

## Syntes av delprogrammet "Miljöriktig användning av askor" för 2002-2005

Henrik Bjurström



**Syntes av delprogrammet ”Miljöriktig användning  
av askor” för 2002-2005**

**Summary of the program “Environmentally  
correct utilization of ashes” at Värmeforsk  
2002-2005**

Henrik Bjurström  
ÅF-Process AB

Projekt Q4-298



## Förord

I Sverige ökar förbränning av icke kolbaserade fasta bränslen snabbt för att kunna ersätta kol och olja som energiråvara för industri, värmeverk och kraftvärmeverk. Detta skapar allt större mängder askor för vilka det inte finns etablerade marknader och regelverk.

2002 startade Värmeforsk ett program Miljöriktig användning av askor med mål att askor skall ingå ett kretslopp eller på annat sätt en god resurshushållning och därmed samtidigt ekonomiska fördelar för både användare och askproducenter. Programmet fortsatte med en period 2003-2005 och föreliggande rapport är en syntes från programmets verksamhet. Dessutom innehåller rapporten en genomgång av hur programmets mål har uppfyllts. Den ger även en viss rekommendation för inriktningen av den nu just startade perioden 2006-08.

Stockholm den 3 mars 2006

Claes Ribbing  
Programansvarig  
VÄRMEFORSK Service AB



**Abstract**

During the period 2002-2005, 61 projects have been performed in the research and development programme "Environmentally correct utilization of ashes" at Värmeforsk. This report presents a summary of the results obtained, an assessment of whether the goals for the programme were attained, an analysis of remaining problems as well as recommendations for the period 2006-2008.





## Sammanfattning

I delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”, även kallat Askprogrammet har Värmeforsk samlat resurser och erfarenhet för att skapa förutsättningar för att askor kommer till användning. Syftet är att öka kunskaperna om energiproducenternas restmaterial och deras användning, med målet att ta fram kriterier och värderingar, både tekniska och miljömässiga, där sådana saknas. Föreliggande rapport sammanfattar resultaten från de projekt som genomförts 2002-2005. Rapporten presenterar även en utvärdering av programmet och föreslår prioriteringar för den kommande programperioden 2006-2008.

Askprogrammet har en stor bredd med såväl kunskapsuppbyggnad, arbete med kriterier, utvecklingssatsningar som kommunikationsfrågor. Under perioden 2002-2005 har 61 projekt genomförts. De användningar av askor som varit föremålen för projekten är dels som sekundära eller återvunna mineral i anläggningsbyggen, dels som näringsämnen i skogsbruket. Arbetet har bedrivits i fyra huvudfack: geoteknik, deponi, aska till skog och mark samt miljö och kemi.

Bland alla resultaten kan följande framsteg längs utvecklingslinjer nämnas:

- Ett förslag till miljökriterier för användning i anläggningsbyggen
- En uppsättning testmetoder som tillåter diskussion av askors egenskaper som material för att uppnå en funktion i anläggningsbyggen
- Fortsatt utveckling av tillämpningar som täckskikt av slam och aska på deponier, flygaska i grusvägar
- Användningen av askor från biobränslen i cementbundna konstruktioner
- En framtoning av de positiva effekterna av askspridning på tillväxten i skog
- En metodik för att klassificera förbränningsrester med dubbla ingångar i EWC som farligt avfall eller icke-farligt avfall

Askprogrammet har även gjort det möjligt att öka kunskaperna om askor som material och deras behandling, om kvalitetssäkring och om marknader för återvunna material.

### Geoteknik

Varje år faller ca en miljon ton förbränningsrester eller askor vid de svenska förbränningsanläggningarna. Den stora potentiella avsättningen är som geotekniskt material i anläggningsbyggen, som förbrukar ca hundra miljoner ton material varje år. De mest aktuella användningar är i vägbyggen m m, i deponier samt som ballast eller filler i cementbundna konstruktioner.

De största hindren för en användning i t ex vägbyggen har varit att det inte har funnits metoder att bedöma påverkan på miljön från askor i en geoteknisk konstruktion, ej heller rättvisande testmetoder för askors geotekniska egenskaper. I parallella projekt har båda brister bearbetats.

Målet för generella miljöriktlinjer måste i första hand vara att ange gränsen mellan ringa risk, d v s materialen kan användas utan restriktioner och utan någon omfattande tillståndsprövning, och risk där en noggrann bedömning måste göras från fall till fall. Metodiken och bedömningen bör vara koherenta med principerna för förorenad mark eller för mottagningskriterierna vid deponier, även om de fysiska situationerna är olika. Ett förslag till miljöriktlinjer med generella riktvärden har tagits fram för vägkonstruktioner. Detta arbete har även gett ett oväntat resultat: lakning av metaller ur askor till mark-vattenmiljön är vanligen inte det problem man har trott att det var. Lättlösliga salter kan utgöra en begränsning. Med reservation för att beräkningarna är osäkra och att resultaten är svårtolkade förefaller damning från vägar på bladgrönsaker odlade i närheten av vägen vara ett större problem.

De tester av geotekniska materials egenskaper som används idag syftar i första hand till att bekräfta att naturmaterialen håller sig inom specifikationerna. Liksom för andra återvunna material måste delvis andra tester användas för att visa om askor kan användas för att uppfylla en funktion. Det innebär dels modifiering av dagens tester, dels nya tester. Tre bottenaskor har undersökts och slutsatsen är att de tester som föreslagits är relevanta. Vissa behöver dock utvecklas. De fuktrelaterade egenskaperna kan vara kritiska, särskilt tjällyftning i fuktigt tillstånd.

Det finns redan praktisk erfarenhet av att använda flygaskor i grusvägar. Erfarenheten har bekräftats med en hemtagning av den finska kunskapen om flygaska som ett material som gör vägar tjältåliga. En testmetodik har etablerats och provvägar har byggts. Arbetet har förts till en handbok för byggandet av grusvägar med flygaskor.

#### Cementbundna konstruktioner

De standarder som finns idag för användningen av askor i cement och betong syftar till nyttiggörandet av de kolaskor som är rika på kiseldioxid. De svenska bioaskorna passar inte in i standarderna. Deras användning som finkornig fyller har utvecklats och demonstrerats.

Flygaska har visats vara ett ersättningsmedel för cement i en annan typ av konstruktion: igensättningsbrytning. I gruvor fylls utbrutna utrymmen med anrikningssand stabiliserad med cement innan det närliggande utrymmet börjar brytas. Flygaska kan ersätta minst hälften av cementen, vilket bekräftats i pilotförsök.

#### Deponier

Tyngdpunkten i Askprogrammets projekt på deponiområdet är tätskikt med aska och rötslam. Askor behövs för att ge skiktet ett högt pH som förhindrar den biologiska nedbrytningen av slammet och för att ge tätskiktet en tillräcklig mekanisk stabilitet.

I två parallella utvecklingslinjer har man undersökt blandningsförhållanden mellan aska och rötslam och lagt ut sammanlagt fyra provytor på deponier med tillfredsställande resultat. Provyornas egenskaper följs nu upp under en längre period. Dessa projekt har kompletterats med en undersökning av den kemiska stabiliteten hos rötslammet som kan påverkas negativt av det höga pH. Emellertid visar sig slammets kemiska nedbrytning vara begränsad.

---

En annan typ av deponier har behandlats i två projekt: upplag av mineralrester från gruvbrytningen. I det ena projektet används rötslam som underlag för att etablera ny växtlighet på upplaget. Slammets andra roll är att hindra syre från att tränga ner till den sulfidhaltiga anrikningssanden. För att hindra växternas rötter från att tränga ner dit lägger man ett lager med aska under slamskiktet. Askans höga pH och tungmetallinnehåll, samt skiktets hårdhet ger en effektiv spärr. I ett annat projekt har man undersökt effekterna av en täckning med aska och rötslam på utlakningen från upplaget av gruvavfall. Målet att minska vattenläckaget genom ytan har uppnåtts och en steril, ful yta har omvandlats till en grön användbar yta.

Idag är deponier stora avnämare av askor. De användningar som förekommer, t ex som avjämningskikt, tätskikt m m, och den erfarenhet som finns om dessa användningar har sammanställts i en översikt.

#### Askor till skog och mark

Askor från biobränslen har en viktig roll att fylla i en uthållig produktion av biobränslen. Uttaget av minerogena näringsämnen med hyggesresterna kompenseras med en spridning av bioaska i skogsmark, d v s återföring eller kompensationsgödning. Askor ger även en mer balanserad näring till försurade områden än enbart kalk, den s k vitaliseringsgödslingen.

Till skillnad mot det geotekniska området, där kriterier saknas, finns riktlinjer för denna användning, acceptans från myndigheter och en viss verksamhet pågår. Verksamheten har dock inte den omfattning som förväntats. Askprogrammet har därför sökt att öka intresset för att sprida aska i skogen genom att påvisa även mer kortsiktiga vinster, t ex effekter på tillväxten. Målet är att få igång en spridning i någon form, som kompensation, som åtgärd mot försurningen eller som ren gödning, som kan öka villigheten att genomföra kompensationsåtgärder.

Sådana kortsiktiga effekter finns om aska sprids till skog på dikad torvmark som ren gödning: en högre tillväxt som kan realiseras vid en avverkning i en snar framtid. Arbetet med att ta fram underlag om miljöeffekterna av spridning på torvmark har påbörjats under perioden 2002-2005. I ett annat projekt har äldre försök med spridning av kalk och aska i sydvästra Sverige för att bekämpa försurningen undersökts, och även andra studier har granskats på nytt. Resultaten tyder på att behandling med aska och kalk lett även till en ökad tillväxt hos gran i dessa områden.

I två projekt har möjligheten att förbättra stabiliteten hos askor undersökts. Det går att stabilisera de askor som binder dåligt idag, men det är svårt att stabilisera ytterligare de som binder väl idag utan väsentliga kostnader.

### Miljö och kemi

Målen för arbetet inom detta område är dels att förbättra kunskapen om askor där behov uppstår, dels att angripa miljöfrågor på ett samlat sätt.

En viktig fråga är klassificeringen av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen. Detta kräver en ingående kunskap om de föreningar i vilka grundämnena förekommer. Det är hart när omöjligt för så komplexa material som askor. En förenklad metodik har utvecklats: utgående från kunskapen om askors kemi har man gjort ett konservativt urval av ämnen i vilka ingår de grundämnena som bestäms i en analys. Reglerna tillämpas sedan på en aska för att avgöra om den är farligt avfall eller icke-farligt avfall.

För att sprida kunskapen om askors egenskaper har de data som tas fram inom Askprogrammet dokumenterats i en databas, Allaska. Denna är tillgänglig på Askprogrammets webbplats, [www.askprogrammet.com](http://www.askprogrammet.com). Vid årsskiftet 2005-2006 fanns data för 244 prover inlagda.

Frågor kring kvalitetssäkring har bearbetats, men det är ett svårt område. Program av tester blir gärna omfattande och därmed kostsamma. Området är egentligen inte moget utan mer erfarenhet behövs om nyckelegenskaper och de förlopp som påverkar dem för att framsteg skall göras.

Därutöver har flera projekt behandlat stabilisering och/eller rening av askor och specifika kemiska frågor, som bildningen av vätgas från vissa askor och utlakningen av antimon eller koppar.

Efter att denna rapport färdigställts har innehållet av organiska ämnen i askor och deras betydelse för miljöegenskaperna aktualiserats i de diskussioner som förts kring programmet. En genomgång av tillgänglig litteratur om innehåll genomfördes och redovisas i en egen rapport, men även i sammanfattad form i denna rapport. Konsekvenserna av de organiska ämnena för miljön bör bedömas i en särskild utredning.

### Kommunikation

Eftersom många intressenter finns utanför Värmeforsks normala krets har ansträngningar gjorts för att dels sprida information, dels komma tillrätta med förutsättningarna för att de tänkta användarna verkligen tar till sig askor. Information har spridits genom nyhetsblad och seminarier.

I två projekt har hindren hos parterna i en användning utretts och förslag lämnas till förbättrad kommunikation mellan askproducent, tillståndsmyndigheter och askanvändare. I ett tredje projekt har argumentet resurshushållning belysts. Genom att använda askor kan man spara jungfruliga material, minska emissioner vid transporter och spara energi.

### Måluppfyllelse

Vid slutet av en programperiod ställer sig naturligtvis frågan om målen för Askprogrammet uppnåtts och förväntningarna infriats. I avsnitt 10 jämförs de resultat som uppnåtts med de mål som formulerades innan Askprogrammet skapades och i dess inledning. Delprogrammet har arbetat mot dessa mål, men det är osäkert om det under denna period har skapat de storskaliga försök som förväntades på flera håll. Askprogrammet har dock på flera områden kommit långt på vägen till de mål som sattes upp. Programmet har samlat resurser och erfarenhet inom fältet, vilket är en framgång. Det har också gett tillfälle att ge sig i kast med frågor som annars inte hade kunnat utredas.

### Nästa period, 2006-2008

Efter en bedömning av måluppfyllelsen under 2002-2005 analyseras behoven inför den nya programperioden 2006-2008. Det förväntas att generella miljöriktlinjer och generella riktvärden skall kunna etableras. Emellertid lämnar lagstiftningen ett stort handlingsutrymme åt lokala och regionala instanser, varför det inte är säkert att nationella regler kan skapas i en snar framtid. Möjligheterna att agera lokalt bör tas tillvara.

Det finns ett behov av att sprida den erfarenhet som finns redan idag. Samtidigt är det som har betydelse för geotekniska konstruktioner det långa tidsperspektivet, liksom för aska som lagts ut i skog. Objekt, provytor m fl behöver följas upp för att säkerställa dels funktionen, dels miljöpåverkan.

Kvalitetssäkring är ett stort område som behöver bearbetas, men det är också svårt. Delvis måste det växa i dialog mellan olika intressenter i takt med att en användning utvecklas.

Om de geotekniska huvudsatsningarna, inklusive täckskikt på deponi, kan sägas kräva överblickbara insatser för att komma till mål, så är återstående arbete på området gödning av torvmarker med aska betydligt längre bort från sitt mål och kräver förmodligen mer än tre år.

Inför den nya programperioden föreslås följande prioriteringar:

- Fullfölj de påbörjade satsningarna
- Följ upp fälterfarenheten
- Engagera användarna av aska
- Kommunicera med myndigheter och användare



## Summary

The Swedish Thermal Engineering Research Institute (Värmeforsk) has gathered in the applied research program “Environmentally correct use of ashes”, also known as the Ash Programme, resources and experience in order to create conditions favourable to a utilization of ashes. The program aims at increasing the knowledge on the by-products of energy producers and their uses, with the goal of formulating technical and environmental guidelines and assessments in the fields where there is none. The present report summarizes the results from the projects that have carried out during the period 2002-2005. The report presents also an evaluation of the programme and suggests priorities for the coming period, 2006-2008.

The Ash Programme is a wide initiative including building up knowledge, work on guidelines, development work and communication. During the period 2002-2005, 61 projects have been performed. The utilizations of ashes that have been targeted are as secondary or recovered materials in geotechnical construction on the one hand, as nutrients in forestry on the other hand. Work has been carried out in four main areas: geotechnical constructions, landfills, recycling ash to soils, environment and chemistry.

Among all results obtained, the following progresses along lines of development may be shown:

- A proposal for environmental guidelines on the utilization of ashes in construction
- A battery of tests that allow a discussion of the geotechnical properties of ashes in e.g. road construction
- Continued development of the use of ashes together with wastewater sludge as a cover for landfills, the use of fly ash in gravel roads
- Use of ashes from biofuels in concrete
- Evidence for the positive effects of spreading ashes on forest growth
- A method to classify those by-products from combustion that have mirror entries in the EWC as hazardous or non-hazardous

The Ash Programme has also made it possible to increase knowledge on ashes as materials and their treatment, on quality assurance, on markets for recovered materials.

### Geotechnical constructions

Each year, ca 1 million tons of by-products, or ashes, are produced at the Swedish combustion plants. The large potential market for these materials is in construction, which consumes ca 100 million tons of materials each year. The most immediate uses are in road construction, in landfills or as ballast or filler in concrete.

The most important barriers for a use in e.g. road construction have been the absence of a method to assess the impact of the use of ashes in a construction on the environment, as well as the absence of relevant testing methods for the geotechnical properties of ashes. Both these barriers were addressed in parallel projects.

The first goal for general environmental guidelines must be to provide a boundary between “small risks”, i.e. the materials may be used without any restrictions and without any comprehensive permitting procedure, and “risks”, where an assessment must be made from case to case. The method to be used and the assessment must be coherent with the principles for polluted soil or the waste acceptance criteria at landfills, even if the physical situations are different. Guidelines with general limit values for road construction have been proposed. This work has also yielded an unexpected result: leaching of metals from ashes to soil and water is usually not the problem that it has been thought it is. However, highly soluble salts may be a cause for restrictions. Although one should interpret results from calculations with cautiousness it seems that dust from the roads settling on vegetables grown in the vicinity of a road is a larger problem.

The tests used today to determine the geotechnical properties of materials aim primarily at checking if these keep within specifications. As for other recovered materials, somewhat different tests must be used to ascertain that ashes can be used to provide a function. This involves modifying some tests that are used today as well as new tests. Three bottom ashes were investigated, and the results confirmed that the tests proposed are relevant. Some of the tests need to be refined. The properties related to moisture may become critical, in particular frost-heave in moist ashes.

The practical experience gained by using ashes in low-volume unpaved roads has been confirmed by importing Finnish know-how on using fly ashes to build frost-heave resistant roads. A testing method has been developed and pilot stretches of roads have been built. Work has been concluded with a Handbook containing guidelines for building unpaved roads using fly ashes.

### Concrete

The standards in force today on the use of ashes in cement and concrete refer to the utilization of coal ashes rich in silica. The Swedish ashes from biofuels do not fit into these standards. Their use as fine filler in concrete has been developed and demonstrated.

Fly ash has been shown to be a replacement for cement in another type of construction. In mines, excavated ore volumes are filled with tailings stabilized with cement before the neighbouring volumes may be exploited. Fly ash may replace at least half of the cement, which also has been confirmed in pilot tests.

### Landfills

The main thrust in the Ash Programme in this domain is on covers using ash and sludge from municipal wastewater treatment. Ashes provide the cover layer a high pH value that hinders biological degradation of the sludge as well as mechanical stability.

In two parallel alleys projects have investigated mixing proportions between ash and digested sludge and prepared in all four pilot surfaces on landfills, with satisfactory results. The properties of these surfaces are now being followed up during a longer length of time. These projects have been complemented with an investigation of the



chemical stability of the digested sludge, which stability may be decreased by the high value of the pH. However, the degradation of the sludge was shown to be limited.

Other types of waste impoundments have been studied in two projects: tailings from mining. In the first project digested sludge is used as support for vegetation on the mounds. The second role filled by the sludge is to prevent oxygen from reaching the sulphides tailings. To prevent roots from the vegetation to reach the tailings, an intermediate layer with ash has been placed under the vegetation support layer. The high pH-value of the ash, its content of heavy metals and its hardness yield an effective barrier. In another project, the effect of covering tailings with a mixture of ash and digested sludge on leaching from the tailings mound has been monitored. The goal for the covering has been reached, i.e. reducing leakage through the surface into the mound and an ugly sterile surface has been converted to a green, useful surface.

Landfills are today the largest consumers of ashes. The uses for ashes, e.g. as banking material or covers, and the experience gained have been reviewed.

#### Recycling ashes to forests

Ashes from biofuels have an important role to fill in a sustainable harvesting of biofuels. The removal of mineral nutrients in the shape of logging residues is compensated for by spreading the ashes to these areas, i.e. recycling or compensatory fertilization. Ashes provide also a more balanced supply of nutrients than lime or chalk to surfaces damaged by acid rain, the so-called vitalizing fertilization.

In contrast to construction, where guidelines are needed, there are already are guidelines, acceptance from authorities and ongoing activities. However, these activities are not as common as one could expect. The Ash Programme has, therefore, strived at increasing interest for spreading ashes on forest soils by providing evidence for also short-term profits, such as effects on growth. It aims at getting spreading done, whatever the goal may be (compensatory fertilization, vitalizing fertilization or fertilization for increased growth) in order to increase willingness to carry out compensatory fertilization.

Such short-term profits may be obtained by spreading ash on drained peat bogs: a higher growth can be converted to an increase income at harvest in the near future. Work on the information needed for an Environmental Impact Assessment has been started during the period 2002-2005. In another project, old experiments where lime and ash have been spread to counteract the effects of acid rain in south-west Sweden have been examined and other studies have been re-examined. The results indicate that lime and ash treatment yielded an increased growth for spruce in these areas.

The potential for improving the stability of ashes have been investigated in two projects. It is possible to stabilize ashes that do not bind sufficiently well today, but it is difficult to further improve the stability that bind well today without significant additional costs.

### Environment and chemistry

In this domain, the goals are to improve knowledge of ashes where need arises and to address environmental issues in a concerted manner.

An important issue is the classification of combustion by-products according to the waste regulations. This requires a deep knowledge of the speciation of elements. This is almost impossible to attain for as complex materials as ashes. A simplified method has been developed: starting from present knowledge of the chemistry of ashes a conservative selection of compounds has been made for the elements found in an analysis. The regulations are then applied on an ash to determine whether it is or is not hazardous.

To disseminate information about the properties of ashes, the data obtained within the Ash Programme have been collected in a database, Allaska. This database may be reached on the Internet site of the Ash Programme, [www.askprogrammet.com](http://www.askprogrammet.com). At the end of 2005, data for 244 samples have been recorded.

Topics regarding quality assurance have been investigated, but this is a difficult area. Programs of tests are usually comprehensive, and consequently expensive. This area is actually not ripe enough. More information is needed on key properties and the processes which influence them for significant progress to be possible.

Projects within the programme have also addressed stabilization and/or chemical separation, as well as specific questions such as the development of hydrogen from certain ashes and leaching of copper and antimony.

After this report had been completed and delivered, the presence of organic compounds in ashes and their importance for the ashes' impact on the environment became a focus for discussions in the programme. A review of available reports on organic content was performed and presented in an independent report. It is also summarized in the present report. Assessing the consequences of the presence of organic compounds is preferably performed in a dedicated investigation.

### Communication

As many of the concerned parties are outside Värmeforsk's usual circle efforts have been made to disseminate information and to identify the conditions that must prevail for potential users to actually get to use ashes. Information has been spread through newsletters and seminars.

The barriers for "the other party" have been investigated and suggestions for an improved communication between ash producer, authorities and ash users are made. In a third project argumentation based on saving natural resources has been developed. By using ashes one should be able to save virgin natural materials, reduce emissions during transports and save energy.

### Achievements

At the end of a period, the natural question is whether the goals for the Ash Programme have been reached and expectations fulfilled. The results attained are compared in section 10 with the goals formulated before the Ash Programme was launched and at its beginning. The Programme has worked towards these goals, but it is uncertain if the large-scale projects that were generally expected have been initiated. However, the Programme has come far on the road to these goals. It has gathered resources and experience in this field, which in itself is a success. It has also given the opportunity to address questions that would otherwise have been left untreated.

### Next period, 2006-2008

After having assessed the achievements during 2002-2005 the needs are analysed in view of the new period 2006-2008 that is now beginning. It is expected that general environmental guidelines with general limit values may be established. However, legislation leaves great freedom to local and regional authorities, and it is not sure that truly national guidelines may be created in the near future. All opportunities to act locally should be taken.

There is a need for disseminating experience acquired so far. At the same time, the important time perspective for geotechnical applications is the long one, as well as for recycling ashes to forests. Constructions, test areas *a.o.* need to be followed up in order to confirm function as well as environmental effects.

Quality assurance is a large field that should be studied, but it is also a difficult one. To some extent, it must grow in a dialogue between different parties as utilization of ashes develops.

If the geotechnical main lines, including covering landfills, may be said to require easily identified tasks in order to reach the goals, remaining work on fertilization of drained peat bogs is further from its goals and requires probably more than three years.

In the new program period, the following activities should be prioritized:

- Complete the development work initiated
- Monitor experiences in the field
- Get users of ashes involved
- Communicate with authorities and users



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>DELPROGRAMMET "MILJÖRIKTIG ANVÄNDNING AV ASKOR" .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>TILLGÅNGAR OCH MÖJLIGA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN .....</b>	<b>5</b>
2.1	ASKOR OCH RÖKGASRENINGSRÄSTER .....	5
2.2	BEDÖMNINGAR AV ASKVOLYMER .....	5
2.3	AVSÄTTNINGAR .....	7
<b>3</b>	<b>MÅLEN FÖR PERIODEN 2002-2005 .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>GEOTEKNISKA ANLÄGGNINGAR .....</b>	<b>12</b>
4.1	BEDÖMNING AV MILJÖPÅVERKAN .....	13
4.2	GEOTEKNISKA KRITERIER: BOTTENASKA .....	16
4.3	FLYGASKA I GRUSVÄGAR .....	18
4.4	ÅTERFYLLNAD AV RÖRGRAVAR .....	19
4.5	PARALLELL VERKSAMHET .....	20
4.6	ASKPROGRAMMETS BETYDELSE .....	20
<b>5</b>	<b>CEMENTBUNDNA KONSTRUKTIONER .....</b>	<b>22</b>
5.1	ARBETE SOM UTFÖRTS INOM ASKPROGRAMMET .....	22
5.2	ASKPROGRAMMETS BETYDELSE .....	23
<b>6</b>	<b>DEPONIER .....</b>	<b>25</b>
6.1	TÄCKSKIKT AV SLAM OCH ASKA PÅ DEPONIER .....	25
6.2	ANDRA PROJEKT OM ASKA I DEPONIER .....	28
6.3	ASKPROGRAMMETS BETYDELSE .....	30
<b>7</b>	<b>ASKÅTERFÖRING OCH ASKGÖDSLING .....</b>	<b>31</b>
7.1	LÄGESBESKRIVNING .....	32
7.2	PARALLELLA AKTIVITETER .....	33
7.3	ASKPROGRAMMETS PROJEKT .....	34
7.4	ASKPROGRAMMETS BETYDELSE .....	36
<b>8</b>	<b>MILJÖ OCH KEMI .....</b>	<b>39</b>
8.1	ASKA OCH AVFALL .....	39
8.2	KUNSKAP OM MATERIALEN .....	42
8.3	KVALITETSSÄKRING .....	43
8.4	BEHANDLING AV ASKA: RENING OCH STABILISERING .....	44
8.5	AKTUELLA FRÅGOR OM KEMIN .....	47
8.6	ORGANISKA ÄMNINGAR I ASKOR .....	49
8.7	ASKPROGRAMMETS BETYDELSE .....	50
<b>9</b>	<b>RESULTATSPRIDNING .....</b>	<b>52</b>
9.1	INFORMATIONSPÅVERKANER FRÅN ASKPROGRAMMET .....	53
9.2	KOMMUNIKATIONSFRÅGOR .....	54
9.3	POSITIVA ARGUMENT FÖR ANVÄNDNINGEN AV ASKOR .....	55
9.4	ASKPROGRAMMETS BETYDELSE .....	56
<b>10</b>	<b>MÅLUPPFYLLELSE .....</b>	<b>57</b>
10.1	MÅLFORMULERING 2002 .....	57
10.2	PROFUS UTVÄRDERING 2003 .....	58
10.3	VÄRDERING AV MÅLUPPFYLLELSEN .....	58

10.4 MÅLUPPFYLLELSE 2005 .....	59
10.5 TRÄFFBILDEN FÖR PRIORITERINGAR BLAND ASKOR.....	65
<b>11 ANALYS AV BEHOVEN.....</b>	<b>67</b>
<b>12 FÖRSLAG TILL PRIORITERINGAR INFÖR PROGRAMMET 2006-2008 .....</b>	<b>72</b>
<b>13 LITTERATURREFERENSER.....</b>	<b>74</b>
13.1 RAPPORTER INOM ÅSKPROGRAMMET .....	74
13.2 RAPPORTER OCH KONTAKTER UTANFÖR ÅSKPROGRAMMET .....	77
13.3 EJ CITERAD MEN RELEVANT LITTERATUR.....	79

## 1 Delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”

Att använda askor är inget nytt, och ändå är det nytt. Det är inte nytt därför att man länge använt askor och exemplen kan staplas på varandra. I århundraden tillverkade man pottaska ur träaska. När Paris började förbränna hushållsavfall på 1910-talet använde man bottenaskan som vägbyggnadsmaterial. Kolaskor har länge använts i cement eller betong, eller som fyllnadsmaterial i vägar. Att använda askor är dock också nytt därför att man idag ställer strängare krav att verksamheter inte skadar hälsan eller miljön.

