

INTERNATIONELL UTBLICK OM ANVÄNDNING AV ASKOR



En rapport framtagen av
Författare: Jenny Sahlin



Sammanfattning

Det finns en omfattande kunskap om och erfarenhet av användning av askor. I praktiken saknas dock en storskalig och regelmässig användning utanför deponier i Sverige. Projektets övergripande syfte har varit att kortfattat lyfta fram erfarenheter från andra länder i Europa kring användning av askor.

Resultatet visar användning av askor i åtta olika länder. Slaggrus från avfallsförbränning används storskaliga motorvägbyggen och andra stora konstruktioner i Nederländerna, Danmark och i delar av Belgien och Frankrike. Dock är det för samtliga länder hårdare krav för askanvändning under framtagande och framtiden är oviss. Erfarenhet finns också från inblandning av aska i cement och betong.

Flygaska från avfallsförbränning ingår som en komponent restaurering av ett kalkbrott i Norge. Finland använder blandaskor för gödning av näringsfattiga torvskogar. Även i England och Portugal används bland- respektive bibränsleaskor i konstruktionsarbeten.

Slutsatser från de undersökta exemplen visar följande framgångsfaktorer för användning av askor:

- Fokus på *begränsad tillämpning* till skillnad från helt fri tillämpning har lyfts fram som en faktor bakom att slaggrus från avfallsförbränning har kommit till omfattande användning i Nederländerna, till skillnad från Sverige.
- Förutsättning för användning av askor är goda i de länder som har en *uttalad policy för att spara på naturresurser*. Det har framkommit i nästan samtliga undersökta exempel.
- *Ekonomi* är viktig för att askor skall komma till användning, och kommer in på många sätt. Vad är alternativet och alternativkostnaden för askproducenten? Avgörande kan det vara om man behöver erlagga en deponiavgift och en deponiskatt för de producerade askan. Införandet av deponiskatt på aska har drivit på utvecklingen, till exempel i Finland.
- För askanvändaren (byggherren, skogsägaren) är *kostnaden för det alternativa byggmaterialet eller gödningen* av betydelse. Det lyfts också fram att i tider av lågkonjunktur finns en större benägenhet att använda återvunna material, som askor utgör.
- *Engagemang och samverkan i flera led* är viktigt. I Nederländerna är det tydligt kring slaggruset där askproducent och dess förädlare samverkar för att utbilda kunderna det vill säga byggherren eller entreprenören.
- *Tydlighet i lagstiftningen* är också en viktig framgångsfaktor i flera länder. Användaren vet vad som gäller, vilka askor som får användas för vilka tillämpningar, och har att förhålla sig till det.
- Staten (eller lokala regeringar) har gått före och bidragit till efterfrågan och användning i storskaliga projekt, och man har kunnat dra nytta av den *erfarenheten* i andra projekt.

Summary

There is an extensive knowledge of and experience in the use of ashes. In practice, however, there is a lack of systematic and large-scale use of ashes outside landfills in Sweden. The project's aim is to briefly highlight the experiences of other countries in Europe on the use of ashes.

The result shows the use of ashes in eight countries. Waste incineration bottom ash is used in large-scale highway projects and other large structures in the Netherlands, Denmark and parts of Belgium and France. However, stricter requirements for ash use are under development and the future is uncertain in all countries. Experience is also from interference from the ash in cement and concrete.

Fly ash from waste incineration is a component in the restoration of a limestone quarry in Norway. Finland uses mixed ashes for the fertilization of nutrient-poor peat forests. Also in England and Portugal biofuel ashes are used in construction works.

Conclusions of the studied examples show the following success factors for the use of ashes:

- A focus on limited applications – rather than free applications – has been highlighted as a factor that contributed to making bottom ash from waste incineration widely used in the Netherlands.
- Countries that have an explicit policy to conserve natural resources has also a use of ashes to a large extent. This has been a fact in almost all the studied examples.
- The economy of the use of ashes is important. What is the alternative and the opportunity cost for the ash producer? It is crucial if you need to pay a landfill gate fee and a landfill tax for the ash. The introduction of landfill tax on ash has spurred the development, such as in Finland.
- For the ash refiner or the forest owner the cost of the alternative construction material or fertilizer is of crucial importance. It is also highlighted that in times of recession, there is a greater tendency to use recycled materials, as ashes are.
- Commitment and collaboration at several levels around the use of ashes is essential. In the Netherlands, it is clear where the ash producer and ash processors work together to educate the customers i.e. the ash refiner or contractor.
- Clarity in legislation is also an important factor for success shown in several countries. The user knows which ashes may be used for which applications, and can relate to it.
- The state (or local governments) has gone before and contributed to the demand and use in large-scale projects, and they have been able to benefit from the experience of other projects.

