

HANDBOK

Slaggrus för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande

Per Tyllgren

**Slaggrus för sammansatta obundna material
i väg- och anläggningsbyggande**

Handbok

**Slag gravel for combined unbound materials
in roads and ground works**

Handbook

Per Tyllgren

Q6-606

Förord

Handboken har tillkommit med hjälp från många håll och finansierades med bidrag från följande organisationer, företrädde av:

Claes Ribbing	Värmeforsk
Per Nilzén	Avfall Sverige
Gunnar Hagman	Skanska Sverige.

Utöver organisationen för Värmeforsks Askprogram stöttades arbetet av en referensgrupp:

Claes Ribbing	Svenska Energiaskor
Raul Grönholm	Avfall Sverige/SYSAV
Åke Axelsson	Renova
Håkan Bristav	Umeå Energi
Leonard Dahlberg	Värmeforsk/Holmen Paper.

Flera företag tillhandahöll material till fullskaliga försök. Bland dem återfinns Sydsten i Dalby, ÅGAB i Malmö och Skanska i Umeå. SYSAV, Renova och Umeå Energi bekostade arbetena runt försöken på respektive anläggning. Platsansvariga och personal visade prov på stort engagemang och hjälpsamhet under arbetets gång.

Till var och en ett varmt och hjärtligt tack!

Handboken ges också ut i Avfall Sveriges rapportserie från 2008.

Malmö i juni 2008

Per Tyllgren
Skanska Sverige
/projektledare/

Abstract

Bottom ashes from municipal solid waste incinerators work as any gravel in many cases but are lacking the hardness of ordinary gravel or rock. Making sand from rock is a misuse of an exclusive material. A mixture of those two, where the bottom ashes provide the sand fraction and the rock contributes strength, adds the benefits and compensates for respective shortcomings. It makes crushing of rock more effective and increases the use of ashes.

Sammanfattning

Slaggrus från avfallsförbränning är användbart som grus i många fall men har inte bergmaterialets hårdhet. Finkrossning av berg är dålig hushållning med en exklusiv råvara. En blandning där slaggruset bidrar till findelen och berg utgör de grövre kornen adderar fördelar och kompenserar brister. Resultatet blir effektivare krossning och ökad nytta av slaggrus.

Marknadsförutsättningarna för restprodukter beskrivs och bedöms i SBUF-rapporten *Kretslopp i Anläggningssektorn*. Inom paraplyprojektet *Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad* [1] presenteras en serie handböcker för olika restprodukter. En av dem handlar om *sammansatta obundna material*.

Där visas exempel på hur restprodukter kan bli nyttiga i väg- och anläggningsbyggnad. AltMat-projektet belyser miljöfrågorna i en gemensam skrift, som tillsammans med övriga handböcker är viktiga stöddokument.

Föreliggande arbete handlar om anpassningar av konceptet till slaggrus från avfallsförbränning. För det syftet behövs *säkerhetsdatablad*, *byggvarudeklarationer* och *beskrivning av produktionen*.

Med avstamp i ovanstående arbeten genomfördes ett utvecklingsprojekt, finansierat av Värmeforsk, Avfall Sverige och Skanska, med särskild inriktning på slaggrus.

Syftet är att knyta samman olika intressenter för att gemensamt hitta goda tekniska, miljö- och marknadsanpassade lösningar. Projektet knöts till energi- och avfallsföretag som ligger i framkanten av utvecklingsarbetet:

- SYSAV, Malmö
- Renova, Göteborg
- Umeå Energi

Verksamheten förutsätter deltagande av ballasttillverkare, transportörer och entreprenörer med förmåga att kapitalisera de nya affärsmöjligheterna. I det här projektet engagerade sig på olika sätt Sydsten i Dalby, ÅGAB i Malmö och Skanska i Malmö, Göteborg, och Umeå.

Provning av olika materialblandningar och utläggning av försöksytor gav erfarenheter av tillverkning och olika SLAGG-produkters egenskaper, som mynnade ut i rekommendationer för tillverkning och byggande.

Tvättning av slaggrus reducerade utlakade ämnen och förbättrade de geotekniska egenskaperna, framförallt när det gäller findelen.

Nyckelfrågor för att få SLAGG-produkter accepterade är säkrad arbetsmiljö och yttre miljö och spårbarhet. För det syftet redovisas exempel på säkerhetsdatablad och byggvarudeklarationer. Varje producent och leverantör kan sedan presentera egna dokument med dessa som förlagor.

Nyckelord: bottenaska, slagg, återvinning, handbok, vägbyggnad



SYSAVs sorteringsanläggning för bottenaska på Spillepeng i Malmö.
Foto: SYSAV

Summary

The market situation for waste products in Sweden was first surveyed in a report sponsored by the Swedish Construction Industry Development Fund (SBUF). An umbrella project for alternative ground materials for roads and rail roads lead by the Swedish Geotechnical Institute (SGI) et al and sponsored among others by the Swedish Road Administration (Vägverket), produced a series of handbooks. One of those deals with composed unbound mixtures, to make use of large volume waste materials in ground works. The umbrella project also focuses on the environmental issues in a joint report for all kinds of materials, which is an important supporting document.

This report presents an adapted version of this composed concept to slag gravel from household and industrial waste incinerators.

This project is funded by the Swedish waste and energy research organizations *Värmeforsk* and *Avfall Sverige* along with the building company of *Skanska*.

One important task is to link parties concerned, in order to collectively find adapted solutions from environmental and market points of view. The practical work was tied to selected companies in waste treatment and energy production at the front line of development:

- SYSAV in Malmö
- Renova in Göteborg
- Umeå Energi in Umeå.

The outcome depends on participation of able operators, capable of capitalizing these new business opportunities. This project engaged several local gravel producers and contractors as Sydsten and ÅGAB in Malmö and Skanska.

The testing of several mixtures of slag gravel, crushed rock and reclaimed asphalt and trial activities resulted in useful production experiences and material characteristics. It is all summed up in general production and building recommendations.

The washing of slag gravel reduces the leaching of soluble substances and improves the geotechnical performance, especially regarding the fines.

The key factors in making slag gravel accepted are occupational safety, a secured surrounding environment and traceability. For that purpose examples of *safety data sheets* and *building product declarations* are presented. Based on those each producer and supplier can easily make their own versions.

Keywords: bottom ashes, slag, recycling, handbook, construction



The SYSAV sorting site for bottom ashes at the Spillepeng landfill in Malmö. Photo: SYSAV

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	HANDBOKENS BAKGRUND OCH SYFTE	1
1.2	BESKRIVNING AV VERKSAMHETSOMRÅDET	1
1.3	ARBETSUPPGIFTEN.....	2
1.4	MÅL OCH MÅLGRUPP	2
1.5	BEGREPP OCH DEFINITIONER	2
2	ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	4
2.1	UPPHANDLING	4
2.2	MILJÖSYN	4
2.3	TEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	5
3	ANVÄNDNINGSSOMRÅDE.....	6
4	MATERIALBESKRIVNING	7
4.1	VÄGTEKNISK TILLÄMPNING	7
4.2	MILJÖASPEKTER	7
4.3	MATERIALBEDÖMNING	8
5	PRODUKTION	10
5.1	BOTTENASKA	10
5.2	SORTERING OCH LAGRING AV SLAGGRUS	10
5.3	STABILISERING	11
5.4	TVÄTTNING	11
5.5	VAL AV KOMPONENTER.....	12
5.6	TILLVERKNING AV VÄGMATERIAL	12
5.7	PROPORTIONERING	13
5.8	NOMINELLA RECEPT.....	16
6	BYGGGANDE.....	17
6.1	REDOVISNING I BYGGHANDLING	17
6.2	DRIFT- OCH UNDERHÅLL	17
6.3	ÅTERBRUK, DEPONERING ELLER ÖVERLÅTELSE.....	17
7	KVALITETSKRAV OCH KONTROLL	18
8	REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING	19
9	INRIKTNING PÅ FORTSATT UTVECKLINGSARBETE.....	20
10	LITTERATURREFERENSER	21

Bilagor

- A** Provning av SLAGG-produkter från SYSAV i Malmö
- B** Provning av SLAGG-produkter från Renova i Göteborg
- C** Provning av SLAGG-produkter från Umeå Energi
- D** Analys av SLAGGgrus från SYSAV före och efter tvättning
- E** Säkerhetsdatablad, byggvarudeklaration och varuinformation

1 Inledning

1.1 Handbokens bakgrund och syfte

Denna handbok ingår i en serie fristående handböcker för olika restprodukter, som utgår från ett grunddokument för alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad [1]. Syftet är att öka användningen av restprodukter som förekommer i stor volym och därmed spara uttag av naturresurser och undvika resurskrävande deponering.

Grunddokumentet presenterar ett gemensamt förhållningssätt i de processer som berör utveckling, användning och återbruk av alternativa material. Kraven baseras på Vägverkets allmänna tekniska beskrivning för anläggning av vägar, ATB VÄG [2]. Den är skriven för vägar som byggs med naturliga jord- och bergmaterial men tillåter också alternativa material efter utredning.

Bland handböckerna finns en teknisk beskrivning för sammansatta obundna material [3], som togs fram för att tillgodose kraven i ATB VÄG. Den redovisar ett totalkoncept för alla slag av restprodukter och hur de kan kombineras med krossat stenmaterial till anläggningsprodukter med samma användningsområden som konventionella nytillverkade ballastprodukter. Avsikten är att addera fördelar och kompensera brister hos olika restprodukter genom sammansättning med krossat bergmaterial.

1.2 Beskrivning av verksamhetsområdet

Ett fungerande kretslopp i anläggningssektorn bygger samverkan mellan olika aktörer [5]. Förbränning av blandat avfall från hushåll och industrier lämnar flera restprodukter efter sig, bl.a. flygaskor, rester från rökgasrening och bottenaskor. Bottenaskan, som i bearbetad form kallas slaggrus (inte att förväxla med slagg från metallframställning), påminner efter behandling om naturliga material. Slaggrusets användbarhet efter sortering, bearbetning och mognad har varit föremål för ingående studier under årens lopp [6]. Utgångspunkten har varit slaggrusets egenskaper och möjligheter i befintligt skick. Det är känt att partiklarna inte är särskilt starka, vilket begränsar användningen till lager längre ned i konstruktionen. Föreliggande koncept som innebär sammansättning med krossat bergmaterial ökar användningen till funktioner som annars är förbehållna nytillverkade krossprodukter, t.ex. som obundet bärlager. Det hårda bergmaterialet står för den strukturella styrkan i den sammansatta produkten medan slaggruset tjänar som fyllningsmaterial. Bergmaterialet, som är en exklusiv naturtillgång, kommer då till sin rätt och behöver inte malas ned till sandfraktioner. Till det passar slaggruset och andra liknande restprodukter bra och ersätter då motsvarande volym krossat berg.

Blandade material av olika ursprung är ingen ny företeelse. Det finns exempel på sådana produktstandarder inom CEN-arbetet [4]. Där handlar det emellertid om blandmaterial som uppstått oavsiktligt under insamling och förvaring. Den tidigare publicerade tekniska beskrivningen för sammansatta material och denna handbok om slaggrus handlar om medvetet sammansatta material för att uppnå tekniska och materialförsörjningsmässiga vinster.

De tekniska och marknadsmässiga förutsättningarna för slaggrus undersöktes grundligt i ett examensarbete på Lunds Tekniska Högskola [7]. Där presenteras också lösningar på en uthållig användning av slaggrus inom ballasthanteringen.

1.3 Arbetsuppgiften

Ett viktigt moment är att namnge materialen, vilket gjordes enligt en nomenklaturmall för komponenter och sammansatta slutprodukter. Då får de en identitet som kan användas i undersökningar och beskrivningar. Därefter undersöktes slaggruset och övriga komponenter geotekniskt och kemiskt på laboratorium och i blandningsförsök tillsammans med SYSAV i Malmö, Renova i Göteborg och Umeå Energi. Efter kompletterande undersökning av tvättat slaggrus utarbetades säkerhetsdatablad och byggvarudeklarerationer. Dokumenten behövs i hanteringen med byggmaterial. Resultaten av utredningarna bifogas föreliggande handbok.

1.4 Mål och målgrupp

En strukturerad och kvalitetssäkrad tillverkningsprocess behövs för att göra användbara väg- och anläggningsmaterial av rosterbottenaskor. Detta beskrivs i föreliggande handbok. Avsikten är att erfarna tillverkare och förmedlare av ballastmaterial ska klara den uppgiften med detta stöd.

Handboken riktar sig till alla som i något steg hanterar bottenaskor och slaggrus eller som kan tänka sig att använda materialen i väg- och anläggningsverksamheten. Genom att behövliga egenskaper hos slaggruset blir kända i tidigare led får man chansen att göra det som går för att förbättra utfallet. Det kan handla om urvalet av bränslen, processteknik och efterbehandling av slaggruset som komponent. De som hanterar materialen måste känna till vad man arbetar med. Projektörer och entreprenörer ska tillsammans med uppdragsgivare registerföra materialen på ett spårbart sätt, d.v.s. med de namn som materialen tilldelats. Slutligen riktar sig handboken till de miljömyndigheter som tar emot anmälningar, prövar tillstånd och utformar regelverk.

1.5 Begrepp och definitioner

För att markera att slaggrus och sammansatta produkter kvalitetssäkrats ges materialtyperna namn efter en fastlagd nomenklatur. Varje tillverkare kan ge varorna företagsspecifika namn men bör samtidig referera till typnamnet.

Tabell 1. Benämningar och definitioner för konceptet sammansatta material.

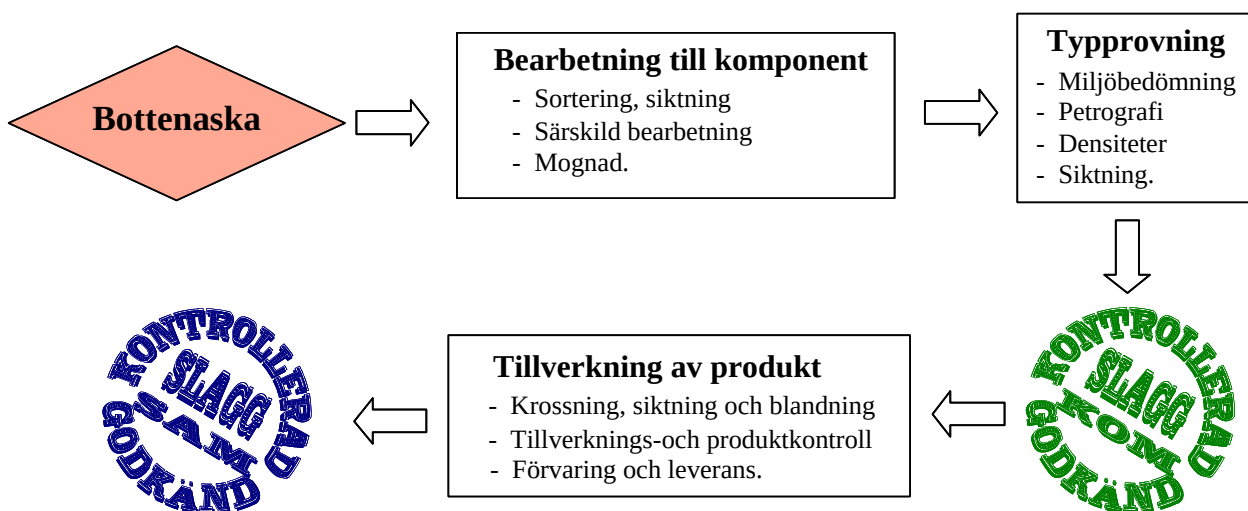
Table 1. Denominations and definitions of the concept of combined materials.