Om man använt askor så beror det ofta på de varit resurser som varit tillgängliga och man inte haft mycket annat. I en tid då man utnyttjar endast de bästa och de renaste av naturresurserna och dessa finns i överflöd så är askorna ofta för heterogena och för variabla material för att deras värde skall kunna tillvaratas lika enkelt. Deponering, liksom för allt annat avfall, är den enkla lösningen.

Förbrukning av naturresurser har emellertid en gräns, och att använda askor är en del av en resurssnål användning av material.

Det innebär att hjulet måste återuppträffas, men som ett bättre hjul med den ökade kunskap som tillgodogjorts sen askor sist använts, och kanske till andra ändamål. De användningsområden som är aktuella är desamma som förr: som geotekniska material, som material i byggnader, som gödselämne, som kemikaliekälla etc. Andra miljökrav och andra tekniska krav, men också nya egenskaper hos askorna därför att bränslena inte är samma som förr, gör att gammal kunskap inte räcker hela vägen.

Det största hinder som upplevts av flera bland dem som velat använda askor är acceptansen från de myndigheter som har att övervaka att verksamheter sköts på ett för miljön acceptabelt sätt. Här behöver producenten av varan visa ett underlag som dokumenterar de egenskaper som kan ge upphov till faror vid användningen eller till en påverkan på miljön. Utgående från detta underlag gör producenten, användaren och myndigheten en bedömning av om användningen är förbunden med några faror som inte kan bemästras. Men när är något farligt? Producenten, användaren av varan och den som skall ge tillstånd är alla osäkra: detta är nytt och hur skall siffrorna tolkas? När osäkerhet dessutom råder om tekniska prestanda i en användning är det svårt att få till något.

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

Värmeforsk stöder tillämpad forskning med målet att projekten skall leda till en praktisk användning inom tre till fem år. Med detta korta tidsperspektiv är det redan kända möjligheter att använda askor i stor skala som är fokus för delprogrammet.

Visionen är att en så stor andel av askorna som möjligt skall nyttiggöras, antingen genom att ingå i ett kretslopp eller användas på samma sätt som andra material. Ett mål som sattes i inledningen var att det vid slutet av programmet finns kunskap att använda hälften av alla askor.

Forskning, opinionsbildning eller entreprenörskap? ”Tack gärna alla tre, och mycket av varje” är nog svaret på frågan om vad som behövs. Tekniska innehållet i ämnesområdet och mognadsgraden är sådana att delprogrammet inte är ett renodlat FoU-program, utan något mer. Den allmänna meningen är att materialen finns, erfarenheten och tekniken finns och att det som gäller är att få till det i praktiken.

Ett mål är att få acceptans genom att dokumentera erfarenheten i storskaliga försök med den moderna uppföljningen av resultatet, både de tekniska aspekterna och miljöaspekterna.

Ett mål är att sprida kunskapen och erfarenheten, vilket innebär att beskriva den i termer av prestanda som passar in i moderna utföranden av de objekt där askor kan användas.

I denna rapport presenteras en sammanställning av de arbeten som utförts under programperioden 2002-2005 och en syntes av de resultat som uppnåtts.



## 2 Tillgångar och möjliga användningsområden

Aska är en grupp av material som återstår efter en förbränning, i huvudsak de obrännbara beståndsdelarna av bränslen. Uppskattningar av mängderna som faller vid anläggningar i Sverige ger en rund siffra på ca en miljon ton.

### 2.1 Askor och rökgasreningsrester

Avgörande för askors egenskaper, och därmed för den användning som de kan få är många faktorer;

- o Bränslet, dess föroreningar och dess egenskaper
- o Förbränningsanläggningens och rökgasreningens utformning (rostpanna med det stora antalet variationer, fluidbäddpanna, panna med pulverbrännare, cykloner, elfilter, slangfilter, ...)
- o Var och hur askan tas ut i anläggningen (bottenaska, filteraska, våt eller torr utmatning, ...)
- o Tillsatser (fluidiseringssand för en fluidbäddpanna, kalk och aktivt kol för rökgasreningen<sup>1</sup>, ...)
- o Driftförhållandena när askan togs ut
- o Behandlingen efter att askan togs ut (mognad efter befuktning, granulering, ...)

Även om askor är närliggande mineraliska restmaterial innebär det stora antalet faktorer i listan ovan att det finns skillnader mellan dem. Alla askor är inte nödvändigtvis bäst till allt, utan det kommer att finnas vissa användningsområden där några är bättre än andra.

Ett av målen för Askprogrammet bör därmed vara en bestämning av vilka användningar som de olika askorna är lämpliga för, och i förekommande fall en prioritering bland användningar.

### 2.2 Bedömningar av askvolymer

Olika uppskattningar kommer fram till att ca en miljon ton askor produceras i Sverige varje år [56], [57], [58]. I denna angenämt runda siffra ingår en samling heterogena material som alla är askor, men har något olika egenskaper.

Det är inte alldeles lätt att precisera uppskattningarna eftersom det inte förs någon samlad statistik. För vissa branscher fanns sammanställningar, men förhållandena i anläggningarna och förhållandena under vilka uppgifterna gjorts tillgängliga har ändrats.

---

<sup>1</sup> När tillsatser används för reningen av rökgaserna används hellre ordet rökgasreningsrest för att betona att något mer finns än bränslets egen aska.

Uppskattningen 2002 av askvolymerna från olika verksamheter för de närmast föregående åren utgick från en inventering [59] av biobränslen och blandbränslen som utförts fört Energimyndigheten:

- o 447 000 t våta (318 000 t torra) rester från den kommunala avfallsförbränningen
- o 267 000 t våta askor från massa- och pappersindustrin
- o 203 000 t våta askor från energianläggningar
- o 20 000 t eller 100 000 t askor från den träbearbetande industrin<sup>2</sup>

De två första uppgifterna baseras på officiell statistik där varje anläggning kunde särskiljas (RVF för avfallsanläggningar och Naturvårdsverket för massa- och pappersindustrin<sup>3</sup>).

Tabell 1. Produktionen av askor i Sverige 2003 (råton), uppskattad av Svenska Energiaskor [58].

Table 1. Production of ashes in Sweden 2003 (moist tons), an estimate by Svenska Energiaskor.

Typ av panna	Bränsle	Bottenaska (t/a)	Flygaskor och rökgasrester (t/a)
Rosterpannor	Hushållsavfall, industriavfall	400 000	70 000
	Kol och gummi	15 000	10 000
	Biobränslen inom skogsindustrin	100 000	68 000
	Returträ	15 000	5 000
	Trä och torv	35 000	15 000
	Biobränslen hos sågverken <sup>4</sup>	80 000	20 000
Pulvereldade pannor	Kol	15 000	30 000
	Torv och trä	15 000	40 000
Fluidbäddpannor	Trä och torv	25 000	30 000
	Biobränslen inom skogsindustrin	30 000	70 000
	Hushållsavfall, industriavfall	20 000	30 000
	Returträ	15 000	15 000
	Kol	20 000	20 000
<b>Summor</b>		<b>785 000</b>	<b>415 000</b>

<sup>2</sup> Siffran på 100 000 t/a i inventering av askor [59] har ifrågasatts: en materialbalans för sågverksbranschen ger upphov till en siffra på 20 000 t/a [60]. Den senare siffran finns också i Biobränslekommissionens slutbetänkande 1991. Siffran på 100 000 t/a är en extrapolering av de ca 11 000 t/a som faller vid de 20 största träbearbetande industrierna.

<sup>3</sup> Denna statistik förs nu av Skogsindustrierna och askmängderna kan inte längre utläsas.

<sup>4</sup> Se fotnoten ovan om volymen aska från sågverksbranschen som troligen är närmare 20 000 t/a totalt.

Observera att massa- och pappersindustrin får även andra mineraliska rester som visar stor likhet med askor: ca 220 000 t/a grönlutsslam (torrhalt på 50 %), 18 000 t/a stoft (d v s flygaska) från sodapannor, 16 000 t/a kalk eller kalkgrus samt 133 000 t/a mesa (huvudsakligen kalciumkarbonat).

Eftersom askornas kvalitet beror på bränslet och på anläggningens utformning behöver man veta fördelningen på dessa kategorier för att kunna prioritera insatser. Ribbing [58] ger en uppskattning uppdelad efter typ av panna, bränsle och typ av aska, ur vilken de stora dragen framträder: de största kvantiteterna uppstår i avfallsförbränningen och i förbränningen av bibränslen inom skogsindustrin, båda i rosterpannor. I övrigt finns många små kategorier av askor. De volymer som produceras av anläggningarna är ganska små.

Fördelningen kan förväntas vara tämligen stabil. Det som kan påverka denna i framtiden är ökningen av avfallsförbränningen samt utbytet av rosterpannor mot fluidbäddpannor när anläggningar byggs ut eller moderniseras.

## 2.3 Avsättningar

De två viktigaste användningsområden som identifierades i diskussionen inför skapandet av delprogrammet är återföring av de minerogena näringsämnen till skogsmark och återskapade mineraler för olika tillämpningar. Återföring till skogen är ett viktigt kretslopp för askor från skogsbränslen och en förutsättning för uttaget av hyggesrester. Användandet av askor som byggnadsmaterial vid vägbyggen, i deponier m m sparar ändliga naturresurser.

### 2.3.1 Geoteknik m fl användningar

Den marknad som lättast kan svälja ca en miljon ton per aska per år är den geotekniska marknaden som förbrukar ca 100 miljoner ton årligen. De två stora områdena för askor är anläggningsbyggandet (vägar, fyllnadsmaterial etc) och deponier som ett specialområde. Det positiva värde som kan åstadkommas är ett hushållande med naturresurser. Fokus i delprogrammet "Miljöriktig användning av askor" är följaktligen geotekniska tillämpningar.

Geotekniska användningar är också det område där den största erfarenheten finns, framför allt utomlands, med en rutinemässig användning av bottenaskor från avfallsförbränning till vägbyggen, anläggning av vallar etc. Flygaskor från pulvereldade kolpannor används rutinemässigt i olika anläggningsbyggen och som material i cement eller betong.

Tillgången på askor motsvaras även av ett behov: SGU har fått i uppdrag från regeringen att verka för att naturballast ersätts med andra material. Som ett led i detta arbete har SGU låtit SGI inventera de mineraliska rester som kan användas för att ersätta naturgrus, däribland askor.

Bränslemixen med bl a stora andelar biobränslen vid de svenska anläggningar som producerar aska avviker dock ofta från den är som är gängse utomlands. När det skrivs om askan från samförbränning av kol i biobränslen i internationella sammanhang är det ofta en försiktig inblandning av mindre mängder biobränslen i ett större flöde av fossilt bränsle.

### ***2.3.2 Näringskompensation och vitalisering***

Askor från biobränslen sprids i dag på skogsmark dels som näringskompensation, dels som vitaliseringsgödsling (eller försurningskompensation).

Förutsättningen för uttaget av hyggesrester från skogen är att kompensation för den minerogena näringen som därmed togs ut ges till skogsmarken: om ett förnyelsebart bränsle används så skall också förutsättningarna för att det skall växa upp på nytt vårdas. Vad är då mer lämpligt för detta än askan från hyggesresterna? Det är hittills frågan om mindre volymer jämfört med den runda siffran på en miljon ton, men det är nödvändigt att tillgodose detta behov av aska med rätt kvalitet. Omfattande forskning har utförts, men i verkligheten är återföringen inte en etablerad verksamhet. Det är angeläget att Askprogrammet bidrar till att askåterföringen blir vardag.

Försurningskompensation eller vitaliseringsgödsling är en åtgärd som motverkar skogsmarkens försurning på grund av kväve- och svavelnedfall, framför allt i sydvästra Sverige. Här är syftet att återställa markens buffringskapacitet och askan ger en bättre balanserad näring än enbart kalk. Om återföring är en åtgärd på sikt är kompensation för försurning en åtgärd som bör genomföras så snart som möjligt.

### ***2.3.3 Dagens avsättningar***

Det finns ingen statistik som kan tillåta en uppskattning av den volym askor som redan idag kommer till en faktisk användning. Vissa anläggningar nyttiggör all aska som de producerar, vissa nyttiggör endast små volymer.

Avfallsförbränningsanläggningen SYSAV i Malmö har byggt en behandlingskedja för sin bottenaska, s k slaggrus, och får avsättning för den. På andra ställen kan allt gå till deponi. Det innebär dock inte att askan inte används: på deponi kan bottenaskan användas för att bygga vägar för maskinerna. Återföring av aska till skogsmark pågår, om än i en mindre skala än vad som förväntats.

I diskussionerna under Askprogrammet har det uppskattats att ungefär hälften av askorna får en användning.

### 3 Målen för perioden 2002-2005

I inbjudan till tilltänkta finansiärer 2001 och inbjudan 2002 till utförare att lämna projektförslag beskrevs syftet med delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” på följande sammansmälta sätt:

*Syftet med detta forskningsprogram är att öka kunskaperna, och därmed möjligheterna, för en miljöriktig användning av energiproducenternas restmaterial. Målsättningen är att erhållna resultat skall vara möjliga att implementera i praktisk ekonomisk drift inom maximalt 3-5 år från programmets start.*

Programmet skall sammanställa och komplettera tidigare utförda undersökningar, samt samordnas med andra liknande program för att dubbelarbeten skall undvikas. Kombinationer med andra rester skall studeras.

Denna målsättning om praktisk användbarhet inom tre till fem år återspeglar snarare Värmeforsks policy än konkreta mål för delprogrammet. Även om andan varit densamma har målet formulerats på litet olika sätt i de dokument som beskrivit Askprogrammet under det att det diskuterades. Från allra första början var målet att producenterna av aska skulle hitta alternativa avsättningar för restmaterialet aska och att det skulle vara attraktivt för en användare att nyttja dem och därmed spara naturmaterial.

Målet preciserades sedan till att skapa kunskap så att funktionskriterier och miljökritier kan fastställas. I fortsatta preciseringar var kriterierna i centrum, med tillägget att de skulle skapas eller skulle vara ett mål på de användningsområden där sådana saknas. En ytterligare precisering är att miljökritiererna skall godkännas av miljömyndigheterna. I en senare vända har målen förts ner till en verksamhetsplan på delområdets nivå.

I inbjudan att lämna förslag till projekt definierades fyra områden, med målet för programmet nedbrutet i delmål för varje område. Arbetet med att värdera förslag, utvärdera resultaten från projekt och prioritera insatser inom varje område har utförts av fyra arbetsgrupper:

- o Geotekniska anläggningar
- o Deponi
- o Återföring till skog och mark
- o Miljö och kemi

All indelning av området askor i delområden inbjuder till gränsdragningsfrågor. Det räcker här med att konstatera att gränserna dragits om redan under Askprogrammets tillblivelse. Ett delområde som föll bort som eget område var ”Aska och slam”, som berörde huvudsakligen deponier, men inte endast dem. De frågor som tillhörde blandningar av aska och slam behandlades inom de andra grupperna. Området ”Kemi” var inte med i första uppropet, men gavs en inriktning mot produktionsfrågor i ett senare skede och ändrades slutligen till ”Miljö och kemi” med betoning på miljö vid användning.

**Programskrivningen för varje arbetsgrupp**

Det program som skrevs i inledningen av Askprogrammet är följande:

Projekt inom "*Geotekniska anläggningar*" bör leda fram till kriterier, värden och volymer för att använda askor i vägar, gång- och cykelvägar, parkerings- och andra ytor, hamnar, rörgravar, bullerskydd mm. Även ansökningar om användningar som filler i asfalt samt som filler och tillsatsmedel i betong bör behandlas av denna grupp.

Som askor inte är etablerade vägbyggnadsmaterial så kan det vara lite mer intressant att studera renovering av vägar än att bygga nya vägar. Då blir kraven inte lika strikta. Dessutom har Vägverket en stor budget för underhåll av vägar under de närmaste åren.

Gruppen "*Deponier*" skall fastställa kriterier för att använda askor som konstruktionsmaterial på deponier, framför allt som tätskikt, täckskikt och dräneringslager. Ett intressant specialfall är täckning av gruvavfall, speciellt täckning av sandmagasin från sulfidmalmsgruvor.

Målet för gruppen "*Miljö och kemi*" är att ge miljömyndigheter underlag för att värdera risker och miljövärden med att använda askor i stället för naturmaterial, bergkross och andra material för olika applikationer. Gruppen har även att få fram en kunskap om utlakningar och bindningskrafter mm som ett underlag för minskade miljökonsekvenser och hur askorna skall hanteras och lagras för att ge användningar för större volymer askor.

Uppgift för arbetsgruppen "*Återföring av aska till mark*" blir att studera de utredningar som framför allt Skogsstyrelsen, Energimyndigheten och Naturvårdsverket stödjer på detta område, dra slutsatser om varför återvinning sker i måttlig omfattning samt att i samråd med ovanstående myndigheter föreslå åtgärder för att stimulera till ökad återföring till skogen utan tvingande tillstånd och lagar.

Man skall även stödja projekt som bedöms kunna komplettera ovanstående myndigheters tekniska utredningar om hur en skogsåterföring<sup>5</sup> bäst bör utföras med mål att få ut volymer aska på ett tekniskt/ekonomiskt bra sätt.

De allmänna prioriteringar som gjordes är, i sammandrag:

- o Användningen av askor får inte styra råvaror eller teknik för energiproduktionen, vilken är den primära verksamheten.
- o Användningen får inte ställa för höga krav på askornas materialtekniska egenskaper.
- o Användningen måste uppfylla miljökraven.
- o Det är angeläget att askor från skogsbränslen återförs till skogsmark för att sluta ett kretslopp av minerogena näringsämnen.

<sup>5</sup> Med skogsåterföring menades återföring till skogsmark.

Som exempel på vad som avsågs med användning lämnades i upprop och inbjudan till tänkbara utförare förslag till dels insatser som skulle kunna tänkas leda till uppfyllandet av områdets delmål, dels specifika användningar.

I denna syntesrapport dras gränserna om i vissa avseenden för att framställningen skall ge läsaren en överblick över sammanhängande områden. Eftersom de tekniska och miljömässiga förhållandena är olika för anläggningsbyggen med obundna askor och för bundna konstruktioner (t ex betong) behandlas de i var sitt avsnitt. Miljöfrågor kan inte behandlas samtidigt för all användningar. Då de är specifika för en användning behandlas de i varje användningsområde.

## 4 Geotekniska anläggningar

Anläggningsbyggen är en stor marknad för material, ca hundra miljoner ton per år. Det finns ett stort tryck på att ersätta naturmaterialen, för vilka tillgången är begränsad, med bl a återvunna material eller restmaterial. Marknaden är vid första anblicken tillräckligt stor för att svälja hela årsvolymen askor som är på ca miljon ton. Den ger dessutom långsiktiga möjligheter, vilket inte kan sägas om deponierna som nog är sluttäckta om ett tiotal år.

De största hindren för en bred användning är:

- o Att askor är avfall och därmed upplevs som ett mindre tryggt material. Emissioner måste beaktas, vilket man hittills inte behövt göra för naturmaterial.
- o Att askor har i allmänhet annorlunda egenskaper än naturmaterial i de tester som tagits fram för naturmaterial inför ett traditionellt bygge.
- o Att askor är heterogena, har skiftande kvalitet och finns inte i tillräckligt stora mängder under en tillräckligt kort tid för alla typer av byggen.

Det som skulle till en stor del undanröja det första hindret är ett förtydligande av gränsen för trygg användning av aska, eller något annat material. Detta kan vara miljöriktlinjer, gränsvärden och krav som materialen kan jämföras med. I sig innebär detta en bättre kunskap om askornas egenskaper.

Det andra hindret har askor gemensamt med många alternativa material, bl a återvunna material. Här är svaret att kraven bör ställas på funktionen i den geotekniska konstruktionen snarare än på materialen. Detta leder till att olika konstruktioner som tar hänsyn till egenskaperna hos de material som utnyttjas kan jämföras m a p kostnad, prestanda etc. Arbetet inom Askprogrammet bör därför inriktas mot en kartläggning av askors egenskaper så att t ex en väg kan konstrueras med hänsyn till de funktionskrav som ställs på den färdiga konstruktionen.

Det tredje hindret är något som kan sammanfattas med frasen ”Rätt tid, rätt plats, rätt leverans”. Logistik och lagerhållning är viktiga, men dessa frågor hör inte riktigt ihop med ett forskningsprogram. Kvalitet är däremot en gemensam fråga om materialens egenskaper. Kvalitetssäkring bör därför vara en huvudpunkt i Askprogrammet, liksom rätt leverans till rätt plats. Alla askor passar inte nödvändigtvis överallt, utan en aska bör användas där den är mest lämplig:

- o Bottenaskor kan användas som lättfyllnad och underbyggnad.
- o I Finland har man goda erfarenheter av användningen av flygaskor för att renovera grusvägar. Det är önskvärt att denna erfarenhet inhämtas och appliceras.



## 4.1 Bedömning av miljöpåverkan

Under denna treårsperiod har Askprogrammets inriktning varit att ta fram underlag inför en tillståndsprövning. Fokus i en prövning är bedömningen av risker och därmed emissioner från den geotekniska konstruktionen. Andra projekt har behandlat miljöaspekter och miljöprövning men ur ett mer generellt resursbevarande perspektiv, varför de redovisas i avsnitt 9.2, "Kommunikationsfrågor", eller under avsnitt 8, "Miljö och kemi".

Tabell 2. Projekt om miljöaspekter inför en användning av askor till geotekniska ändamål

Table 2. Projects concerned with environmental aspects of the utilisation of ashes for geotechnical purposes

Projektnummer	Titel	Rapport
Miljöpåverkan från en väg		
Q4-104	Miljöriktlinjer för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande, etapp 1	879
Q4-238	Miljöriktlinjer för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande, etapp 2	utkast finns
Q4-241	Projekt Vändöra-TVL – En studie av långtidsegenskaper och förutsättningar för återvinning av vägar anlagda med bottenaska	964, även RVF 2006:03
Q4-290	Damning från vägar delvis uppbyggda med aska	963
Andra projekt, sammanfattas i avsnitt 8.1 och 9.2		
Q4-144	Krav och riktlinjer vid återbruk och återvinning av avfall till anläggningsändamål	839
Q4-248	Metodik för avvägning mellan resurshushållning och emissioner vid användning av askor i anläggningsbyggande	953
Q4-283	Seminarium "Restprodukter och de svenska miljömålen"	genomfördes i september 2005

Det problem som till stor del föranlett delprogrammet "Miljöriktig användning av askor" är att det inte finns specifika kriterier eller bedömningar för en användning av askor, eller av många andra restmaterial. Dessa kriterier skulle ligga till grund för en bedömning av lämpligheten att utnyttja ett material till att bygga t ex en väg.

För den som bedömer miljöpåverkan eller avgör när en miljöpåverkan är skadlig är det värdet på ett flertal storheter i miljön som är det väsentliga. Det ambitiösa målet är givetvis att denna påverkan skall vara försumbar eller åtminstone inte nämnvärt överstiga "den naturliga bakgrunden" i ostörd miljö. För förorenad mark finns riktvärden som kan användas för att bedöma när mark är förorenad och farlig med de antaganden som gjordes när värdena bestämdes för givna situationer.

Det som materialproducenten, d v s askproducenten, helst vill ha är kvantitativa kriterier för askans innehåll av t ex miljöstörande ämnen eller dess egenskaper t ex med avseende på lakning. Avsikten är att minimera sannolikheten för att en oacceptabel miljöpåverkan skall uppstå. Dessa kriterier måste härledas ur en bedömning av miljöpåverkan i en tänkt användning.

Eftersom det inte har funnits kriterier har man frestats använda de som finns, nämligen:

- o Mottagningskriterierna för avfall till deponier
- o Naturvårdsverkets ovannämnda kriterier för förorenad mark

Dessa kriterier ger en numerisk referensram, men det är osäkert om de är alltigenom relevanta i detta fall därför att situationerna är annorlunda. T ex förutsätts den förorenade marken ligga exponerad för vind och vatten, vilket inte är fallet för förstärkningslager i en väg. Tillvägagångssättet i framtagningen av kriterierna för förorenad mark bör däremot vara detsamma för kriterierna i användningen av restmaterial, d v s att bedöma exponeringen och de olika vägarna genom vilka materialet påverkar omgivningen.

Målet för generella miljöriktlinjer bör vara i första hand att ange gränsen mellan ”ringa risk”, d v s materialen kan användas utan restriktioner och utan någon omfattande tillståndsprovning, och ”risk” där en noggrann bedömning måste göras från fall till fall.

I projekt Q4-104, ”Miljöriktlinjer för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande, etapp 1” [20], inleddes arbetet med en översikt och en definition av problemet. Regelverket till vilket hänsyn måste tas i arbetet fram till riktlinjer är ganska omfattande. Varje regel innebär kriterier för ett specifikt område, som vattendirektivet för grundvattnet eller ytvattnet som kan tänkas förorenas av en geoteknisk konstruktion. Samtidigt bör man sträva efter konsekvens i systemet.

