

Ett **SBUF**-projekt

**Datum**  
2009-01-07

**Författare**  
Per Tyllgren  
Skanska

**Projektnummer**  
SBUF 11847  
Skanska ra081126a

# RESTPRODUKTER I ANLÄGGNINGSBYGGGANDE

## - Uppföljning och lägesrapport -



*Illustrationen på omslaget är en spegelvänd version av det holländska medeltida förlaget Elzeviers logotyp. Den ursprungliga devisen löd "non solus", vilket betyder "inte ensam". De välsmakande vindruvorna behöver almens stöd för att kunna utvecklas. Vetenskaperna behöver förläggarna för sina syften och förlagen behöver goda alster att trycka och sälja. Härav inspirerades till devisen "coniuncti prosperitas", "framgång tillsammans". Återvinning förutsätter samverkan. Först då får man avnjuta framgångens frukter.*

**RESTPRODUKTER I  
ANLÄGGNINGSBYGGANDE  
- Uppföljning och lägesrapport -**



## **FÖRORD**

Det här är det tredje arbetet på temat återvinning av restprodukter i anläggningsbyggande som finansierats av SBUF. Syftet var att samla kunskapen på området till ett avstamp för fortsatt arbete. Eftersom ämnet kan kopplas till flera intresseområden är det inte självklart var det hör hemma. SBUF har tagit ansvar för ett utvecklingsbehov som annars lätt hamnar mellan stolarna. Ett varmt tack riktas till SBUF för bidrag och generöst tillmötesgående och för kunskapsmässigt bistånd, speciellt från Jan-Olof Nordlander, Skanska.

Malmö i januari 2009

Per Tyllgren  
/projektledare/



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	1
1. TIDIGARE ARBETEN .....	1
1.1 Kretsloppets förutsättningar.....	1
1.2 Teknisk beskrivningar och handböcker .....	1
1.3 Sammansatta materialexempel.....	2
1.4 Regelverk i Sverige och utomland.....	2
1.5 Marknaden för restprodukter .....	3
2. ETT EFFEKTIVT PROCESSTEG.....	5
3. FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING.....	8
LITTERATUR.....	9

## ILLUSTRATIONER

Figur 2–1 Experimentellt utförande inom SMAK-projektet. Källa: /22./ .....	6
Figur 2–2 Företaget Indavers process för tvättning, sortering och siktning av bottenaska. Källa: Indaver .....	7
Tabell 2-1 Provning av olika finmaterial 0-2 mm. Källa: /21./ Bilaga D .....	5
Tabell 2-2 Analyser av vatten från skaktest SS-EN 12457-3 vid L/S 10 och LOI (loss of ignition, glödningsförlust). Källa: /21./ Bilaga D.....	5
Bild 2-1 Trumsikt avskiljer främmande material ur sopningssand (SoilTech t.v.) innan den tvättas över en sikt (Falu Process Systems t.h.). Källor: företagens hemsidor.....	7





## SAMMANFATTNING

Tre sammanhängande SBUF-projekt (*Kretslopp i Anläggningssektorn, Restprodukter i Anläggningsbyggande I och II*) resulterade så småningom i ett grundkoncept för användning av restprodukter i anläggningsbyggande (*Teknisk Beskrivning - Sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande, TB SAM*). Arbetet inriktades på fyra materialområden: returafalt, returbetong, metallslaggar (hyttsten, hytt-sand) och energiaskor (slaggrus). Projektet redovisas i SBUF Informerar 06:35 *Restprodukter i Anläggningsbyggande*.

Den tekniska beskrivningen utgjorde därefter grunden för en handbok för slaggrus (*Slaggrus för sammansatta material i väg- och anläggningsbyggande, SLAGGSAM*). Arbetet finansierades av Värmeforsk, Avfall Sverige och Skanska.

Utomlands särbehandlas restprodukter positivt med särskilda materialanpassade krav för återvinning, som framförallt baseras på utlakning. Om ämneshalterna är höga vidtas skyddsåtgärder. I Danmark föreskrivs t. ex. täta lager ovanpå slaggrus.

Naturvårdsverkets handbok med kriterier för återvinning har fått ett blandat mottagande, eftersom man lagt stor vikt vid totalhalter och prioriterar miljömålet *Giftfri miljö* framför återvinning. Konsekvensen har blivit lågt satta gränsvärden för fri återvinning. Alternativet är återvinning på deponier under förutsättning att det inte rör sig om *farligt avfall*. Naturvårdsverket kommer att ägna 2009 åt att redigera handboken men i huvudsak behålla strukturen och ämnesnivåerna.

