syntes av delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” för 2002 – 2005, Värmeforsk rapport 972, Stockholm, April 2006.
- [6] Profu, Utvärdering av Askprogrammet. Underhandsutvärdering – Programperioderna 2002 och 2003 – 2005, oktober 2003.
- [7] Ribbing, C., Environmentally friendly use of non-coal fly ashes in Sweden. *Waste management* 27, 1428 – 1435, 2007.
- [8] Naturvårdsverket, Kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Handbok 2007:xx med Naturvårdsverkets rekommendationer för återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Remiss, 2007-12-11.
- [9] Munde, H., Svedberg, B., Mácsik, J., Maijala, A., Lahtinen, P., Ekdahl, P., Néren, J., Handbok – flygaska i mark- och vägbyggnad. Grusvagar. Rapport 954, Värmeforsk, Stockholm, 2006.
- [10] Eklund, C., Erlandsson, Å., Mácsik, J., Maurice, C., Mossakowska, A. Uppföljning – Kontroll av tätskiktstrukturen på Dragsmossens deponi, rapport 1011, Värmeforsk, Stockholm, juni 2007.
- [11] Bendz, D., Arm, M., Flyhammar, P., Westberg, G., Sjöstrand, K., Lyth, M., Wik, O. (2006) Projekt Vändöra: En studie av långtidsegenskaper hos en väg anlagd med bottenaska från avfallsförbränning. Rapport 964, Värmeforsk, Stockholm.
- [12] Analytica AB, Schablonvärden för mätosäkerhet. Internetkälla, tillgängligt 7 augusti 2007.
http://www.analytica.se/hem2005/sv/analytica/matosakerhet_schablon.asp.
- [13] Flyhammar, P., Bendz, D. Leaching of different elements from subbase layers of alternative aggregates in pavement constructions. *J. Haz. Mat.* B137, 603 – 611, 2006.
- [14] Svedberg, B., Ekdahl, P., Mácsik, J., Maijala, A., Hermansson, Å., Edeskär, T. FUD-Sala, Provsträcka med stabilisering av obundna lager. Utkast till slutrapport, Ecoloop, Stockholm, oktober 2007.
- [15] Wikman, K., Svensson, M., Ecke, H., Berg, M. (2003) Nedbrytningsmönster för cellulosa i närvaro av aska. Rapport 806, Värmeforsk, Stockholm.
- [16] Tham, G., Andreas, L. Utvärdering av fullskaleanvändning av askor vid sluttäckning av Tveta Återvinningsanläggning. Utkast till slutrapport, Tveta Återvinning och Luleå tekniska universitet, november 2007.

-
- [17] Thelin, G. (2006) Askåterföring till gran- och bokbestånd – Effekter på näring, tillväxt, kvävedynamik och kolbalans. Rapport 965, Värmeforsk, Stockholm.
- [18] Sikström, U., Ernfors, M., Jacobson, S., Klemedtsson, L., Nilsson, M., Ring, E. (2006) Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige – Effekter på skogsproduktion, avgång av växthusgaser och vattenkemi. Rapport 974, Värmeforsk, Stockholm.
- [19] Adler, P., Haglund, J.-E., Sjöblom, R. Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen. Värmeforsk rapport 866, Värmeforsk, Stockholm, maj 2004.
- [20] Håkansson, K., Wik, O., Bendtz, D., Helgesson, H., Lind, B., Miljöriktlinjer för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande – del 1. Rapport 879, Värmeforsk, Stockholm, 2004.
- [21] Bendtz, D., Wik, O., Elert, M., Håkansson, K. (2006) Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande – etapp 2. Rapport 979, Värmeforsk, Stockholm.
- [22] Naturvårdsverket, Development of general guideline values – model and data used for generic guideline values for contaminated soils in Sweden. Rapport 4639, Naturvårdsverket förlag, Stockholm, 1997.
- [23] Livsmedelsverket (2001) Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. SLVFS 2001: 30.
- [24] Engfeldt – Julin, M. (2006) Kvalitativ undersökning Svenska Energiaskor. Opublicerad Powerpoint-presentation. MEJ Communications AB.
- [25] Möre, H., Hubbard, L.M., Kommentarer och vägledning till föreskrifter och allmänna råd om hantering av aska som är kontaminerad med cesium-137. SSI Rapport 2005:7, Statens Strålskyddsinstitut, Stockholm.
- [26] Hånell, B. Arealer för skogsgödning med träaska och torvaska på organogena jordar i Sverige. Rapport 872, Värmeforsk, Stockholm, augusti 2004.
- [27] Egnell, G., Nohrstedt, H.-Ö., Weslien, J., Westling, O. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen, Jönköping, mars 1998.
- [28] Naturvårdsverket, Tillsynsnytt, nr 6, december 2006.