Dessvärre saknas riktlinjer för hur en riskbedömning skall göras. En fullgod bedömning av risker som är förbundna med användningen av material blir omfattande, vilket minskar förutsättningarna för snabba utredningar i detta inledande skede. En skiss till bedömningsmodell och några scenarier för hur en vägkonstruktion påverkar mark och vatten presenterades i rapporten [20].

I nästa projekt, Q4-238 med titeln ”Miljöriktlinjer för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande, etapp 2”, utmejslades bedömningsmodellen: alla mekanismer som kan tänkas påverka miljön och människohälsan tas med i betraktandet. Syftet är att så att säga baklänges räkna ut riktvärden för askor. Därefter kan dessa riktvärden jämföras med de faktiska värdena för de betydelsefulla storheterna.

Arbetet har utgått från den konservativa mallen som tagits fram för bedömningen av förorenad mark. Med ordet konservativt menas här att säkerhetsmarginaler tas till för de osäkerheter som finns i ingångsdata om olika ämnens påverkan samt i modellen för miljön och människornas exponering för ämnet. Askor kommer inte att vara den enda källan till de miljöstörande ämnena: endast en del av det avstånd som finns från ”den

---

naturliga bakgrunden” till ett medicinskt och ekotoxikologiskt gränsvärde för exponeringen får intecknas för askan.

Analysen har byggts upp för två fall: dels slaggrus, d v s mognad bottenaska från avfallsförbränning, som förstärkningslager i en asfalterad väg, dels flygaska i en grusväg. Hänsyn togs till byggandet av vägen, driften med underhåll samt rivningen av vägen.

De två förlopp som är betydelsefulla är spridningen av miljöstörande ämnen från vägkroppen till ytvatten och damningen, framför allt under bygg-, underhålls- och rivningsfaserna. I det första fallet är det lakegenskaperna som är viktiga, i det andra fallet är det totala innehållet av ämnen. Vid en jämförelse med kända data för utlakningen faller nästan alla askdata innanför de riktvärden som härletts. Något riktvärde överskrids för en enstaka aska. För damningen är resultaten mer svårtolkade, vilket till stor del beror på att modellen som tagits från riktlinjerna för bedömning av förorenad mark är ultra-konservativ och leder även i det sammanhanget till resultat som är svåra att förena med en nyanserad syn på faror. Det kritiska förloppet förefaller vara damning på bladgrönsaker som odlas i närheten av vägen. I skrivande stund är rapporten för arbetet med miljökritierier inte helt färdigställd, varför slutsatserna kan komma att nyanseras.

För att kunna få ner de osäkerheter som finns i beräkningsmodellen för damning krävs en mer realistisk beskrivning av damningen. Projekt Q4-290, ”Damning från vägar delvis uppbyggda med aska”, är nystartat och syftar till detta.

För att kalibrera beräkningar av spridningen finns två objekt, ett inom Askprogrammet, ett utanför detta:

- o Inom Askprogrammet har SGI obducerat den provväg som anlagts för ett tiotal år sen utanför Linköping, Vändöra i projekt Q4-241, se Tabell 2. Det visade sig att tungmetaller inte vandrat långt från vägkroppen utan hållits kvar i marken kring vägen, i det mån de lämnat vägkroppen [45].
- o Demonstrationsvägen som har anlagts inom Dåvamyrans anläggningsområde med bl a bottenaska från avfallsförbränningen (resultaten från uppföljningen har redovisats i en rapport hos SGI [61]) samt Törringevägen i Linköping.

Det kan även nämnas att i ett Vinnovaprojekt har SP och Chalmers Tekniska Högskola låtit Golder Associates ta fram riktvärden för innehåll av störande ämnen i askor och gjuterisand [62].

När förslaget till riktlinjerna tagits fram är nästa steg att få konsensus om dem, eventuellt efter justeringar, med alla parter, bl a miljömyndigheter.

## 4.2 Geotekniska kriterier: bottenaska

Askor och andra restmaterial ersätter inte dagens material rakt av. De har ofta sämre tekniska egenskaper än naturgrus eller bergkross i de tester som tagits fram för dessa material mot bakgrunden av den traditionella dimensioneringen av en vägkropp.

För att ge återvunna material en chans bör antingen metoderna att dimensionera vägar och andra geotekniska konstruktioner ändras från utförandekrav till funktionskrav eller så pass mycket erfarenhet vinnas med dessa material att vägbyggarna lärt sig dem. För Askprogrammet är den rationella vägen med testmetoder att föredra. Det låter som en övermäktig uppgift för programmet, men denna process pågår f n internationellt, bl a genom EU-stödda projekt.

*Tabell 3. Projekt som avser tekniska frågor inför en användning av askor till geotekniska ändamål*

*Table 3. Projects concerned with technical aspects of the utilisation of ashes for geotechnical purposes*

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-143	Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggande, etapp 1	867
Q4-282	Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggande - etapp 2, karakterisering av bottenaskor	952
Q4-224	Askors materialtekniska funktion – VTI:s materialdatabas	930
Q4-271	Uppföljning av befintliga slaggrusprovvägar	917

Den första åtgärden är att definiera vilka egenskaper som behöver tas fram för material som askor. I projekt Q4-143, ”Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggnad, etapp 1” [17], har SP inventerat funktionskraven och metoder att testa materialen, d v s askor. En blandning av etablerade metoder och nya metoder föreslogs i rapporten – med nytt menas att de inte använts systematiskt på naturmaterialen. De egenskaper som behöver mätas är:

- o Bärförmåga, stabilitet, sättning och kompression med dynamiskt triaxialprov
- o Frostbeständighet med frys-tö metoder
- o Kornstorleksfördelning med varsamma versioner av etablerade metoder
- o Packning med etablerade metoder
- o Kapillär stighöjd med etablerade metoder
- o Tjällyftningsbenägenhet och värmekonduktivitet med etablerade metoder

Vattenabsorptionen bör ägnas speciell uppmärksamhet. Stabiliteten påverkas bl a av halten organiskt material<sup>6</sup> som bör bestämmas med standardmetoden EN 13137.

I ett fortsättningsprojekt, Q4-282, ”Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggande - etapp 2, karakterisering av bottenaskor” kartlägger SP och VTI egenskaperna hos bottenaskor från olika bränslen och panntyper [36], sammanlagt tre prov som härrör från:

- o En barkpanna (roster) från skogsindustrin
- o En rostpanna i en avfallsförbränningsanläggning, d v s slaggrus
- o En torv- och träeldad pulverpanna

Ett av målen är att ange vad askorna kan användas till och vilka värden de skall uppnå i provningen för att de skall vara användbara. Ett annat mål är att föreslå en kontrollordning, d v s vilka egenskaper som skall kontrolleras.

Utöver de tester som nämndes ovan utfördes bestämmingar av skrymdensitet, TOC<sup>7</sup> och vattenabsorption.

Slutsatserna i projektet om testmetoderna var att de alla var relevanta, d v s mätte en egenskap som har betydelse för användningen av bottenaskor i vägar. Behovet av metodutveckling kvarstår dock, särskilt med hänsyn till fukthaltens inverkan på askornas egenskaper. Resultatet från en grupp av metoder är lätt att tolka (skrymdensitet, kornstorleksfördelning, värmekonduktivitet, permeabilitet, tjällyftning) men det är svårare att tolka resultaten från tester som triaxialprovning, modifierad kompressibilitet, packningsegenskaper, TOC-halten, vattenabsorption samt frostbeständighet. Svårigheten ligger inte i metoderna, utan att tolka betydelsen av resultaten för användningen i fält.

För proven kunde följande slutsatser dras:

- o Slaggruset är jämförbart med de material som används i förstärkningslager, med reservation för frostbeständigheten
- o Utifrån mekaniska egenskaperna är bottenaskan från barkpannan lämplig att användas som underbyggnadsmaterial, men användbarheten begränsas av de fuktrelaterade egenskaperna som inte är tillfredsställande, särskilt tjällyftning i fuktigt tillstånd
- o Bottenaskan från pulvereldade pannan med torv/trä som bränsle är inte lämplig att använda som underbyggnadsmaterial i vägar

De tre askornas egenskaper i testerna skiljde sig så pass mycket åt att man inte kan generalisera för alla bottenaskor. Det finns inte tillräckligt med information från försök i fält. Även om det finns tillräckligt med kunskap för att kunna använda askor och båda projekten sammanställt vilka testmetoder som bör användas krävs en mer omfattande kunskap om bottenaskor för att kunna generalisera.

<sup>6</sup> Organiskt material ur ett geotekniskt perspektiv, d v s för mineraljord. Det behöver inte vara detsamma som organiskt material i en aska, se resultaten från projektet ”Vad är oförbränt?” [35].

<sup>7</sup> TOC, Totalt Organiskt Kol, eller organisk halt i dagligt språk.

Det finns redan kunskap om askors och andra restmaterials egenskaper hos VTI, som arbetat under några år med att bestämma dem i några projekt genom laboratorieundersökningar. Denna samlade materialkunskap har gjorts tillgänglig genom att de har lagts in i databasen Allaska, se avsnitt . Rapporten för detta projekt, Q4-224, ”Askors materialtekniska funktion – VTI:s materialdatabas”, har kompletterats med en anvisning för tolkningen av mätdata [26]. Utgående från de egenskaper som ett material har kan de mest troliga användningarna identifieras.

De flesta av de tester som rekommenderas av SP och VTI utförs på färskta prover i ett laboratorium. Viktigt är också en uppföljning av egenskaperna under flera år, när materialen är utlagda. I projekt Q4-271, ”Uppföljning av befintliga slaggrusprovvägar”, har SGI mätt väggkroppars egenskaper några år efter att de byggts [24].

### 4.3 Flygaska i grusvägar

Denna del av Askprogrammet syftar huvudsakligen till hemtagning och tillämpning av den kunskap om renovering av grusvägar med askor som byggts upp i Finland. Genom att använda flygaskor med bindande egenskaper, eventuellt med tillsatser av bindande material, kan man minska volymen material i grusvägar och ändå få en mer hållbar väggkropp. Flygaskan går in här som förstärkningslager. Den finska erfarenheten byggdes ursprungligen upp för kolaskor men utsträcktes till även torv- och träaskor samt flygaskor från blandade bränslen.

Tabell 4. *Projekt om miljöaspekter inför en användning av askor till geotekniska ändamål*

Table 4. *Projects concerned with environmental aspects of the utilisation of ashes for geotechnical purposes*

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-107	FACE, Flygaska i geotekniska anläggningar – Etapp 1, Inventering/tillämplighet	870
Q4-228	Produkter baserade på blandningar av flygaska och fiberslam (fiberaska) för väggbyggande	915
Q4-275	Flygaskor som bindemedel för renovering av gamla vägar – Laboratorieundersökningar samt förberedelser för provbyggandet	918
Q4-229	Flygaska som förstärkningslager i grusväg	949
Q4-290	Flygaskor som bindemedel för renovering av gamla vägar. Etapp II: pilotförsök – renovering av skogsbilväg	968
Handbok		
Q4-270	Vägledning – flygaska i mark- och väggbyggnad	954, även SGI Information 18:4

Första steget, projekt Q4-107, "FACE, Flygaska i geotekniska anläggningar – Etapp 1, Inventering/tillämplighet" [18], var att kartlägga de svenska askorna för att bedöma behovet av bindande tillsatser och var de kunde användas. Tre grupper kunde identifieras:

- o Flygaskor med låg hållfasthet och låg densitet (högt s k portal) som ofta är våtlagrade och som måste stabiliseras med färsk askor eller cement innan de används i förstärkningslager
- o Flygaskor med medelhög hållfasthet och densitet, ofta torra från början och ett innehåll av aktiv kalciumoxid över 4 %, vilka kan användas utan tillsats av bindemedel
- o Flygaskor med hög hållfasthet och hög densitet, ofta torra från början, med stora användningsmöjligheter

I nästa projekt, Q4-275, "Flygaskor som bindemedel för renovering av gamla vägar – Laboratorieundersökningar samt förberedelser för provbyggandet" [25], togs ett recept fram för renoveringen av en grusväg. Flygaskan från Hallstabruket användes för att stabilisera grusmaterialet. Dessa resultat utnyttjades i ett fältprojekt, Q4-229, "Flygaska som förstärkningslager i grusväg" [33], där en grusväg renoverades med denna flygaska.

En blandning av färsk flygaska och deponerad flygaska användes i Riksväg 90-projektet, utanför Askprogrammet. Rapporten för arbetet som avslutades 2002 går att ladda ner från Svenska Energiaskors Internetplats.

I ett annat projekt, Q4-228, "Produkter baserade på blandningar av flygaska och fiberslam (fiberaska) för vägbyggande" [23], syftar Pentti Lahtinen till att visa att man med blandningar av flygaska från biobränslen och fiberslam från massa- och pappersbruken kan åstadkomma vägkroppar som är hälften så tjocka som de traditionella grusvägarna. Förstärkningslagret behöver vara endast 20 cm. I projektet utfördes laborietester av tekniska egenskaper och miljöegenskaper.

I och med att den tekniska genomförbarheten visats i full skala i Sverige är nästa steg att sprida resultaten som en handbok eller vägledning. Vägverket tar nu fram en handbok för alternativa material. För flygaska i grusvägar utförs detta arbete av Ecoloop och Ramböll-Viatek under ledning av Vattenfall Värme i Uppsala, med finansiering från Askprogrammet, projekt Q4-270, "Vägledning – flygaska i mark- och vägbyggnad" [37].

#### 4.4 Återfyllnad av rörgravar

Den bäddaska som tas ut från pannor med cirkulerande fluidbäddar (CFB) består till mycket stor del av bäddmaterialet (oftast sand) och har samma kornstorleksfördelning som sand: denna bäddaska har redan använts på sina håll som återfyllnad i rörgravar. Syftet med projekt Q4-220, "Pannsand som kringfyllning i rörgravar för fjärrvärmerör", var att få fram underlag för en fortsatt och utökad användning av bäddaskan [11]. För att förtydliga materialets karaktär och användbarhet har benämningen panssand införts.

Pannsander från förbränningsanläggningar med varierande bränslen har karakteriserats med avseende på geotekniska egenskaper och på miljöegenskaper. Geotekniskt sett uppfyller de alla krav som ställs på kringfyllnadsmaterial. De bör stampas in lätt för att undvika nedkrossning till finkornigt material. De är okänsliga för vatten under byggnadsskedet.

Miljömässigt klarar panssanderna från biobränsleldade pannor EU:s gränsvärden för placering på deponier för inert avfall, varför de bedömes vara ganska riskfria att använda. Utlakningen av antimon för panssander från avfallsförbränning är dock på en kritisk nivå. I deras fall behövs en djupare undersökning.

#### **4.5 Parallell verksamhet**

Vid sidan av Askprogrammet har under de senaste åren drivits flera projekt om användningen av askor till geotekniska ändamål. Vissa bland dem sattes igång innan det var frågan om något delprogram hos Värmeforsk. Ovan nämndes bl a "Riksväg 90" som var del av ett EU-projekt.

Vinnova har delfinansierat AIS 32 projektet<sup>8</sup> som avslutades sommaren 2004. Möjligheterna att använda restmaterial som gjuterisand, stennjöl och bottenaskor undersöktes: tekniska egenskaper och miljöegenskaper bestämdes för en användning i deponier och vägar [63], [64]. I detta projekt togs även fram riktlinjer för restmaterials innehåll av miljöstörande ämnen, utgående från kunskapen om hur mycket som är tillgängligt för utlakning [62].

#### **4.6 Askprogrammets betydelse**

Askprogrammets betydelse för användningen av askor till geotekniska anläggningsbyggen är i korthet:

- o En uppsättning förslag till miljökriterier
- o En metodik för att bestämma askornas lämplighet för geotekniska användningar
- o Hemtagning av finsk erfarenhet om att bygga grusvägar med flygaskor

Förslaget till miljökriterier, när bedömningsmodellen kompletterats med en mer realistisk beskrivning av hur människor exponeras för askan genom damning än i den ultra-konservativa modellen för förorenad mark, kommer att utgöra de efterfrågade kriterierna för beslut "Fritt fram eller stopp" om materialen. Dessa riktvärden innebär ett tak, under vilket risken är ringa. När det gäller spridningen av ämnen genom lakning, som har varit i fokus för det mesta av arbetet kring miljöpåverkan från askor, är det glädjande att konstatera att de flesta svenska askorna för vilka de nödvändiga data var offentliga gick in under detta konservativa tak. Frågan är ännu inte avgjord för damningen, som hittills förbisetts i det stora flertalet undersökningar.

---

<sup>8</sup> AIS, Aktivt Industriell Samverkan, som syftar till att skapa nätverk mellan FoU-institutioner och industrier samt en kunskapsöverföring.



---

Nästa steg är att skaffa konsensus och acceptans på en bred bas för dessa miljökriterier. Det är dock osäkert om det går att skapa nationella riktlinjer.

En reservation i det sammanhanget är att riktvärden tagits fram för endast typfall. Det vore önskvärt att möjligheterna till generalisering, känsligheten för den geotekniska konstruktionen prövades genom att använda bedömningsmodellen för t ex panssand i rörgravar, parkeringsytor eller andra aktuella objekt.

På den geotekniska sidan har inte kriterier och riktvärden tagits fram på samma sätt. För miljö finns en sådan erfarenhet med verkliga fall och med testmetodik att förutsägelser kan göras, låt vara grova sådana. För de tekniska aspekterna finns inte erfarenhet i fält med dessa material. Det första steget är att skapa en provningsmetodik så att den framtida erfarenheten i fält kan tolkas och specifikationer ställas upp. En provningsmetodik har därför tagits fram, och några diskriminerande egenskaper har kunnat identifieras.

Two särskilda användningar för askor har studerats:

- o Flygaska i grusvägar
- o Panssand i rörgravar

Det kan råda olika uppfattningar om hemtagningen av kunskap om flygaskor i grusvägar hade genomförts utan Askprogrammet. Det är möjligt att det hade skett ändå, men det hade inte dokumenterats på samma sätt, vilket hade minskat möjligheterna att få ett genomslag på kort sikt.

Det vore intressant att följa upp användningen av panssand (bäddaskor från CFB-pannor) i rörgravar. Den fråga som ställs är om det underlag som tagits fram i Värmeforskprojektet varit tillräckligt? Vad finns det för andra hinder? Av den information som kommit Askprogrammet tillkänna att döma har användningen inte riktigt lyft, av olika skäl:

- o Det finns en marknad på annat håll för denna typ av aska
- o Halten av några ämnen (antimon, zink) ligger över gränsvärden för förorenad mark (mindre känslig markanvändning)
- o Cordrester (från däck) i någon aska
- o Några askor härdar kring fjärrvärmerören

Även om det inte sagts uttryckligen har bottenaskorna från avfallsförbränningen (de som blir slaggrus efter förbränningen) varit i fokus för flera projekt: miljökriterier, geotekniska kriterier m fl. Dessa utgör egentligen en flaskhals för satsningen – utan dem är det svårt att etablera en resonerad praxis.

Bäddaskorna från BFB, pannor med bubblande fluidbäddar, har inte undersökts på samma sätt. De är i allmänhet grövre och har oftast en snävare kornstorleksfördelning. Om CFB-askorna kallas för panssand skulle de kunna kallas för panngrus.

## 5 Cementbundna konstruktioner

Cement och betong är ett av de vanligaste användningsområden för askor utomlands, låt vara kolaskor eftersom kol är det vanligaste bränslet. Skulle även askor från de svenska bränslmixerna med en stor andel bibränsle kunna användas är det en potentiellt stor marknad.

### 5.1 Arbete som utförts inom Askprogrammet

Inom delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” har fyra projekt behandlat möjligheterna att använda askor från huvudsakligen bibränslen i betongtillämpningar.

Tabell 5. Projekt om användning av askor i cement och betong

Table 5. Projects on utilisation of ashes in cement and concrete

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-133	Kravprofiler och toleranser för energiaskors egenskaper vid användning i betongrelaterade tillämpningar	828
Q4-103	Användning av askor från förbränning av returpappersslam inom gruvindustrin	862
Q4-219	Användning av energiaskor som fillermaterial vid betongtillverkning	848
Q4-273	Användning av energiaskor som fillermaterial vid betongtillverkning – etapp 2	969

Det första som behövde göras var att gå igenom de materialspecifikationerna som finns, bl a existerande standarder, och som nästan uteslutande är anpassade till flygaskor från förbränningen av kol för att se hur askor från huvudsakligen bibränslen kan passa in. I projekt Q4-133, ”Kravprofiler och toleranser för energiaskors egenskaper vid användning i betongrelaterade tillämpningar” [4] konstaterades att ett fullt utvecklat regelverk endast finns för konstruktionsbetong. För övriga typer av betong finns skrivningar som ger möjlighet att använda annat än kolflygaskor så länge motsvarande prestanda uppnås, och ibland finns inget regelverk överhuvudtaget. Det är då svårt att dra generella slutsatser om hur svenska askor passar in, vilket innebär att man måste pröva sig fram fall för fall. En övergripande marknadsbedömning gjordes i detta projekt och fem områden där det finns potential för flygaskor identifierades:

- o Filler i betong med krossballast samt i självkompakterande betong
- o Igensättningsbrytning och igengjutning av rasschakt i gruvor
- o Förstärkningslager i vägar och ytor
- o I kalk/cementpelare och i cementstabiliserat grus
- o Injekteringsmedel för stabilisering av jordar och deponier

Projekt om förstärkningslager i grusvägar har också genomförts inom Askprogrammet, se avsnitt 4.3 om geotekniska anläggningar. Ett projekt om injektering i deponier har genomförts, se avsnitt 6.2 om deponier.

I igensättningsbrytning i gruvor fylls nyligen utbrutna hålrum igen med anrikningssanden som har stabiliserats med cement. I projekt Q4-103, "Användning av askor från förbränning av returpappersslam inom gruvindustrin", gjordes försök i laboratoriet som visade att det borde vara möjligt att ersätta upp till ca 50 % av cementen med flygaska [15]. Att helt ersätta cement med flygaska ger för låg hållfasthet. I lakteter ger den provade askan inte något nämnvärt tillskott av miljöfarliga ämnen. Genomförbarhetsförsök utfördes vid Zinkgruvan med goda resultat. Marknadspotentialen uppskattas till 20 000 till 50 000 t/a.

Den möjlighet som öppnas för flygaskor i betong är behovet av finmaterial när naturgruset ersätts av krossat material. Erfarenheter finns redan i Skåne. Projekt Q4-219, "Användning av energiaskor som fillermaterial vid betongtillverkning" [9], syftade till att sammanställa dessa erfarenheter och att vidareutveckla konceptet. Vid genomgången av de tillgängliga askorna sorterades rosterpannorna bort då deras flygaskor generellt har för hög restkolhalt. Försök gjordes i laboratoriet och en teknikdemonstration utfördes (skyddsbetong i Lund). Betongen i teknikdemonstrationen uppfyllde alla krav. Marknaden uppskattas i rapporten till ca 80 000 t/a flygaska.

I laboratoriet tappade vissa betonger med inblandningen av flygaskor konsistensen under den första timman, vilket undersöks närmare som en del av fortsättningsprojektet, Q4-273. Huvuddelen av detta projekt, "Användning av energiaskor som fillermaterial vid betongtillverkning – etapp 2", är en vidareutveckling av tekniken med flygaskor i självkompakterande betong. En teknikdemonstration har genomförts under hösten 2005.

## 5.2 Askprogrammets betydelse

Projektet om igensättningsbrytning och om användningen av flygaskor från förbränningen av biobränslen som filler i betong har visat att dessa användningar är tekniskt genomförbara. Det är relativt stora volymer det är frågan om, och bedömningen är att dessa användningar snart kan ske i ganska stor skala. Det som återstår är närmast en teknikutveckling som består av att finna recept och metoder att anpassa dem till variationerna i askornas egenskaper.

Miljöfrågor har inte lyfts fram för dessa användningar. I gruvor lär askornas innehåll av miljöstörande grundämnen vara underordnad gruvans eget innehåll. I byggnadselement eller i betong är utlakningen från betongen begränsad. Lakning från ytor har undersökts i ett fåtal arbeten, bl a ett vid Luleå Tekniska Universitet och Åse Togerös avhandling vid Chalmers Tekniska Högskola [65]. Det är en process som kan förväntas pågå i många år. Inledningsvis lakas ytskiktet ur, men processer i ytan minskar utflödet rätt snabbt. Tillsatser av flygaska från koleldade pannor har mindre betydelse än den cement som används.

Ett större problem är vad som händer med konstruktionen efter dess tekniska livslängd, om några tiotals år. När betongen krossas friläggs nya ytor och utlakningen tar fart igen, och från en större yta. Frågan är hur mycket askan bidrar med utöver det som lakas ut ur betongens andra komponenter.

## 6 Deponier

Den största marknaden för askor i dag är deponier. Där används de för att stabilisera farligt avfall, bygga hårda ytor, vägar, dräneringslager, terrasseringskikt och vallar. Mycket av denna verksamhet sker dagligdags hos deponierna. Behovet är därför inte ny teknisk information utan snarare en sammanställning av den existerande kunskapen i syfte att tillåta dels en samsyn inom branschen, dels en optimering vid varje anläggning.

### 6.1 Täcksikt av slam och aska på deponier

Det nya användningsområdet för askor är tätskikt och täcksikt när en deponi avslutas. Idag är lämpliga jungfruliga material för detta en bristvara. Arbete som stötts av RVF och av VA-Forsk visar att blandningar av rötslam med aska tillsammans har goda tekniska egenskaper och att de ekonomiska förutsättningarna är goda. Slam ger täta skikt, men bryts ner mikrobiologiskt och har en låg hållfasthet. Färska askor kan ge skikt som är täta, åldrade askor är sämre, men framför allt har de god bärighet även om askan ensam är spröd. Askor i kombination med slam från vattenrening har förutsättningar att uppfylla kraven på täthet och beständighet. Praktisk erfarenhet finns men den är inte dokumenterad.

För att få lägga ett organiskt material som slam på deponi, förvisso i egenskap av funktionellt material i täcksikt, behöver man visa, bl a för miljömyndigheter, att funktionen kommer att bibehållas under lång tid. Den stora frågan är under hur lång tid täcksiktet behåller sin funktion.

Tyngdpunkten i askprogrammets projekt om användningar på deponi ligger följaktligen på täck- och tätskikt med aska och avloppsslam. Insatserna samordnas med parallella verksamheter hos bl a RVF och VA-Forsk. Målet är en dokumentering av tekniken bl a som pilotskaleförsök med en uppföljning. Inom Askprogrammet har parallella men kompletterande projekt utförts av:

- o GeoInnova som har lagt ett täcksikt på tre deponier
- o Stockholm Vatten och Ecoloop som har lagt ett täcksikt på en deponi
- o MTM vid Örebro Universitet som utvärderade ett täcksikt ovanför gruvavfall
- o Luleå Tekniska Universitet och ÅF som undersökte den kemiska stabiliteten hos slam i kontakt med aska
- o Stockholms Universitet som undersökte revegetationen av täcksiktet ovanför ett sandmagasin

I det sammanhanget bör påpekas att Askprogrammet fokuserat på rötslam, d v s rötat slam från avloppsreningen. Det finns många andra slam såsom bioslam från massa- och pappersbruk, grönlutsslam m fl som också kan användas för att göra täta skikt men som inte varit föremål för projekt inom Askprogrammet.

