



HÖGSKOLAN I BORÅS  
VETENSKAP FÖR PROFESSION

## Energiaskor i betong



Agnes Nagy

Madumita Sadagopan

Rapport i forskningsprogram RE:concrete: Energiaskor i betong – litteraturstudie

Borås, april 2025

# Förord

Denna studie beskriver statusläget i Sverige inom arbetet som pågår med energiaskor: behandling och existerande tillämpningar samt förslag på nya tillämpningar.

Studien kom till på begäran av en grupp av energiföretag bestående av Jönköping Energi, Borås Energi och Miljö samt Fortum Waste Solution.

Referensgruppen består av:

Johan Ihrman, Kristedt Piroz, Jönköping Energi, JEAB

Stefan Hjærtstam, Ismail Gannan, Borås Energi och Miljö, BEM

Jessica Rydén, Jan Österbacka, Fortum Waste solution; FWS

Madumita Sadagopan, Högskolan i Borås, HB

Energiaskor klassas idag som icke farligt avfall och det mesta av tillämpningarna sker i konstruktion av egna deponier samt vägarbeten; i båda fallen med en övervakning av lakning under bruksstadiet. Vid klassning av avfallet efter uttag av metaller redovisas något förhöjt värde på klorider och sulfater. Tekniken för att minska dessa halter existerar i form av kontrollerade tvättningsprocesser. Askorna efter tvättning visar tillräckligt goda egenskaper att de uppfyller kraven för betongballast. Tillämpningen av askor inom betongkonstruktioner innebär en säker inkapsling i ett inert material med stora klimatvinster för båda energiföretagen och för byggbranschen.

På Högskolan i Borås har det pågått forskning i återvinning av betong sedan 2016 inom ramen för forskningsprogrammet RE:concrete. I flera projekt har det undersökts möjligheten att återvinna betongavfall som ny ballast eller som cementersättning i nya klimatreducerade betong. Även andra tunga oorganiska material såsom glas och betongslam har det tagits i behandling främst i form av industriell symbios i samarbete med industrin. Målet är att hjälpa företagen med upparbetning av sina avfall som nya byggnadsmaterial inom högvärdiga tillämpningar med verifierade klimatvinster.

Borås, april 2025

Agnes Nagy

Madumita Sadagopan

# Innehållsförteckning

|  |   |
|--|---|
| 1 Bakgrund   | 1 |
| 2 Statistik  | 1 |
| 3 Statusläge i Sverige och internationellt – Obunden applikation | 2 |
| 4 Statusläge i Sverige och internationellt – Bunden applikation  | 3 |
| 5 Klimatvinster  | 5 |
| 6 Referenser   | 6 |

## 1 Bakgrund

November 2024 presenterade Regeringen förslag om en reformerad och moderniserad avfallslagstiftning för att förebygga avfall och öka materialåtervinningen av kommunalt avfall.

Enligt EU:s avfallsdirektiv ska förberedelse för återanvändning och materialåtervinning av kommunalt avfall ska öka till minst 55 viktprocent till 2025. Sverige står idag på dryga 15% ifrån att uppfylla kravet.

Regeringens förslag syftar till att öka resurseffektiviteten, skapa långsiktighet och bättre planeringsförutsättningar för företag och kommuner och främja investeringar i innovativa tekniska lösningar, [1]. Som effekt av detta förslag förväntas att avfallet blir fullständigt behandlat och sorteras ytterligare om det behövs för att möjliggöra materialåtervinning.

Företag i Referensgruppen såsom Jönköpings Energi, JEAB och Borås Energi och Miljö, BEM har sedan länge påbörjat sitt arbete med att återvinna sina energiaskor, slaggrus och bottenaska som uppkommer vid förbränningsprocessen av kommunala hushålls- och verksamhetsavfall. Regeringens inspel om avfallslagstiftningen försäkrar JEAB och BEM om att de är på rätt spår när de vill öka energiaskors återvinning med hjälp av innovativa tekniker. JEAB och BEM i samverkan med Fortum Waste Solution, FWS och Högskolan i Borås, HB går i bräschen för att identifiera nya applikationer för återvinning av energiaskor och dra sitt strå till staket för att uppfylla kravet om återvinning på minst 55 % av kommunalt avfall.