Ord och begrepp	Betydelse och användning
Berg	Material från bergtäkter eller berggrundarbeten, godkänt för bygg- och anläggningsarbeten. Med berg avses också krossat naturgrus under samma förutsättning. I SAM-konceptet kan beteckningen också stå för ett mineral av annat ursprung, som är jämförbart med naturberg i viktiga avseenden.
Likhetsprincipen	Sammansatta material ska i allt väsentligt, tekniskt som i praktiskt miljöhänseende, vara likvärdiga konventionellt tillverkade obundna material. Materialen ska vara sinsemellan utbytbara i ett givet fall.
Basmaterial	Huvuddelen av ett sammansatt material, vanligtvis av krossat berg.
Tillskottsmaterial	Den mindre delen av ett sammansatt material, vanligtvis med ursprung från asfalt, betong eller restprodukter från metallindustrin eller energitvinning.
KOM	Allmän benämning av kvalitetssäkrad <i>komponent</i> , ibland kallad <i>råvara</i>
SAM	Allmän benämning av kvalitetssäkrad <i>sammansatt slutprodukt</i>
-silt, -sand, -grus, -sten	Suffix till KOM-namn som anger graderingstyp
-väg, -stöd, -bär, -för, -skydd, -fyll, -lätt, -isol	Kursiverat suffix till SAM-namn som anger materialfunktion
Korn	Alla typer av granulat eller partiklar med olika ursprung i en KOM- eller SAM-produkt
BERG	Prefix för KOM-produkt gjord av <i>krossat berg</i> eller för SAM-produkt, där berg utgör <i>hela råvaran</i> .
ASFALT	Prefix för KOM-produkt gjord av <i>returasfalt</i> eller för SAM-produkt, där returasfalt utgör <i>huvudsakligt tillskott</i> med BERGgrus som basmaterial
SLAGG	Prefix för KOM-produkt gjord av <i>bottenaska</i> eller för SAM-produkt, där bottenaska utgör <i>huvudsakligt tillskott</i> med BERGgrus som basmaterial. Ordet kommer av likheten med egentlig slagg från metallframställning.
NAMN	Tillverkarvalt namn som prefix för KOM-produkt gjord av ett <i>specifikt material</i> eller för SAM-produkt, där det specifika materialet utgör <i>huvudsakligt tillskott</i> med BERGgrus som basmaterial

För vägtekniska definitioner hänvisas till [3].

2 Allmänna förutsättningar

När bottenaska kommer ut från förbränningsugnen är den enligt regelverken ett avfall. Efter sortering, siktning, mognad och eventuell ytterligare bearbetning övergår bottenaskan till den kvalitetssäkrade komponenten SLAGGgrus. Som sådan kan den användas i överbyggnadskonstruktioner eller sammansättas med andra komponenter (BERGgrus och/eller ASFALTgrus) till en sammansatt SLAGG-produkt.



Figur 1. Beskrivning av kontrollstationer i tillverkning och kvalitetssäkring av komponenter (KOM-produkter) och sammansatta SLAGG-produkter (SAM-produkter) för obundna material.

Figure 1. Description of stations of evaluation in the production and quality assurance of components (KOM-products) and combined SLAGG-products (SAM-products) for unbound materials.

Det måste finnas buffertmöjligheter i produktionskedjan av slaggrusprodukter, som kan ta upp variationer i materialens uppkomst och uttag. Eftersom slaggrus produceras under eldningssäsongen och efterbehandlingen tar ytterligare 3-6 månader, har en del av ballastsäsongen hunnit passera innan årets SLAGG-produkter blivit klara för leverans. I de fall buffertlagren skulle ta slut måste man också kunna använda konventionella bergkrossprodukter utan att det rubbar förutsättningarna tekniskt eller ekonomiskt för tilltänkta projekt.

2.1 Upphandling

Sammansatta SLAGG-produkter ska kunna upphandlas på samma premisser som konventionella material. Upphandlaren avgör om SLAGG-produkter ska föreskrivas eller tillåtas men kan också välja att inte ge någon förhandsinformation alls på den punkten. Det är emellertid klokt att specificera möjligheterna för SLAGG-produkter i upphandlingsunderlaget för att slippa oklarheter i utvärderingen av anbud.

2.2 Miljösyn

Bottenaska från förbränning av blandade hushållsavfall och industrirester, d.v.s. avfallens avfall, ses ibland som kretsloppets slutstation eller återvändsgränd. När något eldats upp skulle resterna närmast vara obrukbara, vilket inte stämmer. Utsortering av

metaller har t.ex. ökat i omfattning genom stigande marknadspriser. Förbränningsrester kan i princip delas upp i samtliga sina beståndsdelar och ämnena åter användas till de produkter de kommer ifrån. Sådant progressivt tänkande saknas i miljölagstiftningen. Där handlar det mycket om skyddsaspekter och slutförvaring och mindre om konstruktiva lösningar för att styra materialströmmarna vidare i fortgående processer.

Nyckelfrågan är när ett avfall ska bedömas vara ett nyttigt material igen, eftersom regelverk och lagstiftning för hantering med avfall respektive användbara material skiljer sig åt. Det finns en misstänksamhet bland tillsynsmyndigheter, kanske inte obefogad, om att avfallsägare försöker hitta kostnadsbesparande sätt att bli kvitt avfallen genom förment produktifiering utan några högre materialtekniska ambitioner. Det bästa sättet att vinna myndigheternas förtroende är därför att öppet redovisa alla kvalitetssäkrande insatser.

Exempel på sådan öppenhet är säkerhetsdatablad och byggvarudeklarationer. Rätt ifylla ger de behövlig information till användare och för framtida omhändertagande av materialen. Det återspeglar också dagens syn på var ansvaret ligger, inte hos myndigheter utan hos tillverkare, förmedlare och byggare. Ansvaret tas genom att man använder tillgänglig kunskap och bästa teknik.

2.3 Tekniska förutsättningar

Slaggrusets stegvis uppbyggda kvalitetssäkring via sortering, bearbetning och sammansättning ger flera möjligheter att bedöma och korrigera egenskaperna. SLAGG-produkterna är därmed mer kontrollerade än många konventionella krossmaterial. Den tekniska projekteringen påverkas därför inte av huruvida restprodukter i sammansatt form förekommer eller ej. Idén med sammansatta SLAGG-produkter är att de ska vara jämförbara och utbytbara mot konventionella produkter. Det underlättar både projekteringen och planeringen av objektets materialförsörjning.

3 användningsområde

SLAGG-produkter ska företrädesvis användas i definierade och konstruerade överbyggnader för trafik (gator, vägar, GC-vägar, sidoytor, uppställningsplatser, lagerytor).

Tabell 2. Användning av SLAGG-produkter.

Table 2. The use of SLAGG-products.

Del i anläggningskonstruktion	Funktion	Typ av material	ATB VÄG kapitel
Obundet bärlager	Lastfördelande	SLAGGbär SLAGGASFALTbär	A, C, E11.1
Förstärkningslager	Lastfördelande	SLAGGför SLAGGASFALTför SLAGGgrus	A, C, E11.2
Skyddslager	Tjälskydd, materialskiljande, lätta skyddsmaterial	SLAGGgrus	A, C, E11.3

I hänvisde kapitel i ATB VÄG beskrivs vägtekniska krav på lagrets och materialets funktion. Trots att SLAGG-produkterna har en annan petrografi än BERG-produkter klaras kraven genom att sammansättningen har just det syftet.

Utöver ATB VÄG har Vägverket publicerat två tekniska beskrivningar, som behandlar restprodukter i vägbyggande, en för krossad betong [8] och en för luftkyld masugns-slagg, s.k. hyttsten [9]. Båda utgår från den oblandade restprodukts användningsmöjligheter. De kan jämföras med komponenten/produkten SLAGGgrus när det gäller passande tillämpningar.

4 Materialbeskrivning

Komponenterna i sammansatta obundna SLAGG-produkter utgörs förutom av slaggrus av krossat berg och i förekommande fall av krossad asfalt.

De sammansatta materialen produceras för allmän användning i standardkonstruktioner på motsvarande sätt som krossmaterial av endast bergråvara. Egenskaperna hos kvalitetssäkrade sammansatta SLAGG-produkter är jämförbara med ordinarie krossprodukter. Det gör dem sinsemellan utbytbara, vilket är en av grundidéerna med konceptet. Undersökningarna i bilagorna A-C ger exempel på detta.

4.1 Vägteknisk tillämpning

Avgränsningarna för SLAGG-produkter är desamma som för nytillverkade material. De baseras på vägtekniska egenskapstester (partikelhårdhet, tjälegenskaper, stabilitet i torrt respektive uppfuktat tillstånd, filleregenskaper, mm). Varje funktion, t ex bärlager eller förstärkningslager, har sina materialkrav, vilket återspeglas i gränser för andelar av respektive komponenter och föreskriven kornstorleksfördelning.

4.2 Miljöaspekter

I kvalitetssäkringen av SLAGG-produkter ingår att reducera miljöpåverkande faktorer i:

1. hantering under produktion
2. användning i färdig konstruktion.

Det första fallet avser exponering och emissioner under bearbetning, transport, förvaring, produktion och rivning. Den andra bedömningen handlar om materialens miljöeffekter under användningstiden. Bearbetningen av råvarorna och proportioneringen ska drivas så långt att alla aspekter tillgodoses.

4.2.1 Arbetsmiljö

Bearbetningen av slaggrus ska kunna göras utan särskilda insatser för arbetarskydd utöver vad som är brukligt med konventionella bergkrossmaterial. Det kan t.ex. gälla dammbekämpning och dammtäta hytter för arbetsmaskiner på platsen för bearbetning och där materialen blandas med bergråvara. Det kan ske genom bevattning av ytorna eller spridning av dammbindande skum över materialen under blandningen. Eftersom findelen är alkalisk och lätt häftar vid måste redskap, maskiner och personlig utrustning rengöras noga och ofta. Så länge SLAGG-produkterna är fuktiga är själva damningen inget problem. Däremot fastnar blött material på fordon och kan sedan föras vidare till andra platser utanför området. Soliga och blåsiga dagar är det särskilt viktigt med återkommande vattenspridning. Tvättning av slaggruset (se bilaga D) bör rimligtvis minska damningen men fullskaliga erfarenheterna saknas än så länge.

Säkerhetsdatabladerna i bilaga E sammanfattar det viktigaste som berör arbetsmiljöfrågorna.

4.2.2 Yttre miljö

Samma skyddsaspekter gäller för SLAGG-produkter som för naturmaterial för den yttre miljön. Det betyder att transporter kan behöva befuktas och eventuellt täckas och fordonen tvättas innan de lämnar platsen för bearbetning och sammansättning.

Slaggrus har annan sammansättning (petrografi) än ballastprodukter av krossat berg. Det som skiljer är i huvudsak icke vattenlösliga metaller och metallföreningar och om vattenlösliga salter. De icke vattenlösliga ämnena förflyttas i förekommande fall i partikelform och de vattenlösliga salterna genom perkolation eller ytavrinning, vilket provning av uppsamlat vatten i fält visar. Tvättning reducerar innehållet av vattenlösliga salter och minskar konduktiviteten (se bilaga D), som annars tillhör de få mätbara effekterna i fält av utlagt slaggrus.

Risker och skyddsaspekter tas upp i säkerhetsdatabladet och byggvarudeklarationen bilaga E.

4.3 Materialbedömning

4.3.1 Granulär benämning

Benämningarna av komponenter och sammansatta material bör kompletteras med kornstorlekar. Komponenter anges med ett intervall enligt förebild från beskrivning av obundna överbyggnadsmaterial enligt SS-EN 13285. Om det finns material mindre än 0,063 mm som har funktionell betydelse kan man välja att markera detta med "0", även om 15 %-nivån passeras vid en större kornstorlek. Sammansatta material anges normalt med endast maximal nominell kornstorlek.

Tabell 3. Benämning av KOM-produkterna med ledning av SS-EN 13285.

Table 3. Denomination of KOM-products from guidance of SS-EN 13285.

Huvudbenämning	Standardsikt i mm närmast passerande mängd	
	15 vikt%	85 vikt%
silt	d	D
sand		
grus		
sten		

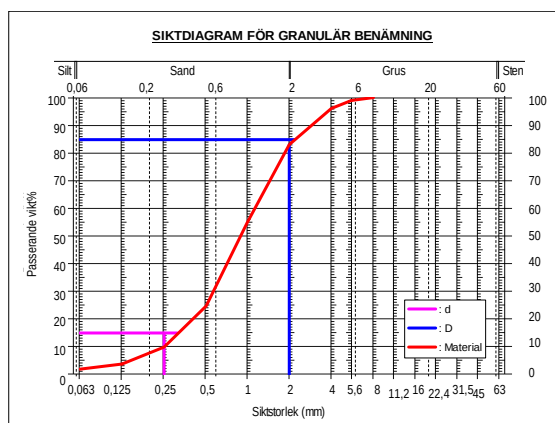


Diagram 1. Siktdiagram för avläsning av siktstorlekar för materialbenämning (här: sand 0,25-2 mm).

Diagram 1. Sieving diagram showing the size denomination of materials (here: sand 0,25-2 mm).

4.3.2 Geoteknisk provning

Provningarna gäller sammansatta SLAGG-produkter och när det behövs för bedömningarna också deras komponenter. Det innebär att hållfasthetstest endast avser den bergkrossade komponenten, eftersom den representerar materialets beständiga struktur. Direkta och indirekta bedömningar av slutresultatet (kornstorleksfördelningar, treaxialtest och fältmätningar) bedömer hela det sammansatta materialet.

Tabell 4 Provningsmetoder för geoteknisk bedömning av SLAGG-komponenter för framställning av sammansatta obundna material och SLAGG-produkter som anläggningsmaterial.

Table 4. Testing methods for geotechnical evaluation of SLAGG-components for making combined unbound materials and SLAGG-products as ground works materials.