Tabell 6. Projekt om användning av slam och aska för täck- och tätskikt på deponier som har finansierats av askprogrammet

Table 6. Projects financed by the program on the use of sludge and ashes for covers in landfills

Projektnummer	Titel	Rapport
Slam och aska för täck- och tätskikt		
Q4-111 <sup>1</sup>	Linermaterial med aska och rötslam	837, även RVF 2004:18 och VA-Forsk 2003:43
Q4-225	Täckning av deponier med blandning av avloppsslam och aska	948, även RVF 2006:04 och VA-Forsk 2006:08
Q4-237 <sup>1</sup>	Pilotförsök med flygaskstabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskikt	942, även RVF 2005:17 och VA-Forsk 2006:01
Q4-141, Q4-244	Flygaska och rötslam som tätskikt vid efterbehandling av sandmagasin med vegetations-etablering	959
Q4-146	Täckning av gruvavfall – Etapp 1	855
Q4-254	Askor och rötslam som tätskikt för gruvavfall	960
Q4-105	Nedbrytning av cellulosa	806
Q4-230	Nedbrytning av tätskikt uppbyggda av slam och aska	943

Fotnot till Tabell 6:

<sup>1</sup> Dessa projekt har samfinansierats med VA-Forsk

I en förstudie [66], [67] som genomfördes innan Askprogrammet kom igång har GeoInnova genomfört en laboratorieundersökning av inverkan av aska, som har ett högt pH-värde, på slammets mikrobiologiska nedbrytning. Det höga pH-värdet från askan snarare hämmade de mikrobiologiska processerna och stabiliserade slammets. GeoInnova bedömer att i basisk miljö och under syrefria förhållanden är nedbrytningen av slam mycket långsam<sup>9</sup>.

I Askprogrammets projekt Q4-225, "Täckning av deponier med blandning av avloppsslam och aska" [32], har man fortsatt och byggt upp fältförsök med blandningar av slam och aska: 5000 m<sup>2</sup> på Gärstad deponi i Linköping hösten 2004. Här används flygaska från kolförbränningen. Provytor byggs vid SRV Återvinning i Sofielund och Renova i Göteborg under våren 2005. Försöksfälten kommer att följas upp under ett år med avseende på tekniska och miljömässiga egenskaper.

<sup>9</sup> Nedbrytningen var så pass långsam att dess hastighet inte kunde bestämmas i laboratoriet.

De förstudier som utförts av Stockholm Vatten och SCC<sup>10</sup> har också visat på de möjligheter som aska ger att stabilisera ett slamskikt och potentialen som tätskikt. I projekt Q4-111, "Linermaterial med aska och rötslam" [7], förbereddes det fältförsök som inletts under 2004 vid Dragmossens deponi i projekt Q4-237, "Pilotförsök med flygaskstabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskikt". I ett delprojekt togs de bästa blandningsförhållandena fram och i ett annat delprojekt har man undersökt nedbrytningsbenägenheten hos rötat slam i blandningar av slam och aska. I en blandning med 40 % aska observerades någon nedbrytning men inte i en blandning med 60 % aska.

I nästa projekt, Q4-237, "Pilotförsök med flygaskstabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskikt", lades ett tätskikt med slam stabiliserat med flygaska i syfte att undersöka de tekniska aspekterna av genomförandet i pilotskala (2400 m<sup>2</sup>) [30]. Det omfattar lagring och uppläggning av materialen, deras blandning och utläggningen av skiktet. I en del av försöksytorna har slaggrus använts som dräneringsskikt. Försöket följs upp med undersökningar av täthet, sättningsbenägenhet och beständighet.

Att blanda slam och aska inför pilotskaleförsöken är inte så lätt: slammets konsistens gör den svårbehandlad. För att materialet som läggs ut inte skall vara för heterogent krävs en förblandning.

Kostnaden för en teknisk lösning med flygaskstabiliserat slam (FSA) är i samma storleksordning som för en konventionell lösning. I rapporten för projekt Q4-237 redovisas en kostnad på 225 kr/m<sup>2</sup> för hela konstruktionen mot 300 kr/m<sup>2</sup> för en konstruktion med traditionella material.

Det höga pH-värdet i en blandning av slam och aska hämmar biologisk nedbrytning av det rötade slammets. Däremot skapar ett högt pH förutsättningar för kemisk nedbrytning av cellulosa i slammets. I en förstudie, Q4-105, "Nedbrytning av cellulosa", visades att basisk hydrolys och spjälkning av cellulosa förekommer men att de är långsamma processer, och mindre viktiga än biologiska processer vid neutrala pH-värden [2]. Emellertid är produkterna från den kemiska nedbrytningen syror, t ex isosackarinsyra (ISA), som komplexbinder metalljoner och kan bidra till en högre utlakning av metaller. Effekten finns. Förloppet är långsamt, betydligt långsammare än en biologisk nedbrytning, men konsekvensen kan inte negligeras.

Målet för ett följande projekt, Q4-230, "Nedbrytning av tätskikt uppbyggda av slam och aska", var att klargöra hur lång tid ett tätskikt av slam och aska är stabilt. Resultatet från de försök som har utförts i laboratoriet är att nedbrytningen är tämligen begränsad [31]. Permeabiliteten hos skiktet ökade där nedbrytningen var som störst, men var oförändrad låg där nedbrytningen varit minst.

---

<sup>10</sup> Projektledarna är nu vid Ecoloop och SCC ingår i Ramböll.

Gruvavfall och sandmagasin är föremålen för arbeten vid Örebro Universitet och Stockholms Universitet. I Örebro har man följt effekterna på miljön, framför allt för vattnet, av täckningen 1995-1998 av sandmagasinet i Ervalla. Målsättningen med täckningen var att minska vatteninläckaget till gruvavfallet och därmed utläckaget av vatten bemängd med tungmetaller. I projekt Q4-146, "Täckning av gruvavfall – Etapp 1", etablerades ett kontrollprogram och täckningsmaterialet karakteriserades. Utlakningen av så gott som alla metaller minskade efter täckningen och höjningen av pH-värdet, men utlakningen av vissa ämnen ökade: molybden, selen och arsenik vilka är mer lösliga vid neutrala pH-värden än vid låga [12].

Slutsatserna från nästa projekt, Q4-254, "Askor och rötslam som täcksikt för gruvavfall" är följande:

- Vattenläckaget genom ytan har minskat, vilket var avsikten med täckningen, men strömningen av grundvatten genom upplaget har gjort att de mål som ställdes för utlakningen av tungmetaller bara delvis kunnat uppnås
- Målet att göra det fula, sura restupplaget till en grön användbar yta har dock uppnåtts

Ett täcksikt av rötslam är också ett skikt där ny växtlighet kan etableras. Emellertid finns det alltid en risk att rötterna tränger ner genom tätskiktet till avfallet. Maria Greger vid Stockholms Universitet har undersökt penetration av rötter i tätsikt som består av aska och rötslam för Boliden Mineral AB:s magasin av anrikningssand (Gillervattnet). Ju mer rötslam i ett tätsikt desto mer tränger rötterna igenom det. Orsaken är att skiktets hårdhet minskar när halten rötslam ökar, men också att rötslammet innehåller kväve som är ett växtnäringssämne. Att aska hindrar nedträngningen beror på att skiktet blir hårdare, att pH och alkalinitet är höga och att halten av toxiska substanser är hög.

## 6.2 Andra projekt om aska i deponier

Ytterligare två projekt har genomförts om aska i deponier, ett om stabilisering av deponier mot differentiella sättningar, ett som en värdering av en process att behandla aska. Ett tredje pågår för närvarande.

Tabell 7. *Projekt om användning på deponier som har finansierats av Askprogrammet*

Table 7. *Projects on the use of ashes in landfills financed by the program*

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-106	Injektering av sulfathaltig flygaska	830 , även RVF 2004:16
Q4-233	Evaluering av jordmånsbildande askbehandlingsprocess	913
Q4-258	Ask användning i deponier	966



I projekt Q4-106, ”Injektering av sulfathaltig flygaska”, har man undersökt de tekniska förutsättningarna att stabilisera en deponi genom att injicera flygaska [6]. I en deponi finns alltid mellanrum mellan föremålen och när organiska delen av avfallet bryts ner sjunker deponin ihop. För att motverka differentiella sättningar kan man injicera aska som när den stelnat bildar ett skelett. Tekniken har provats i pilotskala på Tveta deponi med ca 100 t flygaska från Söderenergi.

Slutsatserna från försöket är att det går att injicera utan att askan stelnar för fort eller att avfallet trycks undan. I försöket spred sig askan ganska långt från injiceringshålen (askan stelnade något väl långsamt) varför det inte gick att se någon större effekt på stabiliteten. Försöket hade behövt göras med större mängder aska i förhållande till den volym i vilken den spred sig. Kostnaden var 650 till 800 kr/t, men det går att komma ner i ca 370 kr/t.

En annan positiv effekt av att injicera flygaska i en deponi är att den tillför sulfatjoner. Under den mikrobiologiska nedbrytningen av avfallet reduceras sulfat till sulfid som effektivt fastlägger metalljoner. Den bedömdes dock av Askprogrammet vara sekundär jämfört med den mekaniska stabiliteten.

I projekt Q4-233, ”Evaluering av jordmånsbildande askbehandlingsprocess”, värderades en process att stabilisera flygaskor inför en eventuell introduktion i Sverige [22]. Japanska NIES<sup>11</sup> tvättar och åldrar först flygaskan varefter man blandar den med högst 5 % organiskt avfall (kompost) innan askan deponeras. Tungmetallerna fastläggs dels genom karbonatisering (organiska avfallet ger den nödvändiga koldioxiden), dels genom bindning till humussyrorna. I ett längre tidsperspektiv omvandlas mineralerna till leror som binder metallerna ännu hårdare. Processen är dock långsam, fler decennier, vilket gör den mindre attraktiv i ett ekonomiskt perspektiv. Det kan även vara svårt att få acceptans för en samdeponering av askan med organiskt material<sup>12</sup>.

För de mer konventionella användningarna av askor som konstruktionsmaterial har Askprogrammet uppdragit åt Telge Återvinning att sammanställa kunskapen om var en aska kan användas, i beaktande av miljömässiga och tekniska aspekter. De användningar som är aktuella är bottentätning, bottendränering, mellantäcknings-, avjämnings-, gasuppsamlings- och skyddslager.

Parallella arbeten bör nämnas i detta sammanhang. Askor från massa- och pappersindustrin har använts för att täcka upplag av gruvavfall i Dalarna. I SSVL:s regi har IVL genomfört försök på Iggesunds deponi.

---

<sup>11</sup> NIES, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba

<sup>12</sup> Bottenaskor innehåller själva dock alltid lite organiskt material.

### 6.3 Askprogrammets betydelse

Tätning och täckning av deponier har flera intressenter och projekten inom Värmeforsks askprogram har därför ofta varit samfinansierade med t ex RVF, VA-Forsk eller enskilda företag. På tätskikt och täckskikt ställs det stora krav på täthet och beständighet som materialen baserade på slam och aska skall uppfylla.

En försiktig tolkning av resultaten från projekten är att inget hittills visat på några fakta som talar mot blandningar av slam och aska i dessa skikt. Genomförandet av pilotförsöket har heller inte avslöjat några problem som inte går att lösa. Avgången av ammoniak när slammet blandas med aska är lösbar. Det bör gå att blanda aska med slam. De resultat som hittills erhållits bör dock bekräftas under en längre uppföljning efter täckningsfasen. Ur den synpunkten är det angeläget att möjligheter till detta finns under nästa programperiod. Steget därefter är att sammanställa resultaten och kunskapen i en vägledning, motsvarande den för flygaska i grusvägar eller den i projekt Q4-258 om askor som konstruktionsmaterial.

Med tanke på att många deponier kommer att stängas under de kommande 10 till 15 åren finns en stor ”marknad” för i första hand flygaskor för täckning. Det är nu som askorna kan avsättas.

För såväl deponier av hushållsavfall som sandmagasin eller andra upplag av gruvavfall efterfrågas flygaskor från biobränslen. Det är askornas bindande egenskaper som är intressanta, vilka är goda för askor från fluidbäddpannor. Liksom i andra användningar vill man helst ha bioflygaskor för det begränsade innehållet av miljöstörande ämnen.

Andra askor som slaggrus används redan i deponier bl a till avjämningsskikt, dräneringslager m fl. Den kunskapssammanställning som tas fram nu uppdateras lämpligen efter att erfarenhet i praktisk drift vunnits några år till.

## 7 Askåterföring och askgödsling

Spridningen av askor från avverkningsrester till skogsmark där avverkningsrester tagits ut är en kretsloppsåtgärd som är nödvändig för att säkerställa en uthållig produktion av biobränslen. Detta var slutsatsen i den MKB om uttag av avverkningsrester som Skogsstyrelsen publicerade 1998. Till grund för MKB:n fanns resultat från forskning under lång tid, bl a inom ”Ramprogram Askåterföring” som delfinansierades av staten under perioden 1992.-1996.

Askåterföring pågår redan i några län i Sverige. I sina rekommendationer skriver Skogsstyrelsen att där avverkningsrester tagits ut skall aska spridas i syfte att kompensera för förlusten av näringsämnen.

### **Återföring, gödsling**

Återföring av aska innebär spridning av aska till skogsmark men spridning av aska till skogsmark är inte nödvändigtvis återföring.

Återföring eller kompensationsgödsling har införts som en kretsloppsåtgärd, i vilken de minerogena näringsämnena i hyggesresterna som togs ut som skogsbränslen förs tillbaka som aska till denna skogsmark. Här är grundprincipen att balans bör råda mellan uttag och återföring för såväl näringsämnen som miljöstörande ämnen.

Målet med denna kretsloppsåtgärd är att förebygga en eventuell brist om ett antal skogsgenerationer. Emellertid är frågeställningen inte enbart en produktionsfråga, utan den är intimt hopvävd med andra frågor, bl a försurning eller risken för försurning. Det kan vara viktigare att bibehålla skogsmarkens buffringkapacitet.

”Kalkning med bioaska” eller vitaliseringsgödsling, eller försurningskompensation, är en åtgärd mot försurningen av skogsmark i framför allt sydvästra Sverige. Både kalkens och askans roll är att justera pH, men bioaska tillför även andra näringsämnen och kompenserar därigenom i viss utsträckning för den obalans i näringstillstånd som skulle råda. Målet är att snarast möjligt återställa sunda förhållanden.

Gödsling innebär en nettotillförsel av näringsämnen till skogsmarken i syfte att rätta till en näringsbrist som annars skulle ha kunnat hämma tillväxten. På fast mark är det ofta kväve som saknas. På dikade skogsmarker är det ofta flera ämnen som saknas. Då bioaska innehåller de flesta är den en lämplig gödsel. I andra sammanhang ställs ofta krav på ett högsta innehåll av miljöstörande ämnen, t ex kadmium i konstgödsel eller i rötat slam. Målet är en större produktion.

## 7.1 Lägesbeskrivning

Eftersom forskningen om askåterföring pågått så länge och askor redan idag används till detta var Askprogrammets första åtgärd att se över kunskapsläget, utvecklingsläget och pågående FoU, bl a i avsikt att identifiera de kunskapsluckor eller problem som kvarstår. Rapporten ”Förslag till handlingsplan för askåterföring” [1] konstaterar också att man inom detta område redan uppnått det mål som sattes upp i Askprogrammet för alla användningar:

- o Det finns riktlinjer för användningen av askor till detta ändamål bl a Skogstyrelsens rekommendationer
- o Det finns en acceptans från myndigheterna för spridningen av askor till skogsmark, och t o m en vilja att tvinga askproducenterna att återföra
- o Teknik att behandla och sprida askan finns
- o Aska har spridits under flera år i flera län

Trots detta var den allmänna uppfattningen att askåterföring inte sker i önskad omfattningen. Med ledning av de anmälningar om åtgärder i samband med avverkning som tagits emot uppskattade Skogstyrelsen att hyggesrester togs ut på ca 30 000 ha skog årligen, men att aska återfördes till endast 2 – 4000 ha per år. De skäl som anförs av de olika aktörerna är att:

- o Det är för dyrt.
- o De (askproducenterna) blandar bränslen så att askan får en sådan sammansättning (t ex höga tungmetallhalter) att den inte får återföras.
- o De (askproducenterna) deponerar hellre askan eller använder den till annat eftersom det är ekonomiskt mer intressant.
- o De (skogsägarna) är inte intresserade därför att det inte ger någon ökad tillväxt på kort sikt.
- o De (skogsägarna) är osäkra och väntar ut behovet.

De åtgärder som rekommenderades i rapporten [1] var:

- o Att etablera ett strukturerat arbetssätt för att identifiera hinder och motåtgärder
- o Frågeställningen om varför askåterföring sker eller inte sker är komplex och kan inte reduceras till en enda fråga. Möjliga åtgärder kan vara mer information, utveckla organisationen, etc
- o Att försöka få större intresse för spridningen av aska i skogsmark, i återföringssyfte eller i gödslingssyfte, genom att identifiera de marker där även en kortsiktig nytta för tillväxten kan påvisas och främja spridningen av askan där
- o Att utveckla metoder för kvalitetssäkring
- o Att delta i arbetet att ta fram de krav på lakegenskaper som saknas i Skogstyrelsens riktlinjer
- o Att utveckla spridbar aska som en produkt

## 7.2 Parallella aktiviteter

Utredning av hinder och främjande av askåterföringen var föremål för arbeten finansierade av Energimyndigheten och av flera myndigheter i samverkan i ett EU-LIFE projekt.

I ett projekt som stötts av Energimyndigheten har Folke Bohlin och Kjell Mårtensson utrett attityder, faktiska hinder och drivkrafter för askåterföringen [68]. Deras slutsats är att det tar tid innan ett nytt sätt att göra, en innovation, blir allmän praxis. Under den tid det tar för alla aktörer att ta till sig innovationer är informationsbehovet stort.

Eftersom det i hög grad är frågan om att kommunicera nyttan, genom utförliga riktlinjer och genom praktisk demonstration, har Skogsstyrelsen och flera Skogsvårdsstyrelser startat ett projekt "RecAsh" med stöd från EU-LIFE programmet för att övertyga de olika aktörerna. Praktiska demonstrationer har ordnats på flera orter i Sverige och i Finland. En lättläst handbok har tagits fram och är nu föremål för flera remissomgångar. Den kommer att göras allmänt tillgänglig under 2006. Informationsmaterialet för alla aktörer har också tagits fram.

Forskning som berör askor finns även inom Energimyndighetens program "Biobränslen och miljön". Detta bygger på Ramprogram Askåterföring (1992-1996) och liknande program. I programmet ingår en syntes av all forskning i dessa program om hur miljömålen kan uppfyllas vid uttaget av skogsbränslen, bl a genom återföring av aska. Enligt plan skall denna syntesrapport ha färdigställts under hösten 2005.

Parallellt pågår även forskning om miljöfrågor kring skogen med stöd från MISTRA. I två projekt finns beröringar till användningen av bioaska:

- o SUFOR, Uthålligt skogsbruk i södra Sverige, som avslutades sommaren 2005 med seminarier (formellt 2004)
- o ASTA, Åtgärdsstrategier för gränsöverskridande luftföroreningar, som formellt avslutas 2006

Under de senare åren av Askprogrammet har projektet ECOFOR påbörjats. Syftet är att använda grönlutsslam och andra restmaterial från massa- och pappersindustrin för kompensationsgödning.

I det sammanhanget kan nämnas ett projekt inom EU:s program LIFE där aska och slam samlats för att skapa en näringstillförsel som är lämplig för de norra delarna av Sverige.

### 7.3 Askprogrammets projekt

Askprogrammet har valt att fokusera arbetet inom området återföring och gödsling dels på en kortsiktig ekonomisk nytta, dels på tekniska utvecklingen av en produkt som kan bättre svara mot de önskemål som formuleras om en låg utlakningshastighet.

Tabell 8. *Projekt och rapporter inom området spridning av aska till skogsmark*

Table 8. *Projects within the area spreading ashes to forest land*

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-110	Förslag till handlingsplan för askåterföring	790
Nyttan av att sprida aska		
Q4-213	Arealer för skogsgödsling med träaska och torvaska på organogena jordar i Sverige	913
Q4-227, Q4-281	Tillförsel av aska på dikad torvmark – skogsproduktion och miljöeffekter	974
Q4-221	Askåterföring till gran- och bokbestånd – effekter på vitalitet, tillväxt, kvävedynamik och kolbalans	965
Produktutveckling		
Q4-139	Långsamupplösande askpellets – en jämförelse av olika alternativ	880
Q4-231	Styrd utlakning ur bioaska som sprids i skogsmark	940

#### 7.3.1 Aska ger tillväxt i skogen

Aksprogrammet har låtit Björn Hånell vid SLU göra en uppskattning av den totala arealen för de torvmarker där en spridning av aska skulle kunna ge ekonomisk nytta i form av en ökad tillväxt som kan realiseras i en nära framtid. I torvmark finns det ofta rikligt med kväve men små mängder mineralnäringsämnen, framför allt fosfor och kalium som finns i askan.

Det finns ca 190 000 ha dikad, skogligt produktiv torvmark med gallringsmogen eller äldre skog som är lämpad för gödsling med aska. I denna summa ingår ca 60 000 ha i Norra Norrland, ca 30 000 ha i vardera södra Norrland och Svealand samt ca 70 000 ha i Götaland. Behovet på 40 – 50 kg fosfor per hektar kunde tillfredsställas med 3 till 5 ton aska per hektar, vilket innebär att det behövs ca en miljon ton bioaska för gödsling [19].

Observera att dessa 190 000 ha dikad skogsmark är den areal där en kortsiktig ekonomisk nytta i form av ökad tillväxt kan erhållas. Om en ökad tillväxt som kan omsättas i en ekonomisk vinst på längre sikt också är av intresse kan ännu större andelar av miljonen hektar torvmarker gödglas med aska.

Efterbehandlingen av avslutade torvtäkter är annars den användning man kanske först tänker på, men den motsvarar än så länge små arealer, 436 ha, varav hälften kan komma att planteras med skog. Dock kommer 3 000 – 5 000 ha torvtäkter att avslutas inom en tioårsperiod. Även till dessa arealer är det intressant att tillföra bioaska för att få igång tillväxten av skog.

Om den ekonomiska nyttan av gödsling av torvmarker med aska är därmed visad så behöver dock miljöaspekterna utredas innan askgödsling kan komma till stånd. Formellt är det en MKB som bör tas fram, analogt de MKB för uttag av avverkningsrester och kompensationsgödsling, för kalkning och för skogsgödsling som Skogsstyrelsen publicerat. För det behöver kunskapen om askans påverkan på torvmarker kompletteras, vilket utförs av Skogforsk inom projekt Q4-227 och Q4-281, ”Tillförsel av aska på dikad torvmark – skogsproduktion och miljöeffekter”. Den ena frågan är nettoflödet av växthusgaser som koldioxid och metan mellan atmosfären och dikad skogsmark. Preliminära resultat antyder att detta flöde påverkas i ringa omfattning. Den andra frågan är utlakningen av framför allt organiskt material, löst och suspenderat, till avrinningsvattnet.

Gunnar Thelin vid Lunds Tekniska Högskola gör inom projekt Q4-221 en uppföljning av den spridning av aska som utförts i Sverige 1995-1999. Syftet är att identifiera och dokumentera den tillväxt som erhållits såväl i barr- som i lövskog som resultat av en askspridning för att motverka försurning, samt att undersöka risken för kväveutlakning och effekter på kolbalansen. Resultaten hittills är att för granskogar i försurade områden i södra Sverige finns en starkt positiv signifikant effekt på tillväxten, mätt som medelstammens diameterutveckling. Troligen beror detta på förbättrad fosforstatus, men ökad tillgänglighet för kväve kan också ha bidragit. Det finns inga tecken på ökat kväveläckage eller ökade kolförluster efter spridningen av aska. Den insamlade informationen bearbetas nu i en fördjupad analys.

### **7.3.2 Teknisk utveckling av produkten**

För att askan skall kunna spridas på skogsmark måste den vara agglomererad och stabiliserad. Syftet är att försäkra sig om att det höga pH-värdet eller den höga saltkoncentrationen inte ger upphov till skador på växtlighet, eller ändrade markprocesser som ökad nitrifikation. Ämnena i askan skall inte lakas för snabbt ut av regnvatten och markvatten. Detta är ett krav som riktar sig till askproducenten. Av skogsbrukaren begär man att askan sprids utanför hyggesperioden.

Emellertid är det dyrt att sprida i gallringsskog och det finns risk för skador på växtlighet och mark. Det bästa för skogsbrukaren är att sprida askan på ett färskt hygge. Det finns alltså ett önskemål att askor stabiliseras ännu mer än vad man hittills kunnat åstadkomma, inte bara de som ger ”bästa” produkterna utan även andra askor som är svåra att stabilisera.

De ämnen som allra först lämnar askor är alkali: en mycket stor andel av kalium i askor lämnar dem med första vattnet. Kan man stabilisera askkornen mot denna utlakning har man kommit långt. Det mål som kan sättas för stabiliseringen bör emellertid vara att i första hand undvika salteffekter. Kalium försvinner snabbt från kvarlämnade hyggesrester också, varför kraven på askans bindande förmåga för kalium rimligen inte borde ställas högre än motsvarande i hyggesrester.

I två av projekten har man undersökt möjligheterna att förbättra stabiliteten hos olika typer av bioaskor. I projekt Q4-139, "Långsamupplösande askpellets – en jämförelse av olika alternativ" har Chalmers Tekniska Högskola undersökt vad olika behandlingar, med eller utan tillsatser, kan ge [21]. I projekt Q4-231, "Styrd utlakning ur bioaska som sprids i skogsmark", har CBI och ÅF undersökt askornas kemi och även provat att belägga askkornen med ett skyddsskikt av silikastoft [28].

Askor som binder dåligt idag kan fås mer stabila så att de kommer upp i prestanda som liknar de hos askor som binder bäst. Metoden är att komplettera kalciumrika askor med kiselhaltiga material, kaliumsilikat för principens skull i Q4-139, kiselrika askor (vilka är billigare) i Q4-231, för att förbättra förutsättningarna för cementliknande reaktioner. Försöken bekräftar fö att kompaktering av askan stabiliserar. Däremot är det inte lika lätt att ytterligare stabilisera askor som redan binder ganska bra. Att tillföra mera kiselhaltigt material till redan kiselrika askor förbättrar inte prestanda.