Innehåll

Sammanfattning	2
Summary	3
Innehåll.....	1
1 Inledning.....	1
2 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Nederländerna	2
2.1 Regelverk.....	2
2.2 Användning idag.....	2
2.3 Framtid.....	4
3 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Danmark.....	5
4 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Belgien	6
4.1 Regelverk.....	6
4.2 Användning	6
5 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Frankrike	7
5.1 Användning idag.....	7
5.2 Framtid.....	8
6 Flygaska från avfallsförbränning i Norge	8
7 Blandaskor i Finland	8
7.1 Gödning	9
7.2 Vägkonstruktion	9
8 Blandaskor i England	10
9 Biobränsleaska i Portugal.....	10
10 Summering av framgångsfaktorer	12
11 Referenser.....	13
Bilaga 1 Uppgradering av slaggrus	15
Bilaga 2 Gränsvärden	16
Bilaga 3 Kontrollmekanismer i Quality Protocol.....	17

1 Inledning

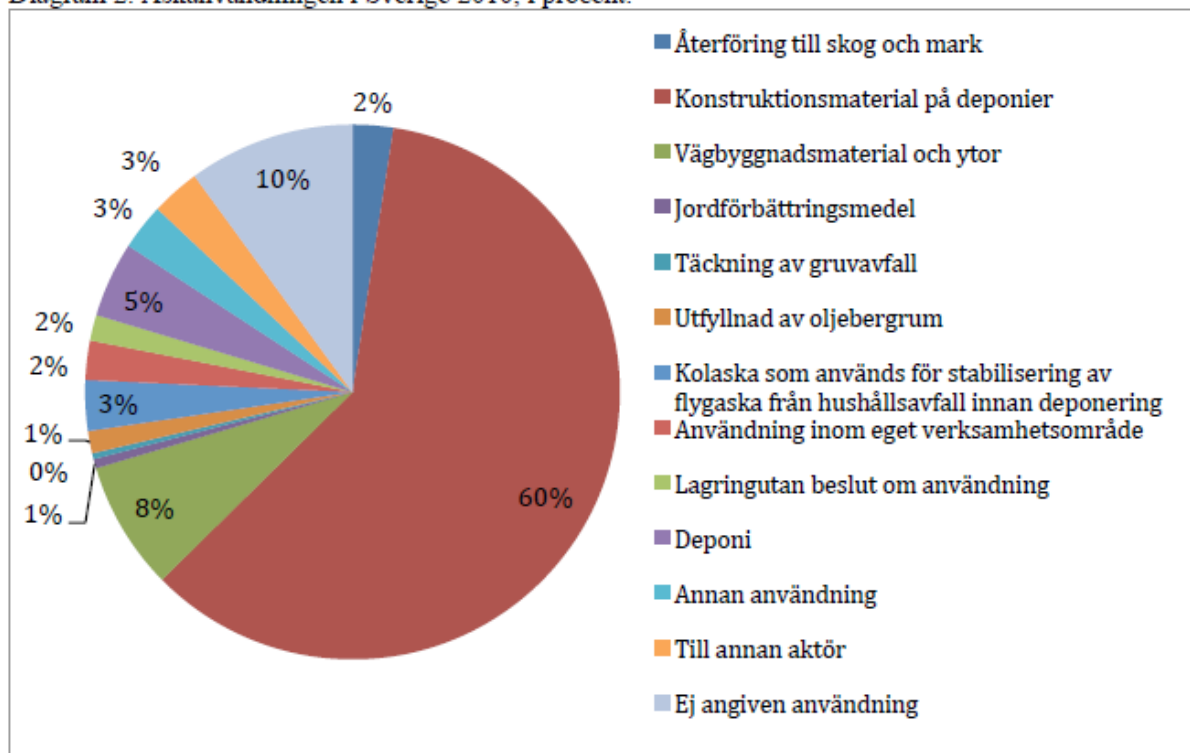
Det finns omfattande kunskap och erfarenheter om användning av askor. I praktiken saknas dock en storskalig och regelmässig användning utanför deponier i Sverige. Detta framgår av figur 1 som visar att 60 procent (rödmarkerad yta) av askorna används som konstruktionsmaterial på deponier. I dag används stora mängder slaggrus från avfallsförbränning till att sluttäcka deponier, istället för att man då använder naturmaterial. Det är bra, men antalet deponier som ska sluttäckas minskar och det behövs nya användningsområden för slaggruset, liksom för andra askor.

Projektets övergripande syfte har varit att kortfattat lyfta fram erfarenheter från andra länder i Europa kring användning av askor.

Metoden baseras på intervjuer med nyckelpersoner i ett antal länder, samt en genomgång av redovisningar vid två internationella konferenser under år 2012: Ash Utilisation 2012 och WASCON, samt kompletterat med rapporter och artiklar.

Projektet har genomförts av Profu på uppdrag av Svenska Energiaskor AB.

Diagram 2. Askanvändningen i Sverige 2010, i procent.



Figur 1 Askanvändningen i Sverige 2010. Källa: Tyréns (2010).

2 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Nederländerna

2.1 Regelverk

Regleringen kring användning av bottenaska från avfallsförbränning i Nederländerna har sedan 1990- talet haft fokus på *slaggrusets lakningsegenskaper*, snarare än totalhalt av olika ämnen (Lamers och Kokmeijer, 2013). Detta är en av de huvudsakliga orsakerna till att användningen av slaggrus inom storskaliga byggprojekt är betydligt större i Nederländerna än i Sverige utanför deponier (Steketee 2013; Grönholm 2013).

Ytterligare en orsak är att man i Nederländerna i större utsträckning har *saknat tillgång till inhemska, jungfruliga byggnadsmaterial*, och därför använt de sekundära material som funnits tillgängliga, bland annat slaggrus. Sedan 1980-talet har bottenaska helt utnyttjas som invallnings- och fyllnadsmaterial vid bland annat byggnation av fördämningar och väg.

För användning av bottenaska finns det normer på två nivåer:

- Begränsat utnyttjande (ICM – Isolation/Control/Monitoring); och
- Fri användning (NBU – Non-bound utilisation).