Alltför stränga eller svåröverskådliga krav riskerar att sätta stopp för kvalitetssäkrad återvinning och istället gynna handeln med billiga men miljömässigt och tekniskt undermåliga anläggningsmaterial.

Tvättning av krossgrus används för att tillgodose speciella behov, t. ex. sand till platsättning och stenmaterial till ytbehandling. Sopningssand tvättas rent från olika föroreningar och kan sedan återanvändas för halkbekämpning. Slaggrus blir mer användbart efter en sådan process. Tvättningens nyckelfrågor är hantering av slam och vatten. Båda behöver utvecklas ur ett miljöperspektiv. Den växande marknaden för grustvättning ger goda möjligheter till behovsanpassade lösningar.



## 1. TIDIGARE ARBETEN

### 1.1 Kretsloppets förutsättningar

2002 undersöktes kretsloppets förutsättningar i anläggningsbranschen. Resultatet presenterades i SBUF-rapporten *Kretslopp i Anläggningssektorn* /1./. Alla tänkbara aktörer identifierades och kategoriserades. Bland nyckelproblemen hittades restproduktägarnas bristande erfarenhet av ballastmarknaden och ballastbranschens obenägenhet att engagera sig i frågorna. Det tycks också vara svårt att hitta en naturlig form för fruktbart samarbete. Transportörer och specialföretag har däremot ett naturligt intresse för materialen och är mer bekanta med marknader som inte behöver högsta tekniska kvalitet.

Eftersom de flesta restprodukter normalt inte har bergkrossmaterialens hårdhet begränsas avsättningsmöjligheterna. En möjlighet att bredda användningsområdet är att sätta samman restprodukterna med ett krossat bergmaterial av lämplig gradering. Då kompenseras de tekniska bristerna, samtidigt som restprodukterna ändå ersätter motsvarande mängd bergmaterial men i en funktion som de klarar. Rapportens slutsats blev att ett *koncept för kvalitetssäkrad sammansättning* är en nödvändig förutsättning för handel med restprodukter.

### 1.2 Teknisk beskrivningar och handböcker

SGI och LTU drev gemensamt ett paraplyprojekt under namnet *Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad* /2./. Vägverket och Banverket var de största finansierarna vid sidan av några materialproducenter och SBUF. Syftet var att ta fram ett gemensamt förhållningssätt i miljöfrågor för ett antal utvalda restprodukter. Med stöd av projektorganisationen togs samtidigt fram handböcker för återvinning. Ett av dessa arbeten handlade om flera restprodukter och ett samlat grepp för att göra nytta av dem. Det rörde sig om returafalt, returbetong, metallslagger (hyttsten, hyttsand) och energiaskor (slaggrus). Dokumentet skiljer sig åt från övriga handböcker genom att det är en *teknisk beskrivning*, dvs mer av en mall för hur man ska gå till väga än råd för en specifik restprodukt. Den fick namnet *Sammansatta obundna material för väg- och anläggningsbyggande (TB SAM)* /3./ och finansierades av SBUF, som därutöver också gav själva paraplyprojektet ett särskilt anslag.

Bland publicerade handböcker handlar /4./ om skumglas, /5./ om flygaska från torveldning, /6./ om slaggrus och /7./ om gummiklipp. Handböckerna kan laddas ned från SGIs hemsida /8./. Till dessa kan läggas två tekniska beskrivningar som Vägverket har tagit fram, en om krossad betong /9./ och en om krossad hyttsten (stålslagg) /10./. Samtliga material (krossad betong, hyttsten, järnsand, ferrokromslagg, flygaska, slaggrus, bottenaskor, skumglas och gummiklipp) redovisas i produktblad under kapitel 8. i /2./.

Slaggrus används i Danmark obundet som förstärkningslager och stabiliserat som bärlager med tätt slitlager ovanpå, vilket redovisas i en artikel i *Dansk Vejtidskrift* /12./.

SSABs dotterföretag Merox i Oxelösund tillverkar och marknadsför vattenkyld masugnsslagg som anläggningsmaterial med ett väl utarbetat produktsortiment sedan 1970-talet /11./. Det kan jämföras med SSABs luftkylda motsvarighet i Luleå, som krossas och säljs av transportföretaget BDX, mest som förstärkningsmaterial.