Bilagor

Bilaga A: Beviljade projekt under perioden 2002 – 2007

Tilldelning från Värmeforsk gäller perioden 2002 – 2007, övrig finansiering har bekräftats endast för perioden 2006 – 2007.

A.1 Geoteknik

Tabell 8. Beviljade projekt under perioden 2002 – 2007 i delområdet Geoteknik.

Table 8.

Projektnr	Beskrivning	Tilldelning	Övrig finansiering
Flygaska i väg/anläggning		kr	kr
Q4-107	FACE; Flygaska i geotekniska anläggningar, 1	316	
Q4-228	Produkter av flygaska och fiberslam i väg	600	
Q4-229	Flygaska som förstärkningslager i grusväg	697	
Q4-270	Handbok; Flygaska i grusvägar	230	
Q4-275	Flygaskor som bindemedel för grusmaterial	200	
Q4-285	Skogsbilvägsrenovering Hallstavik	60	
Q4-290	Damning från grusväg delvis byggd av aska	200	
Q6-630	Flygaska/grönlutslam i grusväg	150	602
Q6-631	Damning byggnation av väg med flygaska	200	320
Q6-632	FUD Sala, stabilisering med flygaska	500	285
Slaggrus och övr bottenaskor i väg/anläggning			
Q4-143	Kvalitetskriterier bottenaskor etapp 1	245	
Q4-215	Skumbitumenstabilisering av bottenaska	200	
Q4-241	Projekt Vändöra: bottenaska i väg	280	
Q4-271	Slaggrusprovvägar; Törringevägen, Dåvamyren	100	
Q4-282	Kvalitetskriterier bottenaskor etapp 2	625	
Q6-604	Uppföljning slaggrusprovvägar	295	295
Q6-606	Sammansatta mtrl, slaggrus i väg/anläggning	225	375
Q6-625 (även miljögr)	Långtidsegenskaper slaggrus i väg	200	2930
Q6-628	Slaggrus lab+fält	†230	95
Q6-658	Miljöpåverkan slaggrus som förstärkningslager	110	335
Aska i betong/cement			
Q4-103	Askor från returpappersslam gruvindustrin	350	
Q4-133	Energiaskor i betongrelaterade tillämpningar	90	
Q4-219	Energiaskor som fillermaterial i betong	225	
Q4-273	Flygaskor som fillermaterial i betong	500	
Förutsättningar för att kunna bygga med aska			
Q4-144	Att bygga med avfall	60	
Q4-207	Askors användning i vägar	288	
Övrigt			
Q4-224	VTIs materialdatabas	200	

Q4-220	Pannsand för fjärrvärmerörgravar	535	
Q6-612	Retention hos olika askor (obs. halvt igång)	135	0
Q6-664 (även miljögr)	Regional riskanalys av askanvändning	235	0
Q6-665 (även miljögr)	Halkriterier Sb och Mo anläggningsbyggande	115	0
	Summa	8 396	5 237

† Projektet Q6 – 628 godkändes preliminärt men får avslag p.g.a. att Q6 - 620 inte blev av, se avsnitt 2.1.3.