Kvalitetsparameter	Metod	
	Beskrivning	Beteckning
Materialbeskrivning - övergripande	Obundna överbyggnadsmaterial - Specifikationer	SS-EN 13285
	Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material till väg- och anläggningsbyggande	SS-EN 13242
Mineralogisk bedömning	Petrografisk beskrivning, förenklad metod	SS-EN 932-3
Provtagning	Metoder för provtagning Utlagt	SS-EN 932-1 Enligt ATB VÄG
Kornfördelning	Allmänt	SS-EN 933-1
Krossytegrad	Allmänt	SS-EN 933-5
Kornform	Flisighetsindex LT-Index	SS-EN 933-3 SS-EN 933-4
Nötningsmotstånd	Micro-Devalvärde	SS-EN 1097-1
Fragmenteringsmotstånd	Los Angelesvärde	SS-EN 1097-2
Korndensitet, absorption	Bestämning av korndensitet och vattenabsorption	SS-EN 1097-6
Materialdensitet	Referensdensitet och vattenkvot med Proctor	SS-EN 13286-2
Kapillära egenskaper	Bestämning av kapillär stighöjd Kapillaritet	SS-EN 1097-10, VV Publ 1987:167 / VV MB 24
Finmaterialkvalitet	SE-metoden Metylenblå Humus	SS-EN 933-8 SS-EN 933-9 SS-EN 1744-1 pkt 15
Organiskt innehåll	Glödgningsförlust	SS-EN 1744-1 pkt 17
Glimmerhalt	Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion	VVMB 613
Innehåll i avrunnet vatten	Partikelburna och vattenlösliga ämnen, pH och konduktivitet	SS-EN 1744-3 SS-EN 1744-1
Deformationsegenskaper	Dynamisk treaxialprovning	SS-EN 13286-7

5 Produktion

5.1 Bottenaska



Bild 1. Osorterad rosterbottenaska direkt från förbränningen.

Picture 1. Unsorted grate furnace bottom ashes directly from the incinerator.

från metallstycken och mer eller mindre sintrad aska till glas, porslin, keramik, tegel och grus. Det påminner inte mycket om ett naturligt grusmaterial.

Alla former av förbränning av fasta bränslen resulterar i bottenaska och flygaska. Ofta renas också rökgaserna med kalkvattendimma, som ger kalkhaltiga, finkorniga rester. SLAGG-konceptet avser bottenaskor från förbränningsanläggningar med rosterprocesser. Hanteringen med flygaskor från förbränning av biobränslen beskrivs i en särskild handbok [10] medan slaggrus utan sammansättning med krossat bergmaterial redovisas i [6].

Beroende på förbränningsteknik och bränslen blir askornas sammansättning olika i korngradering och kemiskt innehåll. Bottenaskan består av allehanda komponenter

5.2 Sortering och lagring av slaggrus



Bild 2. Avskiljning av metall är början på bottenaskans väg till slaggrus.

Picture 2. Separation of metals is the first step on the way from bottom ashes to slag gravel.



Bild 3. Lagring av färdigt slaggrus med sorteringsanläggning i bakgrunden.

Picture 3. Storing of slag gravel to be matured, the sorting equipment in behind.

Bottenaskor bör förvaras några månader i upplag för att reaktiva och lösliga ämnen ska hinna ombildas till stabilare föreningar. För bottenaskor handlar det också om att sänka pH. Det handlar i det fallet om 3-6 månaders lagring för att uppnå önskad effekt.

I bilaga D redovisas företaget Indavers separationsteknik, som har flera fördelar för SLAGG-produkterna: de svaga partiklarna mals ned, findelen och vattenlösliga salter och andra vattenburna ämnen tvättas bort och fukten binder återstående damm under den fortsatta hanteringen.

5.3 Stabilisering



Bild 4. Krossad asfalt tillför SLAGG-produkterna goda egenskaper .

Picture 4. Crushed asphalt brings good properties to the SLAGG-products .

Det finns möjligheter att binda ämnen kemiskt eller mekaniskt. Kända exempel är solidifiering av askor med cement eller silika och inkapsling med bitumen. Eftersom fokus just nu ligger på totalinnehåll borde utvecklingen snarare gå mot ökad separering.

Inblandning av krossad asfalt är en form av stabilisering. De stora kornen, som annars gärna rullar bort, hålls bättre samman och damningen dämpas. Det senare har inte minst betydelse för arbetsmiljön.

5.4 Tvättning



Bild 5. Tvättning är en beprövad och storskalig teknik för borttagning av findelen ur grusmaterial.

Picture 5. Large scale washing of gravel is a well-tried and widely used operation.

Tvättning av färdigkrossade materialfraktioner förekommer i storskalig drift i krossindustrin för olika syften. Utomlands finns exempel på tvättning av slaggrus för att bredda användningen (se bilaga D). Den geotekniska vinsten är att den siltiga findelen minskar, som annars begränsar mängden inblandat SLAGGgrus. Risken för damning minskar förmodligen också men det återstår att undersöka. Miljövinster är bl. a. minskat saltinnehåll och lägre konduktivitet i lakvattnet.

5.5 Val av komponenter



Bild 6. SLAGGgrus (t.v.) och BERGGrus klara att blandas samman.

Picture 6. SLAGGgrus (left) and BERGGrus ready to be mixed.

I förstärkningslager och till bärslagergrus utgör SLAGGsand och i förekommande fall ASFALTgrus komponenter tillsammans med krossat berg, BERGGrus. Komponenterna bestäms efter vilka egenskaper som efterfrågas och givetvis också efter vad som finns att tillgå. För en given SLAGG-komponent finns en idealisk BERG-komponent och vice versa men det är inte alltid möjligt att välja. För givna komponenter finns emellertid alltid ett bästa recept. Provningarna visar om resultatet är tillräckligt bra.

5.6 Tillverkning av vägmateriäl

Försöken som redovisas i bilagorna A-C visar några exempel på sätt att sortera och sätta samman material. I större skala och för kontinuerlig produktion kan det krävas andra utrustningar.



Bild 7. En trumsikt är en lätthanterlig och effektiv utrustning för uppdelning i kornstorlekar.

Picture 7. A drum screener is easy to use and effective to separate different grain sizes.



Bild 8. En lastmaskin med vägning är en enkel och säker blandning för små volymer.

Picture 8. A weighing front loader is a simple and reliable way of mixing small quantities.

Det finns många typer av utrustningar för siktning, dosering och blandning. Valet är i stort sett fritt i detta utbud men det bör anpassas till de enskilda förutsättningarna. Inte bara utrustningen utan också erfarenhet av hanteringen och ekonomin avgör.



Bild 9. Statisk blandare för sammansatta SLAGG-produkter.

Picture 9. A static mixer for combined SLAGG-products.



Bild 10. Mobil doseringsutrustning för sammansättning av komponenter.

Picture 10. Mobile feeding bins for combining components.

Dosering och blandning måste ske på ett kontrollerbart sätt och med registrering av komponenternas mängder. Blandningen kan ske på flera sätt, med lastmaskin som kan väga eller med doseringsfickor och s.k. static mixer. Omblandningen bör vara skonsam för att SLAGGgruset inte ska malas ned för mycket

5.7 Proportionering

Utgångspunkten för proportionering är en vald korngradering som visat sig fungera i fält eller genom laboratorieprovning. Basmaterial och tillskottsmaterial kan proportioneras efter vikt eller volym om densiteterna hos komponenterna skiljer sig för mycket åt.

Basprodukten i SAM-produkter består vanligtvis av krossat bergmaterial, som förutom en viss mängd finmaterial bidrar med de grövre kornen. Sammansättningen mellan partikelstorlekarna ska vara tätlagrad med en s.k. harmonisk korngradering (se nedan).

bärlager

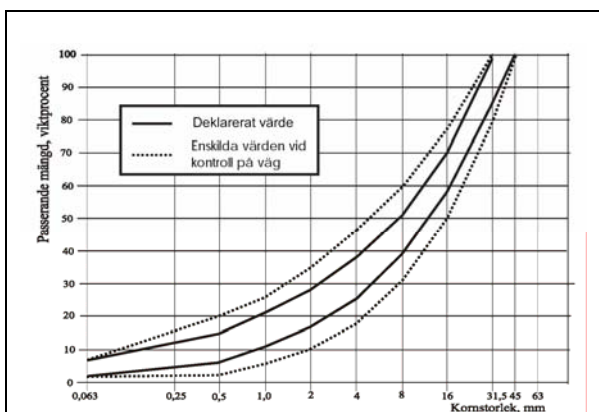


Diagram 2. Siktdiagram för proportionering av obundna sammansatta material till bärlagergrus 31,5 mm för belagda vägar. Källa: ATB VÄG, kap. E11.1

Diagram 2. Sieving diagram for design of unbound combined materials as base gravel 31,5 mm for paved roads. Source: Swedish road manual chapter E11.1

Tillförd mängd och gradering av SLAGG-komponenter styrs av:

1. kornens hårdhet och beständighet
2. proportionering mot föreskriven fördelning för bärlager i ATB VÄG (Diagram 2).

Den nominella andelen SLAGGgrus är 10-15 % utan särskilda åtgärder (se Tabell 5) Idealfördelningen för ett obundet bärlagergrus baseras på den s.k. Fullerfördelningen, som bl a används för proportionering av obundna överbyggnadsmaterial i det amerikanska dimensioneringskonceptet SUPERPAVE. Teorierna bakom Fullerdiagrammet och Fullerfördelningen förklaras i [3] och en version för bärlager visas i Diagram 3 och Diagram 4.

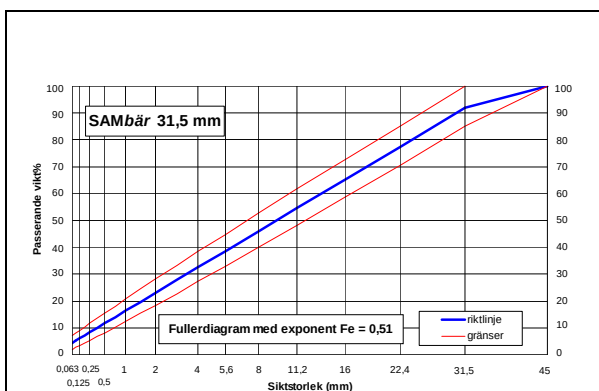


Diagram 3. Ideallinje i Fullerdiagram för proportionering av SAMbär 31,5 mm.

Diagram 3. Target composition in a Fuller diagram for base gravel SAMbär 31,5 mm.

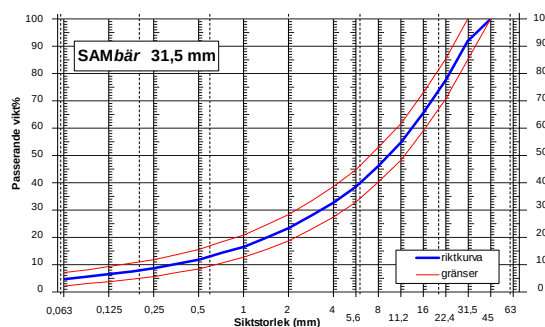


Diagram 4. Linjerna från Fullerdiagrammet uppritade i ett konventionellt, logaritmiskt siktdiagram.

Diagram 4. The lines from the Fuller diagram drawn in a conventional, logarithmic sieving diagram.

Nya kombinationer eller okända material bör kontrolleras med vibrering i CBR-formar (California Bearing Ratio) eller motsvarande vid optimal vattenhalt. Då kan man uppnå materialets mest tätlagrade sammansättning. Den bästa SAM-linjen behöver inte vara helt rät i Diagram 3, eftersom korndensiteterna kan vara olika för komponenterna. Eftersom kornfördelningar egentligen beskriver ett volymförhållande justeras komponenternas andelar efter olikheterna i densitet (se bilagorna A, B och D; lättare material

minskas, tyngre ökas). Kornens form spelar också in. De funktionella aspekterna efter provblandningar avgör slutligen den ideala SAM-linjens form och läge.

förstärkningslager

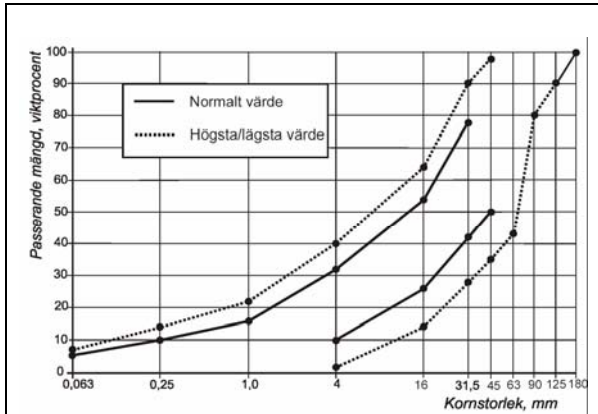


Diagram 5. Siktdiagram för proportionering av sammansatta obundna material till förstärkningslager för belagda vägar. Källa: ATB VÄG, kap. E11.2

Diagram 5. Sieving diagram for design of unbound combined materials as sub-base gravel for paved roads. Source: Swedish road manual chapter E11.2

För SLAGG-produkter gäller följande begränsningsregler för tillsatt mängd och gradering till förstärkningsmaterial:

1. kornens hårdhet och beständighet
2. proportionering mot föreskriven fördelning för förstärkningslager i ATB VÄG (Diagram 5).

Nominell andel SLAGGgrus bör inte överstiga 15-20 %.

skyddslager

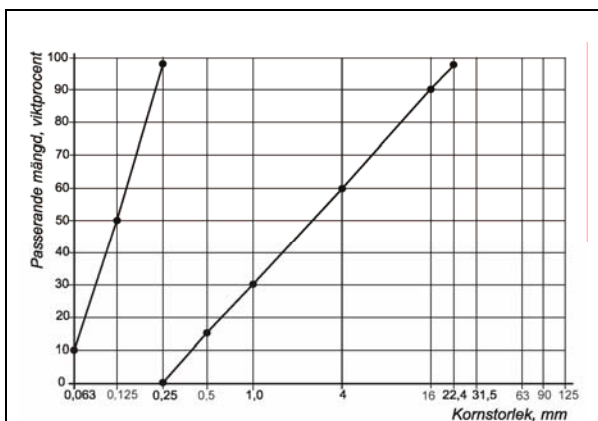


Diagram 6. Siktdiagram för proportionering av sammansatta obundna material till materialskiljande lager. Källa: ATB VÄG, kap. E10.1

Diagram 6. Sieving diagram for design of unbound combined materials as protective layer for paved roads. Source: Swedish road manual chapter E10.1

Samtliga SLAGG-produkter kan användas i materialskiljande lager. Om SLAGGgrus uppfyller kraven i Vägverkets ATB VÄG kan det användas utan inblandning av BERGgrus.

5.8 Nominella recept

Varje SLAGG-produkt måste proportioneras efter komponenternas geotekniska och miljömässiga egenskaper. Från provblandningarna och utvärderingen av försöksytorna erhöles lämpliga värden att börja med. SLAGGgrus 0,25-11,2 står för tvättat slaggrus. Den maximala kornstorleken 11,2 mm säkerställer att lätt identifierbara rester tagits bort. Den nedre storlek 2 mm för BERGgrus är en markering av att kornsammansättningen kan/ska vara stenrik. Nedre storlek 1 mm för ASFALTgrus är ett konstaterande av att det normalt ser ut så för den komponenten.

Tabell 5. Nominell sammansättning av sammansatta SLAGG-produkter.