Det råder alltså ingen brist på tekniska beskrivningar eller handböcker och exempel på lyckad återvinning av restprodukter i väg- och anläggningsbyggande.

### **1.3 Sammansatta materialexempel**

Anläggningsprodukter som är sammansatta av olika restprodukter är ingen ny företeelse. Inom CEN-arbetet med klassificering av obundna material har man kategoriserat olika sammansättningar av uppbruten och asfalt, betong, bottenaskor mm. Det handlar då mer om spontant tillkomna blandningar under borttagning och förvaring och mindre om medvetna sammansättningar med materialtekniska avsikter /13./.

I en fallstudie har VTI undersökt uppbrutna material från gator och trottoarer i Stockholm bestående av grus, asfalt och marksten /14./ Efter homogenisering och krossning provades materialet i bl. a. treaxialtest. Man fann att blandningen hade behövliga egenskaper som bärlagermaterial. Sammansättningen förekommer också bland exemplen i /13./.

Danska återvinningsföretaget RGS 90, som numera också finns i Sverige, blandar krossad asfalt med krossad betong till en grusprodukt för allmän användning /15./ Det är en uppskattad produkt, inte minst för att de kunder som lämnar in restmaterial får handla till rabatterat pris.

Baserat på den tekniska beskrivningen (*TB SAM*) /3./ togs en handbok fram för slaggrus i sammansatt obundna material (*SLAGGSAM*) /21./ Arbetet finansierades av Värmeforsk, Avfall Sverige och Skanska.

Merox sammansätter stålslag i form av torkad och mald hyttsand (Merit), som blandas med bärlagergrus eller grusmaterial in situ /11./ Sammansättningen syftar till att binda grusmaterialet ungefär som i cementstabiliserat grus, CG.

### **1.4 Regelverk i Sverige och utomland**

De mer tätbefolkade länderna i Europa har lång erfarenhet av återvunna restprodukter och utformning av regelverk till skillnad från Sverige. Gränsvärden och mätmetoder skiljer sig åt mellan länder och regioner men gemensamt är att restprodukter särbehandlas positivt när det kommer till återvinning. Det gäller också slaggrus från bottenaskor, eftersom det berör stora samhällsintressen. Om materialen har svårt att klara utlakningskriterierna ges de chansen till solidifiering, t. ex. genom cementblandning. En genomgång av västeuropeiska länders regelverk presenteras i /16./ I Vallonien, Holland och Tyskland provas slaggrus mot särskilt satta gränsvärden.

I Danmark regleras restprodukters återvinning och deponering i /17./ Regelverket präglas av en positiv syn på återvinning av restprodukter. Ett särskilt avsnitt handlar om förbränningsaskor, där materialet bedöms efter dess speciella karaktär.

Naturvårdsverket arbetar parallellt med dokument för återvinning av restprodukter /18./ respektive hantering av schaktmassor från förorenade områden /19./ De bygger på samma grundsyn att totalhalter av vissa ämnen i kombination med utlakning ska avgöra huruvida återvinning får ske fritt eller bara på deponier. Dokumenten skiljer inte på olika slag av avfall. Kritik har framförts för de lågt satta gränserna för fri återvinning och för dokumentens oklara status.

Gränserna ha valts för att naturen inte ska tillföras naturfrämmande ämnen eller ämnesnivåer över dem som naturligt förekommer i svenska moräner. Problemet är att avgöra vad som är naturligt i en miljö som sett över hela landet innehåller alla ämnen och där industrimark och urban miljö också är en del av naturen.

Naturvårdsverket påpekar att det inte rör sig om styrande författningar utan om ”vägledning, handböcker, riktlinjer”. Kritikerna hävdar att de ändå kan få samma betydelse som författningar genom praxis och prejudikat till följd av miljömyndigheternas ärendehantering och genom domstolsutslag. Lågt satta värden som valts mer

som önskvärda nivåer än absoluta gränser kan därmed få oavsiktliga konsekvenser.

Utlakning är den huvudsakliga bedömningsgrunden utomlands, vilket innebär att material med totalhalter över angivna riktvärden ändå kan återvinnas genom bearbetning eller lagda under skydd. Det kommer inte att tillåtas utanför deponier enligt Naturvårdsverkets uppfattning i nuläget. Utomlands är ett *icke farligt avfall* i princip återvinningsbart. Den utgångspunkten har för närvarande inte Naturvårdsverket. Om avfallet dessutom klassas som *farligt avfall*, som är en schablonmässig, administrativ definition, kan materialet inte komma ifråga för återvinning, enligt Naturvårdsverkets nuvarande syn.