## 2 Statistik

De två vanligaste förbränningspannorna och deras förbränningsprodukt är slaggrus från rosterpanna (t ex. JEAB) och bottenaska från fluidbäddpanna (t ex. BEM) är representativa för Sverige.

För JEAB del med den lite äldre rosterpanna-processen skapas årligen till ca 25 000 t av slaggrus av typ sand och aska. Metallavskiljning sker från slaggruset i form av aluminium, järn, koppar, guld och silver i samverkan med Fortum Waste Solution. Slaggruset är klassad som icke farligt avfall och används idag till sluttäckning av tipp. JEAB förbereder sig för nya applikationer för slaggruset när täckning av tippen är klar i de närmaste åren, [2].

För BEM:s del den moderna fluidbäddspannan skapar årligen ca 5000 t bottenaska som efter metallavskiljning består av 3 fraktioner av 0-3 mm, 1-2 mm och >2 mm. Av dessa fraktioner

återvinns redan fraktionen 1-2 mm som panssand i nya förbränningsprocessen. Dessutom uppkommer ca 9000 t cyklonaska som används för hårdgjorda ytor. Båda askorna är klassade som icke farligt avfall, [3].

I Sverige uppgår mängderna av energiaskor till dryga 1,7 miljon t årligen enligt Energiföretagen. Energiaskor utgör därmed det avgjort största avfallsslaget från behandlingen av hushållsavfall. Användning av askor utanför deponier är ett viktigt tillvägagångssätt för att generellt öka nyttjandet av askor och nå en cirkulär ekonomi. Slaggrus och bottenaskor lämpar sig väl som konstruktionsmaterial i anläggningsarbeten men kan innehålla andra fysiska egenskaper än jungfruligt material, till exempel ämnen såsom metaller, salter och sulfater, [4]. Urlakning av dessa ämnen kan potentiellt vara förorenande för miljön i synnerhet vid återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Enligt Naturvårdsverkets riktlinjer om återvinning av avfall i anläggningsarbeten [5] är återvinning som utgör mindre än ringa risk för förorening varken anmälnings- eller tillståndspliktig och därmed uppfyller end-of-waste kriterierna och en produktifiering skulle kunna påbörjas. För fallen ringa risk och mer än ringa risk väntas ske en uppdatering av handboken 2025 med förtydligande och generella rekommendationer för hur bedömningen av risknivån ska ske relaterat till typ av konstruktion och lokalisering.

En annan möjlighet är att hitta nya användningsområden för askorna. Lösningen kan det finnas i att använda askan som ballast eller cementersättande produkt i betong i så kallade bundna applikationer. För energibolagens del skulle detta innebära att stora delar av avfallet återvinns i betongelement delvis som ballastmaterial när det gäller de grövre slaggruskornen och som cementersättning när det kommer till de finare fraktionerna. Inkapsling av avfallet med en funktionell applikation i betongelement ger en miljömässigt säker lösning och skulle öka nyttiggörandet av askor på längre perspektiv.

### 3 Statusläge i Sverige - Obunden applikation

**Obunden applikation** – termen beskriver när en ballastprodukt används som bulkmaterial t ex. när slaggrus ersätter krossmaterial i anläggningskonstruktion. Detta är också det vanligaste sättet att återvinna slaggrus i Sverige utanför deponin.

Två viktiga aktörer som initierar och finansierar projekt för energi askor är Avfall Sverige och Energiforsk inom ramen för Askprogrammet. Generella syftet med projekten har varit att beskriva potentialen för behandlad bottenaska (slaggrus) för användning som väg- och anläggningsmaterial. Resultaten visar att slaggrusets tekniska egenskaper möjliggör användning inom väg- och anläggningsbyggande. Det samlade/odelade materialet har flest tillämpningar; uppdelning i fraktioner missgynnar användningen i väg- och anläggningsbyggande. Finfraktionen, 0–2 mm, har få tillämpningar inom väg- och anläggningsbyggande. Tvättning av slaggrus reducerade utlakade ämnen och förbättrade de geotekniska egenskaperna, framförallt när det gäller findelen. Miljövinster med tvättning är bl. a. ett kraftigt minskat saltinnehåll samt totalhalten av svavel i stort sett halveras [6].