Vid efterlevnad av ICM kräver lagstiftningen *isolering* av aska för att förhindra lakning, och att byggmaterial appliceras med en liner för *kontroll*, och det *övervakas* och bibehålls under hela dess livslängd. Det är möjligheten till användning inom ICM, som bidrar till att det idag nyttjas omkring 1,5 miljoner ton slaggrus (Lamers och Kokmeijer 2013).

Till år 2020 ställs det krav på *askorna skall klara kriterierna för NBU*, för att dagens storskaliga användning skall tillåtas fortsätta. Till år 2017 finns delmålet att kriterierna skall klaras för 50% av askorna.

För att uppnå användning inom NBU har avfallssektorn och den nederländska regeringen slutit en *Green Deal*, med målet att mer aska skall kunna återanvändas med en mindre miljöpåverkan (Steketee, 2013; Brecht 2013). För att nå NBU krävs en betydande uppgradering, bland annat för att minska lakning (Lamers och Kokmeijer 2013).

2.2 Användning idag

Nedan ges exempel på pågående eller nyligen avslutade större byggnadsprojekt som använder slaggrus.

Knutpunkt Tiglia

Knutpunkt Tiglia är en motorvägskorsning i kommunen Venlo. Under åren 2010-2012 byggdes den ofullständiga knutpunkten om, och en uppskattning är att omkring *0,5-1 miljon ton slaggrus* användes (Steketee 2013).

Bottenaska används både som fundament och fyllnadsmaterial där det inte finns någon risk för direkt kontakt med grundvatten.

Grönt skepp

I närheten av den västra hamnen utanför Amsterdam restaureras rekreationsområdet Spaarnwoude, Houtrakpolder med början år 2011. Som en del i restaureringen av området bygger man en skyddande, upphöjd vall som kallas ungefär *Grönt Skepp* (Afvalzorg 2013). Namnet kommer av att vallen är utformad som konturerna av ett fartyg som ligger till ankare i hamnen i Amsterdam.

Vallen består av två delar och är totalt en kilometer lång och 30 meter hög, se figur 2. Totalt använder man *5 miljoner ton slaggrus*, vilket man inom projektet benämner sekundära material.

Motorvägar A4, A12, A16

I storskaliga vägbyggen har man under lång tid använt bottenaska i vägar, ramper för påfarter och som bullerskydd. Ett exempel är det 1,2 km långa bullerskyddet längst motorvägen A12 i Nederländerna, vars kärna nästan enbart består av bottenaska.



Figur 2 Byggnation av bullerskydd i Nederländerna. Källa: CEWEP (2012).

Tabell 1 Nyliga och planerade projekt i Nederländerna. Källa: Sierhuis (2013.)

Ytterligare, nyliga projekt är (mängd inom parantes, ton):	Planerade projekt:
Venlo, Greenportlane; 700 000	N33; 400 000
A12, Veenendaal; 400 000	A9, Badhoevedorp; 900 000
Airport Eelde; 150 000	

2.3 Framtid

I ett samarbete mellan askproducenter, lagstiftare och användare arbetar man för att slaggrus skall kunna användas *fritt enligt kriterierna för NBU* i fördämningar, jordvallar, vägbankar och byggnadsfundament till år 2020 (Steketee, 2013). Det innebär dock att slaggruset måste bearbetas ytterligare, vilket kommer att vara en förutsättning för att dagens användning skall kunna fortsätta.

Lamers och Kokmeijer (2013) beskriver i en nyligen avslutad utredning *fyra sätt för att uppnå kriterierna för NBU*: accelererat åldrande, tvätt, stabilisering och solidifiering, samt ytterligare separering i fraktioner efter storlek. I bilaga 1 finns rapportens sammanfattning av status på de olika metoderna för bearbetning av slaggrus.

Som slutsats bedömer man att *tvättning alltid kommer att krävas* för att reducera utlakning av salter, och att den kombinerade metoden med ett accelererat åldrande och tvättning samt våt separering i kombination med tvättning verkar mest lovande (Lamers och Kokmeijer, 2013).

Accelererat åldrande finns testat i stor skala (75 000 ton) och kombinationen mellan accelererat åldrande och tvättning på pilotbasis, men förhandlingar pågår om tillämpning även i stor skala (Steketee med flera, 2012). Lamers och Kokmeijer (2013) kommenterar dock att det är tveksamt om processen är ekonomiskt lönsam.

Det är stort fokus även på att öka metallåtervinning ur askorna. Ytterligare användningsområde kan vara att separerade, grova fraktioner kan utgöra *tillsatser i betong och cement*, vilket bedöms vara tillämpbart och kommersialiserat (Inashco, 2013; Steketee med flera, 2012). Då skulle de nederländska reglerna kring så kallad bunden användning (BU) tillämpas, för vilka det finns särskilda utsläppsgränser. Vad man ska göra med den återstående, urtvättade fina slamfraktionen är inte klart nu, utan den deponeras.

Inashco (2013) är ett av företagen bakom detta, och man skriver att användning av uppgraderad bottenaska som *tillsats i betong stöttas av den nederländska regeringen*, med grund i att det minskar åtgången av jungfruliga material.