Regelverken kan leda till stora kostnader för enskilda restproduktägare. Naturvårdsverket menar emellertid i en ekonomisk konsekvensanalys /20./ att samhällets vinster i form av förebyggda framtida miljöskador och saneringskostnader kan motivera relativt stora kostnader idag. Dessutom kommer restproduktägare som ställs inför tillräckligt höga kostnader att söka andra lösningar än deponering. Det förutsätter förstås att kostnaderna måste bäras av restproduktägarna själva och inte bara kan tas ut bakåt i leden, som en av samhället ålagd omkostnad.

Naturvårdsverket har begärt ett förtydligande med avseende på regleringsbrevets formulering ”... att öka andelen avfall som återvinns utan risk för skadliga miljö- och hälsoeffekter.” Slutsatsen att det rör sig om miljömålet *Giftfri miljö* och att det ska gälla framför ökad återvinning har än så länge varit Naturvårdsverkets egen.

Arbetet med återvinningshandboken fortsätter under 2009 och kommer eventuellt att remitteras på nytt i en redigerad version.

## **1.5 Marknaden för restprodukter**

Bortsett från returafalt och betongkross uppstår rester från stålindustrin och kraftvärmeverk på relativt få platser över landet. Jämfört med det totala behovet av tillverkad ballast på mer än 60 Mton per år rör det sig om ganska små volymer, 5-6 Mton. Bottenaskor från sopeldning handlar för närvarande om ca 0,5 Mton per år, vilket kommer att öka kraftigt de kommande åren. I närheten av industrierna och kraftvärmeverken där materialen uppstår och förvaras, t ex runt SSAB i Luleå och Rönnskärsverken i Skellefteå, har volymerna betydelse för ballastmarknaden.

Den svenska marknaden för ballastmaterial präglas av hög teknisk kvalitet, stor tillgänglighet och låga priser sett i ett internationellt perspektiv. Situationen i Norge och Finland är likartad men en helt annan i Danmark, där högvärdiga ballastprodukter är en bristvara. Danmark är ungefär sex gånger mer tätbefolkat än övriga Norden. Det innebär att deponier inte kan ordnas så lätt. Därför har den danska anläggningsmarknaden en helt annan mottaglighet för alternativa anläggningsmaterial än resten av Norden. Det ses som en nationell angelägenhet att göra största möjliga nytta av restprodukter eftersom det minskar behoven av nyanskaffning och deponering på samma gång. Det gör danskarna kunnigare och längre komna i återvinningshanteringen än övriga Norden.

RGS 90, som funnits länge på den danska marknaden och som nu ingår i den danska men svenskägda koncernen DSV Miljö A/S (ej att förväxlas med det renodlade danskägda transportföretaget DSV) finns sedan några år tillbaka i Sverige med flera etableringar, bl.a. i Malmö. Andra företag i staden är ÅGAB (Sydsten och SYSAV) och Miljöfabriken 2000 (NCC och LBC Malmö). De får representera en växande skara företag eller kanske snarare en skara företag som växer och som är typiska för branschen. De har var och en sin egen mix av verksamheter och förvaring och bearbetning av olika avfall som affärsidé. Återförsäljning av nytillverkad ballast före-

kommer också. En del tillverkare och leverantörer av ballast tar hand om rivningsbetong och returafalt som krossas och säljs men mer som en sidoverksamhet. Flera inkomstkällor, samutnyttjande av resurser och små omkostnader är nödvändiga förutsättningar för lönsamhet. Ibland knyts transporter och maskintjänster till återvinningen. DSV Miljö A/S har genom företagsförvärv blivit Sydsveriges ledande transportföretag med restprodukthanteringen i RGS 90 som en viktig del av verksamheten.

I ett sådant läge är kanske inte kvalitetssäkring och ökad kvalitet något som tillverkare och leverantörer prioriterar. De tilltänkta kunderna antas hellre vilja ha billiga produkter. Intresset för miljöfrågorna ligger förmodligen på motsvarande nivå eftersom också det är en kostnadsfråga.