År 2023 har även förslag på dimensioneringsunderlag för markbyggnad med slaggrus lagts fram, [7]. De uppmätta tekniska egenskaperna på två slaggrus visar att de inte uppfyller vissa av de krav som normalt ställs på obundna bergmaterial exempelvis styvhet, packningsegenskaper och kornkurva.. Det går alltså inte att tänka att dessa material direkt kan ersätta ett förstärkningslager av bergmaterial, man behöver göra särskilda anpassningar. Dessutom behövs det platsspecifika bedömningar av föroreningsrisken vid anmälan eller tillståndsansökan i varje projekt, [7].

I Trelleborgs hamn pågick ett projekt där ny kanalisation mellan betongfundament skulle läggas ner och parallellt med kanalisationen har marken terrasserats genom att fyllts upp med slaggrus. Skanska var entreprenören som utförde arbetet och slaggruset kom från Sysav:s anläggning i Malmö. Utifrån detta arbete kan det rekommenderas att använda slaggrus både som förstärkningslager och skyddslager i vägbyggnad. Detta kan innebära en anmälan om det sätts inom ”ringa föroreningsrisk” som i fallet i Trelleborgs hamn behöver utföras. Vid produktion rekommenderas slaggrus täckas över eller vattenbegjutas för att undvika damning och spridning av möjliga miljöfarliga ämnen. Det är dock inte farligt att hantera och inga höga halter av farliga ämnen har registrerats i luften vid damning.

Under efterlagring av slaggrus och bottenaskor inbindning av atmosfärisk koldioxid kan ske i materialet. Det förutsätter en viss kornstorlek och fukt i materialet och att den exponerade ytan för luft maximeras. Fallstudien med Sysav:s metod i Malmö visar upptag på ca 37 kg koldioxid per ton slaggrus.

**Klimatnyttan** med att använda slaggrus som ett konstruktions-material jämfört med att deponera det är 7 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per ton behandlat slagg i Sverige, [8]. Detta förutsätter att slaggruset kan ersätta jungfruligt krossmaterial i anläggningskonstruktion. Utsortering och materialåtervinning av metaller står för den största klimatnyttan. Transportavstånden och slaggrusets upptag av koldioxid vid lagring har stor inverkan på resultaten.

**Internationellt** är det några viktiga faktorer som har medfört en ökad återvinning av askor såsom fokus på begränsad tillämpning i bl. a. Nederländerna, uttalad policy för att spara på naturresurser, införandet av deponiskatt på aska i bl. a. Finland, kostnaden för energiaskan som alternativt byggmaterial, engagemang och samverkan i energiaskornas värdekedja, tydlighet i lagstiftningen om vilka askor som får användas för vilka tillämpningar, staten har gått före och bidragit till efterfrågan och användning i storskaliga projekt, [9].

## 4 Statusläge i Sverige - Bunden applikation

I Sverige är det ovanligt med användning av energiaskor i bundna applikationer t. ex. i betong, murbruk eller i blandning med asfalt. Vanligast är det i bärlagret för en väggkonstruktion som ballast blandas med asfalt för mer flexibilitet, för ett styvare lager kan cementbundet grus användas. Det är mer sällsynt att slaggrus och askor används som cementersättning eller som ballast bundna i betongkonstruktioner.

På Högskolan i Gävle arbetar forskare med återvinning av gruvrester som är restmaterial från gruvindustrin efter att metaller har utvunnits. Gruvrester likväl som slaggrus är en underutnyttjad resurs med hög volym med egenskaper som gör den lämplig för användning som en partiell ersättning för cement eller fin ballast i betong. Genom en litteraturstudie redovisas att cement ersättningen varierade mellan 5 och 25 % och den rekommenderade ersättningen för fint stenmaterial varierade mellan 20 och 60 %. Med ökande andel gruvrester i betongen minskade hållfastheten. CO<sub>2</sub>-besparingarna för cementersättning var upp till 30 % och för att ersätta finballast med gruvrester med upp till 12 %, [10].