Efterfrågan i mängd bedöms dock begränsas till 100-150 000 ton per år, så en kombination av användning som tillsats och i större vallnings- eller vägbankstillämpningar ses som en möjlig kombination (Lamers och Kokmeijer (2013)

3 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Danmark

Danmark har en lång tradition av användning av slaggrus för vägbyggnads- och anläggningsändamål. Tidigare var dock användning av slaggrus mer fri, men från år 2000 infördes restriktioner¹. Detta ledde till en förändring av den möjliga avsättningen och ett antal mindre projekt kunde inte genomföras. Det berodde bland annat på kravet på registrering av den mark där slagg skall användas, och även skärpta byggkrav och säkring av slagg/fast-tät beläggning.

I de större projekten har användningen kunnat fortgå, bland annat för att man väntas ha en större möjlighet till planering, övervakning och uppföljning. Genomgående har resursbesparing varit en drivkraft bakom att slaggrus har kommit till användning.

I statliga byggen har det varit mer vanligt med användning av slaggrus än i projekt som kommuner ansvarar för.

Motorvägar

I *Roskilde och Lejre* kommuner använde man 30 000 ton slaggrus vid byggnation av en förbifart vid Højby och Viby (Kallesøe och Tidemann, 2009). Sträckningen är 2 km lång och man ersatte naturgrus. Under projektets gång visade det sig att mer slaggrus än beräknat behövde användas för att ersätta den befintliga jorden som var av sämre kvalitet än tidigare uppskattat.

Den utökade användningen möjliggjordes av ett samarbete mellan det projekterande företaget och miljömyndigheten, och ändringar i tillstånd och i projektet kunde göras utan försening. Användningen av slaggrus gjorde dessutom att projektkostnaderna minskade med 20%. Vid tidpunkten för projektet hade priset för råmaterial stigit kraftigt.

Författaren påpekar att om det i 40 km vägbygge används slaggrus i samma omfattning som i projektet ovan, så får man avsättning för den omkring 0,6 miljoner ton årliga produktionen av slaggrus i Danmark.

Vid motorvägsbygget i *Århus* användes till år 2008 300 000 ton slaggrus på utvalda delsträckor. Bland annat har stora mängder kommit till användning vid uppbyggnad av påfartsramper. Vid byggnationen har man bland annat undvikit de lågliggande avsnitten för slaggrus. Men i områden där det ändå var risk för kontakt med grundvattnet har slaggruset inkapslats med lera. Extra dränage byggdes också, så att för att leda vatten förbi slaggruset. De extra säkerhetsåtgärderna innebar en ökad kostnad, men som kunde sparas genom det billigare materialet (Kallesøe och Tidemann, 2007). Allmänt har skyddande av grundvatten en hög prioritet i Danmark (Taberman, 2013).

Trots detta är trenden att det är svårare att få avsättning för slaggruset (Hjelmar 2013).

¹ Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter og jord til bygge-og anlægsarbejder, Nr. 655, 27 juni 2000, Miljø- og Energiministeriet.



Figur 3 Motorvägssträckning vid Århus. Källa: (Kallesøe och Tidemann, 2007)

4 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Belgien

4.1 Regelverk

Särskilda kriterier för användning av askor fastställs i den belgiska avfallslagstiftningen. Om materialet uppfyller kriterier med avseende på urlakning, så tillåter lagstiftningen återanvändning av materialet. Målet för regeringen i Flandern är att *50% av bottenaskan skall användas*.

I den vallonska delen av Belgien har fler tillämpningar möjliggjorts, bland annat i vägbyggen. Detta beror på två saker: dels att restriktioner kring utlakning är mindre strikta än i Flandern; och dessutom att det också finns en drivkraft och enighet inom den vallonska regeringen för en större användning (Brecht 2013). Den vallonska regeringen har varit delaktig i att skapa en marknad, genom att i beställning och utformning av specifika vägbyggnadsprojekt inkluderat användningen av bottenaska.

4.2 Användning

Just nu kan bottenaska återanvändas som vägbyggnadsmaterial eller material för tillverkning av betongblock då man ersätter naturgrus i betongen. Lagstiftningen tillåter en fri användning av grusfraktionen efter metallseparering, siktning och tvätt (Brecht m.fl. 2012). Nackdelen med tvätten är att man får ett slam som deponeras efter avvattning (Grönholm 2013).

I Flandern används mer än 90% av bottenaska som täckningsmaterial vid deponier. Viss användning även i vägbyggen är möjlig efter uppgradering. I Flandern pågår tester för att använda bottenaska i betongblock, men målet är en begränsad användning och inte för kommersialisering på den fria marknaden (Brecht 2013).

För framtiden gäller att gränsvärdena för utlakning skärps och kommer att omfatta fler ämnen (Brecht 2013).

5 Bottenaska/slaggrus från avfallsförbränning i Frankrike

5.1 Användning idag

Återvinningen av bottenaska i Frankrike ligger på drygt 70% för år 2010 och 2011 (Amorce 2012). De delar som går att återvinna, men som inte gör det, uppskattas till omkring 20% (2010) och 27% (2011). Återvinningen består främst av användning vid vägbyggen (80%).