A.2 Deponier

Projektnr	Beskrivning	Tilldelning	Övrig finansiering
FSA		kr	kr
Q4-105	Nedbrytning av cellulosa	183	
Q4-111	FSA som tätskiktsmaterial	72	
Q4-225	Täckning av deponier med aska och slam	487	
Q4-230	Tätskikt uppbyggda av slam och aska	711	
Q4-237	FSA som tätskikt	474	
Q6-602	FSA tätskikt vid sluttäckning, Vägledning	120	455
Q6-607	Tätskikt slam/aska	180	615
Q6-618	Tätskikt på Dragmossen	130	490
All användning på deponi			
Q4-258	Askanvändning i deponier	190	
Q6-605	Konstruktionsmtrl på deponi; handbok	150	500
Sandmagasin/gruvavfall			
Q4-146	Askor och rötslam som täcksikt gruvavfall	356	
Q4-244	Flygaska och rötslam tätskikt på sandmagasin	210	
Q4-254	Aska och rötslam som tätskikt för gruvavfall	212	
Q6-627	Tätskikt på sandmagasin, Boliden 2006	300	390
Q6-643	Efterbehandling historiskt gruvavfall med aska	249	500
Tveta			
Q6-629	Tveta sluttäckning	200	225
Q6-635	Askor i sluttäckning	250	440
Övrigt			
Q4-106	Injekttering av sulfathaltig flygaska	579	
Q6-668	Biotestbatteri för klassificering av avfall	125	699
	Summa	5 178	4 314

A.3 Skog och mark

Projekt nr	Beskrivning	Tilldelning	Övrig finansiering
		kkkr	kkkr
Tillförsel av aska i skog			
Q4-213	Skogsgödsling med träaska och torvaska	127	
Q4-221	Askåterföring till gran- och bokbestånd	1 029	
Q4-227, 281	Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark	2 305	
Q6-608	Tillförsel av aska på dikad torvmark	900	1362
Q6-624	Askåterföring till skog, fältförsök	?	0
Q6-652	Tillväxt tallungskog efter tillförsel av aska	330	0
Q6-657	Bioenergiproduktion hos björk	290	1210
Q6-660	Långtidseffekter på skogsproduktion	290	0
Q6-661	Transport av näringsämnen och tungmetaller i torv	170	0
Q6-666	Växthusgasflödena efter askgödsling	450	388
LCA			
Q6-610	LCA skog	95	65
Utlakning ur aska			
Q4-139	Långsamupplösande askpellets	305	
Q4-231	Styrd utlakning ur bioaska som sprids i skogsmark	395	
Övrigt			
Q4-110	Förslag till handlingsplan för askåterföring	68	
Q6-662	Förstudie – halmaska i kretslopp	157	343
	Summa	6 911	3 368

A.4 Kemi och miljö

Projektnr	Beskrivning	Tilldelning	Övrig finansiering
Tillämpning av lagstiftning		kkkr	kkkr
Q4-142	Vägledning klassificering enl Avfallsförordn.	350	
Q6-614	Cs 137 regler	90	0
Q6-617	Avfallsförordning	300	0
Q6-640	EU nationell lagstiftning	50	450
LCA – Miljösystemanalys			
Q6-609	LCA i praktiken	200	60
Långtidsegenskaper			
Q6-625 (äv. geo)	Långtidsegenskaper slaggrus i väg	200	--
Q6-650	Askor i våt miljö	300	150
Utlakning			
Q4-247	Kopparformer i lakvatten från energiaskor	190	
Q4-251	Lakning av antimon från energiaskor	336	
Q4-255, Q4-296	Lakegenskaper för naturballast	440	
Miljöriktlinjer			
Q4-104	Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, 1	234	
Q4-238	Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, 2	1 156	
Miljösystemanalys & kvalitetssäkring			
Q4-248	Miljösystemanalys askor i anläggningsbyggande	365	
Q4-148	En förenklad testmetod för kvalitetssäkring, 1	336	
Q4-216	Kvalitetssäkring av slaggrus	94	
Rening av aska			
Q4-128	Termisk rening av askor	117	
Q4-129	Våt rening av askor, metodöversikt	100	
Q4-140	Selektiv mobilisering av kritiska element	660	
Övrigt			
Q4-298	Organiska ämnen i askor	95	
Q4-291	Gasbildning i aska	70	
Q4-260	Vad är oförbränt?	220	
Q4-262	Askanvändning vid samförbränning av RT-flis	8	
Q4-233	Evaluering av jordmånsbildande askbehandling	80	
Q6-634	Biotillgänglighet av As i askor	380	0
Q6-641	Zn i askor, röntgen	93	100
Q6-646	Screening organiska ämnen	389	0
Q6-648	Geokemisk modellering av bottenaska	242.5	250
Q6-665 (även geo)	Haltkriterier Sb och Mo anläggningsbyggande	115	0
Summa		7 211	1 010