Table 5. Nominal compositions of combined SLAGG-products.

KOM-produkt	Andel KOM-produkter i respektive SAM-produkt, vikt%										
	Obundet bärlager				Förstärkningslager					Skyddslager	
	SLAGGbär		SLAGGASFALTBär		SLAGGför		SLAGGASFALTför		SLAGGgrus	SLAGGgrus	
										I väg- byggnad	Efter särskild utredning ¹
SLAGGgrus 0-11,2	10	-	15	-	15	-	20	-	-	-	100
SLAGGgrus 0,25-11,2	-	20	-	30	-	30	-	40	100	100	100
SLAGGgrus 0- ≥16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
ASFALTgrus 1-16	-	-	15	10	-	-	15	10	-	-	-
BERGgrus 2-31,5	90	80	70	60	-	-	-	-	-	-	-
BERGgrus 2-45	-	-	-	-	85	70	65	50	-	-	-

¹ Beskrivs närmare i dokumentet "Slaggrus från SYSAV, Varuinformation 2007"

6 Byggande

6.1 Redovisning i bygghandling

I de fall SLAGG-produkter föreskrivs eller tillåts i projektering och upphandling används benämningarna i kapitel 1.5 för produkterna med hänvisning till denna publikation. I förekommande fall anges produktnamnen i mängdförteckningar, utförandebeskrivningar, relationsritningar, tvärsektioner och andra upphandlings- eller kontraktsunderlag.

I anmälnings-, tillstånds- eller bygglovsärenden redovisas byggvarudeklaration för alla produktslag som avses komma till användning, även för konventionella ballastprodukter. I framtiden bör alla material som används i anläggningskonstruktioner deklareras och noteras i bygghandlingar, oavsett var de kommer ifrån eller vad de anses bestå av. Det sker lämpligen med byggvarudeklarationer (se bilaga E), som kommer att få en viktig praktisk funktion i framtiden.

6.2 Drift- och underhåll

En av grundtankarna med SLAGG-konceptet är likhetsprincipen, d.v.s. de sammansatta materialen ska inte i något avgörande funktionellt avseende skilja sig från konventionellt tillverkade anläggningsmaterial av bergkross. Det har bland annat betydelse för drift och underhållsarbetet. Lagningar och kompletteringar av konstruktioner med SLAGG-produkter ska kunna göras med vilket konventionellt material som helst, och vice versa, utan att själva materialvalet ska ha betydelse för konstruktionen.

6.3 Återbruk, deponering eller överlåtelse

Material ska oavsett ursprung och sammansättning bedömas i befintligt skick, som det avfall det formellt är när det tas bort. Kvalitetssäkrade, sammansatta obundna material med slaggrus, SLAGG-produkter, ska betraktas som likvärdiga med material av enbart bergkross i det avseendet, såväl tekniskt som miljömässigt. Omhändertagna material från reparationer eller annan borttagning ska kunna återanvändas eller förvaras på samma premisser som konventionellt tillverkade bergkrossmaterial. Bäst är att återföra materialen till ursprungsplatsen. Där är de kända och man vet hur de ska processas för att återfå ursprunglig kvalitet.

I samband med överlåtelse lämnas uppgifter om objektet i form av bygghandlingar till nästa användare eller slutkund. De ska innehålla byggvarudeklarationer för alla använda produkter, oavsett ursprung och materialslag.

7 Kvalitetskrav och kontroll

Figur 1 i kapitel 2 visar schematiskt produktionskedjans kontrollstationer. Den första syftar till att kvalitetssäkra bearbetat avfall till komponenter för fortsatt tillverkning av anläggningsmaterial. Typprovningen av KOM-produkten redovisar:

1. Miljöbedömning (totalinnehåll och utlakning av metaller och salter, arbetsmiljöbedömning)
2. Petrografi
3. Densitet
4. Siktning och benämning.

De sammansatta SLAGG-produkterna kan bestå av endast SLAGGgrus för de funktioner där det passar eller vara sammansatta med BERGgrus och/eller ASFALTgrus. Efter ytterligare bearbetning och blandning kontrolleras och redovisas SLAGG-produkterna med samma kvalitetsparametrar som krävs för konventionella krossprodukter enligt Tabell 4. Miljövärdena för slutprodukten vägs samman från mätningar av komponenterna.

Kontrollen av inblandad asfaltmängd sker med bitumenanalys av KOM-produkterna ASFALTgrus respektive SLAGGASFALTgrus och SAM-produkten SLAGGASFALTbär. Siktning av extraherat och oextraherat material i SLAGGASFALTbär bedöms med särskilt beräknade gränskurvor. Det gäller också produkter som sammansatts av material med olika densiteter.

Utformningen av överbyggnaden och utförandekontroll följer beskrivningarna i ATB VÄG i de kapiteldelar som hänvisas till i Tabell 2.

Slaggrus från SYSAV i Malmö, Renova i Göteborg och från Umeå Energis kraftvärmeverk i Dåva har använts i vägkonstruktioner och andra överbyggnader i många år. Kvalitetskontrollen och uppföljningarna har varit omfattande. Inga miljöeffekter har kunnat konstateras. SAM-konceptet bidrar till att ytterligare minska sannolikheten för några negativa följdverkningar.

8 Rekommendationer och användning

Sammansättningen av SLAGGgrus, ASFALTgrus och BERGgrus bör inledningsvis ske på anläggningar där man hittills har förvarat och bearbetat bottenaskor. Det handlar oftast om deponier nära kraftvärmeverken.

Produktionen bör inledningsvis utföras av aktörer och entreprenörer som är väl förtrogna med materialen. Deras erfarenhet och kunnighet är en extra säkerhet och man får samtidigt möjlighet att ytterligare förbättra den förebyggande kvalitetssäkringen.

Efter inledande övningsarbeten inne på deponierna görs externa arbeten med utförare som hanterar materialen för första gången. Först då sätts förberedelser och kvalitetssäkring på verkliga prov och kan utvärderas och justeras tills konceptet är färdigt att släppas ut på marknaden.

Nya SLAGG-produkter lanseras på utvalda typobjekt med uppföljningsprogram. Alla försiktighetsmått och kvalitetssäkrande åtgärder redovisas för att övertyga kunderna om materialens användbarhet och säkerheten i hanteringen.

9 Inriktning på fortsatt utvecklingsarbete

Uppdelningen av bottenaskornas beståndsdelar bör drivas längre. Metaller kan utvinnas och geotekniskt ogynnsamma findelar kan avskiljas tills i stort sett bara sandliknande mineraler återstår. Ju längre separationen drivs desto lättare blir det att finna avsättning för återstoden.

Det förekommer utvecklingsarbeten för att återvinna metaller ur flygaskor från avfallsförbränning. Det ger samtidigt möjlighet att reducera askornas innehåll av ämnen som finns i för höga halter. Findelen i slaggrus har sammansättningsmässiga likheter med flygaska. Båda borde kunna efterbehandlas på liknande sätt och därmed skulle delar av dem komma till nytta igen och återstoden till deponering skulle minska.

Svenska och utländska exempel på tvättning och behandling av tvätrester bör studeras närmare. Även om det inte är aktuellt med tvättning av alla askor kan det visa om det överhuvudtaget är en framkomlig väg för miljö- och tekniksäkring. Exakt var eller när och i vilken omfattning det kan komma att ske är inte avgörande. Det handlar om att stimulera nytänkande som kan få betydelse, om så bara i något enskilt fall. Bara möjligheten att det kan bli avstampet för nya och hittills okända lösningar gör mödan värd.

10 Litteraturreferenser

- [1] Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad. *VV Publ 2007:110. Vägverket. Borlänge. 2007.*
- [2] ATB VÄG. *VV Publ 2004:111. Vägverket. Borlänge. 2004.*
- [3] Tyllgren, P. Teknisk beskrivning. Sammansatta obundna material för väg- och anläggningsbyggande. *SBUF11496/11675. Stockholm. Mars 2006.*
- [4] Obundna överbyggnadsmaterial – specifikationer. *SS-EN 13285. SIS. Stockholm. Oktober 2004.*
- [5] Tyllgren, P. Kretslopp i anläggningssektorn – Probleminventering och åtgärdsförslag. *SBUF/Skanska ra021125a. Stockholm/Malmö. Maj 2003.*
- [6] Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av avfall. *RVF Rapport 02:10. ISSN 1103-4092. Avfall Sverige Utveckling. Malmö. April 2002.*
- [7] Karlsson J., Malm, M. Slaggrus i väg- och anläggningsbyggande – översikt och insatser för ökad användning. *Thesis 142. Lunds Tekniska Högskola. 2005.*
- [8] ATB VÄG Krossad betong i vägkonstruktioner. *VV Publ 2004:11 Vägverket. Borlänge. 2004.*
- [9] Luftkyld masugnsslagg – hyttsten – i vägkonstruktioner. *VV Publ 2005:39. Vägverket. Borlänge. 2005.*
- [10] Handbok. Flygaska i mark- och vägbyggnad. Grusvägar. *Rapport nr 954. Värmeforsk. Stockholm. 2006.*

Bilagor

A Provning av SLAGG-produkter från SYSAV i Malmö

För att skaffa erfarenhet av fullskalig hantering med sammansatta SLAGG-produkter utfördes provblandningar och utläggning på SYSAVs avfallsanläggning Spillepeng norr om Malmö under perioden september till december 2006.

Innehåll

A.1	FÖRBEREDELSE	1
A.2	PROVVÄG	3
	<i>Kornstorlekar</i>	7
	<i>Densiteter och absorption</i>	8
	<i>Findelen</i>	9
	<i>Kommentarer till materialanalyserna</i>	12
A.4	FÄLTMÄTNINGAR	13
	<i>Fallviktsmätning</i>	13
	<i>Spårdjupsmätning</i>	15
A.5	ARBETSMILJÖ	16
A.6	DISKUSSION	16
A.7	SLUTSATSER	17
	LITTERATUR	17

A.1 Förberedelser

Slaggrus från förbränning av blandade hushållssopor och verksamhetsavfall fanns lagrat sedan sex månader på Spillepeng i Malmö. Materialet hade rensats från metalliskt innehåll och annat oförbränt och fränsiktats korn större än 45 mm. Laboratoriesiktning visade att fraktionen i huvudsak var mindre än 22,4 mm. För att ta bort återstående lätt identifierbara rester siktades slaggruset genom en trumsikt med maskstorlek 15 mm. Av de c:a 15 % som togs bort fanns en del metall som skulle kunna avskiljas och resten hade kunnat malas ned till finare fraktion.



Bild 1. SYSAVs sorteringsanläggning för bottenaska på Spillepeng i Malmö.

Picture 1. The SYSAV sorting site for bottom ashes at the Spillepeng landfill in Malmö.



Bild 2. Bitar av metall avskiljs i flera steg.

Picture 2. Pieces of metal are separated in several steps.



Bild 3. Efter mognad i sex månader är slaggruset klart för användning.

Picture 3. After maturing for six months the slag gravel is ready for use.



Bild 4. Material större än ca 10 mm togs bort genom trumsiktning.

Picture 4. Grains larger than appr. 10 mm was removed by a drum screener.

Stenmaterialet kom från Sydsten i Dalby och utgjordes av ett bergkrossat bärlagergrus 31,5 mm enligt Vägverkets anvisningar. Krossad asfalt 16 mm levererades från ÅGAB i Malmö.



Bild 5. Bergkrossmaterialet kom från Sydstens täkt i Dalby.

Picture 5. The crushed rock came from the Sydsten company in Dalby.



Bild 6. Krossad asfalt kom från ÅGAB i Malmö.

Picture 6. The crushed asphalt was delivered by the ÅGAB company in Malmö.

De tre materialkomponenterna, SLAGGgrus 0-8, BERGgrus 0-22,4 och ASFALTgrus 1-16, samlades inne på SYSAVs anläggning. Fyra olika sammansättningar för SAM-bärlagerprodukterna SLAGGbär respektive SLAGGASFALTBär blandades för okulär bedömning. Bland exemplen valdes sedan två ut för provning i en vägkonstruktion och för jämförelse med konventionellt bärlagergrus.

Tabell 1. Andelar komponenter i sammansatta material till SLAGGbär och SLAGGASFALTBär för provning på Spillepeng i Malmö.

Table 1. Amounts of components in combined unbound materials for SLAGGbär and SLAGGASFALTBär for testing at the Spillepeng landfill in Malmö.

KOM-produkt	Andel KOM-produkter i respektive SAM-produkt, vikt%			
	SLAGGASFALTBär 31,5		SLAGGbär 31,5	
SLAGGgrus 0-8	20	40	20	40
ASFALTgrus 1-16	10	10	-	-
BERGgrus 0-22,4	70	50	80	60

Först blandades SLAGGgrus och ASFALTgrus i olika andelar, som därefter blandades med BERGgrus (bärlagergrus) enligt tabellen. Recepten baserade på önskad kornfördelning för bärlagergrus enligt ATB VÄG och tidigare erfarenhet av sammansatta material. ASFALTgrus i rätt mängd och fraktion binder samman både findelar och stenmaterial. 20 ton tillverkades av varje recept.



Bild 7. Lastmaskin med våg blandade samman materialen.

Picture 7. The materials were mixed with a weighing front loader.

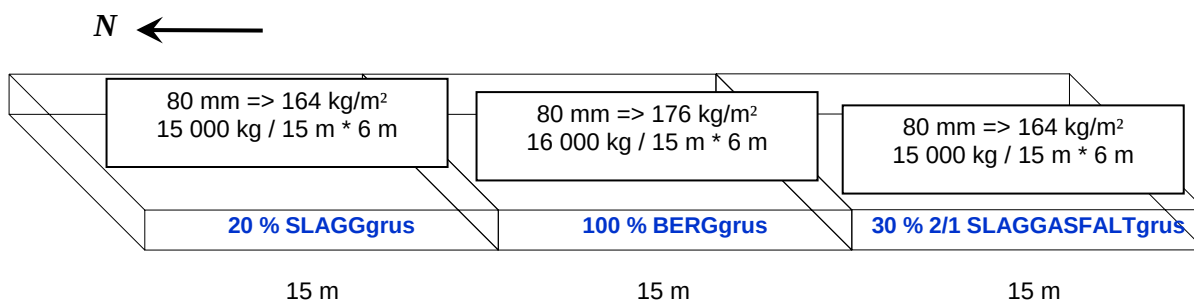


Bild 8. Högarna placerades intill varandra till påseende och jämförelse.

Picture 8. The piles were placed quite close to be viewed and compared.