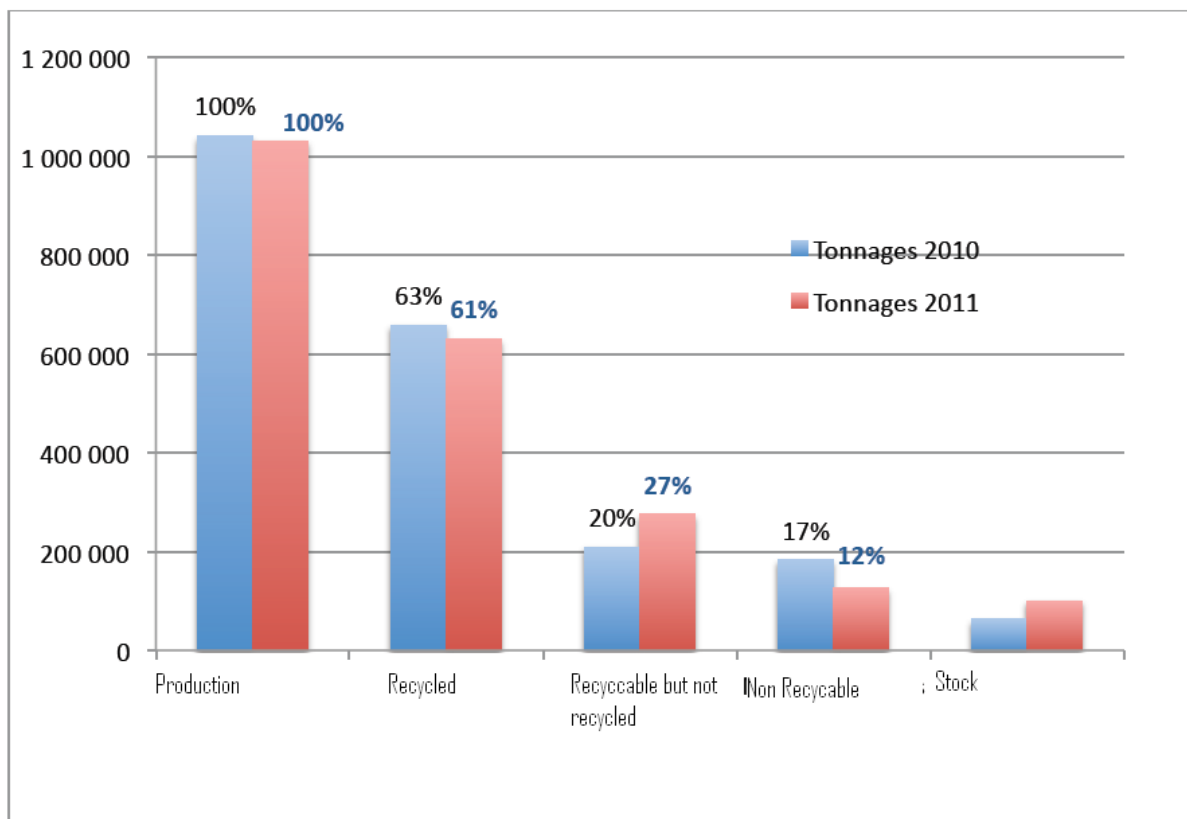


Figure 7 : Quantités de MIDND produits, valorisés et non valorisés

Figur 4 Mängd bottenaska från avfallsförbränning som producerades år 2010 och 2011, samt dess hantering. Källa: Amorce (2012).

5.2 Framtid

För framtiden gäller att man inför ytterligare restriktioner: begränsning av möjliga användningsområden, lägga till nya parametrar för att analysera och snävare tröskelvärden. Tidigare var den möjliga användningen indelar i tre kategorier efter lakbarhet på vissa ämnen.

6 Flygaska från avfallsförbränning i Norge

I Norge pågår restaurering av ett kalkbrott på ön Langøya i Oslofjorden. Vid restaureringen kan flygaska från avfallsförbränning användas på grund av dess baskiska egenskaper, vilka kan utnyttjas. Tillsammans med kalksten från ön och restprodukter från annan industri bildas gips som används för att fylla igen brottet. Flygaska från Norge, Sverige och Danmark skickas till hit, och exporten från Sverige är möjlig eftersom verksamheten på Langøya klassas som återvinning.

Kalkbrottet som skall fyllas startar 40 meter under havsytan och ön skall byggas upp till 18 meter över, och omkring 200 000 ton flygaska om året används (NOAH 2013). Återfyllnaden väntas pågå till år 2023- 2025 och därefter tar sluttäckning och återplantering med mera vid.

Företagen NOAH skriver på sin hemsida att under restaureringen och därefter sker regelmässiga kontroller av vattnet omkring ön ske liksom kontroll av miljön i fjorden (NOAH 2013).

7 Blandaskor i Finland

Rena kolaskor har en relativt homogen sammansättning och kommer till användning i cement och betong. Rena bibränsleaskor återförs till skogen i stor utsträckning med syftet att verka som gödningsmedel i näringsfattig torvmark. Det är en skillnad från det huvudsakliga syftet med återföring av aska i Sverige, som har varit att minska försurningen (Stendahl 2013).

Blandaskor har en mer inhomogen sammansättning än rena kol- och bibränsleaskor, vilket gör dess användning mer begränsad. Förbränningen sker i cirkulerande fluidbäddpannor (CFB-pannor), vilka främst ger flygaska. Den bottenaska som bildas består istället främst av sand från bädden. I Finland sameldas bibränsle och torv i stor utsträckning och askan har en varierande kvalitet.

Den varierande kvaliteten beror dels på andelen av torv och bibränslen vid sameldning, på förbränningsteknik och askinsamlingsystem. Även från en enskild panna kan askans sammansättning variera i och med variation i bränslenas specifika sammansättning och deras andelar vid sameldning, samt effektiviteten i pannan och förbränningen (Korpijärvi m.fl. 2012).