A.5 Information

Projektnr	Beskrivning	Tilldelning	Övrig finansiering
		kkkr	kkkr
Allaska			
Q4-211	Databas inom Askprogrammet	228	
Q4-261, Q4-288	Uppdatering av Allaska 2003-2005	170	
Q6-633	Allaska årlig uppdatering	200	0
Q6-642	Multivariat analys Allaska	100	0
Q6-636	Uppgradering av databasen Allaska	265	0
Utvärdering			
Q4-236	Utvärdering av askprogrammet	212.5	
Q6-654	Utvärdering av Askprogrammet	190	0
Syntes			
Q4-298	Syntes av delprogrammet	200	
Övrigt			
Q4-235	Information energiaskor	150	
Q4-276	Nyhetsbrev Askor&Miljö 2003-2004	250	
Q4-283	Seminarie om restprodukter och miljömål	35	
Q4-297	Nyhetsbrev Askor&Miljö 2005	140	
Q4-299	Hemsida, seminarier, program mm	1 634.2	
Q4-300	Resultatspridning, sammanfattningsblad	140	
Q6-651	Kurs; Avsättning energiaskor	150	50
10 nr	Aska och Miljö	135	
	Summa	4 200	50

Bilaga B: Projekt och FoU-behov

I de följande bilagorna (B1 – B4) presenteras genomförda och pågående projekt under tiden 2002 – 2007. Projekten har jämförts med uppställda FoU-behov (från *Inbjudan till Värmeforsks forskningsprogram, Miljöriktig användning av askor från energiproduktion 2006 – 2008*).

X = Projektet har direkt relevans till FoU-behovet

P = Projektet berör någon aspekt av FoU-behovet men gör ingen större insats i området.

0 = Projektets inriktning ligger utanför alla uppsatta FoU-behov för delområdet.

B.1 Delområdet Geoteknik

	Projektet uppfyller inga uppsatta FoU-behov	Allmänt		Flygaskor i vägar och ytor										Flygaskor i betong och bruk						Bottenaskor		Miljö och kemi														
		Föra in uppgifter om askapplikationer i GIS-system	Goda exempel - fler fältförsök	Hälfasthetsutveckling och frostbeständighetsprov	Stabilisering av mineralogena terrasser / torvmark	Stabilisering av sulfidjordar	Stabilisering / avvattnig av muddermassor / kvicklor	Långtidsuppföljning av askväg för analys av tungmetallmobiliteter	Provvägar med och utan bindemedel	Vattnets betydelse för bindningarna	Ger fiberaska de bästa flygaskvägarna?	Mellanlagring av aska	Handböcker för askor i väg som också ger grund för MKB	Gruvor	Betong och bruk - handbok	Betong och bruk - krossbetong	Betong och bruk - självkompakterande betong	Betong och bruk - fyller i markbetong	Betong och bruk - askor med låg flytbarhet	Slaggrus, långtidsuppföljning	Övriga bottenaskor - uppföljning	Blandningar av bottenaska och flygaska / Handböcker	Mobiliserat tungmetaller, bedömning olika askors lämplighet vid användning	Lagtolkning	Riktlinjer för geotekniska användningar											
Flygaska i väg/anläggning																																				
Q4-107	FACE; Flygaska i geotekniska anläggningar, 1			P							P																		X							
Q4-228	Produkter av flygaska och fibersiam i väg			X							X																									
Q4-229	Flygaska som förstärkningslager i grusväg			X																																
Q4-270	Handbok; Flygaska i grusvägar																																			
Q4-275	Flygaskor som bindemedel för grusmaterial																																			
Q4-285	Skogsbilvägsrenovering Hallstavik		X	X																																
Q4-290	Damning från grusväg delvis byggd av aska		X	X																																
Q6-630	Flygaska/grönslutsiam i grusväg		X	P																																
Q6-631	Damning byggnation av väg med flygaska		X																																	
Q6-632	FUD Sala, stabilisering med flygaska		X		X																															
Slaggrus och övriga bottenaskor i väg/anläggning																																				
Q4-143	Kvalitetskriterier bottenaskor etapp 1																																			
Q4-215	Skumbtumenstabilisering av bottenaska																																			
Q4-241	Projekt Vändö: bottenaska i väg		X																																	
Q4-271	Slaggrusprovvägar, Törningevägen, Dävarmyren																																			
Q4-282	Kvalitetskriterier bottenaskor etapp 2																																			
Q6-604	Uppföljning slaggrusprovvägar																																			
Q6-606	Sammansatta mtr, slaggrus i väg/anläggning																																			
Q6-625	Långtidsögenskaper slaggrus i väg																																			
Q6-628	Slaggrus lab-fält																																			
Q6-658	Miljöpåverkan slaggrus som förstärkningslager																																			
Aska i betong/cement																																				
Q4-103	Askor från returpapperssiam gruvindustrin																																			
Q4-133	Energiaskor i betongrelaterade tillämpningar																																			
Q4-219	Energiaskor som fyller i betong																																			
Q4-273	Flygaskor som fyller i betong																																			
Förutsättningar för att kunna bygga med aska																																				
Q4-144	Att bygga med avfall																																			
Q4-207	Askors användning i vägar	0																																		
Miljöriktlinjer																																				
Q4-104	Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, 1																																			
Q4-238	Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, 2																																			
Övrigt																																				
Q4-224	VTIs materialdatabas	0																																		
Q4-220	Pannsand för fjärrvärmerörgraver																																			
Q6-612	Retention hos olika askor (obs. halvt igång)																																			
Q6-664	Regional riskanalys av askanvändning	0																																		
Q6-665	Hältkriterier Sb och Mo anläggningsbyggande																																			