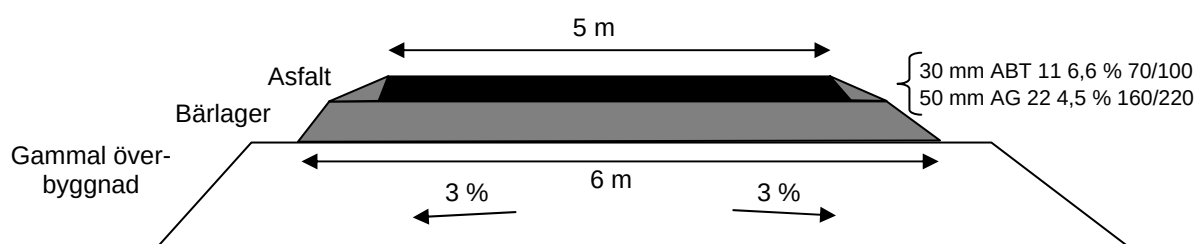
A.2 Provväg

En obelagd sidoväg för tunga dumpertransporter på Spillepeng försågs med bärlagergrus av olika sammansättning och med två lager asfalt. Grusbärlagren utgjordes av SLAGGASFALTBär, SLAGGbär och konventionellt bärlagergrus (BERGbär) och asfalten av AG 22,4 och ABT 11 enligt Figur 1 och Figur 2.



Figur 1. Provytornas mått och de obundna materialens mängder och tjocklekar.

Figure 1. The measurments of the test sections and the amounts and thicknesses of the materials.



Figur 2. Provytornas tvärsektion.

Figure 2. The cross section of the test sections.

Vägen är uppbyggd av fyllningsmaterial och utgjorde invallning när området fylldes ut i Lommabukten för 10-talet år sedan. Vallarna har efterhand belagts med asfalt och trafikerats numera av transporter med avfall.

Tabell 2. Tidtabell för utförande och uppföljning av provväg på Spillepeng.

Table 2. Time table for execution and follow up of the test road at the Spillepeng landfill.

Moment	Tid
1. Fallviktsmätning på justerat, vältat och bomberat underlag	2006-11-28
2. Utläggning och vältning av bärlager	2006-11-29
3. Fallviktsmätning på vältad bärlageryta	2006-11-30
4. Utläggning av asfalt	2006-12-08
5. Fallviktsmätning på nylagd asfalt	2006-12-20
6. Fallviktsmätning på asfalt efter trafikering	2007-08-24

Efter avjämning av underlaget, som trafikerats med dumprar och lastbilar under flera år, tippades vägda lass med bärlagermaterialen på utstakade avsnitt och breddes ut med laserstyrd lastmaskin.



Bild 9. Respektive bärlagermaterial spreds på utstakade avsnitt.

Picture 9. Respective base gravel was distributed on marked out sections.



Bild 10. Materialen breddes ut med laserstyrd grävmaskin.

Picture 10. The materials were adjusted by a laser guided excavator.

Anslutningarna till omgivande vägar byggdes upp med resterande bärlagermaterial. Ytorna vältades med vibrerande vält.



Bild 11. Anslutningarna byggdes med resterande SLAGG-produkter.

Picture 11. The ends were built with the remaining SLAGG-products.



Bild 12. Lagren packades med vibrerande vält.

Picture 12. The layers were compacted with a vibrating roller.

Asfalten byggdes upp av två lager, 50 mm bärlagerasfalt AG 16 och 30 mm slitlager ABT 11.



Bild 13. På grusbärlagrets lades först ett lager AG 16.

Picture 13. 50 mm of base course asphalt was first placed upon the base gravel.



Bild 14. Som slitlager lades 30 mm ABT 11.

Picture 14. 30 mm of ABT 11 was placed on top as a wearing course.

Avslutningsvis breddades den ena vägsidan något och stödkanter lades ut av samma slag som underliggande bärlager.

A.3 Materialanalyser

Kornstorlekar

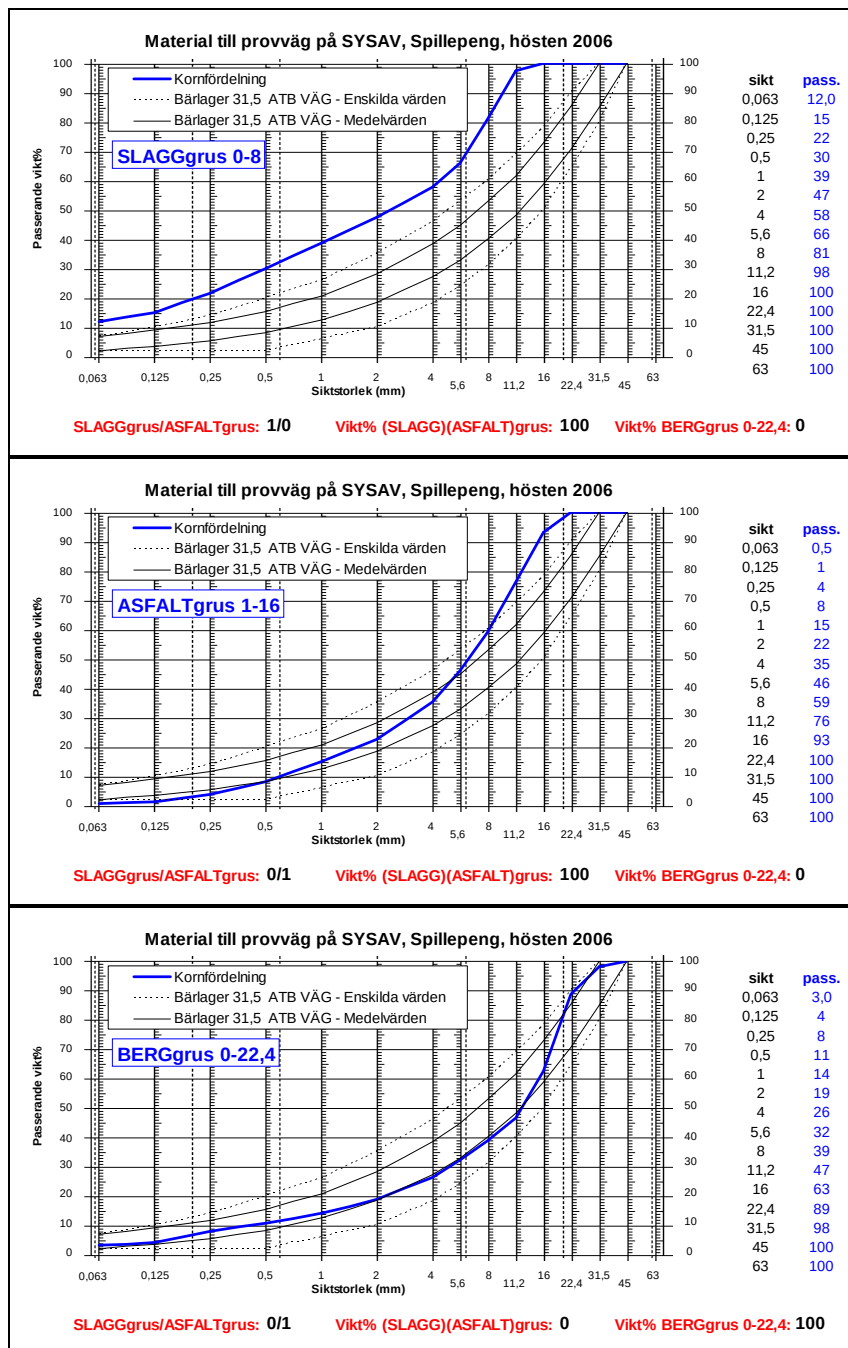


Diagram 1. Kornfördelningar för KOM-produkter (komponenter).

Diagram 1. Grain size distributions of KOM-products (components).

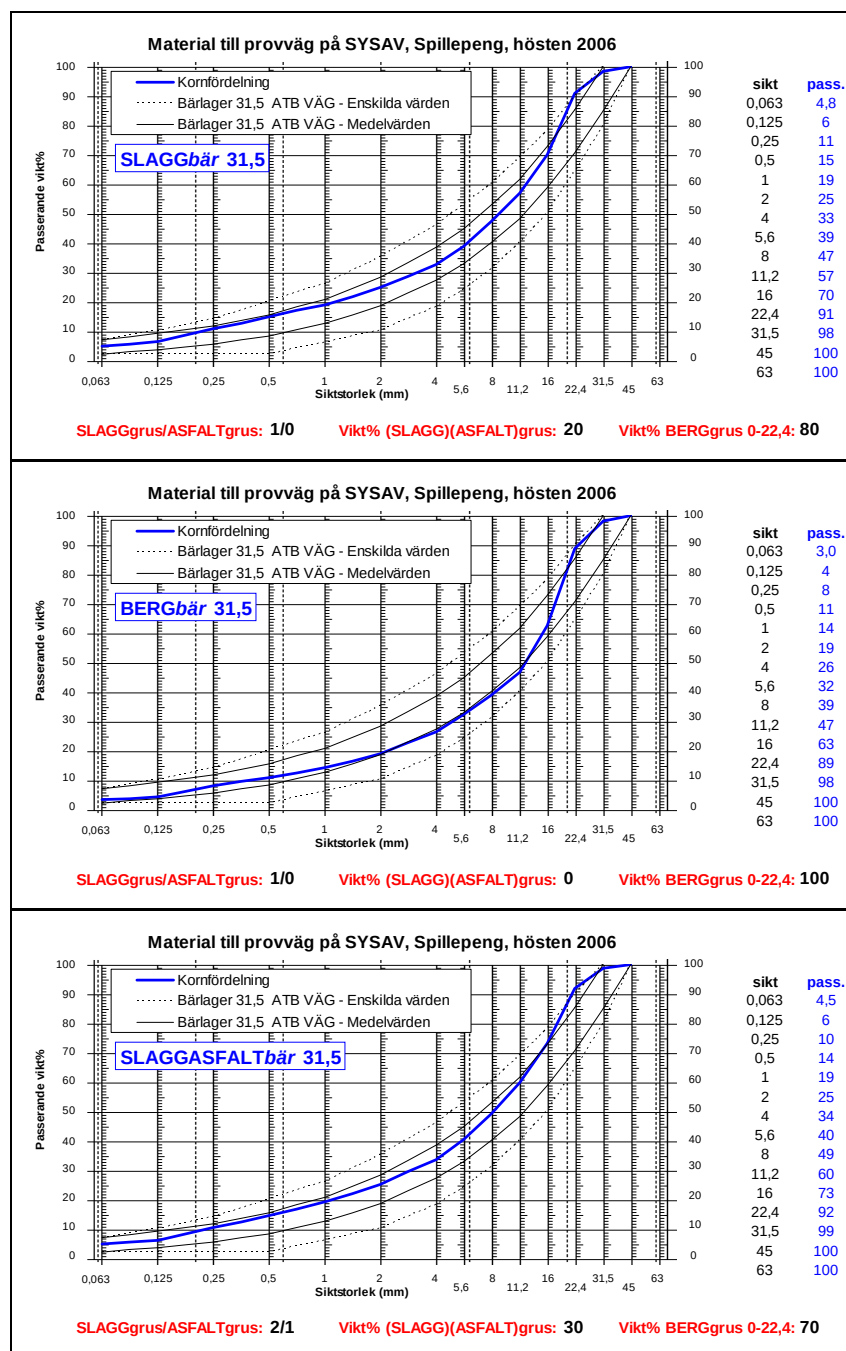


Diagram 2. Kornfördelningar för de sammansatta SLAGG-produkterna till provytorna.

Diagram 2. Grain size distributions of combined SLAGG-products for the test sections.

Densiteter och absorption

Densiteterna bestämdes enligt SS EN 1097-6 i tre tillstånd: *ugnstorr* = (torr vikt) / (volym inklusive vatten), *yttorr* = (vikt med vatten) / (volym med vatten), *skenbar* = (torr vikt) / (volym minskad med vattnets volym). Densiteterna har de engelska beteckningarna *oven-dry*, *saturated surface-dry* och *apparent*. Fuktinnehållet åstadkoms med olika behandlingssteg beroende på fraktion ($\geq$, < 4 mm), så att partiklarna är fuktmättade men inte blöta på ytorna. Ugnstorr densitet används som korrektionsfaktor, när torra partiklar

med olika densitet ska fogas samman till en viss lagringstäthet. Yttorr densitet beskriver tillsammans med ugnstorr densitet partikelvikten i en konstruktion i torrt respektive fuktigt tillstånd. Med kännedom om hålrumshalten mellan partiklarna kan vikten på ett materiallager beräknas. Skenbar densitet ("maximal") antyder vad partiklarna består av. Ett mycket högt värde, t.ex. över $3,5 \text{ g/cm}^3$, indikerar innehåll av någon metall. Absorptionen av vatten beskriver partikelhålrummet. Multipliceras vattenhalten med skenbar densitet fås hålrumshalten uttryckt i volymprocent. I fallet med SLAGGsand 0-2 blir det 37 vol%, vilket är ett mycket stort hålrum.

Mätmetoden föreskriver delning på 4 mm. I fallet SLAGGsand/-grus gjordes samtidigt andra mätningar (kapillaritet och utlakning) där materialen delas på 2 mm. Det hade sannolikt inte någon avgörande betydelse för mätresultaten.

Tabell 3. Densiteter och absorption enligt SS-EN 1097-6.

Table 3. Densities and absorption according to SS-EN 1097-6.

Producent	Material	Fraktion	Densitet, g/cm^3			Absorption
			Ugnstorr	Yttorr	Skenbar	vikt %
SYSAV	SLAGGsand	0-2	1,98	2,25	2,71	13,5%
	SLAGGgrus	2-22,4 ^{*)}	2,32	2,44	2,64	5,2%
Sydsten	BERGsand	0-4	2,56	2,61	2,70	1,9%
	BERGgrus	4-31,5 ^{*)}	2,68	2,70	2,73	0,7%

^{*)} tvättat på 0,063 mm



Bild 15. Utrustning för att åstadkomma yttorr tillstånd hos material mindre än 4 mm.

Picture 15. Equipment for achieving a saturated surface-dry condition in materials less than 4 mm.



Bild 16. Densiteterna bestämdes i vatten och med pycnometer.

Picture 16. The densities were determined in water with a pycnometer.

Findelen

Egenskaperna hos den finaste materialdelen under 0,063 mm har betydelse för obundna materials stabilitet, framförallt vid hög vattenhalt. Det kan inträffa under utläggning men också i extrema fall i konstruktionen (t. ex vid tjällossning). Då bör findelen inte vara alltför vattenkänslig, dvs göra grusmaterialet instabilt, alternativt förekomma i så liten mängd att det inte har någon verkan. Sättet att undersöka detta har skiftat under

historiens gång. Idag talas det om *SE-värdet* (Sandequiväldent, *Sand Equivalent*) enligt SS-EN 933-8 eller i några fall om *Metylenblå-provning* enligt SS-EN 933-9. Längre tillbaka provades *kapillaritet* enligt VV MB 24. För att karakterisera slaggrusets findel 0-2 mm gjordes alla 3 provningarna, som jämförs med vanliga värden för krossat berg.