En uppskattning är att cirka 500 000 ton blandaska produceras per år varav cirka hälften kommer till användning. Användningen består främst byggnation och täckning av deponier,

vid vägbyggnation och som gödningsämnen. I Finland har användningen av askor ökat sedan en deponiskatt infördes, vilken gjorde det dyrt att deponera askan. (Korpijärvi m.fl. 2012)

7.1 Gödning

Blandaskor från biobränsle och torv är tillåtet att använda som gödningsmedel om gränsvärdena innehålls. Det finns minimivärden för innehållet av näringsämnen och maxvärden för spårämnen. Det är torven som medför att gränsvärdena för innehållet av näringsämnen kan vara svårt att nå. Torvaska har ett lägre näringsinnehåll än biobränsleaska, och askhalten i torv är dessutom högre.

Gränsvärdena i jämförelse med experimentella värden framgår i tabell i bilaga 2 (Korpijärvi med flera 2012). Slutsatsen är att försöken visar att det kan vara kritiskt att innehålla gränsen för Arsenik (As), som finns i torven, samt uppnå det krävda innehållet på näringsämnen.

Efterfrågan på aska som gödningsmedel påverkas av tillgång och pris på den internationella marknaden för konstgödningsmedel, som i sin tur hänger samman med utfallet för spannmålsskörden i världen. Erlingsson (2013) skriver att man har fått bra priser för spannmålsskörden år 2013. Lantbrukare har då en benägenhet att vilja satsa mer bland annat gödsel för en hög skörd, och efterfrågan på gödsel stiger.

Viktigt är också tillgången på gödsel, skriver Erlingsson (2013) vidare. Här är dock osäkerheten stor, främst beroende på Kinas oberäknliga export, liksom osäkerheter för valutakurser och ekonomin inom flera EU-länder. Priset på gödsel har dock varit stabilt.

7.2 Vägkonstruktion

För applikation av flyg- och bottenaska vid vägbyggnation krävs att gränsvärdena för innehåll av skadliga ämnen underskrivs, liksom maxvärdena för lakning. Det krävs ett miljötillstånd för dess användning² för användning till exempel vid byggnation av vägar, parkeringsplatser, upplagsplatser inom industriområden med mera (Korpijärvi med flera 2012). En särskild öppning i lagstiftningen ger ytterligare möjlighet till att få miljötillstånd, även om gränsvärdena inte innehålls, men villkoren är oklara.

Korpijärvi med flera (2012) skriver att askornas varierande kvalitet och sammansättning är ett av hindren mot deras användning. Just variationen gör att det är svårt för användaren att förutse askornas tekniska egenskaper vid till exempel vägkonstruktioner. Det gör också att lagstiftningens krav att innehålla gränsvärdena inte alltid klaras.

Tidsåtgången för tillståndsprocessen vid användning av askor är lång, vilket är en nackdel jämfört med användning av naturmaterial. Säsongsvariationer är också en nackdel – askorna faller främst under vintern, när uppvärmningsbehovet är stort och kraftvärmeverken går på fullast, medan vägbyggnation främst sker under sommarhalvåret, skriver Korpijärvi med flera (2012). Slutligen framhålls också bristen på erfarenhet av användning av askor till dess nackdel.

² Enlighet förordning VNa 591/2006

8 Blandaskor i England

I England, tillsammans med Wales och Nordirland, har man via regelmässig kvalitetssäkring "Quality Protocols" försökt att få öka avsättningen för bland- och kolaskor (WRAP 2010).

Men blandaskor avses olika inblandning av biobränsleaskor i kol – ofta omkring 90 procent kolaska och 10 procent biobränsleaska.

Inom "Quality Protocols" sätter man upp kriterier för end-of-waste, det vill säga när askan upphör att vara ett avfall och istället är en produkt. Det övergripande syftet är att öka förtroende hos marknaden för produkten som tillverkats av avfall och därigenom främja ökad återvinning och återanvändning. Produkten är sedan tänkt att kunna användas för tillämpningar inom konstruktion och tillverkning.

Ett kvalitetsprotokoll fastställer kriterier för produktion och användning av en produkt från en viss typ av avfall. Efterlevnad av kriterierna anses vara tillräcklig för att säkerställa att den helt återvunna produkten kan användas utan att tillföra skada, och därmed vara utan behov av kontroll. Dessutom anger kvalitetsprotokollet hur efterlevnaden bör demonstreras och hur produkten bör användas.

Att påvisa att askan uppnår kriterierna innebär en omfattande process. De huvudsakliga kontrollmekanismerna i kvalitetsprotokollet framgår i bilaga 3. Det gäller att klara regler och standarder under förbränning och rening, produktstandarder för den avsedda användningen, samt eventuellt tillkommande specifikationer och krav hos den aktuella kunden. För godkännande pekas ut hur dessa uppfyllanden skall påvisas, liksom krav på åtgärder, tester, kontroller och dokumentation i alla led.

Man pekar också ut olika användningsområden och de aktuella standarder som då gäller. För blandaskor framgår inblandningsgrad och tillsats i cement för olika tillämpning, i betongblock, som tillsats i bitumen och asfalt.

9 Biobränsleaska i Portugal

Bark från eukalyptusträd används i ökande utsträckning som bränsle i fluidbäddar i Portugal. Man har dock märkt en stor omsättning av bäddmaterial på grund av föroreningar som följer med bränslet, föroreningar i form av jord eller stenar (Modolo et al 2012). Omsättning av bäddmaterial är olika i olika skogsbränsleeldade anläggningar och kan uppgå till betydande och ibland kostsamma mängder. I Portugal strävar man efter att undvika deponering av materialet, och söker därför annan avsättning för det (Modolo et al 2012).