Ett skyddsskikt med ett annat material, t ex silikastoftet, kan ge en fördröjd utlakning, men då krävs tjockare skikt än man vågat försöka sig på i projektet. Tjocka skikt innebär mer tillsatsmaterial och därmed en risk för kostnader för askproducenten.

#### 7.4 Askprogrammets betydelse

Inom delprogrammet "Miljöriktig användning av askor" intar kompensationsgödsling en särställning: det mål som satts upp för andra användningar har redan uppnåtts. Fortfarande finns luckor och frågetecken om några ekologiska samband och därmed ett fortsatt FoU-behov. Detta utgör inget hinder för askåterföring enligt Skogsstyrelsens riktlinjer. Fortsatt FoU behövs för att precisera riktlinjerna, möjligen för att lätta på vissa restriktioner samt följa upp den långsiktiga effekten av askan.

Att askåterföring inte utfördes i önskad omfattning 2002 beror på att det tar tid innan alla aktörer tar till sig ett nytt sätt att göra. Syftet med projektet RecAsh är att förkorta denna tid.

Om man antar att en stor del av motståndet mot spridning av aska ligger hos användaren, d v s skogsbrukaren, liksom för andra återvinningsprojekt (se avsnitt 9) var Askprogrammets tanke att en kortsiktig<sup>13</sup> ekonomisk nytta i form av ökad tillväxt kunde drivas på omställningen. Det finns stora möjligheter till en ökad tillväxt med aska på

<sup>13</sup> I skogsbrukets perspektiv är "kortsiktig" 20-30 år. Askåterföring eller kompensationsgödsling är en kretsloppsåtgärd med ett tidsperspektiv på en eller flera skogsgenerationer, d v s ett sextiotal år till några hundra år



torvmarker. Det förefaller som om askspridning mot försurningen i södra Sverige även kan ge en ökad tillväxt: aska rättar till balansen mellan näringsämnen och gör att träden kan tillgodogöra sig det tillgängliga kvävet. I strikt mening är ingen av dessa två användningar någon återföring av aska efter uttag av avverkningsrester, men i ett inledningsskede kunde de bidra till att aska tas tillvara och förs in i ett kretslopp.

Återföring och ren gödsling är två ytterligheter om spridningen av aska betraktas ur ett spårämnesperspektiv. Vid återföring läggs lika mycket tillbaka som det togs ut med hyggesresterna, varför nettotillförseln i princip är noll. Eftersom syftet med gödsling är en nettotillförsel av näringsämnen innebär det även en nettotillförsel av spårämnen, t ex tungmetaller. Redan 1994 skrev Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen att aska från rena trädbränslen innehåller så mycket tungmetaller att den är olämplig som gödsel. En måttlig spridning av aska i de mest intressant torvmarkerna kan emellertid betraktas som en förtida kompensation innan skogsbränslen tas ut.

Det är angeläget att fullfölja de arbeten som behöver göras för att gödslingen av torvmark med aska kan komma till stånd. Ur en formell synvinkel är det i slutändan en miljökonsekvensbeskrivning som behöver göras av Skogsstyrelsen eller skogsägarna. Frågan är vilken hjälp på vägen pionjärer kommer att behöva därefter, och vilket uppföljningsprogram som kunde vara lämpligt att genomföra där.

Om avverkningsrester tas årligen ut på ca 30 000 ha behövs ca 60 000 ton träaska. Det finns mer bioaska än så, med tillfredsställande egenskaper, vilka skulle kunna användas. Alla tekniska förutsättningar finns redan idag. Björn Hånell vid SLU uppskattar volymen till ca en miljon ton för de ca 190 000 ha utdikad skog där nyttan är störst. Gunnar Thelin vid Lunds Tekniska Högskola uppskattar behovet av aska i södra Sverige till ca 100 000 t/a. Detta innebär stora volymer av aska i förhållande till den mängd ren bioaska som produceras.

Ett av problemen med dagens askåterföring är kostnaden: kostnaden för skogsbrukaren att sprida aska och kostnaden för askproducenten att behandla askan. Billigare askbehandling har inte studerats i askprogrammet, däremot metoder att stabilisera askan ytterligare så att den kan spridas på hyggen utan negativa konsekvenser. De askor som är minst stabila kan stabiliseras med tillsats av kiselhaltigt material, men de askor som binder redan väl är det svårt att stabilisera ytterligare.

Det förefaller vara svårt att stabilisera aska på ett billigt sätt, särskilt med avseende på utlakningen av alkali. Man kanske förväntar sig för mycket av behandlingsmetoderna som står till buds<sup>14</sup>.

Detta är fortfarande ett forskningsproblem och det kan komma att kräva omfattande utvecklingsarbete om man önskar sprida aska exempelvis där risk för ökad kväveutlakning kan befaras, eller där växtligheten bedöms vara känslig för aska<sup>15</sup>. Behandlingen av askan blir sannolikt inte billigare. Kraven på stabilitet dikteras av de

<sup>14</sup> En tidigare jämförelse av olika metoder att agglomerera askor som skall spridas i skogsmark visar att skillnaderna i effekt på utlakningen mellan metoderna är små.

<sup>15</sup> Det är i första hand vissa mossor som skadas av aska. Effekten kan dock vara övergående.

konsekvenser för kväveläckage och näringsläckage som askan innebär och av önskan att undvika skador på växtligheten. Innan omfattande utvecklingsarbeten beslutas vore det lämpligt att undersöka om de skador orsakade av askspridning som konstaterats är omfattande och beständiga.

Sampelletering av aska och slam för att skapa en fullgödsel (mineraler och kväve) förefaller lockande, men en sammansatt produkt minskar flexibiliteten vid spridningen. Dessutom är sampelleteringen inte problemfri. Det är bättre att göra två produkter och sprida dem samtidigt.

## 8 Miljö och kemi

Huvudinriktningen för Askprogrammet är användningen av askor och de frågor som är specifika för varje typ av användning. Ett komplex av frågor kring askans karaktär av avfall, dess farlighet för människohälsan och för miljön, acceptans hos tillstånds- och tillsynsmyndighet måste emellertid redas ut samtidigt som användningen utvecklas därför att de är förutsättningen för användningen. Löst uttryckt utgör de miljöfrågan.

Miljöfrågan är till en del gemensam för alla användningsområden, till en del specifika för ett användningsområde. Gemensamt för alla områden är klassificeringen av aska som avfall, vilket präglar den formella behandlingen av materialet i en användning. Denna frågeställning har dock aska gemensamt med andra restmaterial som t ex krossad betong.

Specifikt för varje användning är bedömningen av miljöpåverkan vid olika situationer. För geotekniska användningar har Askprogrammet finansierat projekt som redovisas där, i avsnitt 4.1. Frågan har inte berörts för deponier eller för cement och betong. För aska till skogsmark utförs mycket av arbetet utanför Askprogrammet.

Miljö är i mångt och mycket en fråga om materialens kemiska egenskaper och deras påverkan på omgivningen. Kemiska bakgrunden till sakfrågorna behöver därför ofta kompletteras med en fördjupad undersökning av materialet. Nästa fråga brukar vara vilka åtgärder som står till buds.

### 8.1 Aska och avfall

Två projekt har avfallsbegreppet som tema, se Tabell 9. I det ena projektet behandlades de formella aspekterna kring askans karaktär av avfall och i det andra projektet utvecklades ett förfarande att klassificera askor i icke-farligt eller farligt avfall

Tabell 9. *Projekt om aska och avfallsfrågor som har finansierats av Askprogrammet*

Table 9. *Projects on ashes and definitions of waste financed by the program*

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-144	Krav och riktlinjer vid återbruk och återvinning av avfall till anläggningsändamål	839 , även SGF 1:2003
Q4-142	Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen	866, även RVF 2005:01

### **8.1.1 Produkt eller avfall**

Tillsammans med flera organisationer bidrog Värmeforsk till utredningen ”Att bygga med avfall” som undersökte de miljörättsliga möjligheterna att återvinna avfall i anläggningsbyggen och de praktiska begränsningarna [8]. Det finns drivkrafter för återanvändning eller återvinning, men allmänna hänsynsregler väger tyngre, liksom de nationella miljömålen för God bebyggd miljö och Giftfri miljö.

Etiketten avfall har ett antal konsekvenser:

- o Producenten av aska måste avgöra om askan är inert, icke-farligt eller farligt avfall. Utredningen konstaterar att avsaknaden av nationellt fastställda koncentrationsgränser leder till oförutsägbarhet i myndighetsbesluten.
- o Användningen av avfall som konstruktionsmaterial i anläggningsbyggen medför någon form av prövnings- eller samrådsplikt. Regler finns i dag för inert avfall och tillämpningen bör utvidgas till att omfatta även icke-farligt avfall.
- o Troligen går det inte att komma ifrån etiketten avfall: avfall förblir avfall tills det är fullständigt återvunnet. I ett vägbygge är aska ett avfall tills den ligger i väggkroppen. Samtidigt betraktas aska eller avfall som en produkt av användaren.

Vid seminariet i maj 2003 där utredningen presenterades slog Naturvårdsverket fast att vad man kallar restmaterial som aska (avfall, sekundära material, biprodukt eller produkt) inte skall spela någon roll: samma hänsynstagande inför en användning, samma omfattning på dokumentation krävs, samma bedömningsprocedur. Producenten har det primära ansvaret för att karakterisera materialet och bedöma dess lämplighet för anläggningsändamål. Användaren har ansvaret för att bedöma om föroreningsrisken vid den aktuella användningen är ingen eller ej ringa.

Naturvårdsverkets syn var att en anmälan räcker om föroreningsrisken, bedömd utifrån materialets egenskaper och hur det används, är ringa. Om risken inte är ringa bör avfallet inte utnyttjas, och i vilket fall som helst innebär det en prövning från fall till fall. En tumregel för gränsen mellan ringa och ”ej ringa” är om skyddsbarriärer behövs. EU förefaller vilja välja en liknande procedur: vid en genomgång av avfallsdefinitionen och återanvändning ville man inte ändra något i definitionen, men däremot öppnade man för en lättare behandling för säkra produkter.

Även om det inte skall påverka bedömningen är lämpligheten att använda aska, skulle kommunikationerna med andra parter underlättas om svaret på frågan om när ett avfall som aska upphör att vara ett avfall var annat än när det är fullständigt återvunnet. EU har låtit utreda detta och miljöjuristerna kom fram till att industrierna inte själva visat i vilka steg i en behandling de (miljö-) egenskaper som gör avfallet till ett avfall undanröjts. Utredarna efterlyser t ex tekniska standarder och definitioner. För att ta ett exempel: i dag finns tekniska standarder för papper som tillverkas ur pappersavfall, men ingen standard eller definition för de olika former som pappersavfallet får innan det blir papper, t ex som avsvärtad pappersmassa. Denna pappersmassa är således ett avfall på samma sätt som det insamlade papperet tills det formats till papper på en vira och torkats.

Vid årsskiftet 2005-2006 gav Europeiska Kommissionen ut ett förslag till modifierat Avfallsdirektiv. Man har konstaterat att den sena gränsen mellan avfall och produkt, när produkten redan är använd, hämmar återanvändning och återvinning. Förslaget är att införa miljökriterier för när ett avfall slutar vara ett avfall utan är ett sekundärt material. Den väg som föreslås är att utvidga IPPC-direktivet<sup>16</sup> till att omfatta även återvinning. På några års sikt torde det leda till ett s k BREF, d v s ett BAT REference Document, som beskriver den bästa tillgängliga tekniken inom ett industriellt verksamhetsområde för återvinningsverksamheter.

### **8.1.2 EWC-koder och klassificering**

Klassificeringen av askan som farligt eller icke-farligt avfall har stor administrativ och praktisk betydelse för dess hantering, t ex vid transport, materialanvändning och deponering. Avfallsförordningen (SFS 2001:1063) som trädde i kraft i januari 2002 definierar vissa askor eller rökgasreningrester från förbränningsanläggningar, kategori 10 01 eller 19 01, som farliga i kraft av deras ursprung (t ex 10 01 04, askor från förbränning av olja, 19 01 07, fast avfall från rökgasrening). I de andra fallen måste en bedömning utgöras utgående från om de innehåller ”farliga ämnen”. Farligheten bedöms med hjälp av flera kriterier som återges i en bilaga till förordningen. Egenskapen farlighet är inte bunden till närvaron av ett grundämne i askan, utan till den förening i vilken den förekommer. Askor har en mycket komplex sammansättning och det skulle innebära att tusentals ämnen måste utredas.

I projekt Q4-142, ”Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen” har en vägledning för klassificeringen av förbränningsrester enligt en förenklad modell utvecklats och sammanställts [16]. Med kunskap om den förening i vilken grundämnet normalt förekommer i aska kan listan över möjliga föreningar bantas ner till ett fåtal. Därefter kan man avgöra om avfallet är icke-farligt i Avfallsförordningens anda, i vilket fall bedömningen har alla förutsättningar att stå sig. Om utslaget är att askan inte kan anses vara icke-farlig, d v s den är ett farligt avfall, måste en mer detaljerad utredning till.

Detta projekt utfördes parallellt med en utredning hos RVF om klassificeringen av restmaterial som farligt avfall [69], [70]. Samma verktyg användes, med i stort sett samma resultat. Den lilla skillnad som finns gäller ekotoxicitet, H14, för vilket det inte finns kriterier för klassningen eller någon gemensam testmetodik. För askor ställs gränsen för metaller och metallföreningar något högre än för avfall generellt i den nuvarande proceduren [16]. Diskussioner pågår för närvarande.

---

<sup>16</sup> IPPC, Integrated Pollution Prevention and Control

## 8.2 Kunskap om materialen

Om användningen av askor som materialkategori skall utvecklas behövs mer kunskap om deras egenskaper. Denna tas fram i varje projekt, men summan av alla uppgifter utgör en bas för förståelsen av normala egenskaper, normala variationer och när ett material avviker från det normala.

Tabell 10. Projekt om materialkunskap som har finansierats av Askprogrammet

Table 10. Projects on materials financed by the program

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-211, Q4-261, Q4-288	Databas inom delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor”	857, 976
Q4-224	Askors materialtekniska funktion – VTI:s materialdatabas	910
Q4-255, Q4-296	Lakegenskaper för naturballast	961, även RVF 2006:06

För att samla denna kunskap har Askprogrammet skapat en databas, Allaska, som innehåller i princip samtliga mätresultat som kommit fram under de olika projekten. Allaska har skapats i programvaran Microsoft Access och är numera tillgänglig på Internet som en sökbar databas [14]. Denna databas skall tillfredsställa både användaren av aska och producenten av aska varför information om pannan, bränsle, driftsförhållanden bör lagras samtidigt med uppgifter om askans egenskaper. Ett antal sökfunktioner med förval för kategorierna har lagts in. Möjligheten att göra mer avancerade sökningar kan läggas in i framtiden när behovet har kunnat definieras.

VTI, Väg- och Transportforskningsinstitutet, har lagt in resultaten från sin provning av restmaterial, varav flera bottenaskor från avfallsförbränning [26]. Därigenom har antalet data om de geotekniska egenskaperna i Allaska utökats väsentligt. I rapporten för detta arbete har VTI sammanställt en handledning för tolkningen av dess data, när ett material kan vara lämpligt för ett visst ändamål.

Databasen uppdateras årligen. Med VTI:s data och två uppdateringar, en för 2003-2004 och för resten av programperioden finns nu uppgifter för 244 material inlagda. Därmed bör nästan alla data inom Askprogrammet vara tillgängliga<sup>17</sup>. Allaska är i stor utsträckning självinstruerande. En supportfunktion har även förutsetts så att Allaskas användare kan få viss starthjälp, anmäla problem och lämna förslag till förbättringar.

Förr eller senare kommer återvunna material att jämföras med naturliga material. Dessa material är inte alls lika välkända som t ex askor men de förutsätts vara rena, inerta och inte förorena. För en rättvisande diskussion behövs bättre kunskap om alla material som

<sup>17</sup> Endast resultat från standardiserade tester på askor som kan definieras läggs in i Allaska. Projekt kan ha använt egna tester eller inte definierat askan tillräckligt väl.

ingår i t ex en vägkropp. Inom Askprogrammet har SP därför i projekt Q4-255 och Q4-296, "Lakegenskaper för naturballast", undersökt naturmaterial, bergkross och morän, med hjälp av standardmetoderna för lakning.

### 8.3 Kvalitetssäkring

Kvalitet är de egenskaper som användaren eftertraktar i produkten för ett få en viss funktion. Kvalitetssäkring är den procedur som producenten följer för att säkerställa att användaren får det denne vill ha. Dessa begrepp är självklarheter, liksom att kvalitetssäkringen är en förutsättning för förtroendet mellan leverantören och användaren.

En förutsättning för kvalitetssäkring är att det som är kvalitet för användaren har kunnat uttryckas i mått för de egenskaper som är betydelsefulla. Bottenaskan som erhålls efter förbränning av avfall är bara sten, bildligt uttryckt, men all sten är inte sten för vägbyggaren eller anläggningsbyggaren, för att ta ett exempel på möjlig användning av askor.

För naturgrus eller bergkross finns tester som utvecklats för att utreda om leveransen av material kommer att kunna svara mot den funktion som användaren önskar. Askor har inte exakt samma egenskaper och en utvärdering med dessa tester kan bli orättvis. För att få en uppsättning av tester som är mer rättvisande behöver man utgå från funktionen och ta fram en ny serie tester som visar hur askors egenskaper kan användas för att åstadkomma denna funktion.

Tabell 11. Projekt om kvalitetssäkring som har finansierats av askprogrammet

Table 11. Projects on quality control financed by the program

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-133	Kravprofiler och toleranser för energiaskors egenskaper vid användning i betongrelaterade tillämpningar	826
Q4-143	Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggnad, etapp 1	867
Q4-282	Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggnad, etapp 2 – karakterisering av bottenaskor	952
Q4-216	Utvärdering och utveckling av system för kvalitetssäkring av askor och slagger	973
Q4-148	En förenklad testmetodik för kvalitetssäkring – etapp 1	856

Om det redan finns kvalitetskriterier behöver detta arbete inte göras. Syftet med projekt Q4-133, "Kravprofiler och toleranser för energiaskors egenskaper vid användning i betongrelaterade tillämpningar" var att sammanställa vilka kriterier, dvs tekniska standarder, som kunde styra utvecklingen av svenska askors användning i betong [4]. Det finns inga som är tillämpbara. De som finns utgår från kolaskors sammansättning och kolaskans roll som kiselkälla i betong och cement. De krav som ställs gäller bl a halten fri kalk som inte får överskrida en viss gräns. De svenska askorna har en mer komplex sammansättning, med en större halt av kalk, och de tekniska specifikationerna som kan leda till standarder måste utvecklas.

Målsättningen med de båda projekten vid SP och VTI, Q4-143 [17] och Q4-282 [36], "Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggnad", var att utgående från funktion identifiera de egenskaper som bör bestämmas. I första etappen sammanställdes vilka tester som bör utföras och andra etappen har egenskaperna bestämts för tre askor, bottenaskor alla av dem. De egenskaper som prioriteras är de som kan användas för att bedöma om en a priori okänd aska kan användas till ett visst (vägtekniskt) ändamål.

I projekt Q4-216, "Utvärdering och utveckling av system för kvalitetssäkring av askor och slaggrus" beskrivs den hantering och kontrollordning som SYSAV använder sig av för det slaggrus som företaget levererar.

Programmet av tester tenderar att bli ganska omfattande, och därmed kostsam och väl ambitiös i ett skede där askor används rutinemässigt. Det är många tester som egentligen skall utföras i kvalitetssäkringen av slaggrus [71], varav de flesta i den uppsättningen siktar på miljöegenskaper. Den uppsättning av tester som har sammanställts i projekten "Kvalitetskriterier för askor till väg- och anläggningsbyggnad" är också ganska omfattande. De utgör egentligen mera av en grundlig karakterisering av materialet, inte en kontrollordning med ett litet antal tester där det kontrolleras att den välkända askan är som den brukar vara, och därmed bör uppfylla som den brukar göra de krav på egenskaper som ställs.

Syftet med projekt Q4-148, "En förenklad testmetodik för kvalitetssäkring – etapp 1" var att försöka reducera det omfattande systemet av tester av såväl tekniska som miljömässiga egenskaper som behövs till ett fåtal tester. En av målsättningarna var att söka kopplingen mellan resultat från enkla dagliga tester och resultat från de omfattande tester som är för dyra att utföra dagligen.

#### **8.4 Behandling av aska: rening och stabilisering**

Det kan förutses att vissa askor kan komma att inte uppfylla villkoren som ställs i några sammanhang. Den situation som är troligast i dessa fall är att halten eller utlakningen av miljöstörande ämnen är för hög. Då kan stabilisering vara aktuell om kravet ställs på utlakningen och inte på totalhalten. Det behöver f ö inte vara miljöstörande ämnen som är fokus för intresset, utan det kan också vara näringsämnen. Om kravet ställs på totalhalten eller om stabilisering inte är tillräcklig är det rening av askan från dessa miljöstörande ämnen som är aktuell.



Tabell 12. Projekt om stabilisering eller rening av askor

Table 12. Projects on stabilization or cleaning of ashes

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-215	Stabilisering av bottenaska med skumbitumen	975
Q4-233	Evaluering av jordmånsbildande askbehandlingsprocess	913
Q4-140	Selektiv mobilisering av kritiska element hos energiaskor	931, även RVF 2005:18
Q4-128	Termisk rening av askor	807
Q4-129	Våta metoder för rening av askor, en metodöversikt	829
Q4-139	Långsamupplösande askpellets – en jämförelse av olika alternativ	880
Q4-231	Styrd utlakning ur bioaska som sprids i skogsmark	940

Dessa sju projekt har olika inriktningar:

- o Två projekt, stabilisering av aska som sprids i skogsmark
- o Ett projekt, stabilisering av aska i vägkroppar med skumbitumen
- o Ett projekt, stabilisering av aska med en tillsats av kompost
- o Två kunskapssammanställningar om reningsmetoder
- o Ett projekt, möjligheten att rena aska från miljöstörande ämnen genom förbehandling

SGI valde skumbitumen som bindemedel för aska till anläggningsbyggen, projekt Q4-215, "Stabilisering av bottenaska med skumbitumen". De enskilda kornen beläggs med bitumen vilket blockerar till viss del vattnets tillgång till lakbara ämnen. Samtidigt blir den behandlade askan lättare att lägga ut och kornen binder till varandra i större utsträckning.

Om man har god tid på sig kan den metod som japanska NIES utvecklar vara intressant (projekt Q4-233, Evaluering av jordmånsbildande askbehandlingsprocess, [22]). Genom att blanda flygaska från avfallsförbränning med ca 5 % kompost, d v s organiskt material, kan nedbrytningen av det organiska materialet skapa koldioxid och humusmaterial. Båda ämnen fastlägger tungmetaller och organiskt material. Tyvärr är det ett förlopp som tar årtionden, vilket är för lång tid för att metoden skall prioriteras i Askprogrammet.

Askor som skall spridas till skogsmark är föremålet för två projekt, Q4-139, "Långsamupplösande askpellets – en jämförelse av olika alternativ" [21] och Q4-231, "Styrd utlakning ur bioaska som sprids i skogsmark" [28]. I projekt Q4-139 undersöktes tre metoder att stabilisera askor: termisk behandling, en tillsats av kaliumsilikat och pressning. I projekt Q4-231 utnyttjades askornas kemi och en tillsats av kiselrikt material, t ex en kiselrik aska, för att stabilisera de askor som har dåliga bindningsegenskaper. I Q4-231 prövade man även att belägga askorna med ett kiselhaltigt material.

Resultatet från dessa två projekt är att en tillsats av kiselhaltigt material stabiliserar kalciumrika askor, dvs de som från början binder sämst. Det har knappast någon effekt på askor som redan är kiselrika. Genom att belägga askkornen med ett skyddsskikt kan utlakningen minskas, men det är inte alldeles lätt att få ett tätt och heltäckande skikt. I skumbitumens fall bestämdes utlakningen av löslighetsjämvikten för salterna. I Q4-231 bedömdes den svaga effekten bero på att skyddsskiktet var för tunt.

Den potentiellt otillräckliga egenskapen hos stabilisering som behandlingsmetod är att den inte avlägsnar källan till miljöpåverkan. Den uppvägs dock av att askan kan få egenskaper som är mer användbara, t ex som större aggregat. Räcker inte stabiliseringen och det är nödvändigt att askan har goda egenskaper, återstår rening.

I två översikter har metoder för reningen av askor beskrivits, en rapport för termiska metoder (Q4-128, Termisk rening av askor, [3]) och en rapport för "våta" metoder (Q4-129, Våta metoder för rening av askor, en metodöversikt, [5]). I en våt metod tvättas eller lakas askan med en vattenlösning (rent vatten, en syra, en alkalisk lösning). I rapporterna beskrivs såväl processer och anläggningar i drift som pilotanläggningar där reningen testats på verkliga prov.

En aska renas på termisk väg genom att upphetas i en reaktor, med eller utan tillsatser, varvid askan separeras i dels ett tungmetallkoncentrat som destillerats av, dels en stabiliserad återstod som sintrats eller förglasas. Sådana anläggningar finns t ex i Japan.

En aska renas på våt väg genom att sköljas, tvättas eller lakas med ett vattenbaserat lösningsmedel. Delvis upplösning med vatten eller med syra är välbeprövad och robust teknik som kan anpassas till de förutsättningar som ges av askans sammansättning och egenskaper. Anläggningar finns runtom i världen.

Positiva värden och mindre positiva värden för de två typer av reningsprocesserna har sammanställts i Tabell 13.

Den typ av askor för vilka rening eller någon form av behandling är mest akut är rökgasreningsresterna från avfallsförbränningen (19 01 07\* i Avfallsförordningen). Deras lakvärden är sådana att de inte kan läggas ens på en deponi för farligt avfall i Sverige.

Rening har för övrigt diskuterats i återförings-sammanhang som ett medel att minska de redan låga halterna av vissa tungmetaller som kadmium och bly.

Tabell 13. Karakteristika för termiska och våta reningsmetoder för förbränningsrester

Table 13. Characteristics for thermal and wet purification methods for combustion residues

Typ av rening	Positiva sidor	Ofördelaktiga sidor
Termisk	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Fasta återstoden är stabiliserad</li> <li>o Mindre tungmetaller i återstoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Hög kostnad</li> <li>o Hög energiförbrukning</li> <li>o Ett koncentrat av tungmetaller som måste omhändertas</li> </ul>
Våt	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Förhållandevis enkel att genomföra</li> <li>o Kan göras småskalig</li> <li>o Låg energiförbrukning</li> <li>o Upparbetning av alla strömmar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Mindre effektiv än termisk rening</li> <li>o Den fasta återstodens mekaniska egenskaper</li> <li>o För återföring: lättlost kalium lakas ut under behandlingen</li> </ul>

I projekt Q4-140, ”Selektiv mobilisering av kritiska element hos energiaskor”, har undersökts möjligheterna att selektivt laka ut miljöstörande ämnen genom en förbehandling av askan [27]. Försöken utfördes på en bottenaska och en slangfilteraska. Karbonatisering, sänkning av pH-värdet har den avsedda effekten, men inte tillräckligt för att förändra klassificeringen av askorna enligt mottagningskriterierna för avfall vid deponier. De frågor om klassificering av askor som togs upp i projekt Q4-142 redovisas i avsnitt 8.1.2.