Tabell 4. Provning av findel i SLAGGsand 0-2, BERGsand 0-2 och en blandning och jämförelse med normala värden (, **).*

Table 4. Testing of fines in SLAGGsand 0-2, BERGsand 0-2 and one mixture and a comparison with normal values (, **).*

Företag	Material	Sandequiväldent SE, %	Metylenblå MB, g/kg	Kapillaritet cm
SYSAV	SLAGGsand 0-2	35	1,6	195
Sydsten	BERGsand 0-2	56 *)	0,4 **)	65
SYSAV Sydsten	38 vikt-% SLAGGsand 62 vikt% BERGsand ***)	-	-	90

*) Vanligt värde enligt sammanställning av Anna Sigurdsson, Skanska

**) Vanligt värde enligt utredning av Niclas Krona, Skanska

***) Blandningen motsvarar andelarna i sammansatta delen 0-2 mm efter blandning av 20 vikt% SLAGGgrus med BERGgrus.

Det beräknade värdet för kapillaritet efter andelar i blandningen skulle bli betydligt över 100 cm. Bergkrossfindelen har tydligen större inverkan än vad andelen representerar. Sandequiväldentvärdet ska överstiga 30 %. Metylenblåvärdet är högt men kasserar inte materialet utan lägger det i den "sämsta" kategorin ("level 1", högst bland 3) enligt ett förslag till klassificering inom CEN. Kapillariteten för SLAGGsand kan jämföras med silt (finmo enligt äldre nomenklatur), som ligger i tjälfarlighetsklasserna 2 till 3 och materialtyperna 3B, 4A och 4B enligt ATB VÅG. Om det hade rört sig om ett jordmaterial, skulle det behöva täckas med minst 50 cm överbyggnad förutom beläggning och tjälskydd efter klimatzon.



Bild 17. Utrustning för bestämning av metylenblåvärde, MB.

Picture 17. Equipment to determine the methylene blue value, MB.

Foto: OFI Testing Equipment, USA



Bild 20. Utrustning typ M/50 för bestämning av kapillaritet.

Picture 20. Equipment type M/50 to determine the capillarity.

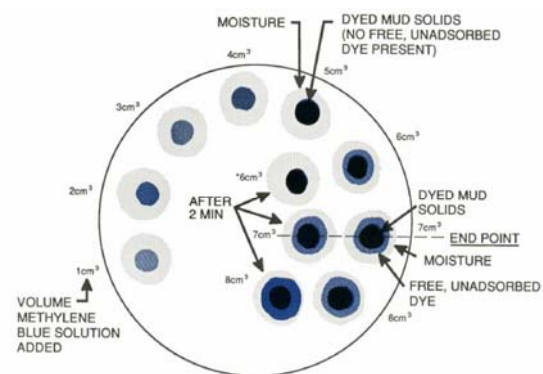


Bild 18. MB-värdet är mängden blå vätska som krävs för att fylla fuktfläcken på filterpappret. Ju mer desto högre värde och högre absorptionsförmåga, dvs siltig karaktär hos fin-delen.

Picture 18. The MB-value is the amount of blue liquid it takes to fill out the moisty spot on the filter paper. A high value indicates a high absorbing capacity, that is a silty characteristic of the fines

Source: OFI Testing Equipment, USA

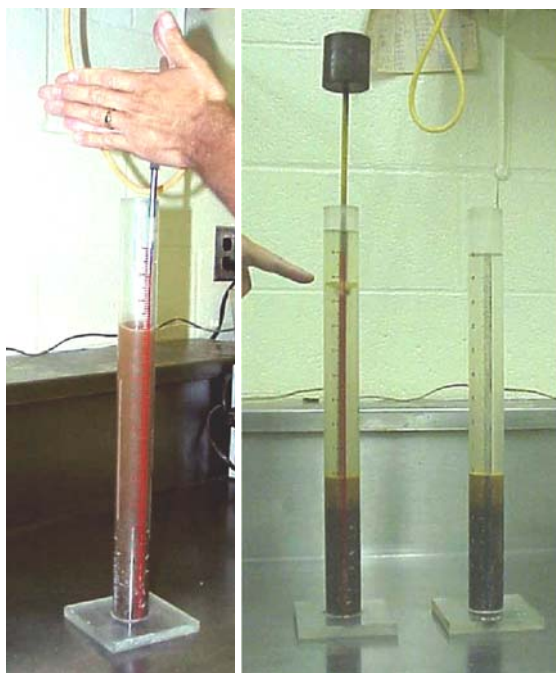


Bild 19. Utrustning och förfarande för bestämning av sandekvivalentvärde, SE.

Picture 19. Equipment and procedure to determine the sand equivalent value, SE.

Foto: California DOT, USA

I en tidigare utgåva av dagens ATB VÄG (VÄG 94) fanns bestämmelser för material till bärlagergrus angående materialdelen mindre än 0,002 mm. Då var det vanligt att bärlagergrus gjordes av naturgrus, som kunde innehålla lera eller silt. Citat ur VÄG 94: När Halt (0,075/tot) är större än 5 viktprocent skall Halt (0,002/0,075) bestämmas enligt SS 02 71 24, "Kornfördelning - Sedimentering, hydrometernmetoden". Halt (0,002/0,075) får vara högst 20 viktprocent. Här är mängden 0,002/0,075 i SLAGGgrus ca 22 vikt%. Det skulle sätta gränsen för inblandad mängd SLAGGgrus till mindre än 20 vikt% enligt siktkurvorna i provblandningarna. 0,075 mm-värdet ligger sannolikt över 5 vikt% för de provade blandningarna, eftersom man bör ta höjd för nedkrossning. Det skulle medföra att mängden tillsatt SLAGGgrus inte bör överstiga ca 15 vikt% enligt de gamla anvisningarna.

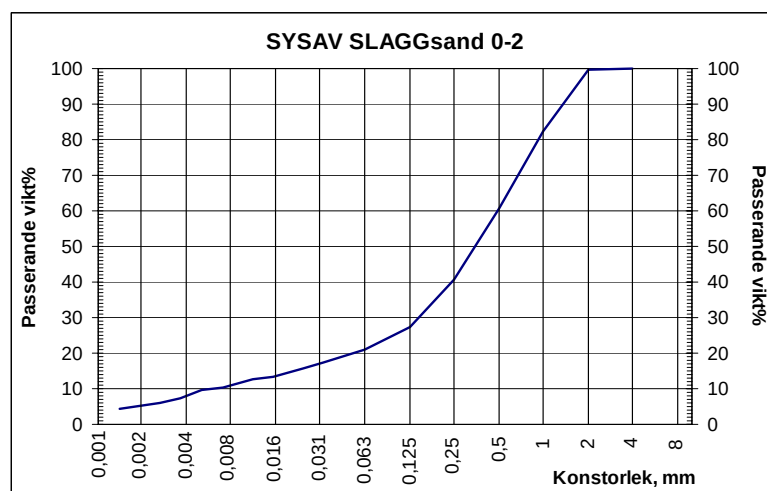


Diagram 3. Sedimentationsanalys av kornfördelning för SLAGGsand 0-2 ned till 0,002 mm.

Diagram 3. Sedimentation analysis of grain size distribution of SLAGGsand 0-2 down to 0,002 mm.

Kommentarer till materialanalyserna

Sammansättningen har valts utan hänsyn till densiteterna. Gränskurvorna i ATB VÄG bygger på att fraktionerna har någorlunda samma densitet. Eftersom sammansättningarna i slaggstudien ändå bygger på kvalificerade gissningar har det inte så stor betydelse i det fallet. Variationen av sammansättningar spänner ändå över ett visst område, som bör fånga in lämpliga recept. I fallet med "40 % SLAGGgrus" skulle vikten SLAGGgrus i så fall sänkas till 35 vikt% för torrt material och till 37 vikt% för fuktigt, om det skulle motsvara samma volymandel BERGgrus i den fraktionen. När materialen blir bättre kända finns det anledning att använda volumetrisk sammansättning för precisionens skull. I produktionen måste sedan värdena räknas om till motsvarande viktandelar, eftersom de flesta doseringsutrustningar arbetar med vägning.

I gällande ATB VÄG baseras den geotekniska bedömningen av de finaste materialdelarna på SE-värdet (se Tabell 4). Där godkänns SLAGGsand med knapp marginal (SE-värde 35 % för SLAGGsand, gränsvärde ≥ 30 %). Det kasseras inte heller av Metylenblå-provningen, även om SLAGGgrus hamnar i en lägre klassning.

A.4 Fältmätningar

Fallviktsmätning

Bärförmågan hos underlaget mättes med *tung fallvikt*. Eftersom den tunga fallvikten registrerar bärigheten på djupet och därmed alla lager sammantaget bedömdes de påförda bärlagren med *lätt fallvikt*.



Bild 21. Med tung fallvikt bedömdes bärförmågan hos underlaget.

Picture 21. The bearing capacity of the sub-base was determined with a heavy falling weight deflectometer.



Bild 22. Stabiliteten hos bärlagermaterialen mättes med lätt fallvikt.

Picture 22. The stability of the base gravels was measured with a light falling weight equipment.

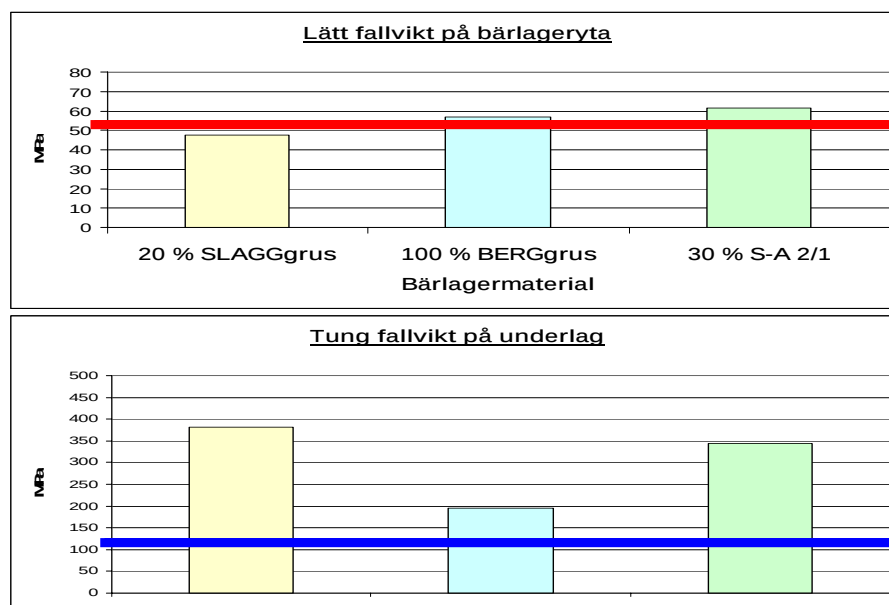


Diagram 4 . Resultat från fallviktsmätning (lätt på bärlager överst, tung på förstärkning under).

Diagram 4. Results from falling weight testing (ligh on base gravel above, heavy on sub-base below)

— : Vanliga värden för bärlagergrus / Common values for base gravel

— : Riktvärde enligt tidigare vägmanualen ATB VÄG 2000. / Limit acc. to Sw. road manual.

Den gamla vägbanken har ojämn bärighet men på en hög nivå, även där den är svagast. De obundna ytorna hade god stabilitet vid teststillfället. Tiden innan asfalten påfördes kom emellertid mycket regn. Grusmaterialen blev ordentligt blöta. En del av SLAGG-bär-avsnittet och anslutningarna utanför provytorna var så mjuka att asfalten krackele-rade. Under tiden fram till mätningen på asfaltytan, 12 dagar senare, hade överskottsvattnet avgått och materialen stabiliserats.



Bild 23. Fallviktsmätning en kylslagen decem-berdag 2006 på nylagd asfalt.

Picture 23. The bearing capacity measured on a chilly December's day in 2006 on recently paved surface.



Bild 24. Fallviktsmätning efter 8 månaders tung trafik i augusti 2007.

Picture 24. The bearing capacity measured after 8 months of heavy traffic in August 2007.

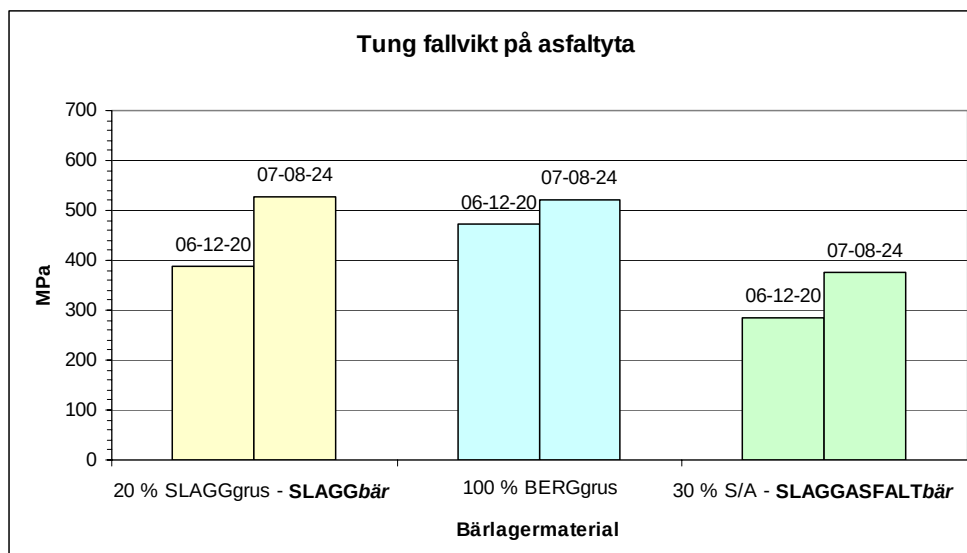


Diagram 5 . Resultat från tung fallviktsmätning på ny asfaltyta respektive efter 8 månaders trafik.

Diagram 5. Results from heavy falling weight testings on new asphalt and after 8 months of traffic.

Åtta månader senare har inte bara de obundna materialen konsoliderat. Asfaltlagren har hårdnat av packningen från trafiken. Med tanke på att slaggrus härdar i upplag, är det

tänkbart att samma sak har inträffat här. Huruvida detta är en gynnsam egenskap för en vägöverbryggnad är omtvistat.

Spårdjupsmätning

Spårutvecklingen är en avgörande parameter i bärighetsbedömningen. Över vägvägsnittet transporterades 45 000 ton avfall fram till mättillfället i augusti 2007. Fordonen kan inte mötas på det korta avsnittet (ca 60 m) utan körs i samma spår mitt på i båda riktningarna med last i ena riktningen och tomma i den andra. 40 000 ton kördes med lastbil och 5 000 ton med dumper. Lastbilarna (boggiebilar utan släp) vägde ca 25 ton fyllda och 14 ton tomma. Motsvarande för en dumper är 35 ton och 20 ton. Detta innebär omräknat till dimensionerande tunga axelpassager (ekvivalenta 10-tonsaxlar) ca 16 000. Det låter kanske mycket men det betraktas i vägsammanhang som en lågtrafikerad väg. Samma belastning har en tvåfältig väg med ca 1000 fordon per dygn.



Bild 25. Ytan spolades ren och stängdes av före mätarbetet.

Picture 25. The surface was washed clean and close off before measuring.



Bild 26. Spårdjupet mättes med en rätskiva.

Picture 26. The rut depth was measured using a straightedge.