Högskolan i Gävle pågår också arbete med ersättning av cement med bottenaska. Förhandsresultat visar på att ersättning av cement med bottenaska medför inte någon styrkeförbättring i betongen. Eftersom arbetet är ej publicerat så framkommer inte om bottenaskan var förbehandlat genom tvättningsprocess eller ej..

Klimatnyttan med askor som tillsats i till exempel i betong(tillverkning) eller andra byggprodukter passar väl in i befintliga certifieringssystem såsom EPD. Detta beror på att systemen är inriktade på å ena sidan byggprodukter och å andra sidan byggnads- och konstruktionsdelar där betong spelar en stor eller avgörande roll för miljöprestandan, [11 ].

Internationellt I Portugal finns en stor marknad för industriellt murbruk och därför används biobrännleaska från fluidbäddar för att ersätta grov sand i murbruk och på så sätt minska uttaget av jungfruligt material. Tester gjordes på två olika typer av bäddmaterial: enbart siktat material och 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 partikelstorlekarna sker för att öka arbetbarheten hos murbruket och den mekaniska hållfastheten hos den stelade slutprodukten. Testerna visar att det finns potential för att bottenaskan och bäddmaterial kan återanvändas i murbruk men att tvättning är nödvändig för att förhindra utlakning av klorider [9].

I flera länder används energiaskor som cementersättning på grund av sitt innehåll av olika oxider som gör slagaskor mycket liknande cement. I en studie från Kina [ 12] visas att en 30% inblandning av mald bottenaska i ett murbruk ger en hållfasthet som är lägre än referensen men är tillräcklig för att klassas som lastbärande murbruk. Aktivitetsindex för bottenaskan, det vill säga förmågan att bygga hållfasthet ligger på ca 75% av cementens vilket förklarar skillnaden i hållfasthet vid 28 dagars ålder. Efter krossning av det härdade murbruket klarar sig lakningsvärdena under föreskrivna gränsvärden. I en studie från Slovenien visas tillämpning av bottenaska som cementersättning i en betongblandning med återvunnen betongballast. Det föreslås en 15% ersättning av cement. [13 ]

I flera länder används energiaskor som ballast i betong. På grund av deras densitet och partikelstorlek passar energiaskor som finballast i en betong. En kombination av bottenaska och flygaska på ca 15% son finballast ger bästa hållfastheten. Tvättning av ballasten har påverkan på laktestresultaten för betong, [14], [15].

**Sammanfattning:** energiaskor används mest som ballastersättning men det förekommer även som cementersättning både i murbruk och betong. Ersättningen ger bra arbetbarhet



men något försämrade hållfasthet än referensen. Uppnådd hållfasthet är dock tillräcklig för enklare bärande element. Tvättningsbehandling är nödvändig vid användning i betong.

## 5 Klimatvinster – bunden applikation

Existerande teknik såsom tvättning och åldring resulterar i miljöpåverkan på slaggrus på totalhalterna av ämnena i slaggruset samt utlakningen i enlighet med Naturvårdsverket regler för icke farligt avfall. Eftersom tungmetallerna åtskiljs tidigare i processen visar slaggruset bara på två punkter nära gällande gränsvärden: på salter och sulfater. Av den anledningen tvättning av slaggruset bör ske efter åldring och följas upp av kontrollmätningar som baserar sig på ionkoncentrationen i tvättvattnet dvs. beskriver totalhalterna av ämnena i slaggruset.

Tvättningen skulle ske fram till slaggrusets salt- och sulfathalter sjunker under kravnivån som ställs på ballastmaterial i betong.

Dessa halter är mycket lägre än gränsvärdena som anges för Mindre än Ringa Risk för L/S 10 angivna för återvinning i anläggningsarbeten som lös, obunden ballast [16].

För tillämpningen med slagget som bunden ballast i betong finns inga gränsvärden angivna.

Efter att den gjutits in i betong förseglas ballasten i cementpastan och härddas till en inert hård betong. Betong som används i bärande syfte är lågporös, släpper inte genom vatten och därmed borde ingen lakning förekomma. För att bevisa detta ska betongen kontrolleras för utlakning.