RVF stöder f n ett projekt där en tvättmetod för askor skall utvecklas, d v s våt rening.

## 8.5 Aktuella frågor om kemien

Under Askprogrammet har några frågor om askornas kemi aktualiserats:

- o Kampanjeldning kontra sameldning
- o Begreppen oförbränt, glödförlust, organiskt innehåll
- o Utlakningen av koppar associerad till organiska föreningar
- o Utlakningen av antimon
- o Gasbildning ur aska

Frågorna hör inte till en direkt användning av askor till något specificerat ändamål, utan de har oftast uppstått i en diskussion om askors lämplighet med hänsyn till deras egenskaper, eller att förhållanden i omvärlden ändrats. Frågan om gasbildning från askor fick t ex aktualitet i och med explosionen i Händelö. Ett bergrum, f d oljelager, återfylldes med flygaska som kom i kontakt med vattnet i bergrummet. Vätgas bildades och gasblandningen exploderade.

Tabell 14. Projekt som behandlar olika kemiska frågor om askor

Table 14. Projects treating different aspects of the chemistry of ashes

Projektnummer	Titel	Rapport
Q4-247	Kopparformer i lakvatten från energiaskor	962
Q4-251	Lakning av antimon från energiaskor	950
Q4-260	Vad är oförbränt?	951
Q4-262	Askanvändning vid samförbränning av RT-flis med olika bibränslen – försöksprogram i en 24 MW <sub>th</sub> bubblande bädd	941
Q4-291	Gasbildning i aska	957

Antag att en anläggning använder ett bränsle och att dess aska uppfyller kraven för en användning och det skulle vara fördelaktigt att använda även ett annat bränsle som ger en aska med sämre egenskaper. Frågan som ställs då är om det är möjligt att bibehålla askans kvalitet genom sameldning eller kampanjeldning. För sameldning är det relativt enkelt eftersom det bara är att bestämma askans sammansättning för de två bränslena och interpolera. Men för kampanjeldning beror det på hur snabbt ett byte av bränsle ger utslag i askans kvalitet.

Fullskaleförsöket utfördes i Fortum Värme Nynäshamns BFB-panna inom projekt Q4-262, "Askanvändning vid samförbränning av RT-flis med olika bibränslen – försöksprogram i en 24 MW<sub>th</sub> bubblande bädd" [29]. Det vanliga bränslet är RT-flis och under ett par veckor övergick man till skogsflis. Efter elva dygn hade inte tungmetallhalterna i de olika askorna (bäddaska, vändschaktsaska och slangfilteraska) helt kommit ner i de nivåer som motsvarar rent skogsbränsle. Hastigheten för detta förlopp verkar bero på den hastighet med vilken bäddsanden förnyas och en snabbare samsammansättning bör ge en snabbare inställning av askkvalitet efter det nya bränslet.

Även om det ofta sätts likhetstecken mellan begreppen oförbränt, glödförlust eller LOI, halt organiskt material och TOC är de inte utbytbara. De numeriska värdena är dessutom ofta olika. Målet för projekt Q4-260, "Vad är oförbränt?", är en kartläggning av vad de olika standardmetoderna (glödförlust, torr förbränning för TOC, våt förbränning) ger för flera typer av askor [35]. Resultaten är i korthet:

- o TOC är det mått som bäst svarar mot brännbart oförbränt
- o Glödförlustmetoderna tar med även vatten, oorganiska karbonater och lättspjälkade eller lättflyktiga salter varför de ofta inte ger enbart oförbränt
- o Den metod som Vägverket föreskriver för halten organiskt material (våt förbränning med en oxiderande syra) är inte användbar för askor
- o Det finns stora skillnader mellan resultaten från olika metoder för flygaskor, glödförlusten kan vara upp till 15-50 % medan värdet för TOC är endast ca 1 %. Undvik att använda glödförlust för att bestämma oförbränt för flygaskor.
- o Det oförbrända i en aska är för det mesta förkolnat bränsle, motsvarande koks eller träkol, inte organiskt material.

- o TOC i flygaskor har inte exakt samma egenskaper som TOC i bottenaskor

Detta projekt svarar dock inte på frågan om vilka komponenter i oförbränt som är viktiga för en användning.

Ibland har man observerat att lakvattnen från askor har oväntat höga halter av vissa metaller, t ex de som bildar oxoanjoner (bl a antimon) och koppar. I kopparens fall tycks det bero på att den är bunden till organiska ämnen i lösning, vilket har två konsekvenser: den ena är att utlakningen är mycket större än vad man förväntar sig, den andra är att tillgängligheten hos den utlakade kopparen är betydligt mindre än vad halten skulle motivera. Detta undersöks närmare av närmare av KTH, i samarbete med SLU i projekt Q4-247, ”Kopparformer i lakvatten från energiaskor”.

När flygaska som användes för att fylla bergrum i Händelö kom i kontakt med vatten korroderade det metalliska aluminiumet i den starkt basiska miljön och bildade vätgas. Knallgasen exploderade i januari 2004. Incidenter har inträffat tidigare, varför det är nödvändigt att utreda om det är ett allmänt fenomen för askor. I projekt Q4-291, ”Gasbildning i aska”, kartlades askor efter panntyp, bränsletyp och typ av aska [39]. Askor från biobränslen visar liten potential till vätgasbildning. Den största potentialen visas av askor från avfallsförbränning. Potentialen motsvaras dock inte alltid av en faktisk utveckling.

Antimon har inte undersökts lika mycket som andra ämnen. Det har visat sig att utlakningen är jämförelsevis hög i vissa askor. Problemet har kartlagts i projekt Q4-251, ”Lakning av antimon från energiaskor” för samma askor som i gasbildningsprojektet: [34]. Det mesta av antimon återfinns i flygaskorna och endast en mindre del i bottenaskorna eller bäddaskorna. Emellertid finns lakningsproblemet mest för dessa bottenaskor. Antimon finns i flygaskorna i en form som inte lakar ut lika lätt.

## 8.6 Organiska ämnen i askor

Efter att denna rapport slutförts aktualiserades frågan om askors innehåll av miljöstörande organiska ämnen och deras påverkan på miljön. Diskussionen avsåg såväl medialt välkända ämnen, bl a dioxiner, furaner och PAH, som de mindre exponerade utfasningsämnena i miljömålet Giftfri Miljö, delmål 3.

En genomgång av litteraturen utfördes för att skapa ett underlag för beslut om åtgärder inom Askprogrammet. Genomgången redovisas som en egen rapport [55] och i sammanfattad form i denna rapport. Ur publicerade rapporter framgår följande:

- o Organiska ämnen utgör en mindre del av TOC, Total Organic Carbon, och elementärt, inert kol utgör den största delen av TOC som normalt uttrycks i viktprocent av askan.
- o Organiska ämnen är spårämnen, med koncentrationer i storleksordningen mg/kg, undantagsvis g/kg, i screeninganalyser. I riktade analyser är halterna från ng/kg till mg/kg.
- o Resultatet från en screening av de organiska ämnena beror i stor utsträckning på provbehandlingen och analysmetoden. De ämnen som vanligen identifieras är

alifatiska syror och alkaner (semi-flyktiga ämnen). I en undersökning fann man i stället klorerade kolväten som trikloretylen, vilka är mer flyktiga än syrorna och alkanerna.

- I lakvattnen består de organiska ämnen mest av humusliknande nedbrytningsprodukter som är relativt högmolekylära.
- Det saknas ett experimentellt underlag om utfasningsämnen eller prioriterade riskminskningsämnen som skulle tillåta en bedömning av deras betydelse.
- Halten av dioxiner och furaner i nästan samtliga askor förefaller vara låga, några till några tiotals ng/kg TEQ. Undantaget är rökgasreningrester från avfallsförbränningen som innehåller 200 till 2000 ng/kg TEQ beroende på anläggning. Askor från avfallsförbränningen är väl dokumenterade, men inte askor från andra bränslen. Halterna i svenska bioaskor ligger klart under schablonvärdet i UNEP:s anvisningar för inventeringar av dioxinkällor.
- Halten av PAH är mer varierande och osäker, från 0,015 till några hundratals mg/kg TS.

Miljökonsekvenserna av förekomsten av organiska ämnen kan emellertid inte bedömas. Detta kräver en särskild utredning.

## 8.7 Askprogrammets betydelse

Trots att delområdet ”Miljö och kemi” endast är ett hjälpområde för Askprogrammet har det behandlat frågor som är centrala för användningen av askor. Askprogrammet syftar till miljöriktig användning. Därigenom har det gett möjligheten till en sammanhållen behandling av de olika aspekterna:

- Miljökriterier för användningen i anläggningsbyggen, vilka behandlats i avsnitt 4.1 av denna rapport
- Den eventuella klassificeringen som farligt avfall, med ett förslag till verktyg för bedömningen
- Betydelsen av klassificeringen som avfall för användningar
- SSI:s föreskrifter om <sup>137</sup>Cs i askor (utanför projektverksamheten)

Fast projekten inte sammanfattats i detta avsnitt utan i avsnitt 4.1 är SGI:s arbete med miljökriterier en viktig del av programmet.

Askprogrammets roll är dock inte att agera som branschorganisation, utan att ta fram den kunskap som behövs. Även om det förslag till miljökriterier som SGI redovisat inte utmynnar i nationella riktlinjer och riktvärden har det gett en kunskap om miljöpåverkan från askor och ett underlag för dess bedömning.

Kunskapen om kemin och egenskaperna hos askorna har inte utvecklats systematiskt under denna programperiod. Anledningen är att man redan vet tillräckligt för att kunna börja använda. För att veta vilka egenskaper eller vilka frågor som därutöver behöver utredas mer i detalj krävs att verksamheten med en användning kan formulera kunskapsluckor och ett mer detaljerat behov. Ibland blir behovet av insatser trängande, som när förordningar lämnas ut i ett remissförfarande, eller efter händelser vid någon anläggning. Myndigheternas arbete med de långlivade organiska miljögifterna, de s k

---

POP<sup>18</sup>:s (klorerade bekämpningsmedel, dioxiner och furaner, PCB m fl) eller med utfasningsämnen kan komma att rycka fram på dagordningen under kommande programperiod.

En annan aspekt av kunskapen om materialen är den om processerna. Stabilisering eller rening är två bland de behandlingar som kan komma i fråga. Som det framgår av översikterna och av utvecklingsprojekten har de sina potential och sina begränsningar. De går att utföra. Frågan är bara hur trängande kraven måste bli för att de skall bli aktuella.

Analogt har inte frågan om vilken kvalitetssäkring som behövs besvarats på ett tillfredsställande sätt. Här befinner sig Askprogrammet kvar i stadiet där de tester som behövs i en grundläggande karakterisering definieras. Man har i och för sig vetat vilka miljötester som ingår i en allmän karakterisering av avfall, men inte uttömmande de egenskaper som behövs för de tekniska frågorna kring en användning. När en grundläggande karakterisering utförts är nästa steg är att ta reda på hur egenskaperna varierar och om variationen har betydelse för den funktion som skall åstadkommas. I ett sista steg kan kontrollprovning, eller en begränsad uppsättning av tester för konformitetsprovning definieras. Askprogrammet har inte nått dit ännu.

---

<sup>18</sup> POP, Persistent Organic Pollutants, långlivade organiska miljögifter på svenska

## 9 Resultatspridning

Målsättningen att resultaten skall implementeras i en praktisk användning inom tre till fem år kräver något mer än att producenter av askor och Askprogrammet utvecklar en produkt eller ett förfarande där askor används, eller att de utreder nyckelfrågor inför en användning. Det kräver att de andra leden, användare och miljömyndighet, tar till sig kunskapen och varan.

Med andra ord kräver detta en kommunikationsinsats för att sprida resultaten utanför Värmeforsks vanliga krets av intressenter. Mottagaren måste få den information som denne behöver och på ett sådant sätt att mottagaren kan ta det till sig.

För att belysa de olika typer av information som behöver lämnas om användning av askor är det lämpligt att ta stöd i en utredning av Bohlin och Mårtensson [68]. De har undersökt processerna genom vilka en återföring av aska till skogsmark har etablerats hos organisationer. De beskriver dem som en innovationsprocess, att göra något på ett nytt sätt. I den internationella litteraturen i området skiljer man fem faser som följer varandra [68]:

- o På kunskapsstadiet får individen kunskap om innovationen genom olika informationskanaler (t ex massmedia och tryckt information)
- o På övertygandestadiet har individen tagit till sig kunskapen och skapar sig en åsikt (framför allt genom person till person information)
- o På beslutsstadiet kan individen acceptera innovationen eller stöta bort det. Här är exempel från pionjärer betydelsefulla.
- o På genomförandestadiet börjar individen använda innovationen och måste få reda på var man får tag i den och hur man använder den.
- o På bekräftelsestadiet får individen feedback som bekräftar nyttan av innovationen.

Om resultaten från Askprogrammet skall komma till användning bör informationen om askorna finnas i de fyra första momenten. Det innebär således en skriftlig information från programmet om det arbete som utförts, muntlig information som kan initieras vid möten eller seminarier mm, tillgång till demonstrationsobjekt samt sammanställning av "Gör-det-själv" information, t ex handböcker.

I det sammanhanget kan påpekas att EU-projektet RecAsh om återföring av aska skapar denna information (nyhetsbrev, seminarier, praktiska demonstrationer och en handbok) för att driva fram en mer omfattande askåterföring.

Det femte momentet, erfarenhetsåterföring, behövs också. Det är dock svårare: erfarenheten kommer efter att något har gjorts och det kan ta tid innan ett resultat syns. Här är det egentligen alla led som behöver denna återföring: producent av aska, användare, myndighet, allmänhet.



## 9.1 Informationsinsatser från Askprogrammet

Delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” har på samma sätt som Värmeforsk i övrigt gett ut rapporter och sammanfattningar av dessa rapporter. Sammanfattningarna har distribuerats av Värmeforsk på ordinarie sätt. Rapporterna har placerats på Värmeforsks sida [www.varmeforsk.se](http://www.varmeforsk.se) för fri nedladdning. De nås smidigt från Askprogrammets egen sida, [www.askprogrammet.se](http://www.askprogrammet.se).

Askprogrammet har också gett ut ett nyhetsbrev ”Askor och Miljö” om resultaten från projekten och detta brev har distribuerats i en vidare krets än Värmeforsks vanliga intressenter, nämligen till länsstyrelser, kommunala hälso- och miljönämnder, nationella myndigheter.

Några bland de projektsammanfattningar som distribueras av Värmeforsk för varje fullföljt projekt har arbetats upp till blad med fylligare information för en bredare distribution.

Askprogrammet har anordnat eller stött flera seminarier om användningen av aska eller frågor kring en specifik användning. Utförare av projekt samlades i Uppsala under ett två-dagarsmöte i oktober 2003 för att stämma av utvecklingen och befrämja kommunikationerna mellan projektutförarna och mellan projektutförare och intressenter, såväl producenter av aska som potentiella användare eller tillstånds- och tillsynsmyndigheter.

Mötet i Uppsala presenterade projekt som var avslutade eller påbörjade vid tidpunkten för seminariet. Projekt som beslutats senare under perioden 2002-2005 kommer att presenteras i månadsskiftet januari-februari 2006 vid ett avslutande seminarium.

Därutöver har Askprogrammet presenterats vid Värmeforsks återkommande konferenser om den verksamhet som bedrivs.

Möten har hållits med deltagande från utförare i Askprogrammet om:

- o Slaggrus
- o Restprodukter som tätskikt på deponier (slam och aska)
- o Miljöbedömning av askor i vägar
- o Existing national assessment methods for reuse of residues – experiences and consequences of implementation
- o skogsbilvägar

Slutrapporterna från flera projekt har presenterats vid seminarier i andra organisationers regi:

- o ”Att bygga med avfall”
- o ”Restprodukter och de svenska miljömålen”

Vid årsskiftet 2005-2006 har Askprogrammet även initierat intervjuer av ett femtiotal personer i olika positioner men som har att hantera askfrågor. Syftet är att utröna vilket informationsbehov som finns och hur det kan tillfredsställas.

## 9.2 Kommunikationsfrågor

All information från askornas ägare, och därmed från Askprogrammet, behövs, men för att information skall fylla sitt syfte behövs lite mer: en förståelse för de bevekelsegrunder som en användare kan ha, argument för beslut av den tilltänkte användaren mm.

I rapporten ”Att bygga med avfall”, projekt Q4-144<sup>19</sup>, redovisas resultatet av ett seminarium inom Svenska Geotekniska Föreningen om hinder för användningen av mineraliska rester, bl a askor [8]. De är:

- o Ett svårtolkat regelverk
- o Bristande erfarenhet
- o Att ekonomin lider av att tillgängliga volymer askor är små
- o Att alternativa material kommer för sent i projektplaneringen
- o Att det är svårt att bedöma miljöpåverkan och nyttan av en användning (aspekten resurshushållning)

Med så många upplevda svårigheter i Sverige ställer sig frågan varför askor används rutinmässigt utomlands. I projekt Q4-207, ”Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar”, har situationen i Sverige och i sex EU-länder (Danmark, Finland, Nederländerna, Belgien, Frankrike och Storbritannien) undersökts [10]. I Danmark och Nederländerna finns regelverk för askor i vägbyggen och användningar som exponerats i internationella sammanhang och som brukar anges som föredömen i svenska skrifter.

Resultaten från denna undersökning är:

- o Ja, användningen underlättas av klara regelverk av typen ”fritt fram” eller ”stopp” för materialen.
- o Nej, resurshushållningen vägs inte medvetet in i processen, utan det är ekonomin eller miljöpåverkan som bestämmer.
- o Nej, små volymer är inget hinder. Även om volymerna är små går det att finna lönsamma användningar i en skala som motsvarar tillgången.
- o Ja, bristande erfarenhet hos entreprenören och tillstånds- eller tillsynsmyndigheten är alltid ett hinder men ”learning by doing” med hjälp från en drivande part löser detta. Drivande parten kan vara vägentreprenören eller t ex kommunen som vill ha en nyttighet och samtidigt har ansvaret för materialet.
- o God kommunikation mellan aktörerna i alla led är en nyckelfråga. Det bästa beviset är den stora framgången när många led finns samlade i samma organisation, men även i den geografiska samhörigheten.

I ett projekt finansierat av SBUF har Per Tyllgren vid Skanska granskat beslutsprocessen hos de olika aktörerna i ett anläggningsbygge [69]. Han ger förslag till åtgärder i alla led av ett bygge, inklusive projektering och upphandling som kunde underlätta omställningen från en process med invanda material, i första hand naturmaterial, till en process där även återvunna material beaktas.

---

<sup>19</sup> Detta projekt delfinansierades av nio organisationer, däribland Värmeforsk.

Det är dock lätt att drabbas av bakslag som förstör förtroendet. Användningen av askor i Danmark och Nederländerna har minskat kraftigt några år efter att regelverket kommit på plats. I Danmarks fall var det skärpta miljöregler som försvårat för deras användning i vägar. Danska Miljøstyrelsen uppger dock att ca 90 % av askorna använts under 2004. Orsaken är förmodligen att askor från avfallsförbränning inte används i vägar utan i andra anläggningsbyggen. I Nederländerna var det ett fall där man använt askor som inte uppfyllde reglerna.

I Sverige är exemplet spridningen av slam på jordbruksmark, som alla parter var överens om 1994, men som kommit av sig. Olika miljöalarm har påverkat aktörerna, vilket leder till att kvalitetskraven drivs till absolut renhet.

### 9.3 Positiva argument för användningen av askor

Faror och skador är de frågor som dominerat i varje bedömning av en användning av askor. Det innebär en defensiv hållning som knappast förbättras av det generella argumentet att askor kan användas till något. Ett bättre argument är den kvalificerade nytta som askor kan göra eller att askor har fördelar gentemot andra material i en typ av användning.

Det främsta argumentet för askor i geotekniska anläggningsbyggen är att de ersätter naturmaterial. I projekt Q4-248, "Metodik för avvägning mellan resurshushållning och emissioner vid användning av askor i anläggningsbyggen" har KTH och Ecoloop jämfört den plats askor kan ha i skapandet av nyttigheter: en deponi skall täckas, en väg skall byggas. Jämförelsen mellan miljöeffekter och energiförbrukningen i de olika förfarandena (askor till täckning eller till väg, alternativt bara deponering med naturliga material till dessa nyttigheter) ger en ganska objektiv sammanvägning. Resultatet för det fall som studerades är dock svårtolkat, utan några klara fördelar åt något håll. Askor var marginellt bättre än naturmaterial på grund av lägre transportavstånd<sup>20</sup>, men marginellt sämre än naturmaterial med avseende på emissioner.

Vid sidan om Askprogrammet har Svenska Energiaskor låtit Karin Segerud ta fram en värdering av nyttan av askan i skogen vid kompensationsgödsling [73].

Den inventering av arealer utdikad skog där aska kan ge en ökad tillväxt är ett annat projekt som syftade till att synliggöra en kortsiktig nytta med en användning av aska. Totalt är det ca 190 000 ha som kan ge denna nytta som kan realiseras i den nära framtiden.

---

<sup>20</sup> Transportkostnader är en faktor som framträder i flera sammanhang där nyttiggörandet av restmaterial diskuteras: insamling av använda förpackningar, återanvändning av rivningsmassor, se t ex Roths avhandling [74].

#### **9.4 Askprogrammets betydelse**

Askprogrammets förtjänst i detta sammanhang är att det finns, att det skapar information om askor som kan spridas och att programmet sprider sina resultat. En del av denna information hade kunnat skapas ändå av de företag som tar på sig en drivande roll, men mycket överstiger de möjligheter som ett enda företag har. I de flesta användningar är askornas främsta egenskap är låga priset. Det ger inte mycket utrymme för utvecklingsarbete.

Normalt för ett branschprogram är att information om dess resultat sprids i första hand inom branschen. Här görs en ansträngning för att kommunicera utanför askproducenternas krets.

## 10 Måluppfyllelse

### 10.1 Målformulering 2002

Målen för Askprogrammet under perioden 2002-2005 har beskrivits i avsnitt 3, men tas upp på nytt här för en kort överblick. För varje delområde som identifierades i inledningen av Askprogrammet definierades delmål, se avsnitt 3.

Avsikten med delprogrammet ”Miljöriktig användning av askor” var att samla resurser och erfarenheter för att ta fram kriterier och värderingar för de användningsområden som saknar kriterier.

Visionen var att så stor del av askorna som möjligt skall ingå i ett kretslopp och samtidigt ge ekonomiska fördelar för både askproducent och askanvändare.

Askprogrammet syftade därför till att öka kunskaperna – och därmed möjligheterna – för en miljöriktig användning av askor från energiproduktionen. Målsättningen var, i enlighet med Värmeforsks policy, att erhållna resultat skall vara möjliga att implementera i praktisk ekonomisk drift inom tre till fem år.

Den tanke som skulle genomsyra projekten skulle vara att få en miljöriktig avsättning av volymer aska inom kort framtid. Projekten skulle ha som mål och leda till värderingar av:

- o Miljöpotential, d v s miljöfördelar och miljövärden som kan vinnas genom projektet, alternativt miljövärden som förloras om askanvändningen inte kommer till stånd
- o Marknadspotential, d v s volymer och värden som utvecklas
- o Produktifiering, d v s att förbränningsresten övergår från att vara en rest eller ett avfall till att vara en produkt

Det hölls för sannolikt att tekniska kriterier och miljökriterier som användare och miljömyndigheter accepterar behöver fastläggas.

De allmänna prioriteringar som gjorde är, i sammandrag (se även avsnitt 3):

- o Användningen av askor får inte styra råvaror eller teknik för energiproduktionen, vilken är den primära verksamheten.
- o Användningen får inte ställa för höga krav på askornas materialtekniska egenskaper.
- o Användningen måste uppfylla miljökraven.
- o Det är angeläget att askor från skogsbränslen återförs till skogsmark för att sluta ett kretslopp av minerogena näringsämnen.

## 10.2 Profus utvärdering 2003

Askprogrammet lät Profu utvärdera programmet och dess portfölj 2003, efter att 1½ år hade förflutit sedan inledningen. De slutsatser som Profu kom fram till är att:

- o Askprogrammet behövs – viktiga frågeställningar berörs, och förväntningarna är mycket höga.
- o Kompetensen är hög och värdet av det nätverk som byggs upp är stort – kompetensutvecklingen sker inte enbart hos projektansvariga utan även hos askproducenterna eller askanvändarna när dessa deltar i programmet eller dess projekt.
- o Programmets mål kommer inte att uppfyllas inom programperioden.

Profu pekade på att förväntningarna på Askprogrammet från finansiärerna är mycket olika. Två principiellt olika attityder kom fram under de intervjuer som genomfördes:

- o En stark iver att snabbt få avsättning för stora volymer aska
- o En bred kunskapsuppbyggnad

De som intervjuats av Profu menade att de enskilda projekten låg inom de mål som formulerats 2002 av Askprogrammet men sammantaget föreföll det som om programmets mål inte kunde uppnås med den projektportfölj som beslutats.

## 10.3 Värdering av måluppfyllelsen

Vid slutet av en programperiod ställer sig naturligtvis frågan om målen för Askprogrammet uppnåtts och förväntningarna infriats.

Ett sätt att värdera framstegen är att bedöma den grad i vilken de mål och delmål som skrevs ner i inledningen har uppnåtts, punkt för punkt. Detta måste göras och kommer också att göras i detta avsnitt 10. Emellertid vet envar som sätter upp mål att de beror på situationen för några år sedan, på ambitioner och förhoppningar som formulerats om till något som då bedömts vara uppnåeligt, men ändå tillräckligt visionärt för att motivera. Kunskaperna och omvärlden ändras under tiden, vilket innebär att målen kunde idag ha formulerats annorlunda. Det skall också kunna gå att verifiera att målen uppnåtts.

Förutom de mål som skrivits ner innan Askprogrammet inleddes har vi att ta hänsyn till även de förväntningar som finns, och som formulerats av Profu ovan. De kan vara högre, t ex att målet skall vara en användning i stället för kunskapen för en användning.