Ett exempel på hur ansvaret för teknik och miljö fasas ut är när privatpersoner avhämtar eller låter avhämta material som krossad asfalt eller krossad betong för eget bruk. Där upphör miljölagstiftningen att gälla eftersom det inte handlar om verksamhetsutövare i lagens mening. I varje fall upphör i praktiken möjligheten till kontroll. Det finns en risk att mer eller mindre bearbetade restprodukter från avfall skapar en egen ballastmarknad med låga priser och måttlig eller ingen övervakning. Ett strikt regelverk kommer inte att hindra en sådan utveckling, snarare hjälpa den på traven. En positiv särbehandling av avfall för återvinning skulle däremot gagna ett maximalt utnyttjande av materialens potential enligt Miljöbalkens krav på hushållning.

## 2. ETT EFFEKTIVT PROCESSTEG

I bakgrundsarbetena till handboken om sammansatt slaggrus studerades effekterna av tvättning särskilt ingående, vilket presenteras i rapport /21./ Bilaga D. De geotekniska vinsterna med att ta bort den siltiga findelen var tydliga.

Tabell 2-1 Provning av olika finmaterial 0-2 mm.

Källa: /21./ Bilaga D

Material	Sandekvivalent SE %	Metylenblå MB	Kapillaritet cm
<b>SLAGGsand 0-2 mm</b>	35	1,6	195
<b>Tvättad SLAGGsand 0-2 mm</b>	88	0,1	60
<b>BERGsand 0-2 mm</b>	56	0,4	65

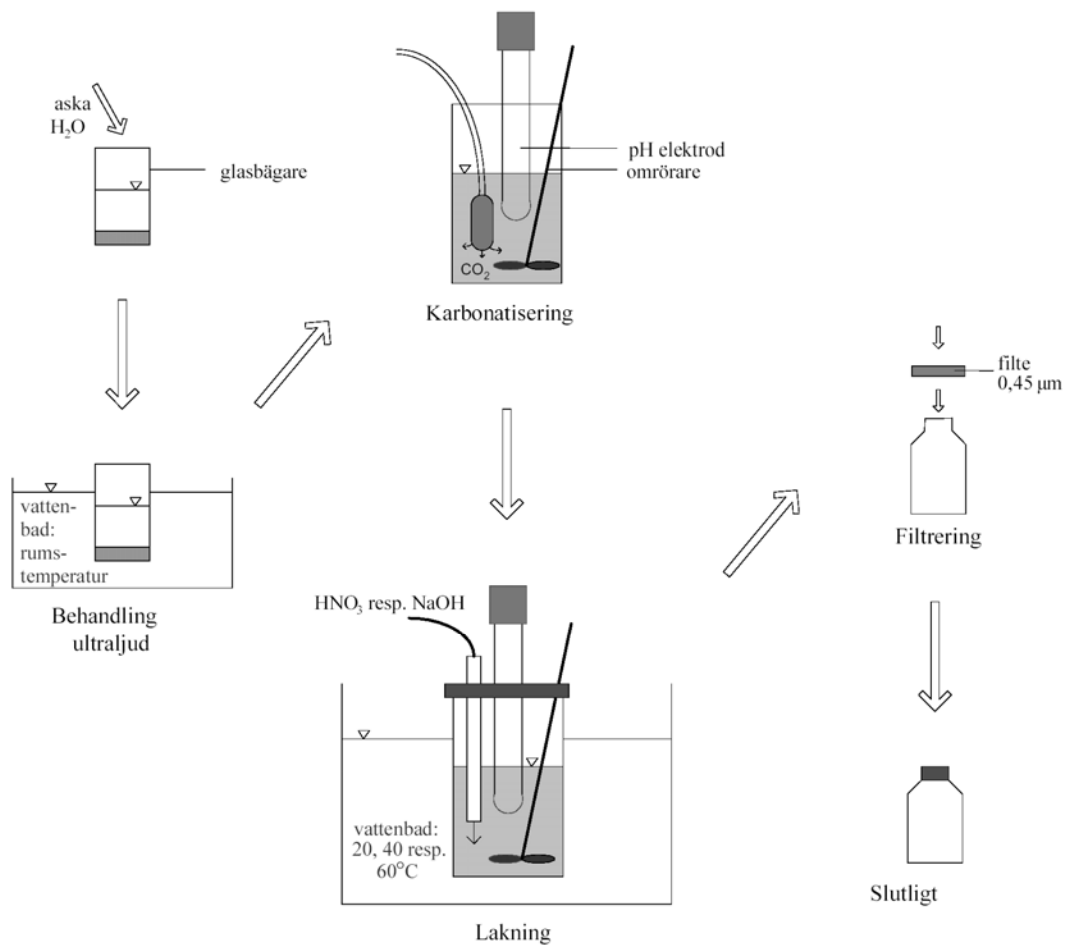
Arbetsmiljön undersöktes inte eftersom det rörde sig om ett laboratorieförsök men den bör gynnas av tvättning. Lättlösliga salter och konduktiviteten minskade kraftigt medan övriga ämnens totalhalt inte ändrades särskilt mycket. Utlakningen påverkades avsevärt för många ämnen men i varierande grad medan andra förblev opåverkade.