Tabell 5. Resultat av spårdjupsmätning på provytorna på Spillepeng.

Table 5. Results from rut depth measuring on test sections at the Spillepeng landfill.

Profil nr	Spårdjup (mm)					
	SLAGGgrus 20 %		BERGgrus 100 %		SLAGGASFALT-grus 2/1 30 %	
	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster
1	3	4	4	3	2	4
2	4	6	3	3	3	3
3	3	4	3	3	3	3
4	3	3	4	3	4	3
5	5	4	3	4	4	4
6	4	3	4	4	4	4
Medelvärde	3,8		3,4		3,4	
Standardavvikelse	0,94		0,51		0,67	

Spårutvecklingen är mycket liten med tanke på den spårbundna trafiken. Det visar på ett stabilt underlag men också på stabila påförda lager. Det går än så länge inte att skilja konstruktionerna åt.

A.5 Arbetsmiljö

Slaggrus har hanterats öppet under många år på SYSAVs anläggning Spillepeng. Frågor om arbetsmiljön har ställts och mätningar har genomförts. Exponeringen för damm från slaggruset är den viktigaste hälsofaktorn. I en undersökning utförd av Previa 2001 [1.] samlades damm in med personburna dosimetrar. Dammets undersöktes på Yrkes- och miljömedicinska kliniken i Lund. Totalmängden och innehållet av kadmium och bly analyserades. Mängden damm låg på 2-4 % av Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde. Mängderna kadmium och bly låg på några promille av respektive gränsvärden. Det förekom också klagomål på svavellukt. Innehållet av svavel i gasfas är mycket lågt enligt en tidigare utredning av SYSAV. Det kan reduceras ytterligare genom luftning av upplagen.

Under förutsättning att slaggruset hålls fuktigt föreligger ingen hälsorisk utöver den som gäller för all hantering av ballast.

Slaggrus i upplag kan genom härdningen bilda överhäng som kan rasa ned under utlastning, på samma sätt som fruset ballastmaterial vintertid också kan bilda farliga överhäng. Det är kända faromoment för alla som hanterar sådana material.

Eventuell svavellukt eller andra avfallsrelaterade dofter är mer att betrakta som komfortproblem i de fall de besvärar.

A.6 Diskussion

Absolutnivåerna från bärighetsmätningarna har inte så stor betydelse. Det avgörande är utfallet av jämförelserna. Den gamla vägkroppen var ordentligt sammanpackad av flera års trafik. Byggrester som grus, tegel och betong bjöd på ett bra men, dessvärre för utvärderingen, skiftande underlag.

Mätresultaten stämmer med de subjektiva intrycken under utläggningen. När asfalten lades ut efter mycket regnande var SLAGGbär märkbart mjukt. Anslutningarna utanför själva provområdet som innehöll ännu mer SLAGGgrus var så mjuka att asfalten fick sprickor. SLAGGASFALTBär var acceptabelt fast under asfaltläggaren och 100 % BERGgrus, konventionellt bergkrossat bärlagergrus, var opåverkat av blötan. Det krossade bergmaterialet var för övrigt väl graderat som slutprodukt och egentligen inte idealiskt som komponent till SLAGG-komponenterna.

SLAGGgrus och ASFALTgrus fungerade bra som bindande material men bara upp till en viss mängd. Däröver börjar tillskottsmaterialens egenskaper att märkas. I fallet med SLAGGgrus handlar det om instabilitet vid överskott på vatten. 20 % SLAGGgrus var för mycket i det avseendet.

Detta kanske förvånar en del eftersom slaggrus använts med framgång i överbyggnader, inte som bärlager utan som fyllning och förstärkningslager. Där utsätts emellertid materialet inte för samma påkänningar som i bärlager helt nära ytan. Dels är effekterna av trafikens hjultryck större och dels är bearbetningen under utläggningen betydligt intensivare.

Den markant ökade styvheten hos SLAGGbär i den färdiga konstruktionen beror på en allmän konsolidering men en del också på härdning av SLAGGgrus, som har observe-

rats i andra vägstudier och i upplag. I konstruktioner för uppställningsytor kan detta vara en tillgång. I en flexibel överbyggnad, som en vanlig väg, kan det däremot få ogynnsamma effekter. Rätt utnyttjat är det en tillgång, felaktigt använt kan det leda till kostsamma reparationer. Genom att sätta en övre gräns för SLAGGgrus och blanda in ASFALTgrus kan detta hållas under kontroll. Jämförelser kan göras med BETONGgrus, som har liknande härdande egenskaper och som med fördel kan blandas med ASFALTgrus, vilket bl.a. görs i Danmark.

A.7 Slutsatser

1. SLAGGgrus och SLAGGASFALTgrus binder samman stenarna i BERGgrus på ett gynnsamt sätt för motverkande av separation och rörelser under byggtrafik.
2. Andelen SLAGGgrus bör understiga 20 vikt% om man vill säkra sig mot instabilitet av för mycket vatten.
3. ASFALTgrus reducerar vattenkänsligheten men det finns fortfarande en tendens till mjukhet med blöta material och SLAGGgrus-andelar över 20 vikt%.
4. 40 vikt% SLAGGgrus bör fungera som förstärkningsmaterial, i synnerhet i konstruktioner för uppställningsytor.

Litteratur

1. Kvalitetssäkring av slaggrus från förbränning av avfall. *RVF Rapport 02:10. ISSN 1103-4092. Avfall Sverige Utveckling. Malmö. April 2002.*

B Provning av SLAGG-produkter från Renova i Göteborg

I samband med anläggning av en sorteringsyta för metallskrot på Renovas avfallsanläggning i Tagene i norra Göteborg ville man prova olika sammansatta produkter med slaggrus. Grusarbetena och en del asfaltarbeten utfördes i februari-mars 2007. Resterande del av ytan asfalterades i maj. Fallviktsmätningar gjordes i juli 2007.

Innehåll

B.1	UTFÖRANDE	1
B.2	MATERIALANALYS	6
	<i>Kornstorlekar</i>	6
	<i>Densitet och absorption</i>	8
	<i>Findelens egenskaper</i>	8
	<i>Kommentarer till materialanalyserna</i>	9
B.3	FÄLTMÄTNINGAR	10
	<i>Bedömning under utläggning</i>	10
	<i>Fallviktsmätning</i>	10
B.4	DISKUSSION	11
B.5	SLUTSATSER	12

B.1 Utförande

Bränslet blandas på Renovas kraftvärmeverk i Sävenäs av hushållsavfall och verksamhetsavfall från industrin i varierande andelar över året men övervägande bestående av hushållsavfall. Slaggruset varierar efter bränslet men homogeniseras i upplaget.



Bild 1. Slaggrus för mognad i Tagene med Renovas sorteringsanläggning i bakgrunden.

Picture 1. Slag gravel during maturing at Tagene landfill and Renova's sorting equipment in behind.



Bild 2. Metallbitar sorteras bort av anlitad entreprenör.

Picture 2. Pieces of metal are separated by a hired contractor.



Bild 3. Krossmaterialet kom från Skanskas Vikan kross på Hisingen i Göteborg.

Picture 3. The crushed material came from Skanskas Vikan crushing site at Hisingen in Göteborg.



Bild 4. Materialet bestod av sammansatt krossmaterial av berg och asfalt.

Picture 4. The crushed material consisted of combined crushed rock and reclaimed asphalt.

Bergkrossmaterialet levererades från Skanskas Vikan kross på Hisingen och utgjordes av ett bergkrossat bärlagergrus sammansatt med krossad asfalt till komponenterna BERGASFALTgrus 0-16 och BERGASFALTgrus 11,2-22,4. Slaggruset kom från Renovas kraftvärmeverk i Partille. Efter separering av metaller och andra främmande material siktas slaggruset och förvaras sedan sex månader för mognad i upplag. Därefter är materialet klart för användning.

Prov togs på mognat material för laboratorieundersökningar på Skanskas laboratorier VTC Väst i Göteborg och VTC Syd i Malmö.



Bild 5. Materialkomponenterna förvarades inne på Renovas anläggning i Tagene. Prover togs för laboratorieanalys.

Picture 5. The components were kept at Renova's landfill at Tagene. Materials were sampled for laboratory testing.



Bild 6. SLAGG-produkterna blandades på plats i Tagene enligt upprättade recept med vågutrustad lastmaskin.

Picture 6. The SLAGG-products were mixed on site at the Tagene landfill according to designed compositions using a weighing front loader.

Materialen blandades med lastmaskin med vågfunktion till 3 SLAGG-produkter och en referensprodukt, BERGASFALTgrus. Vägda lass fördelades sedan på uppmätta ytor och jämnades av med vägghyvel till avsedd tjocklek och fall på provytan.



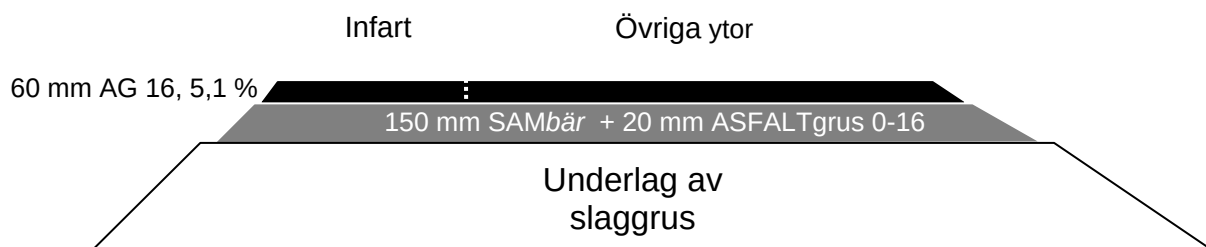
Bild 7. Lastbilen fördelade materialen medan vägghyveln jämnade till.

Picture 7. The truck distributed the materials as the grader smoothed the surface.



Bild 8. Ytan slutjusterades med ASFALTgrus och vältades innan ytan togs i bruk.

Picture 8. The surface was finally adjusted with ASFALTgrus and compacted before use.



Figur 1. Uppbyggnad av provytor i Tagene.

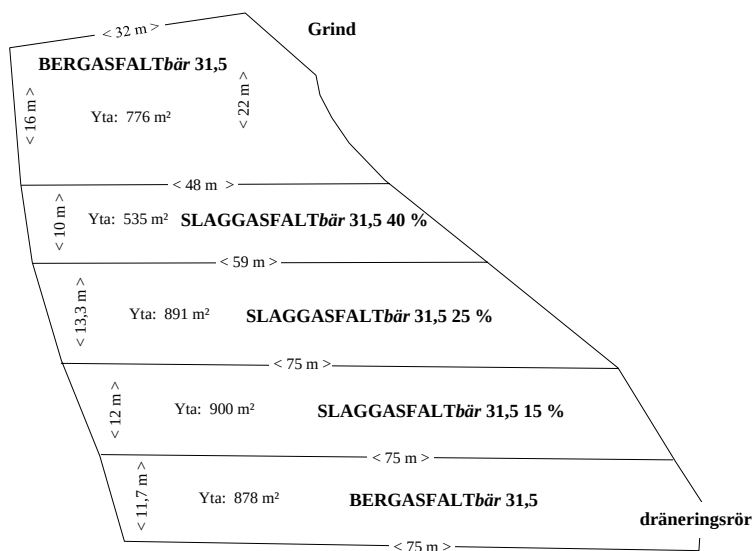
Figure 1. Construction of test sections at Tagene landfill.

Tabell 1. Andelar komponenter i sammansatta produkter för provning i Tagene.

Table 1. Amounts of components in combined products for testing at Tagene landfill.

SAM-produkt	Andel KOM-produkter, vikt%		
	BERGASFALT-grus 0-16	BERGASFALT-grus 11,2-22,4	SLAGGgrus 0-16
BERGASFALTbär 31,5	80	20	-
SLAGGASFALTbär 31,5 / 15 %	56	29	15
SLAGGASFALTbär 31,5 / 25 %	42	34	25
SLAGGASFALTbär 31,5 / 40 %	18	42	40

Upplagsytan är kringgärdad av vallar med staket. Ytan är ganska horisontell i den högre delen och dräneras av en rörgenomgång i ytans nedre del. Provytorna gjordes så långa som möjligt på den oregelbundna ytan för att underlätta väghyvelns arbete. Infarten gavs en lite kraftigare uppbyggnad med tanke på trafiken där och ingår inte i jämförelsen med övriga ytor.



Figur 2. Provytornas mått och material i Tagene.

Figure 2. The measurements and materials used for the test sections at the Tagene landfill.

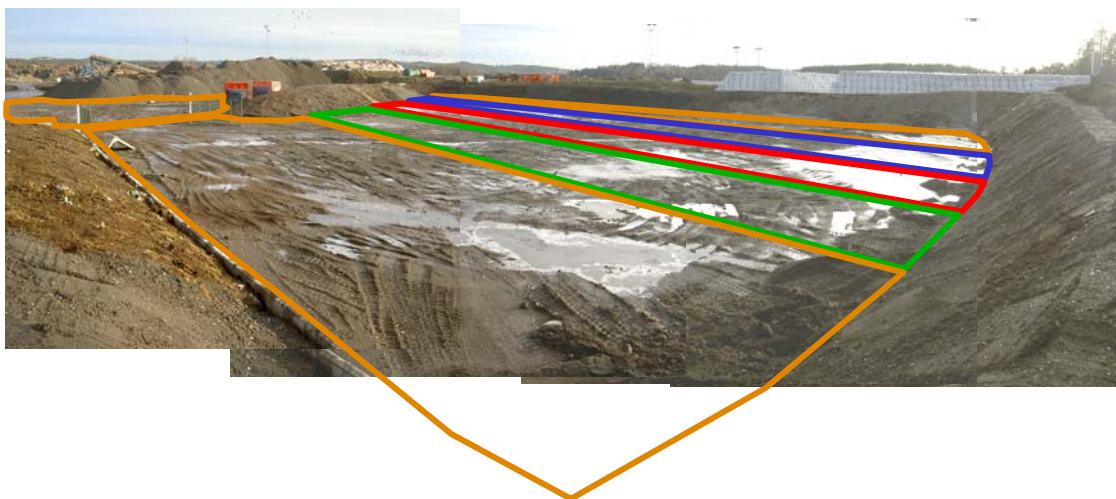


Bild 9. Provytornas orientering på sorteringsytan. Grinden finns överst till vänster.

Picture 9. The location of test sections on the sorting area. The gate entrance is at the top left.

Tabell 2. Tidplan för utförande av provytorna på området för metallsortering i Tagene.

Table 2. Time table for building the test sections at the area for sorting metal at the Tagene landfill.