B.2 Delområden Deponi och Miljö

		Deponi				Miljö och kemi									
		Projektet uppfyller inga uppsatta FoU-behov	Uppföljning av tätskiktsprojekt i deponier	Monoliter	Stabilisering genom injektering	Täckning av gruvrester	Mobilitet tungmetaller, bedömning olika askors lämplighet vid användning	Lagtolkning	Riktlinjer för geotekniska använd	Koppling till förbränning	Vätgas	Jämförande total miljö-belastningsundersökningar LCA	Risikanalyser - riskbedömning	Mätningmetoder vid användning av askor	
Delområdet Deponi															
FSA															
Q4-105	Nedbrytning av cellulosa	0													
Q4-111	FSA som tätskiktsmaterial	0													
Q4-225	Täckning av deponier med aska och slam		X												
Q4-230	Tätskikt uppbyggda av slam och aska	0													
Q4-237	FSA som tätskikt	0													
Q6-602	FSA tätskikt vid sluttäckning, Vägledning	0													
Q6-607	Tätskikt slam/aska		X												
Q6-618	Tätskikt på Dragmossen		X												
All användning på deponi															
Q4-258	Askanvändning i deponier				P										
Q6-605	Konstruktionsmtrl på deponi; handbok	0													
Sandmagasin/gruvavfall															
Q4-146	Askor och rötslam som tätskikt gruvavfall					X									
Q4-244	Flygaska och rötslam tätskikt på sandmagasin					X									
Q4-254	Aska och rötslam som tätskikt för gruvavfall					X									
Q6-627	Tätskikt på sandmagasin, Boliden 2006					X									
Q6-643	Efterbehandling historiskt gruvavfall med aska				P	X									
Tveta															
Q6-629	Tveta sluttäckning		X	X											
Q6-635	Askor i sluttäckning		X	X											
Övrigt															
Q4-106	Injektering av sulfathaltig flygaska			X	X										
Q6-668	Blotsetbatteri för klassificering av avfall	0													
MILJÖ															
Tillämpning av lagstiftning															
Q4-142	Vägledning klassificering enl Avfallsförordn.						P	X							
Q6-614	Cs 137 regler						X						P		
Q6-617	Avfallsförordning							P							
Q6-640	EU nationell lagstiftning							X							
LCA - Miljösystemanalys															
Q6-609	LCA i praktiken											X			
Långtidsegenskaper															
Q6-625	Långtidsegenskaper slaggrus i väg					X									
Q6-650	Askor i våt miljö					X									
Utakning															
Q4-247	Kopparformer i lakvatten från energiaskor					X									
Q4-251	Lakning av antimon från energiaskor					X			X						
Q4-255, 296	Lakningskaper för naturballast					P									
Miljöriktlinjer															
Q4-104	Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, 1						P	X	X				X		
Q4-238	Miljöriktlinjer askor i anläggningsbyggande, 2						P		X				X		
Miljösystemanalys															
Q4-248	Miljösystemanalys askor i anläggningsbyggande					X						X			
Kvalitetssäkring															
Q4-148	En förenklad testmetod för kvalitetssäkring, 1						P		P	X					
Q4-216	Kvalitetssäkring av slaggrus						X		P					X	
Rening av aska															
Q4-128	Termisk rening av askor					P									
Q4-129	Våt rening av askor, metodöversikt					P									
Q4-140	Selektiv mobilisering av kritiska element					X									
Övrigt															
Q4-233	Evaluering av jordmånsbildande askbehandling						P								
Q4-280	Vad är oförbränt?								X					X	
Q4-282	Askanvändning vid samförbränning av RT-flis								X						
Q4-291	Gasbildning i aska								X	X					
Q4-298	Organiska ämnen i askor	0													
Q6-634	Biotillgänglighet av As i askor					X							P		
Q6-641	Zn i askor, röntgen					P									
Q6-646	Screening organiska ämnen	0													
Q6-648	Geokemisk modellering av bottenaska					X									