Tabell 2-2 Analyser av vatten från skaktest SS-EN 12457-3 vid L/S 10 och LOI (loss of ignition, glödningsförlust).

Källa: /21./ Bilaga D

Material	pH	Konduktivitet mS/m	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	LOI %
<b>SLAGGsand 0-2 mm</b>	9,4	153	201	899	7,45
<b>Tvättad SLAGGsand 0-2 mm</b>	9,8	41	6	206	3,28
<b>Tvättat SLAGGgrus 2-22,4 mm</b>	10,3	41	28	180	0,375

SMAK-rapporten /22./ handlar om inverkan av olika behandlingar, t.ex. tvättning, på totalhalt och lakbarhet för enskilda ämnen. Resultaten bekräftar i stort utfallet i /21./ men studien omfattar också en djupare sambands- och konsekvensanalys. Förenklat innebär det att bottenaskor görs till *icke farligt avfall* och därmed tillåtna på den typen av deponier. För att jämförelsen mellan regelverkens *referensjordar* och *askor* ska bli korrekt räknas totalhalterna i askorna om med deras formelvikter. Då kan bottenaskor liknas vid jordmaterial som tillåts för mindre känslig markanvändning, även med uttag av grundvatten för hushållsändamål (MKM-GV). Askor har också en egenskap som vanliga jordar saknar nämligen förmågan att fastlägga ämnen. Det innebär att askor kan fungera som absorbent eller filter för ämnen som finns i omgivningarna.

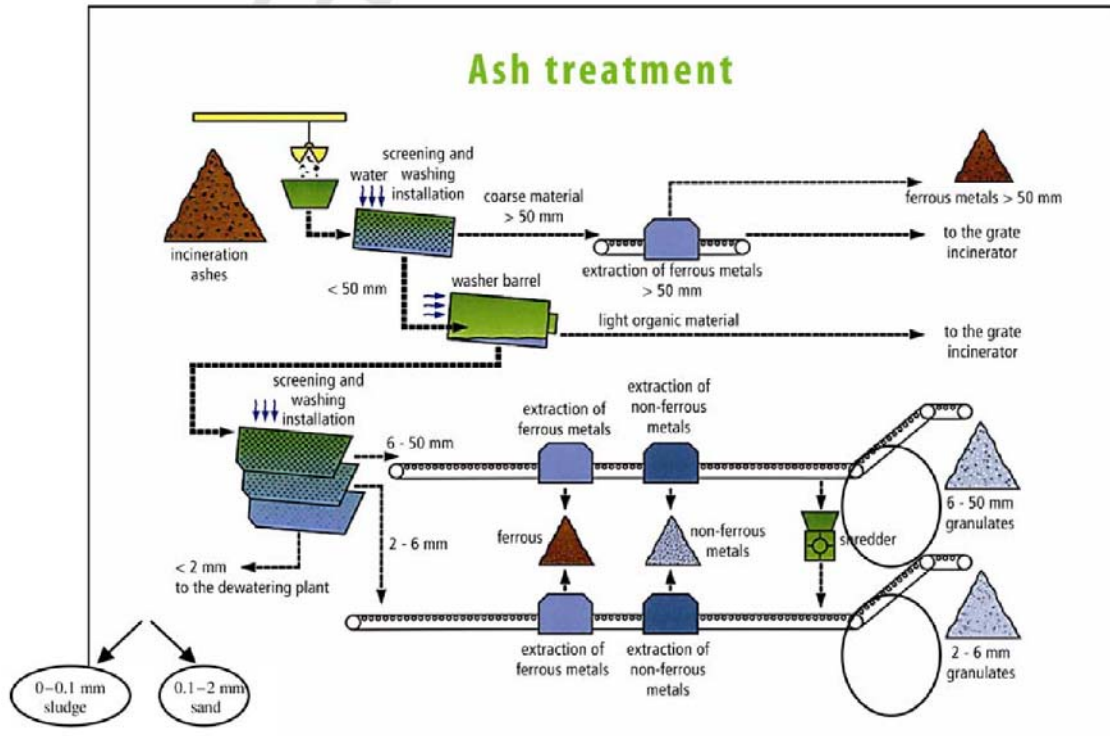


Figur 2–1 Experimentellt utförande inom SMAK-projektet.