Askprogrammet är ett brett forskningsprogram, med varierande utgångspunkter för olika användningar. Var man började har betydelse för hur långt man kommer till en etablerad verksamhet. För att göra en sådan bedömning kommer begreppet FUDD att användas. FUDD står för Forskning, Utveckling, Demonstration och Dissemination (EU-språk för riktad resultatspridning). Forskning och utveckling, FoU, är det som i första hand utförs i ett forskningsprogram och resultatet är kunskap. Askprogrammet omfattar även de senare stadierna i framtagningen och introduktion av ny teknik, Demonstration, vilket numera ingår i många forskningsprogram, och Dissemination.

Den attraktiva egenskapen hos begreppet FUDD är föreställningen att framsteg går i en viss ordning, med en fas som avslutas innan nästa inleds, där slutet är storskalig användning. Det ger en riktning, och ju längre man kommit, desto närmare är man målet.

Svagheten hos FUDD-begreppet i detta sammanhang är att det inte alltid är ny teknik som skall utvecklas inom Askprogrammet och börja användas. Askor används redan idag, och forskningen bearbetar detaljfrågor eller kompletterar kunskapen. Då är det svårare att sätta kvantitativa mål, och ännu svårare att bedöma om målen uppfyllts.

## 10.4 Måluppfyllelse 2005

### 10.4.1 Allmänna mål

Syftet med Askprogrammet var att öka kunskaperna, och därmed möjligheterna för en miljöriktig användning av energiproducenternas restmaterial. Sammanställningen av insatserna i de föregående avsnitten är bevis nog för att de haft detta syfte.

Målsättningen var att erhållna resultat skall vara möjliga att implementera i praktisk ekonomisk drift inom maximalt tre till fem år från programmets start. De frågeställningar som bearbetats är omedelbara och insatserna har haft ett kort tidsperspektiv. Utvecklingsinsatserna har varit jordnära. De användningar som varit mål har också varit etablerade eller realistiska. Det utesluter dock inte undersökningar i orienterande eller utforskande syfte, eller översikter över tekniker, för att bedöma om en väg är framkomlig.

Ett mål var ”att få acceptans genom att dokumentera erfarenheten i storskaliga försök med den moderna uppföljningen av resultatet, både de tekniska aspekterna och miljöaspekterna”. Storskaliga försök har genomförts, t ex för slam och aska som tätskikt och täckskikt på deponier. Äldre projekt följs upp, t ex upplaget av gruvavfall i Ervalla och vägen i Vändöra (Törringevägen). I ett projekt förlängs uppföljningen av spridningen av aska i skogar och resultaten utvärderas på nytt.

Däremot är det osäkert om storskaliga försök eller användningar som omfattar t ex ett års produktion av askor har genomförts inom Askprogrammet, så som förväntningarna var.

Ett annat mål var att sprida erfarenhet och kunskap. Det gör Askprogrammet genom att sprida rapporter, sammanfattningar, hålla seminarier och möten, se avsnitt 9.

De allmänna prioriteringar som gjordes 2002 har i stort följts där det så var möjligt. Tyngdpunkten i insatserna har legat på geoteknik: anläggningsbyggen, deponier, cementbundna konstruktioner. Nyttiggörandet av de minerogena näringsämnen har varit föremål för insatser.

Däremot är det svårt att säga om miljökraven bokstavligen uppfyllts: ett av de problem som motiverade Askprogrammet var, med något undantag, att det inte fanns någon konsensus om påverkan från askor på miljön var ringa, och om den var icke-ringa om den är farlig. Det fanns inga riktvärden som delade upp fältet i ingen eller ringa å ena sidan eller oacceptabelt å andra sidan. Dock är den anda som genomsyrat projekten hänsyn till miljön.

#### **10.4.2 Geotekniska anläggningar**

Enligt programskrivningen 2002 bör projekt inom "Geotekniska anläggningar" leda fram till kriterier, värden och volymer för att använda askor i vägar, gång- och cykelvägar, parkerings- och andra ytor, hamnar, rörgravar, bullerskydd m. Även ansökningar om användningar som fyller i asfalt samt som fyller och tillsatsmedel i betong bör behandlas av denna grupp.

Som askor inte är etablerat vägbyggnadsmaterial så kan det vara mer intressant att studera renovering av vägar än att bygga nya vägar. Då blir kraven inte lika strikta. Dessutom har Vägverket en stor budget för underhåll av vägar under de närmaste åren.

I sammandrag har projekten gått ut på:

- o Att ta tekniken att bygga grusvägar med askor till en etablerad teknik, genom att utveckla (ta fram recept) och demonstrera. F n är man på stadiet dissemination av kunskapen, eller resultatspridning, genom författandet av en handbok.
- o Att reda ut miljöpåverkan för askor i ett fåtal geoteknisk konstruktioner
- o Att få fram metoder att ange egenskaperna hos askor så att de kan utnyttjas för att ge en funktion

I stort sett har projekten anammat de idéer till insatser som nämndes i programförklaringen för 2002:

- o Flygaskor har varit föremål för arbeten
- o Provvägar har byggts (med flygaskor) och analyserats
- o Andra bottenaskor än de från avfallsförbränningen har undersökts med avseende på deras geotekniska egenskaper

För flygaska i grusvägar kommer man att ha nått målet tekniska kriterier när handboken färdigställt. Samtidigt har också ett annat mål, användning av askor för renovering av vägar, uppnåtts.

Tekniska kriterier för askor i vägbyggen har också etablerats: de två projekten vid SP och VTI har lett till en uppsättning av metoder att bestämma askors egenskaper, som är relevanta för sekundära material som askor, och som kommer att ingå i framtida metoder att konstruera vägar. Därmed har det målet uppnåtts. Det är ett väsentligt framsteg, i och med att hittillsvarande hindret, att askor inte är lika bra som naturmaterial i tester som utformats för naturmaterial, nu har undanröjts. Ett minustecken i det sammanhanget är att vissa askor kan vara för känsliga för vatten för att vara fullt så användbara som man hoppades.



För de miljömässiga kriterierna finns det dock arbete kvar att göra till etablerade kriterier. Väsentliga framsteg har gjorts genom arbetet vid SGI med miljöriktlinjer. Hittills har man bedömt askor efter de riktlinjer som funnits, oftast de för förorenad mark trots att de fysiska förutsättningarna är annorlunda. Med samma procedur och samma konservativa antaganden och konservativa<sup>21</sup> modeller som för förorenad mark har riktvärden räknats fram baklänges och jämförts med data för askornas egenskaper. Slutsatsen är att lakning, som hittills dragit till sig det mesta av uppmärksamheten kring askors miljöpåverkan, knappast är något problem<sup>22</sup>. Resultaten för exponering genom damning är mer svårtolkade. Nya undersökningar behövs där.

Om målet kan anses vara uppnått till stora delar är det svårare att komma till nästa steg: en allmän acceptans hos alla intressenter och en upphøjelse av dessa riktlinjer till ”fritt fram” eller ”stopp” kriterier som underlättar besluten i alla led. De signaler som mottagits antyder att det inte finns någon acceptans från myndigheter för generella riktlinjer.

Aska som återfyllnad av rörgravar är tekniskt sett framme i användningen. Detta utförs redan och miljötillstånd har erhållits i flera kommuner, men inte i alla, med hänvisning till osäkerheterna om askornas egenskaper.

### **10.4.3 Cementbundna konstruktioner**

Området cement och betong ingick i de planerade insatserna i uppropet 2001, men hade fallit bort ur programmet 2002. Det kom tillbaka som ”filler och tillsatsmedel i betong” i programmet för geotekniska anläggningar och som projektförslag.

Det finns idag tekniska kriterier för användning av vissa askor i betong, t ex standarden EN 450 för flygaskor från stora pulvereldade kolpannor<sup>23</sup>, men inte för de askor som är vanligt förekommande i Sverige.

I en serie projekt har askor som filler i betong tagits till demonstrationsstadiet, vilket innebär att ett tekniskt framsteg har gjorts.

Det har visats att askor kan användas i gruvdrift, i återfyllnadssyfte eller för igensättningsbrytning. En demonstration i full skala kommer att genomföras i en nära framtid.

Miljöfrågor kring cementbundna konstruktioner har inte uttryckligen behandlats inom Askprogrammet.

---

<sup>21</sup> Med konservativt menas ”worst case” eller värsta tänkbara scenario och alla osäkerheter, såväl i data som i modellerna för spridningen, adderas. Den beräknade effekten är därmed alltid större än den verkliga effekten.

<sup>22</sup> Det utesluter inte att några askor kan laka så mycket att de konservativa värden som räknats fram överskrids. Om så är fallet måste en mer detaljerad utredning genomföras.

<sup>23</sup> Men sedan 2005 även askor från en samförbränning av kol med måttliga andelar biobränslen.

#### 10.4.4 Deponier

Enligt programskrivningen 2002 skall gruppen "Deponier" fastställa kriterier för att använda askor som konstruktionsmaterial på deponier, framför allt som tätskikt, täckskikt och dräneringslager. Ett intressant specialfall är täckning av gruvavfall, speciellt täckning av sandmagasin från sulfidmalmsgruvor.

Det nya inslaget som har fått prioritet är användningen av askor tillsammans med slam från avloppsreningen som tätskikt eller täckskikt. Här har arbetet kommit fram till demonstration och försök i stor skala. Med den handbok som diskuteras men inte beslutats bör man nå till målet om kriterier.

Täckning av gruvavfall har varit föremål för två uppföljningsprojekt. Resultaten från dessa är inte i första hand kriterier utan erfarenhet och modell för fortsatt verksamhet.

Två orienterande undersökningar om möjliga användningar i deponier har utförts.

I stort har de idéer till undersökningar som nämnts i programförklaringen vid dess inledning 2001 och 2002 tagits till vara. Det som återstår av arbetet med tätskikt och täckskikt är en uppföljning av funktion och miljöpåverkan i dessa fullskaleförsök. Däremot används askor redan som konstruktionsmaterial i deponier: avjämningsskikt, dräneringslager mm. Askoprogrammet har inte samlat in denna kunskap eller dokumenterat den ännu (Dissemination i FUDD-skalan).

#### 10.4.5 Askåterföring och askgödning

Enligt programskrivningen 2002 är uppgiften för arbetsgruppen "Återföring av aska till mark" att studera de utredningar som framför allt Skogsstyrelsen, Energimyndigheten och Naturvårdsverket stödjer på detta område, dra slutsatser om varför återvinning sker i måttlig omfattning samt att i samråd med ovanstående myndigheter föreslå åtgärder för att stimulera till ökad återföring till skogen utan tvingande tillstånd och lagar.

Man skall även stödja projekt som bedöms kunna komplettera ovanstående myndigheters tekniska utredningar om hur en skogsåterföring bäst bör utföras med mål att få ut volymer aska på tekniskt/ekonomiskt bra sätt.

I detta användningsområde behövde insatserna ampasas efter det som utfördes i Energimyndighetens regi samt andra projekt, bl a hos Mistra. Vid en första anblick förefaller aska till skogsmark vara färdigforskat, då alla FUDD-stegen på väg till målet kriterier redan genomlöpts. Antingen skall målet för programmet formuleras om för detta arbetsområde, eller så skall forskning som avser att fylla kunskapsluckor ta vid.

"Marknaden" har dessutom inte ännu följt med och spridningen föreföll inte ha nått den omfattning som förväntats. Den stora frågan är vad göra åt detta?

För detta arbetsområde formulerades därför målen 2002 som verksamheter:

- o Föreslå åtgärder för att stimulera ökad återföring
- o Värdera möjligheterna för rening av blandaskor
- o Studera möjligheten till mycket långsamlösande askor

Askprogrammet har nått så här långt på vägen:

- o Projekt om gödning av torvmarker med aska har finansierats. Syftet är att visa positiva kortsiktiga effekter på tillväxten, vilka förväntas leda till ökad spridning av askor. Miljöeffekterna (bl a avgången av växthusgaserna) undersöks samtidigt. I samma syfte har visats positiva effekter på tillväxten av en spridning av aska i södra Sverige.
- o En översikt över reningsmetoder för aska har utförts inom arbetsgruppen "Miljö och kemi" och en förstudie har genomförts. Det är idag för dyrt att rena askor, bl a för bioaskor i skog där önskemålet egentligen är sänkta kostnader
- o Det går att stabilisera "dåliga" askor till samma nivå som de "bästa" idag, dvs de som lakar långsammast. Det är dock svårt att utan tillsatser och utan en mer omfattande behandling, vilka innebär tillkommande kostnader, bromsa utlakningen ytterligare.

Däremot har inte insatser utförts för att få ner kostnaderna (vilket skrivningen "få ut volymer aska på tekniskt/ekonomiskt bra sätt" kan tolkas som) för spridningen. Det är nog svårt att få ner dem radikalt. Om positiva effekter som tillväxtökning och miljöeffekter påvisas kan trycket på kostnaderna kanske minska.

#### **10.4.6 Miljö och kemi**

Enligt programskrivningen 2002 är målet för gruppen "Miljö och kemi" att ge miljömyndigheter underlag för att värdera risker och miljövärden med att använda askor i stället för naturmaterial, bergkross och andra material för olika applikationer. Gruppen har även att få fram en kunskap om utlakningar och bindningskrafter som ett underlag för minskade miljökonsekvenser och hur askorna skall hanteras och lagras för att ge användningar för större volymer askor.

Eftersom "Miljö och kemi" inte är ett användningsområde i sig kan inte dess framgång eller måluppfyllelse bedömas på en FUDD-skala, från idé till en allmänt spridd praktik. Området bör snarare uppfattas som ett stöd för hela programmet, och i projekten avhandlas miljöfrågor och materialfrågor.

Fokus på arbetet med bedömningskriterier för miljöpåverkan har varit på användningen i vägar, varför de har beskrivits i de avsnitt som handlar om geotekniska användningar. I det stora projektet som genomförts av SGI har förslag till riktvärden för restmaterial, däribland askor, tagits fram för två principiellt olika vägkonstruktioner. Ett annat arbete i denna riktning är metodiken för klassning som farligt avfall.

Den andra sidan i bedömningar är det positiva värdet som skapas av en användning av askor. Genom projektet med en miljösystemanalys av alternativa användningar av askor har en metodik tagits fram. Utanför Askprogrammet har Svenska Energiaskor finansierat en utredning av värdet av att återföra askor. Inom området "Askåterföring och askgödning" har ett annat projekt visat på möjligheten till ökad tillväxt på torvmarker.

Därmed har Askprogrammet arbetat med målsättningen att ge underlag för värderingar och underlag för myndigheternas arbete.

Däremot är graden av uppfyllelse inte lika tydlig för den materialtekniska kunskapen om askor: kunskap om kemin, materialegenskaper och konsekvenser, kunskap om hanteringen alternativt behandlingen. Flera utredningar i den långa och detaljerade listan av idéer till undersökningar har genomförts, fast kanske inte för de frågeställningar som identifierades inledningsvis.

Anledningarna torde huvudsakligen vara att:

- o Askprogrammet fokuserat på användningen av askor och prioriterat ned den rena kunskapsuppbyggnaden, vilket är naturligt
- o De kunskapsområden som definierats av de 16 exempel som skrevs in i inbjudan till förslag är egentligen mycket omfattande och kräver större insatser än Askprogrammet rimligen kunnat finansiera

De frågor om miljö och kemi som förutsågs 2002 i uppropet inför Askprogrammet har i viss utsträckning bearbetats som en del av ett projekt om användning. Ett exempel på forskningsämne som föreslogs var att minska utlakningen av alkalier m fl med tillsatser av bindemedel för askor från returbränslen. Det har gjorts, men inte för dessa askor.

Till framstegen på kunskapsfronten räknas:

- o Identifieringen av metoder att bestämma egenskaper hos askor i geotekniska användningar, och bestämningen av motsvarande egenskaper för några askor
- o Framtagningen av recept eller metoder att använda askor i flera sammanhang
- o Kunskap om stabiliseringen av askor som skall spridas i skogsmark
- o Kunskap om metoder att rena askor
- o Kunskap i några frågor som aktualiserats under Askprogrammet: utlakningen av antimön och koppar, utvecklingen av vätgas, oförbränt, ställtider i en BFB-panna vid byte av bränsle
- o Kunskapen om askor har också samlats i en databas som är allmänt tillgänglig, Allaska

Till framstegen som har en större betoning på genomförande räknas

- o Ett förslag till miljökriterier för användning av askor i vägbyggen
- o Metoder att bedöma miljönyttan av askor
- o En metod att bedöma ekotoxiciteten hos askor inför klassificeringen som farligt eller icke-farligt avfall

Vissa av frågorna i uppdraget 2002 anknöt till då pågående FoU, t ex karbonatiseringen av askor, eller till då aktuella frågor, för vilka en uppföljning alternativt en fördjupning kunde ha varit aktuell. Vissa syftade till en systematisk kunskapsuppbyggnad om askors egenskaper och uppkomst.

En fråga som kan ställas är den ambitionsnivå och detaljeringsgrad som önskas. Det har tagit många år innan man nått till nuvarande kunskapsnivå om kemisk bindning i cement, som är trots allt ett rent system. Askor har en betydligt mer komplex sammansättning och man kan inte förvänta sig att alla frågor skall kunna redas ut på kort tid.

Ordningen i vilken frågor utreds, oavsett om det gäller askor eller andra frågor inom den tillämpade forskningen, brukar inte sättas av den interna logiken (som t ex i den sk autonoma forskningen) eller av någon plan, utan den bestäms av den aktualitet som den ena eller den andra frågan har. Vid programmets inledning 2002 hade den miljöpåverkan som spridning av tungmetaller genom lakning från aska åstadkommer hög prioritet. Ett resultat från Askprogrammet är att fokus f n flyttats till damning. Naturvårdsverket lyfter nu fram organiska miljögifter på dagordningen.

### **10.5 Träffbilderna för prioriteringar bland askor**

Ett uttalat mål för Askprogrammet är att få avsättning för stora volymer av aska. Det innebär att insatser bör prioriteras efter volymerna. En sådan rangordning skulle placera askorna från rosterpannor i topp, askorna från fluidbäddpannor därefter. Med högre upplösning, se Tabell 1, placeras bottenaskorna från avfallsförbränningen i topp, följda av askor från bibränslen (såväl energibränslen som skogsindustrin).

Ser man till den energi som produceras där dessa askor faller är det massaindustrins returflöden, dvs grönslutsslammet, som skulle ha prioriterats högst. De ingår inte riktigt i Askprogrammet. Därefter är det askor från trädbränslen för fjärrvärme och från barken i skogsindustrins barkpannor. Längre ned på skalan finner man avfallsförbränningen och biprodukterna från träbearbetande industrin.

Det finns en uttalad politisk vilja att ställa om det svenska energisystemet från fossila bränslen till förnyelsebara bränslen, dvs till bibränslen.

Å andra sidan så styrs volymerna även av den användning som planeras. I ett utvecklingsprogram bör alltså insatser prioriteras efter den möjliga avsättningen, och hur lätt det är att etablera en sådan användning.

Sett till volymerna material på en marknad är det ställt bortom allt tvivel att geotekniska användningar i vägar eller anläggningsbyggen har de största möjligheterna att svälja den miljon ton aska som produceras årligen. Det problem som identifierades i inledningen var miljökriterierna för tillståndsgivning – insatser där utgör en flaskhals. Tills detta problem lösts är det naturligt att hålla insatserna på en låg nivå. Genom att redan nu undersöka var askorna bäst används kan starttiden till eventuell användning minskas.

Volymerna av bioaska som inte bara kan utan skall återföras till skogsmark beror på den volym som uttaget av avverkningsrester från skogen har. Om avverkningsrester tas årligen ut på ca 30 000 ha (år 2001) behövs ca 60 000 ton träaska, vilket är betydligt mindre än den totala volym bioaska som finns. Det finns mer bioaska med tillfredsställande egenskaper, vilka skulle kunna användas. Alla tekniska förutsättningar finns redan idag. Det som inte behövs borde därför kunna användas till olika ändamål, som t ex skogsvägar.

Det bör påpekas att förtecknet för insatserna kring återföring är kompensation efter uttag av avverkningsrester. Utredningsarbetet har ännu inte utförts för det vanliga skogsbruket med uttag av stamvirke. Det finns troligen möjligheter till större avsättningar än bara kompensation för skogsbränsleuttaget. Behovet av och ekonomin för sådana åtgärder har ännu inte utretts.

Inga projekt har behandlat kolaskor eller oljeaskor.

På det hela sett förefaller föremålen för Askprogrammets projekt ligga inom dessa möjliga prioriteringar. Slaggrus, dvs behandlad bottenaska från avfallsförbränningen kunde ha fått klart större uppmärksamhet i projektvolym om man ser till de mängder som produceras och som borde kunna avsättas i geotekniska konstruktioner, men ser man till energirelevansen borde uppmärksamheten ha varit endast något större än den faktiska uppmärksamheten. Anledningen till den lägre prioriteringen de facto torde vara den ovannämnda flaskhalsen. Om inte dessa klaras ut först är det svårt att nå målet.

## 11 Analys av behoven

Perioden 2002-2005 av Askprogrammet avslutas årsskiftet 2005-2006. Det stora målet som motiverade programmet, att få igång en storskalig användning av askor, har blivit mindre avlägset, men man har ännu inte nått dit överallt. Vad återstår att göra under en ny period 2006-2008, som skall föra askproducenterna närmare detta mål, eller t o m framme vid det?

Askprogrammet är brett, med några klart definierade satsningar och flera avgränsade frågeställningar som behandlats i mindre eller enstaka projekt. Dessa satsningar är:

- o För området geoteknik, miljöriktlinjer för askor i vägar, tekniska riktlinjer, flygaska i grusvägar samt askor som fyller i betong
- o För området deponi, täcksikt och tätsikt av slam och aska
- o För området askgödsling, gödsling av torvmarker i syfte att skapa en ekonomisk vinst på kort sikt för skogsägaren

Det innebär inte att projekt som inte syftat till detta inte bidragit till Askprogrammets mål, men de kan inte uppfattas lika lätt som dess satsningar som framsteg på vägen från idé till demonstration, resultatspridning och vidare till användning. Mål för nästa period, 2006-2008, kan lättast definieras för dessa satsningar. För hjälpkunskapen som projekt utanför dessa huvudfårar skall bidra med är de svårare att gripa.

Läget under hösten 2005 sammanfattas nedan i syfte att lättare kunna identifiera nästa steg som bör tas mot målet, ett vardagligt nyttiggörande av askor, och om möjligt vilka etapperna är.

Man vet tillräckligt mycket om askor för att kunna använda dem. Denna uppfattning stöds av att redan hälften av askorna, enligt en informell uppskattning, används på något sätt. Det är inte i de grundläggande kunskaperna om askor som material som eventuella hinder ligger.

Om hälften av askorna används borde läget vara tillfredsställande och gott hopp finnas om att användningen av denna resurs sprider sig av sig självt. Emellertid förefaller framgången vara högst lokal eller regional, och svår att överföra, ens till grannkommunen eller grannlandet.

Ett av motiven till att Askprogrammet kom till var att man inom flera geotekniska användningsområden på sina håll upplevt svårigheter att komma igenom den flaskhals som tillståndsprövning utgör. En av de svårigheter som upplevts var att besluten inte var konsekventa, att utfallet beror i allt för hög grad av den som handlägger (skillnaden kan vara ganska stor beroende på vilken sida av en kommungräns objektet ligger), eller att parterna inte kommunicerade på samma plan. Den vinst som upplevs av den ena parten motsvaras inte av någon upplevd vinst hos den andra parten. För miljömyndigheten upplevs osäkerheten om hur en användning skall bedömas och bedömningsunderlaget som det största problemet.

Det var därför naturligt att försöka få ett avgörande på en hög nivå, en nationell samsyn som delas av alla parter. För det behövs ett förslag, vilket de miljöriktlinjer för askor i vägar som tagits fram onekligen är en del av. Det angreppssätt som valts följer etablerad metodik. Resultaten är så här långt klagande: lakning bör inte vara det dominerande problem som det hittills har uppfattats vara.

En nationell samsyn innebär att detta förslag nu skall förankras med alla parter, vilket var målet 2002. Tanken är att förslaget därigenom skall utmynna i de ”fritt fram” eller ”stopp” regler som behövs. Naturvårdsverket har dock hittills inte velat utge riktlinjer eller riktvärden, med hänvisning till lagen: producenten av en vara är skyldig att kunna egenskaperna hos sina varor och är för evigt ansvarig för all skada de orsakar.

Om miljömyndigheter är den enda motparten är det värt att föra en dialog. Kan en samsyn skapas och kläs i riktlinjer och riktvärden, vilka då skulle utgöra de efterfrågade ”fritt fram” eller ”stopp” kriterierna, så har det målet nåtts.

Att få fram en top-down acceptans är emellertid inte någon garanti för att användning blir av i verkligheten. Inom askåterföringens område är askproducenter och myndigheter överens om principen att återföring är bra ur en miljösynpunkt, men ändå händer inget inte av sig självt. Riktlinjer och riktvärden finns, men på gräsrotsnivå har man inte följt med från början. Praktiken sprider sig långsamt. Parallellen med slam kan också dras. Här är man överens om att fosfor mineral är en knapp resurs, och att den fosfor som finns i slammet bör nyttiggöras. I Sverige finns det en slamöverenskommelse som träffades så sent som 1994, men som har kommit av sig. Här är det inte myndigheter i första hand som opponerar sig, utan användaren, och avnämaren av användarens produkter.

Det är inte säkert att det går att skapa en nationell samsyn med riktlinjer som utfärdas av myndigheterna. Det är även osäkert om dessa riktlinjer är tillräckliga för att en användning skall komma till stånd. Den part som inte hittills varit i fokus vid formuleringen av mål är användaren.

Erfarenheten utomlands är att proceduren för att få acceptans måste upprepas för varje ort eller varje region, från början, tills praxis har etablerats på den orten. Här ligger tyvärr bördan mest på producenten av aska, då det i ett nationellt perspektiv finns gott om naturliga material, men den skulle bli lättare om samarbete med en tung användare eller entreprenör kunde etableras. Vidare är erfarenheten utomlands (men också i Sverige) att lokala överenskommelser där alla kommunicerar mycket stadigare.

Samtidigt som dialog förs om de önskade ”fritt fram” eller ”stopp” kriterierna på nationell nivå bör möjligheterna att agera lokalt tas tillvara.

Ett huvudsakligen kunskapsuppbyggande program som Askprogrammet kan inte ensamt åstadkomma detta, utan det är de enskilda aktörerna på lokal nivå som kan göra det. Askprogrammets roll är då att ge stöd med det kunskapsunderlag som efterfrågas. Spridningen av information är en viktig del i detta.



---

Fokus i denna diskussion har varit på miljö, därför att det som uppfattats som största hindret i inledningen av Askprogrammet har varit miljö- och tillståndsfrågor. Tillståndsfrågor har dock inte varit i fokus på detta sätt för de andra huvudsatsningarna. För flygaska i grusvägar är det tekniska frågor som dominerat.