B.3 Delområdet Skog

		Projektet uppfyller inga uppsatta FoU-behov	Uppföljning av gjorda försök	Underlag till MKB för gödsling av torvskogsmark	Underlag för att sprida aska till hyggen	Underlag för MKB för tillförsel av aska till åkermark	Studier för att minska kostnader för askåterföring - pilotprojekt	Askors reaktivitet och löslighet - relevanta och enkla laktester	Provtagnings	Effektiva system för spridning av aska, t ex på hyggen	Kunskapsammansättning/samarbete för askåterföring till skog och mark	Var bör aska inte spridas?	Organisation och "icke-tekniska hinder"
Tillförsel av aska i skog													
Q4-213	Skogsgödsling med träaska och torvaska			P									
Q4-221	Askåterföring till gran- och bokbestånd		X									X	
Q4-227, 281	Tillförsel aska tallskog på dikad torvmark			P						P			
Q6-608	Tillförsel av aska på dikad torvmark		X	X									
Q6-652	Tillväxt tallungskog efter tillförsel av aska		X										
Q6-657	Bioenergiproduktion hos björk	0											
Q6-624	Askåterföring till skog, fältförsök		X	X									
Q6-660	Långtidseffekter på skogsproduktion		X										
Q6-661	Transport av näringsämnen och tungmetaller i torv		X	X									
Q6-666	Växthusgasfödena efter askgödsling			X									
LCA													
Q6-610	LCA skog	0											
Utläkning ur aska													
Q4-139	Långsamupplösande askpellets				X			P					
Q4-231	Utläkning ur bioaska som sprids i skogsmark				X								
Övrigt													
Q4-110	Förslag till handlingsplan för askåterföring											X	P
Q6-662	Förstudie – halmaska i kretslopp					X							

B.4 Delområdet Information

		Handböcker	Databaser	Nyhetsbrev Askor & Miljö	Sammfattningar av områden	Kunskapsöverföring i form av seminarier	Intensifierat arbete med medier	Enkelt broschyrmaterial
Allaska								
Q4-211	Databas inom Askprogrammet		X					
Q4-261, Q4-288	Uppdatering av Allaska 2003-2005		X					
Q6-633	Allaska årlig uppdatering		X					
Q6-636	Uppgradering Allaska		X					
Q6-642	Multivariat analys Allaska		X					
Utvärdering								
Q4-236	Utvärdering av askprogrammet							
Q6-654	Värdering av Askprogrammet							
Syntes								
Q4-298	Syntes av delprogrammet				X			
Övrigt								
Q4-235	Information energiaskor							
Q4-276	Nyhetsbrev Askor&Miljö 2003-2004			X				
Q4-283	Seminarie om restprodukter och miljömål					X		
Q4-297	Nyhetsbrev Askor&Miljö 2005			X				
Q4-299	Hemsida, seminarier, program mm					X		
Q4-300	Resultatspridning, sammanfattningsblad							X
Q6-651	Kurs; Avsättning energiaskor							
	<i>Aska och Miljö</i>			X				

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