I landet finns samtidigt en stor marknad för industriellt murbruk. För murbruk används jungfruliga material som råvara, vilket man vill minska uttaget av. Test har därför gjorts för att kombinera dessa två strävan, genom att man ersätter behandlad, grov sand i murbruk med förbrukat bäddmaterial blandat med bottenaska från eukalyptuseldade fluidbäddar.

Tester gjordes på två olika typer av bäddmaterial; enbart siktat material, (men i övrigt obehandlat); respektive tvättat och siktat bäddmaterial. Tvättningen syftar till att förhindra utlakning av klorider från slutprodukten murbruk. Att man siktar bort de minsta partikel-

storlekarna sker för att öka arbetbarheten hos murbruket och den mekaniska hållfastheten hos den stelnade slutprodukten.

Slutsatsen från testerna visar att det finns potential för att bottenaskan och bäddmaterial kan återanvändas på detta sätt, men att tvättning är nödvändig för att förhindra utlakning av klorider.

10 Summering av framgångsfaktorer

- Fokus på *begränsad tillämpning* till skillnad från helt fri tillämpning har lyfts fram som en faktor bakom att slaggrus från avfallsförbränning har kommit till omfattande användning i Nederländerna, till skillnad från Sverige.
- Förutsättning för användning av askor är goda i de länder som har en *uttalad policy för att spara på naturresurser*. Det har framkommit i nästan samtliga undersökta exempel.
- *Ekonomi* är viktig för att askor skall komma till användning, och kommer in på många sätt. Vad är alternativet och alternativkostnaden för askproducenten? Avgörande kan det vara om man behöver erlägga en deponiavgift och en deponiskatt för de producerade askan. Införandet av deponiskatt på aska har drivit på utvecklingen, till exempel i Finland.
- För askanvändaren (byggherren, skogsägaren) är *kostnaden för det alternativa byggmaterialet eller gödningen* av betydelse. Det lyfts också fram att i tider av lågkonjunktur finns en större benägenhet att använda återvunna material, som askor utgör.
- *Engagemang och samverkan i flera led* är viktigt. I Nederländerna är det tydligt kring slaggruset där askproducent och dess förädlare samverkar för att utbilda kunderna det vill säga byggherren eller entreprenören.
- *Tydlighet i lagstiftningen* är också en viktig framgångsfaktor i flera länder. Användaren vet vad som gäller, vilka askor som får användas för vilka tillämpningar, och har att förhålla sig till det.
- Staten har gått före och bidragit till efterfrågan i storskaliga projekt, och man har kunnat dra nytta av den *erfarenheten* för andra projekt.

11 Referenser

Amorce, 2012. Etat des lieux de la gestion des mâchefers en France. (Situationen för hantering av bottenaska i Frankrike) På franska. Oktober 2012.

Afvalzorg 2013. <http://www.afvalzorg.nl/landschapsinrichting/het-groene-schip.aspx> besökt 20130401

Brecht, A.V., 2013. Personlig kommunikation senast 20130408.

Brecht, A.V., Wauters, G., Konings A., 2012. Innovative and BREF proven material recycling of bottom ashes. Ash Conference 2012, 25-27 januari, Stockholm, Sverige.

Cewep 2012. Environmentally sound use of bottom ash.

Erlingsson, M., 2013. Bra spannmålspris och ökad gödselproduktion. Yara, Växtpressen nummer 1, 2013.

Grönholm, R., 2013. Personlig kommunikation, senast 20130417.

Hjelmar, 2013. Personlig kommunikation, senast 20130403.

Inashco, 2013. Dutch Government has endorsed the use of ash as aggregate for concrete. 2013-01-13. www.inashco.com

Kallesøe, J. och Tidemann, G., 2007. Forbrændingsslagge erstatter naturlige råstoffer i vejbygning. Trafik og Veje, Dansk vejtidsskrift april 2007.

Kallesøe, J. och Tidemann, G., 2009. Forbrændingsslaggeri fælleskommunalt vejprojekt på Sjælland. Trafik og Veje, Dansk vejtidsskrift februari 2009.

Korpijärvi, K., Ryymin, R., Saarno, T., Reinikainen, M., Räisänen, M., 2012. Utilisation of ashes from co-combustion of peat and wood- Case study of a modern CFB-boiler in Finland. Ash Conference 2012, 25-27 januari, Stockholm, Sverige.

Lamers, F och Kokmeijer, E., 2013. Expert vision upgrading EfW bottom ashes. DNV KEMA Energy & Sustainability, 74102802-CES/TPG 13-0489 Arnhem 2013.

Modolo RCE., Ferreira, VM., Tarelho, LA., Labrincha, JA., Silva, DFR., Bottom ash from biomass combustion as aggregate for mortars. Ash utilization 2012, Stockholm.

NOAH 2013. www.noah.no Senaste besökt 20130503.

Sierhuis W., Personlig kommunikation senast 20130416.

Steketee, J.J., Timmerije, M., Aalten J. van, 2012. Iron speciation in MSWI bottom ash: methods, results and implications. WASCON 2012 – towards effective, durable and sustainable production and use of alternative materials in construction. 8th International conference on sustainable management of waste and recycled materials in construction, Gothenburg, Sweden, 30 May – 1 June, 2012. Proceedings. Ed by: Arm, M., Vandecasteele, C., Heynen, J., Suer, P. & Lind, B.