Med tanke på att askor förefaller användas mycket redan nu, men att så lite är känt<sup>24</sup>, vore det värdefullt med en större insats kring spridning av information kring de objekt som finns och de verksamheter som askproducenterna levererar till. I diskussionerna har efterfrågats en samling med goda exempel. Den kan ge möjligheter att fylla behovet av erfarenhetsåterföring. De storskaliga användningar som blir av utan att i sig vara en del av Askprogrammet bör följas upp så att den erfarenheten görs tillgänglig. Det ger också en möjlighet till precisering av återstående frågor.

Ett motiv för en sådan erfarenhetsåterföring är, förutom att den bidrar till att häva stämpeln av märkvärdighet från askor, att så många av användningarna sker i en lång tidsskala. Den tekniska livslängden för en väg är ca fyrtio år. Aska återförs till skogsmark för att skapa förutsättningar för nästa skogsgeneration, vilket är ett tidsperspektiv på några decennier. Det tar tid innan alla tekniska (och miljömässiga) konsekvenser av användningar kan säkerställas. Genom att samla in och presentera erfarenheter från äldre objekt kan en fylligare information erbjudas än det som ett tidsbegränsat FoU- (eller FUDD-) program kan åstadkomma.

Fokus på miljö och tillståndsfrågor i denna diskussion har kommit att skjuta ett framsteg i bakgrunden: tekniska riktlinjer har tagits fram för hur askor skall testas inför en användning i vägar. Genom att skapa en handbok för askor i Vägverkets regi, i stället för Askprogrammets, tas ytterligare ett steg mot möjligheter till diskussioner om användning. Det behov som finns är att skaffa större erfarenhet av askorna, dels genom att undersöka flera askor i laboratoriet så att kunskapen befästs, dels genom att utföra vägar med askor och följa upp funktionen.

Det förefaller som om bottenaskor från avfallsförbränning är möjliga vägmateriäl, men att andra bottenaskor inte är det. Det vore värdefullt att i så fall definiera lämpliga geotekniska användningsområden för dessa och kartlägga sambandet mellan egenskap och funktion.

Några frågor som inte behandlats lika ingående är:

- o Logistik, hantering och lagerhållning
- o Kvalitetssäkring

Hanteringsfrågor, lagring, frågor om efterfrågan och tillgång togs upp som prioriterade frågor 2001. Inom Askprogrammet har inget gjorts som direkt syftar till en bättre kunskap eller organisation. Det finns ett behov: skall askor användas för vägbyggen behövs ofta mer aska än en enskild energianläggning kan åstadkomma under ett år. Stora projekt sker inte heller kontinuerligt, utan aska skall lagras tills ett objekt blir

---

<sup>24</sup> Det är för önskvärt med en bättre statistik på området.

aktuellt. Möjligen är detta en senare fråga, när geotekniska användningar kommit förbi pilot- och demonstrationsstadiet.

Kvalitetssäkring har behandlats i några projekt, men det är ett svårt ämne. Det program av tester som används i SYSAV:s kvalitetssäkring av slaggrus är ganska omfattande. Det program som föreslagits av SP och VTI för bottenaskor i vägar är också omfattande. För ett material med ett lågt pris som största förtjänst, med resurssparande som extra argument, kan en noggrann kvalitetssäkring bli kostsam. Frågan är hur mycket som behövs och om det går att banta programmen till en uppsättning av kontrolltester så att nycklegenskaperna följs.

Vid ett seminarium som ordnades inom Askprogrammet ställdes frågan: "Hur vet Vi att Ni inte lägger ut något olämpligt?". Frågan berör kvaliteten, kunskap om kvaliteten (kvalitetssäkring), vad som är olämpligt eller rent av skadligt, åtgärder om riktvärden skulle överskridas, konsekvenser av en hanteringsmiss som gör att gränsvärdet överskrids av misstag, dokumentation och rapportering. Även om frågan ställdes för enbart miljöegenskaperna är den lika aktuell för de tekniska egenskaperna hos askan: hur ligger en aska i förhållande till de funktionskrav som kan ställas? Det är en något mer omfattande information än den kunskap som behövs för att kunna börja använda aska. För att ta ett exempel, så är det mer än en typanalys av materialet som behövs utan det är de intervall inom vilka analysvärden för de storheter som är relevanta brukar finnas och relationen mellan intervallen och de värden där askan börjar bli olämplig.

Till stor del är det en fråga för de företag som producerar aska. Vissa delar av denna uppbyggnad av förtroende kan vara värdefulla att driva i ett samarbete. Det kan hjälpa att lyfta bort uppfattningen att varje aska är unik (underförstått, oförutsägbar) och att det inte går att systematisera. Om en systematisk kunskap byggs upp behöver inte varje parti undersökas eller karakteriseras lika noggrant.

Gemensamma insatser är också motiverade då en frågeställning lyfts fram av nya rön, av omständigheter i en praktisk användning eller av externa händelser. Några sådana insatser har genomförts under perioden 2002-2005: gasbildningen i aska, antimonutlakningen. Troligen ändras aktualiteten i frågeställningarna under perioden 2006-2008 på samma sätt som under 2002-2005, t ex som ett intresse från miljömyndigheter för de organiska miljögifterna, vilket kan göra behoven av ny kunskap akuta.

Om de geotekniska huvudsatsningarna, inklusive täckskikt på deponi, kan sägas kräva överblickbara fortsatta insatser för att komma till mål, så är återstående arbete på området gödsling med aska av torvmarker betydligt längre bort från sitt mål. Det är ett arbete på betydligt längre sikt än de tre år som står till förfogande för Askprogrammet. Det bör sörjas för att arbetet fortsätter i någon annan form efter programmets slut.

Med tanke på situationen för askåterföring är det lämpligt att fortsätta med kommunikationsinsatser och med att involvera entreprenörer (för geotekniska användningar) eller mottagare av askan.

Det kan vara lämpligt att reflektera över vilket budskap som skall kommuniceras. Det förutsätts att det alltid är bättre att återanvända, t ex askor, än att alltid ta nytt. De analyser som utförts [37], [74] pekar på betydelsen av transportavståndet för den nytta som askorna gör. Även jungfruliga råvarors och produkters konkurrenskraft påverkas av transportavståndet.

## 12 Förslag till prioriteringar inför programmet 2006-2008

Askprogrammet har varit ganska brett under perioden 2002-2005, med såväl flera klara riktningar för arbetet som kunskapsuppbyggnad om många frågor.

Under perioden 2002-2005 har framsteg gjorts i de huvudriktningar som valdes:

- o För geotekniska användningar var det miljöriktlinjer, tekniska egenskaper, flygaska i grusvägar
- o För deponier var det kombinationen av slam och aska som täckskikt
- o För aska till skogsmark var det de positiva aspekterna av aska, i första hand gödsling av dikade torvmarker

Den ökade kunskapen sedan 2002 har inte lett till insikten att några av dessa inriktningar bör avslutas därför att tekniska eller miljömässiga förutsättningar saknas. Frågor att besvara och frågeställningar att utreda finns kvar. Fler möjligheter till användning har öppnats genom den uppmärksamhet som skapats av Askprogrammet. Det återspeglar sig i antalet idéer eller förslag till användningar i programmet för 2006-2008 som är större än i programmet för 2002-2005.

En ganska självklar prioritering för perioden 2006-2008 är därför:

- o Fullfölj
- o Följ upp
- o Engagera
- o Kommunicera

De möjliga användningar som identifierades inför Askprogrammets start 2001 eller 2002 är fortfarande gångbara. För att de skall bli till verkliga användningar bör arbeten med tekniska och miljömässiga aspekter fullföljas. Det innebär att de huvudinriktningar som finns förs till mål och framstegen befästs. Det kan förväntas att programmet når fram till en användning av kunskapen, kanske till och med en användning av askor med hjälp av denna kunskap, på två områden: geoteknik och deponier.

Ambitionen var att skapa nationella miljöriktlinjer som ger det ”fritt fram” eller ”stopp” kriteriet som underlättar genomförandet av projekt, av transaktioner mellan aktörer. Det förefaller naturligt att fullfölja den linjen, men utsikterna att få till sådana sanktionerade kriterier är osäkra. Alternativa vägar att skapa en konsensus bör övervägas.

Behovet av kunskaper om användningen av aska finns på två plan: dels en ökad kunskap om askornas egenskaper i laborietester, dels en kunskap om egenskaper och funktion i verkligheten. De data som finns idag är relativt fåtaliga och tillåter egentligen inte några generaliseringar (de generaliseringar som görs idag behöver befästs) eller någon förtrogenhet med materialen. För de fältförsök som kommer att göras är det önskvärt att materialen karakteriserats grundligt så att en återkoppling mellan funktion och egenskap i test kan göras. Anläggningsbyggen är stora fältförsök och det innebär stora projekt.

---

Eftersom dessa anläggningsbyggen är långlivade bör varje tillfälle att följa upp byggen, de som blir av nu såväl som tidigare byggen, tas tillvara. Analysen av Törringevägen i ett projekt är ett exempel på detta, likaså uppföljningen av Dåvavägen. Uppföljningen av de fältförsök som anlagts under 2002-2005 bör få hög prioritet.

En förbättrad kunskap om askornas egenskaper är även en uppbyggnad av förtroendet för askor som material. När detta byggts upp och askproducenten visat att askor visserligen är en heterogen samling av material men inte oförutsägbara kan behovet av övertygande bevis vara mindre.

För aska till skogsmark är tidsperspektivet mer oklart. För detta område fanns redan allt som Askprogrammet syftar till, miljöriktlinjer och acceptans, men spridning sker än så länge inte i den utsträckning som önskas. Det kan vara en fråga om tid.

För att skynda på utvecklingen av spridningsverksamheten har Askprogrammet sökt att visa de positiva värdena. Syftet med satsningen på dikad torvmark är att visa på de kortsiktiga ekonomiska vinster som skulle kunna erhållas. Bollen är så att säga i rullning, men behovet av insatser sträcker sig troligen längre än de tre år som Askprogrammet har till förfogande. Ledtiden till gödsling i stor skala är troligen också längre än tre år, om man väntar tills en nationell riktlinje utarbetats.

Lärdomen från satsningarna på askåterföring och från utvecklingen av användningar utomlands är ändå att användaren måste engageras i nyttiggörandet. Här talar vi om en efterfrågestyrd utveckling och inte en tillgång som man skulle kunna göra något av.

Den fjärde prioriteten är kommunikation mellan alla aktörer: producenten, användaren och samhället i form av de tillståndsmyndigheter som har att övervaka att producent och användare inte genomför åtgärder som är skadliga för hälsan eller miljön.

## 13 Litteraturreferenser

### 13.1 Rapporter inom Askprogrammet

- [1] Bjurström H; "Förslag till handlingsplan för askåterföring", Värmeforsk, Stockholm oktober 2002, rapport nr 790
- [2] Wikman K, Berg M, Svensson M och Ecke H; "Nedbrytning av cellulosa", Värmeforsk, Stockholm april 2003, rapport nr 806
- [3] Wikman K, Berg M, Bjurström H och Nordin A; "Termisk rening av askor", Värmeforsk, Stockholm april 2003, rapport nr 807
- [4] Nordström E och Thorsell P-E; "Energiaskor i betongrelaterade tillämpningar, normer, praxis och erfarenheter", Värmeforsk, Stockholm oktober 2003, rapport nr 828
- [5] Bjurström H och Steenari B-M; "Våt rening av askor, en metodöversikt", Värmeforsk, Stockholm oktober 2003, rapport nr 829
- [6] Wikman K, Berg M, Andreas L, Lagerkvist A, Jannes S, Tham G och Sjöblom R; "Injektering av sulfathaltig flygaska i hushållsavfalldeponi", Värmeforsk, Stockholm oktober 2003, rapport nr 830
- [7] Mácsik J, Rogbeck Y, Svedberg B, Uhlander O och Mossakowska A; "Linermaterial med aska och rötslam – Underlag för genomförande av pilotförsök med stabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskiktmaterial", Värmeforsk, Stockholm november 2003, rapport nr 837, även hos VA-Forsk, Stockholm 2003, rapport nr 2003-43 och hos Renhållningsverkföreningen, Malmö 2004, rapport RVF Utveckling 2004:18
- [8] Wilhelmsson A och Paijkull M; "Att bygga med avfall", Värmeforsk, Stockholm november 2003, rapport nr 839, även hos SGF, rapport SGF
- [9] Sundblom H; "Användning av energiaskor som fillermaterial vid betongtillverkning", Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 848
- [10] Kärman E, van Moeffaert D, Bjurström H, Berg M och Svedberg B; "Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar", Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 849
- [11] Pettersson R, Suér P och Rogbedk J; "Pansand som fyllnadsmaterial för fjärrvärmerörgravar", Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 852
- [12] Bäckström M och Johansson I; "Askor och rötslam som täcksikt för gruvavfall", Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 855
- [13] Bjurström H, Berg M, Arm M, Suér P och Håkansson H; "En förenklad testmetodik för kvalitetssäkring – Etapp 1", Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 856
- [14] Bjurström H, Rydstrand C, Berg M och Wikman K; "Databas inom delprogrammet "Miljöriktig användning av askor"", Värmeforsk, Stockholm januari 2004, rapport nr 857

- 
- [15] Nordström E, Holmström T och Sandström T; "Användning av askor från förbränning med returpappersslam inom gruvindustrin", Värmeforsk april 2004, rapport nr 862
- [16] Adler P, Haglund J-E och Sjöblom R; "Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen", Värmeforsk, Stockholm maj 2004, rapport nr 866, men även hos Renhållningsverksföreningen, Malmö 2005, rapport RVF Utveckling 2005:01
- [17] Von Bahr B, Ekvall A och Schouenborg B; "Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningsbyggnad - Etapp 1, inventering av provningsmetoder och funktionskrav", Värmeforsk, Stockholm maj 2004, rapport nr 867
- [18] Mácsik J, Svedberg B, Lenströmer S och Nilsson T; "FACE – Flygaska i geotekniska anläggningar, Etapp 1: inventering/tillämplighet", Värmeforsk, Stockholm juli 2004, rapport nr 870
- [19] Hånell B; "Arealer för skogsgödsling med träaska och torvaska på organogena jordar i Sverige", Värmeforsk, Stockholm augusti 2004, rapport nr 872
- [20] Håkansson K, Wik O, Bendz D, Helgesson H och Lind B; "Miljöriktlinjer för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande – del 1", Värmeforsk, Stockholm oktober 2004, rapport nr 879
- [21] Mahmoudkhani M och Theliander H; "Långsamupplösande askpellets", Värmeforsk, Stockholm november 2004, rapport nr 880
- [22] Ecke H och Bjurström H; "Evaluering av jordmånsbildande askbehandlingsprocess (EJA) – förstudie", Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 913
- [23] Lahtinen P, Maijala A och Mácsik J; "Produkter baserade på blandningar av flygaska och fiberslam (fiberaskor) för vägbyggande", Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 915
- [24] Arm M; "Uppföljning av befintliga slaggrusprovvägar. Fallviktsmätningar på provsträckor på Töringevägen i Malmö och Dåvamyran i Umeå", Värmeforsk, Stockholm mars 2005, rapport nr 916
- [25] Lahtinen P, Jyrävä H, Maijala A och Mácsik J; "Flygaskor som bindemedel för stabilisering av grusmaterial", Värmeforsk, Stockholm april 2005, rapport nr 918
- [26] Arvidsson H och Loorents K-J; "Askors materialtekniska funktion – VTI:s materialdatabas", Värmeforsk, Stockholm maj 2005, rapport nr 930
- [27] Svensson M, Sjöblom R, Herrmann I och Ecke H; "Selektiv mobilisering av kritiska element hos energiaskor", Värmeforsk, Stockholm maj 2005, rapport nr 931, även hos Renhållningsverksföreningen, Malmö oktober 2005, rapport RVF Utveckling 2005:18
- [28] Fjällberg L, Lagerblad B, Moosberg Bustnes M och Bjurström H; "Styrd utlakning ur bioaska som sprids i skogsmark", Värmeforsk, Stockholm oktober 2005, rapport nr 940
- [29] Bjurström H och Wikman K; "Ask användning vid samförbränning av RT-flis med olika biobränslen: försöksprogram i en 24 MWh bubblande bädd", Värmeforsk, Stockholm oktober 2005, rapport nr 941

- 
- [30] Mácsik J, Christian M, Mossakowska A och Eklund C; "Pilotförsök med flygaskastabiliserat avloppsslam (FSA) som tätskikt", Värmeforsk, Stockholm oktober 2005, rapport nr 942, även hos Renhållningsverksföreningen, Malmö oktober 2005, rapport RVF Utveckling 2005:17 och hos VA-Forsk, Stockholm 2006, rapport nr 2006:01
- [31] Wikman K, Berg M, Svensson M och Ecke H; "Nedbrytningshastigheten för tätskikt uppbyggda av slam och aska", Värmeforsk, Stockholm oktober 2005, rapport nr 943
- [32] Carling M, Ländell M, Håkansson K och Myrhede E; "Täckning av deponier med aska och slam – erfarenheter från tre fältförsök", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 948, men även hos Renhållningsverksföreningen, Malmö 2006, rapport RVF 2006:04 och VA-Forsk, Stockholm 2006, rapport 2006:08
- [33] Mácsik J; "Flygaska som förstärkningslager i grusväg", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 949
- [34] Bäckström M; "Lakning av antimon från energiaskor – Totalhalter, lakbarhet samt förslag till åtgärder", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 950
- [35] Bjurström H och Suér P; "Vad är oförbränt?", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 951
- [36] von Bahr B, Loorents K-J, Ekvall A och Arvidsson H; "Kvalitetskriterier för bottenaskor till väg- och anläggningsbyggnad – etapp 2; Bottenaskors tekniska egenskaper", Värmeforsk, Stockholm januari 2006, rapport nr 952
- [37] Kärrman E, Olsson S, Magnusson Y och Peterson A; "Miljösystemanalys för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 953
- [38] Munde H, Svedberg B, Mácsik J, Maijala A, Lahtinen P, Ekdahl P och Nerén J; "Handbok – Flygaska i mark- och vägbyggnad, Grusvägar", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 954, men även hos SGI
- [39] Arm M, Lindeberg J, Rodin Å, Öhrström A, Backman R, Öhman M och Boström D; "Gasbildning i aska", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 957
- [40] Greger M, Neuschütz C och Isaksson K-E; "Flygaska och rötslam som tätskikt vid efterbehandling av sandmagasin med vegetationsetablering", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 959
- [41] Bäckström M och Karlsson U; "Aska och rötslam som tät- och tätskikt för vittrat gruvavfall", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 960
- [42] Ekvall A, von Bahr B, Andersson T, Lax K och Åkesson U; "Lakegenskaper för naturballast – Bergmaterial och moräner", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 961, men även hos Renhållningsverksföreningen, Malmö 2006, rapport RVF 2006:06
- [43] Olsson S och Gustafsson J-P; "Kopparformer i lakvatten från energiaskor", Värmeforsk, Stockholm februari 2006, rapport nr 962
- [44] Gustafsson M, Blomqvist G och Wik O; "Damning från grusväg delvis uppbyggd av aska", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 963



- 
- [45] Bendz D, Arm M, Flyhammar P, Westberg G, Sjöstrand K, Luth M och Wik O; "Projekt Vändöra – En studie av långtidsegenskaper hos vägar anlagda med bottenaska från avfallsförbränning", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 964, men även hos Renhållningsverksföreningen, Malmö 2006, rapport RVF 2006:03
- [46] Thelin G; "Askåterföringen till gran- och bokbestånd – effekter på näring, tillväxt, kvävedynamik och kolbalans", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 965
- [47] Tham G och Ifwer K; "Ask användning i deponier", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 966
- [48] Mácsik J och Svedberg B; "Skogsbilvägsrenovering av Ehnsjövägen, Hallstavik", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 968
- [49] Sundblom H; "Användning av svenska flygaskor som fillermaterial i betong", Värmeforsk, Stockholm mars 2006, rapport nr 969
- [50] Flyhammar P; "Kvalitetssäkring av slaggrus – Miljömässiga egenskaper", Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 973
- [51] Sikström U, Ernfors M, Jacobsson S, Klemedtsson L, Nilsson och Ring E; "Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige – Effekter på skogsproduktion, avgång av växthusgaser och vattenkemi", Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 974
- [52] Bendz D, Jacobsson T, Svensson M och Flyhammar P; "Skumbitumenstabilisering av bottenaska från avfallsförbränning", Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 975
- [53] Bjurström H, Ifwer K och Rydstrand C; "Uppdatering av databasen Allaska 2003-2005 inom delprogrammet Miljöriktig användning av askor", Värmeforsk, Stockholm april 2006, rapport nr 976
- [54] Bendz D, Wik O, Elert M och Håkansson K; "Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande – etapp 2", Värmeforsk, Stockholm juli 2006, rapport nr 979
- [55] Bjurström H; "Organiska ämnen i askor", Värmeforsk, Stockholm september 2006, rapport under tryckning

### 13.2 Rapporter och kontakter utanför Askprogrammet

- [56] Sjöblom R; "Potential för askhantering; utvecklingsbehov", Värmeforsk, Stockholm september 2001, rapport nr 749
- [57] Bjurström H; "En bedömning av askvolym", rapport till Svenska Energiaskor, tillgänglig på [www.askprogrammet.com](http://www.askprogrammet.com)
- [58] Ribbing C, Svenska Energiaskor AB; underlag som har presenterats under seminarier, 2003-2005
- [59] Bjurström H, Ilskog E och Berg M; "Askor från bibränslen och blandbränslen – mängder och kvalitet", Energimyndigheten, Eskilstuna 2003, rapport ER 10:2003
- [60] Wikström F, Karlstad Universitet; brevväxling under 2004

- 
- [61] Lind B, Larsson L, Gustafsson J-P, Gustafsson D, Ohlsson S-Å, Norrman J, Arvidson O och Arm M; "Energiaska som vägbyggnadsmaterial – utlakning och miljöbelastning från en provväg", SGI, Linköping 2005, Varia 557
- [62] Ekvall A och von Bahr B; "Sammanställning av genomförda kemiska analyser och tester för gjuterisand, bottenaska och stensmjöl, samt jämförelse med olika bedömningsgrunder", SP, Borås 2004, rapport 2004:12
- [63] Gustafsson M, von Bahr B, Ekvall A, Johansson P, Reuterhage Å och Wallman S; "Inledande laboratorieförsök – Projekt AIS 32 – Delrapport I", Vinnova, Stockholm 2003, rapport VR 2003:8
- [64] Gustafsson M; "Inledande fältförsök – Projekt AIS 32 – Delrapport 2", Vinnova, Stockholm 2003, rapport 2003:9
- [65] Togerö Å; "Leaching of hazardous substances from concrete constituents and painted wood panels", doktorsavhandling vid Institutionen för byggnadsteknologi, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 2005
- [66] Sundberg J, Myrhede E och Nilsson U; "Användning av avloppsslam för tätning av deponier – en förstudie", Renhållningsverksföreningen, Malmö 2001, rapport RVF Utveckling 2001:17
- [67] Sundberg J, Carling M, Ländell M och Svensson B; "Täckning av deponier med blandning av avloppsslam och aska – Erfarenheter, beständighet och andra egenskaper", Renhållningsverksföreningen, Malmö 2002, rapport RVF Utveckling 2002:18, men även VA-Forsk, Stockholm mars 2003, rapport VA-Forsk nr 21:2003
- [68] Bohlin F och Mårtensson K; "Askåterföring till skog, vardande blir verklighet?", Institutionen för skogens produkter och marknader, SLU, Uppsala 2004, rapport nr 11
- [69] Anon.; "Klassificering av farligt avfall - Utredning", Renhållningsverksföreningen, Malmö 2003, rapport RVF Utveckling 2004:06
- [70] Anon.; "Klassificering av farligt avfall – Vägledning", Renhållningsverksföreningen, Malmö 2003, rapport RVF Utveckling 2004:07
- [71] Grönholm R och Hartlén J; "Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av avfall", Renhållningsverksföreningen, Malmö 2002, RVF Utveckling 2002:10
- [72] Tyllgren P; "Kretslopp i anläggningssektorn – Probleminventering och åtgärdsförslag", SBUF, Stockholm maj 2003, rapport ra021125a, tillgänglig på [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se)
- [73] Segerud K; "Askans värde i skogen", rapport för Svenska Energiaskor, 2004, tillgänglig på [www.energiaskor.se](http://www.energiaskor.se)
- [74] Roth L; "Reuse of construction materials – Environmental performance and assessment methodology", doktorsavhandling vid Linköpings Universitet, 2005
- [75] Lahtinen P; "Fly ash mixtures as flexible structural materials for low-volume roads", Finnra, Helsingfors 2001, rapport 70/2001
- [76] Eriksson M; "Alternativa fyllningsmaterial till ledningsgravar för VA – en jämförelse mellan nya och traditionella material", examensarbete vid Institutionen för mark- och vattenteknik, KTH, Stockholm 2001, examensarbete 2001:26

- 
- [77] Sjöblom R; ”Användning av aska vid förläggning av fjärrvärmeledningar – förstudie”, Fjärrvärmeföreningen, Stockholm 2003, rapport FoU 2003:84
- [78] Kinnerberg H och Joelsson Blixte Å; ”Försök med tätning och täckning av avfallsupplag genom användning av fiberslam, gjuterisand, slaggranulat och slaggrus”, Renhållningsverksföreningen, Malmö 2001, rapport RVF Utveckling 2001:07
- [79] Anon.; ”Sluttäckning av avfallsupplag – Alternativa metoder att uppnå gällande krav avseende infiltration”, Renhållningsverksföreningen, Malmö 2004, rapport RVF Utveckling 2004:09

### 13.3 Ej citerad men relevant litteratur

- [80] Ecke H och Lagerkvist A; ”Karbonatstabilisering av flygaska från avfallsförbränning”, Renhållningsverksföreningen, Malmö 2002, rapport RVF Utveckling 2002:05
- [81] Bjurström H och Berg M; ”Oförbränt i aska – Andel organiskt kol, mätmetoder och mängder”, Naturvårdsverket, Stockholm 2003, rapport 5334
- [82] Skogsstyrelsen; ”Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling”, Skogsstyrelsen, Jönköping april 2001, meddelande 2-2001
- [83] Emilsson S; ”Handbok Från skogsbränsleuttag till askåterföring”, version 2005-05-20 för remiss framtagna inom projektet RecAsh
- [84] Johansson M-B, Nilsson T och Olsson M; ”Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering”, Skogsstyrelsen, Jönköping februari 1999, Rapport 1999:1
- [85] Egnell G, Nohrstedt H-Ö, Westlien J, Westling O och Örlander G; ”Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och annan näringskompensation”, Skogsstyrelsen, Jönköping mars 1998, rapport 1998:1



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

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED  
STATENS ENERGIMYNDIGHET

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

Beställning av trycksaker  
Fax 08-677 25 35