Källa: /22./

Belgiska energiföretaget Indaver med säte i Mechelen har ett kraftvärmeverk i Antwerpen som eldas med avfall från hushåll och industri. Askorna befuktas direkt och bearbetas därefter i vått tillstånd tills tre slaggrusfraktioner återstår: 0-2, 2-6 och 6-50 mm. De två grövre fraktionerna uppfyller kraven för fri användning som råvara för anläggningsmaterial i Belgiska Flandern. Efter slutavskiljning av slam mindre än 0,1 mm kan 0-2-delen användas på deponier för icke farligt avfall. Cirka 12 % av hela slaggrusmängden utgör slam, som deponeras tillsammans med flygaska och material från rökgasrening.





Figur 2–2 Företaget Indavers process för tvättning, sortering och siktning av bottenaska.  
Källa: Indaver

Tvättning av sopningsand blir allt vanligare. Processtekniskt påminner det om vad som behövs för tvättning av slaggrus i liten skala: metallavskiljning, grovsällning, finmaterialtvätt, slamsedimentering och slutligen avvattning och slamdeponering. Två svenska företag ligger i framkanten: SoilTech i Stockholm /24./ och Falu Process Systems /25./.



Bild 2-1 Trumsikt avskiljer främmande material ur sopningsand (SoilTech t.v.) innan den tvättas över en sikt (Falu Process Systems t.h.). Källor: företagens hemsidor

Intresset för tvättade krossprodukter tycks öka i takt med att sandskatten höjs och att sandtäkterna avvecklas. Produkterna används till lekplatser, platt- och stensättning, rörgravar, paddocks och till betong- och asfälttillverkning. Det medför att utbudet av prisvärda tvättjänster ökar och att miljöanpassad teknik kan utvecklas.



### **3. FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING**

Tvättekniken är väl etablerad i ballastbranschen och finns i många varianter. Marknaden och utvecklingen styrs av maskinleverantörer och ballastoperatörer, som i stort vet vad marknaden behöver. För de udda behoven är läget ett annat. Man trevar sig fram mer efter gissningar än uttalade kundbehov. Det senare beror på att kunderna är osäkra på hur resultatet ska nyttiggöras. Inom avfallsområdet beror det också på obefintliga, oklara eller alltför strikta regler. Följande förslag till utvecklingsarbete utgår emellertid från grundläggande behov, som kräver goda lösningar oavsett hur reglerna får återvinning kommer att se ut.

#### **1. Miljöanpassad tvätteknik för krossgrus**

En miljöanpassad tvätteknik förbrukar bara så mycket vatten som avdunstar och som stannar i deponerat slam. Förbrukat vatten ersätts i huvudsak med dagvatten. Rent tvättvatten återanvänds. Inget vatten för hushållsändamål används. Mineralslam återförs till ursprungsplatsen eller till liknande mineraltäkt.

#### **2. Hantering av slam och vatten från miljötvättat grus**

Slam deponeras efter avvattning och kan användas som tätskikt på deponier för farligt avfall. Vattenreningen utvecklas för att avskilt vatten ska kunna återanvändas.

#### **3. Miljöbehandlat återvunnet material**

I de tvättade grovfraktionerna friläggs återstående metaller och andra främmande material, som får passera ytterligare avskiljningar. Optimala kombinationer av mobiliseringsåtgärder (tvättning med tillsatser) och fastläggning (bindning och solidifiering) provas i fullskalig tvättanläggning.