Steketee, J.J., 2013. Personlig kommunikation senast 20130403.

Stendahl, J., 2013. Askåterföring till skogen – varför då? Askdagen 17 april 2013.

Taberman, S-O., 2013. Personlig kommunikation, senast 20130417.

Tyréns 2010. Askor i Sverige 2010.

WRAP, Environment Agency, Northern Ireland Environment Agency, 2010. Quality Protocol
Pulverised fuel ash. Oxon, Storbritannien.

Bilaga 1 Uppgradering av slaggrus

Källa: Lamers, F och Kokmeijer, E., 2013. Expert vision upgrading EfW bottom ashes. DNV KEMA Energy & Sustainability, 74102802-CES/TPG 13-0489 Arnhem 2013.

Type of technology	Capability of upgrading	Technical status
Natural ageing	Reduction of copper leachability; overall reduction of leachability under NBU boundary is impossible as yet	Presently used, standard prescription anyhow 6 weeks of ageing
Artificial ageing	Reduction of copper leachability; structural reduction of leachability under NBU boundary seems impossible as yet	Presently used by a number of Dutch EfW's
Dry separation (ADR)	A preparatory treatment for the separation of non ferrous metals. The overall quality of bottom ashes will not be improved but the bottom ash will be separated into a relatively polluted fine fraction and a relatively clean coarse fraction. Only dry separation will not lead to compliance of NBU for any of the fractions. Critical component: SO ₄	Presently used; Inashco technology. The focus for this technology is effective removal of non ferrous metals and not the cleaning of the bottom ashes.
Wet separation / fractionation	A preparatory treatment for the separation of non ferrous metals. Separation in several fractions. Because of the washing effect, some quality improvement occurs. The bottom ash will be separated into a polluted fine sludge fraction (10-15%) and relatively clean sand- and	Pilot/ tests practice scale
	coarse fractions. Wet separation will lead to compliance of NBU (for any of the fractions) if the L/S ratio (liquid / solid ratio – water excess - in the washing process) is sufficiently high. Critical component: SO ₄	
Washing	An effective method for removing of chlorides and probably also bromides. NBU-quality cannot be attained; critical component: SO ₄	Pilot tests practice scale
Solidification / stabilization	Small quantities of bottom ash can be used in solidification / stabilization; VG quality can be reached. Fit for a market up to 100,000 tonnes.	Commercial scale operation
Utilizations grain size fractions in concrete	Fraction 3 – 11 can be used as aggregate in plain concrete products, provided the bottom ash fraction iron and non ferrous metals are intensively removed. In view of chloride contents, dry fractionated bottom ashes can replace max 25% of the fraction 3-11 in concrete. For fractions from wet separated bottom ash, this can run up to 30 – 40%. Plain concrete products with EfW bottom ash fractions comply with the leaching demands for bound utilization (BU); crushed concrete fractions with EfW bottom ash comply with NBU Category.	50 tonnes tests, have been moderately successful but market demonstrations and market acceptance still has to be accomplished
Utilize fraction < 2 mm as a cement additive	Utilization as a cement additive is still in the research stadium	Lab scale; in Italy commercial as raw material for cement clinker
Dry ash discharge	Requires a substantial adjustment of the installation. Dry ash discharge has been shown to reduce metal leachability substantially and will possibly lead to compliance of NBU Category. However for sulphate and chlorides no improvement regarding the present quality level can be expected.	Studies in the Netherlands, but full scale utilized e.g. in Switzerland
Artificial aging / washing	NBU quality can be reached. It is however the question whether the process is still economically feasible at the high L/S ratio that is required for reduction of sulphate,	Batch/ lab scale

Bilaga 2 Gränsvärden

Källa: Korpijärvi, K., Ryymin, R., Saarno, T., Reinikainen, M., Räisänen, M., Utilisation of ashes from co-combustion of peat and wood- Case study of a modern CFB-boiler in Finland. Ash Conference 2012, 25-27 januari, Stockholm, Sverige.

Table 1. Average total concentrations of minor and major elements in fly ash from peat-wood fuelled CFB-boiler. Limit values of Fertilizer Decree (MMMa 24/11) and Earth construction Decree (VNa 591/2006) are given for comparison.

		Fly ash	Ash Fertilizers for forest use MMMa 24/11	Earth construction VNa 591/2006
Minor element, mg/kg db.	Arsenic, As	30...60	40	50
	Barium, Ba	1200...2100		3000
	Cadmium, Cd	2	25	15
	Chromium, Cr	50...70	300	400
	Copper, Cu	100...300	700	400
	Lead, Pb	40...70	150	300
	Molybdenum, Mo	10...20		50
	Nickel, Ni	30...50	150	
	Vanadium, V	80...130		400
	Zinc, Zn	200...400	4500	2000
Major element or nutrient, %	Calcium, Ca	10...20	min 8 %	
	Potassium, K	2	P+K min 2 %	
	Phosphorus, P	1		
	Silicon, Si	16...24		
	Iron, Fe	7		
	Aluminium, Al	7		

ASH 2012
Stockholm, Sweden January 25-27, 2012

Bilaga 3 Kontrollmekanismer i Quality Protocol

Källa: WRAP, Environment Agency, Northern Ireland Environment Agency, 2010. Quality Protocol Pulverised fuel ash. Oxon, Storbritannien.