Sammanfattningsvis: Den nya tillämpningen på slaggruset i bunden form som ballast i betong omfattas inte av NFS 2010:1 [5]. Risk som gäller vid återvinning av slaggrus vid en tillämpning utvärderas i dagsläge utifrån slaggruset som produkt, området det kommer att användas på samt vilka skyddsåtgärder som genomförs. Slaggrusets/betongens uppgifter ska kunna tillhandahållas genom mätningar på tvätt- och betonglabb. Platsen ska bedömas av föroreningsrisken där den ska ge litet intrång och olägenhet för miljön och människors hälsa, förslagsvis användas för transformatorhus där det skulle innebära mindre än ringa risk. Inga skyddsåtgärder (t ex. damning) anses vara nödvändiga vid bunden tillämpning i betong.

Slaggrus är ett avfall som klassas som icke-farligt avfall. Det föreslås att vid användning som cementersättning eller ballast i betong ska anmälan göras till tillsynsmyndigheten i enlighet med bestämmelser för slagganvändning.

**Framtiden** De bearbetade askorna (tvättade, siktade, sorterade) kommer att få ökad renhet i takt med att klassningsarbetet fortsätter och kan certifieras och kommer kunna användas till cementersättning och ballast vid betongtillverkning.

Slaggrus är ett återvunnet och lättillgängligt material som inte behöver brytas från naturen, det är en industriell biprodukt efter att end of waste kriterien uppnås. Slaggrus produceras i närheten av storstäderna där det mesta behovet för betong finns. Jämfört med jungfrulig

ballast slaggrus är en mer miljövänlig resurs med kortare transportsträckor och dessutom räknas det bli mycket billigare än jungfruliga material.

Slaggrus är en koldioxidsänka vilket ger stora klimatvinster för de projekt det används i, t ex. vid utbyggnad av Trelleborgshamn, [17].

## 6 Referenser

- [1] Regeringen: [Reformering av avfallsområdet för att öka materialåtervinningen och den cirkulära ekonomin](#), november 2024
- [2] Diskussion med Johan Ihrman och Kristedt Piroz , November 5, 2024
- [3] Diskussion med Stefan Hjærtstam, Ismail Gannan November 5, 2024
- [4] Energiforsk: Vem tar risken? Askprogrammet, Rapport 2020:650. Denna rapport är till innehållet identisk med Avfall Sverige rapport 2020:01.
- [5] Naturvårdsverket: [Handbok om Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, 2010:1](#), NFS 2010:1
- [6] Avfall Sverige: Användning och modifiering av metallseparerat slaggrus – potential och matchning, AMOD Rapport 2017:10
- [7] Avfall Sverige: Dimensioneringsunderlag för markkonstruktion med slaggrus. Rapport 2023:22
- [8] Avfall Sverige: Klimatnytta med att använda slaggrus som konstruktionsmaterial. Rapport 2021:08
- [9] Sahlin J.: Internationell utblick om användning av askor, Svenska energiaskor, 2013
- [10] Johansson L. et. al.: A comprehensive review on properties of tailings-based low-carbon concrete: Mechanical, environmental, and toxicological performances, *Developments in the Built Environment*, 2024
- [11] Energiforsk: EPD för askor (Miljödeklarationer) Rapport 2021:829
- [12] Li X-G et al.: Utilization of municipal solid waste incineration bottom ash in blended cement. *Journal of Cleaner Production*, Volume 32, September 2012, Pages 96-100
- [13] Juric B., et. al.: Utilization of municipal solid waste bottom ash and recycled aggregate in concrete, *Waste Manag.* 26, 2006
- [14] Ginés O., et al.: Combined use of MSWI bottom ash and fly ash as aggregate in concrete formulation: environmental and mechanical considerations. *J. Hazard Mater.*, 169, 2009
- [15] Cioffi R., et. al.: Manufacture of artificial aggregate using MSWI bottom ash. *Waste Manag.*, 31, 2011
- [16] [SGS-Laktester 2021](#) - Gränsvärden för återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Nivåer för mindre än ringa risk.
- [17] Johansson J. et. al.: Slagg - en koldioxidsänka? En studie av karbonatisering i slagg från förbränning av hushålls- och industriavfall. Examensarbete på masternivå, Lunds universitet, LTH, 2016