## LITTERATUR

- /1./ Tyllgren, P. Kretslopp i anläggningssektorn – Probleminventering och åtgärdsförslag. *SBUF/Skanska ra021125a. Stockholm/Malmö. Maj 2003.*  
[www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&id=11075&content\\_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp&status=3&category=1](http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&id=11075&content_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp&status=3&category=1)
- /2./ Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad. *VV Publ 2007:110. Vägverket. Borlänge. 2007.*  
[publikationswebbutik.vv.se/shopping/ShowItem\\_3028.aspx](http://publikationswebbutik.vv.se/shopping/ShowItem_3028.aspx)
- /3./ Tyllgren, P. Teknisk beskrivning. Sammansatta obundna material för väg- och anläggningsbyggande. *SBUF 11496/11675. Stockholm. Mars 2006.*  
[www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&content\\_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp&id=11496&status=3&category=1](http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&content_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp&id=11496&status=3&category=1)
- /4./ Handbok. Skumglas i mark- och vägbyggnad. *Information 18:1. SGI/LTU. Linköping/Luleå. 2008.*
- /5./ Handbok. Flygaska i mark- och vägbyggnad. Grusvägar. *Information 18:4. SGI/LTU. Linköping/Luleå samt Rapport nr 954. Värmeforsk./Stockholm. 2006.*
- /6./ Handbok. Slaggrus i väg- och anläggningsarbeten. *Information 18:5. SGI/LTU. Linköping/Luleå. 2006.*
- /7./ Handbok. Gummiklipp. *Information 18:7. SGI/LTU. Linköping/Luleå. 2008.*
- /8./ [www.swedgeo.se/templates/SGIPublicationlist\\_800.aspx?epslanguage=SV](http://www.swedgeo.se/templates/SGIPublicationlist_800.aspx?epslanguage=SV)
- /9./ ATB VÄG Krossad betong i vägkonstruktioner. *VV Publ 2004:11 Vägverket. Borlänge. 2004.*
- /10./ Luftkyld masugnsslagg – hyttsten – i vägkonstruktioner. *VV Publ 2005:39. Vägverket. Borlänge. 2005.*
- /11./ [www.merox.se/index.pl/merox\\_swe\\_root](http://www.merox.se/index.pl/merox_swe_root)
- /12./ Slaggegrus till veje og pladser. *Dansk Vejtidskrift, sid 24-25, april 2006*
- /13./ Obundna överbyggnadsmaterial – specifikationer. *SS-EN 13285. SIS. Stockholm. Oktober 2004.*
- /14./ Jacobson, J. Återvinning av krossad asfalt som bär- och förstärkningslager. *VTI notat 31/32 -2002. Linköping. VTI. 2002*
- /15./ [www.dsvmiljo.dk](http://www.dsvmiljo.dk)
- /16./ Van Gerven, T. et al. Management of incinerator residues in Flanders (Belgium) and in neighbouring countries. A comparison. *Department of chemical engineering, Katholieke Universiteit Leuven, de Croylaan 46, B-3001 Leuven, Belgium. September 2004.*
- /17./ Bekendtgørelse om genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder. *BEK nr 655 af 27/06/2000. Miljø- og Energiministeriet, København, Danmark. 2000.*
- /18./ Kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten. *Naturvårdsverket. In press. Stockholm. 2008*
- /19./ Naturvårdsverkets förslag till vägledningsmaterial för förorenade områden. *Naturvårdsverket. In press. Stockholm. 2008*
- /20./ Hur kostnadseffektiva kriterierna för återvinning av avfall i anläggningsarbeten är för att hindra spridningen av oönskade ämnen. *Kostnadseffektivitetsanalys. Naturvårdsverket. Stockholm. 2007.*
- /21./ Handbok. Slaggrus för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande. *Värmeforsk 1054. Stockholm samt Avfall Sverige Utveckling 2008:06. Malmö. 2008*  
[www.varmeforsk.se/databas/databas\\_index.html](http://www.varmeforsk.se/databas/databas_index.html)

[www.avfallsverige.se/m4n?oid=2399&](http://www.avfallsverige.se/m4n?oid=2399&)

/22./ Svensson M, Sjöblom R., Herrmann I och Ecke H.. Selektiv mobilisering av kritiska element hos energiaskor. Miljöriktig användning av askor. Rapport nr 931. *Värmeforsk. Stockholm. Maj 2005.*

[www.varmeforsk.se/databas/databas\\_index.html](http://www.varmeforsk.se/databas/databas_index.html)

/23./ Vandecasteele, C. et al. Integrated municipal solid waste treatment using a grate furnace incinerator: The Indaver case. doi:10.1016/j.wasman.2006.08.00. *Mechelen. Katholieke Universiteit Leuven. 2006.*

/24./ [www.soiltech.nu/](http://www.soiltech.nu/)

/25./ [www.fps.se/](http://www.fps.se/)