Moment	Tid
1. Avjämning av underlag och utläggning av bärlagergrus	2007-02-19--23
2. Utläggning av 20 mm asfaltkross över hela ytan	2007-02-27--28
3. Asfaltering av infart	2007-03-05
(användning av upplaget för metallsortering på obundet underlag)	(2007-03-20--05-24)
4. Asfaltering av resten av ytan	2007-05-25
5. Fallviktsmätning	2007-07-12

En lastbil fördelade vägda lass över uppmätta ytor till avsedda tjocklekar. En vägghyvel jämnade till materialen innan de packades med vibrerande envälsvält. Skiljelinjerna mellan provytorna befästes med utsättningskäppar i slänterna. Över grusytorna spreds 20 mm fräst asfalt för skydda och hålla samman materialen. Infarten och ytan innanför asfalterades med 60 mm AG 16 med 5,1 % bitumen. Snart upptäcktes att grus följde med under sorteringsarbetet av metallstycken och man beslöt att asfaltera hela ytan. Det utfördes i slutet av maj med samma asfaltmaterial som vid första tillfället.

B.2 Materialanalys

Kornstorlekar

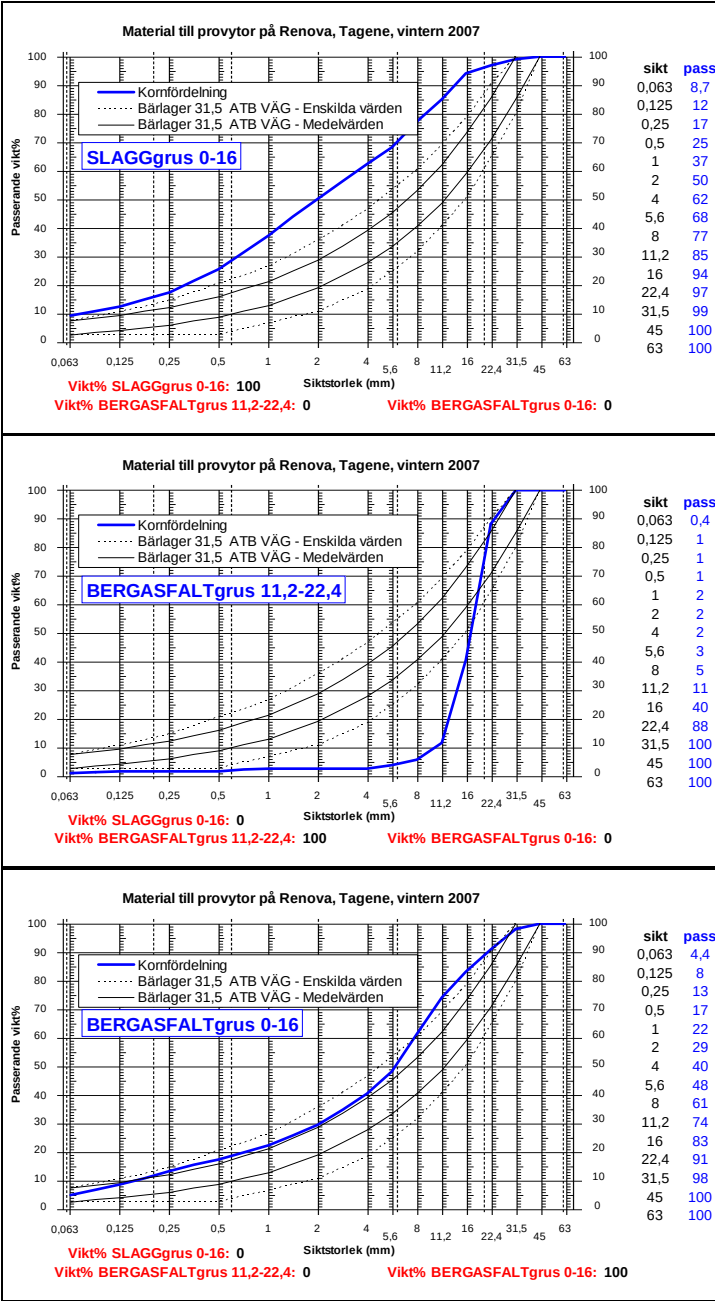


Diagram 1. Kornfördelningar för KOM-produkterna (komponenterna).

Diagram 1. Grain size distributions of the KOM-products (the components).

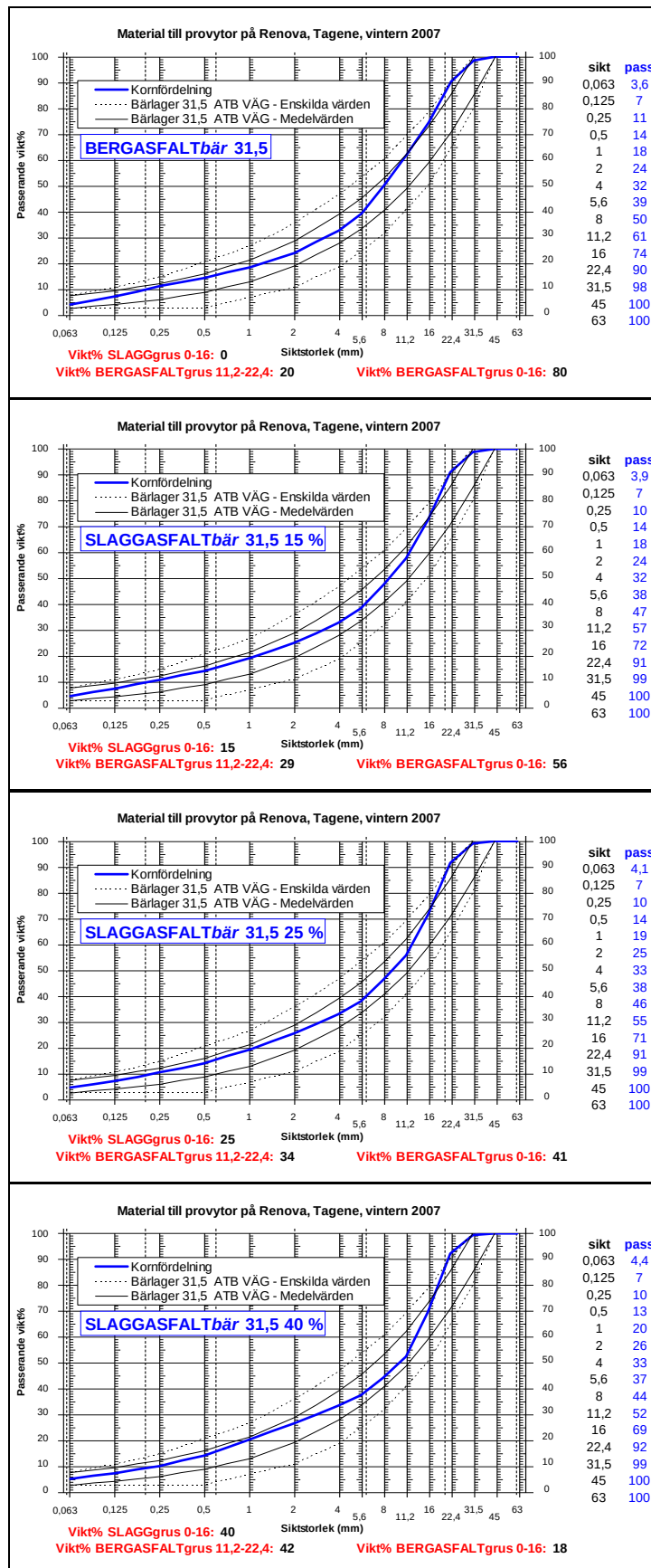


Diagram 2. Kornfördelningar för de sammansatta SLAGG-produkterna till försöksytorna.

Diagram 2. Grain size distributions of combined SLAGG-products for the test sections.

Resultatet av sammansättningen (proportioneringen) blev material som håller sig inom gränskurvorna sånär som på de största kornen. Materialen är i finaste laget för bärlager-typen 31,5 enligt Vägverkets manual ATB VÄG men de har fördelen att separera mindre.

Densitet och absorption

Densiteterna bestämdes enligt SS EN 1097-6 i tre tillstånd: *ugnstorr* = (torr vikt) / (volym inklusive vatten), *yttorr* = (vikt med vatten) / (volym inklusive vatten), *skenbar* = (torr vikt) / (total volym minskad med vattnets volym). Densiteterna har de engelska beteckningarna *oven-dry*, *saturated surface-dry* och *apparent*. Det fuktmättade tillståndet åstadkoms med olika behandlingssteg beroende på fraktion ($\geq$, < 4 mm), så att kornen är fuktiga men inte blöta på ytorna. Ugnstorr densitet används som korrektionsfaktor, när torra partiklar med olika densitet ska fogas samman enligt en viss kornfördelning. Fuktiga material korrigeras med yttorra densitetsvärden. Med kännedom om hålrumshalten mellan partiklarna kan vikten på ett materiallager sedan beräknas för respektive tillstånd. Skenbar densitet ("maximal") antyder partiklarnas mineralsammansättning. Ett mycket högt värde, t.ex. över 3,5 g/cm³, indikerar innehåll av någon metall. Absorptionen av vatten beskriver partikelhållrummet. Multipliceras vattenhalten med skenbar densitet fås hålrumshalten uttryckt i volymprocent. I fallet med SLAGGsand 0-4,76 blir det 37 vol%, vilket är ett mycket stort hålrum.

Mätmetoden föreskriver delning på 4 mm. I fallet SLAGGsand/-grus delades materialen enligt AASHTO (amerikansk norm) på 4,76 mm. Det hade sannolikt inte någon avgörande betydelse för mätresultaten.

Materialkresterna efter tvättsiktning (rutin för bestämning av halt $< 0,063$ mm) hade högre ugnstorr densitet och lägre absorption/hålrumshalt.

Tabell 3. Densiteter och absorption enligt SS-EN 1097-6.

Table 3. Densities and absorption according to SS-EN 1097-6.

			Densitet, g/cm³			Absorption
Producent	Material	Fraktion	Ugnstorr	Yttorr	Skenbar	vikt%
Renova	SLAGGsand	0- 4,76	1,88	2,15	2,57	14,4%
		0,063-4,76 ^{**)}	2,17	2,34	2,60	7,5%
	kontrollmätning	0-4,76	1,88	2,16	2,62	15,0%
	SLAGGgrus	4,76-16 ^{**)}	2,25	2,34	2,47	4,0%
Sydsten ^{*)}	BERGsand	0-4	2,56	2,61	2,70	1,9%
		0,063-4 ^{**)}	2,63	2,66	2,71	1,1%
	BERGgrus	4-31,5 ^{**)}	2,68	2,70	2,73	0,7%

^{*)} exempel från Skåne

^{**}) tvättat på 0,063 mm

Findelens egenskaper

Egenskaperna hos den finaste materialdelen under 0,063 mm har betydelse för obundna materials stabilitet, framförallt vid hög vattenhalt. Det kan inträffa under utläggning men också i extrema fall i konstruktionen (t. ex vid tjällossning). Då bör findelen inte vara alltför vattenkänslig, dvs göra grusmaterialet instabilt, alternativt förekomma i så liten mängd att det inte har någon inverkan. Sättet att undersöka detta har skiftat under

historiens gång. Idag talas det om *SE-värdet* (Sandekvivalent, *Sand Equivalent*) enligt SS-EN 933-8 eller i några fall om *Metylenblå-provning* enligt SS-EN 933-9. Längre tillbaka provades *kapillaritet* enligt VV MB 24. För att karakterisera findelen 0-2 mm i SLAGGgrus bestämdes bara kapillaritet på Renovamaterialet. Övriga test gjordes i motsvarande undersökning på SLAGGsand från SYSAV i Malmö.

Tabell 4. Provning av kapillaritet i SLAGGsand 0-2 från Renova och jämförelse med vanliga värden för övriga test (, **, ***) och med BERGsand (krossat berg).*

Table 4. Testing of capillarity in SLAGGsand 0-2 from Renova and comparison with normal values for other tests (, **, ***) and with BERGsand (crushed rock).*

Företag	Material	Sandekvivalent SE, %	Metylenblå MB, g/kg	Kapillaritet cm
Renova	SLAGGsand 0-2	-	-	170
SYSAV	SLAGGsand 0-2	35 *)	1,6 *)	195*)
Sydsten	BERGsand 0-2	56 **)	0,4 ***)	65 *)

*) Resultat från mätningar på SYSAV i Malmö

**) Vanligt värde enligt sammanställning av Anna Sigurdsson, Skanska

***) Vanligt värde enligt utredning av Niclas Krona, Skanska

Sandekvivalentvärdet ska överstiga 30 %. Metylenblåvärdet är högt men kasserar inte materialet utan lägger det i en lägre kategori enligt ett franskt förslag till klassificering inom CEN. Kapillariteten för SLAGGsand kan jämföras med silt (finmo enligt äldre nomenklatur), som ligger i tjälfarlighetsklasserna 2 till 3 och materialtyper 3B, 4A och 4B enligt ATB VÄG. Om det handlar om jordmaterial ska de täckas med minst 50 cm överbyggnad förutom beläggning och eventuellt tjälskydd beroende på klimatzon.

Kommentarer till materialanalyserna

För att komplettera BERGASFALTgrus och balansera tillskottet av SLAGGgrus tillsattes ett grovt BERGASFALTgrus 11,2-22,4. Recepten utgick från KOM-materialens densiteter och siktade på en volumetrisk kornfördelning mellan gränslinjerna i ATB VÄG. Under förutsättning att materialen har naturlig fuktighet används *yttorr densitet* i omräkningen till volymandelar. De lättare materialens vikt reduceras med kvoten mellan deras densiteter och sammansättningens tyngsta materialdel. Dessutom omräknas volymandelarna med antagen eller provad löst packad vikt om materialen blandas med lastmaskin eller bandmatare utan våg.

SLAGGgrus kan hålla mycket fukt, även efter borttvättning av material mindre än 0,063 mm. Det tyder på att det finns porösa partiklar och material mindre än 0,063 mm med hög vattenhållande förmåga. Det senare stämmer med den höga kapillariteten. Finmaterialets egenskaperna varslar om plastiska egenskaper vid hög fukthalt, som kan resultera i instabilitet.

Borttvättningen av findelen mindre än 0,063 mm, som är en analysteknisk åtgärd i bestämningen av kornfördelning, förändrade SLAGG-materialen på ett visuellt påtagligt sätt. Återstående partiklar fick en sand- och grusaktig karaktär, ungefär som vanliga krossmaterial.

B.3 Fältmätningar

Bedömning under utläggning

När underlaget avjämnades var vädret sådant att några bärighetsmätningar inte kunde genomföras. Snöblandat regn gjorde ytan alltför lös. Samma förhållanden rådde när bärlagermaterialen lades ut och packades. Därför inskränker sig bedömningarna till observationer från förarna av väghyvel och vält och lastmaskin. Den enda avvikelser som noterades från hur bärlagergrus brukar kännas var att materialblandningen med 40 vikt% SLAGGgrus kändes mjuk under packningsarbetet. I övrigt var samtliga material väl sammanhållna utan synbara separationer. Från asfalteringsarbetet rapporterades inga avvikelser av betydelse för slutresultatet.

Fallviktsmätning

Bärförmågan hos provytorna mättes med *tung fallvikt* på asfalterad yta. Det innebär att hela överbyggnaden med asfalt, bärlager och underlag av slaggrus provades för respektive materialalternativ.



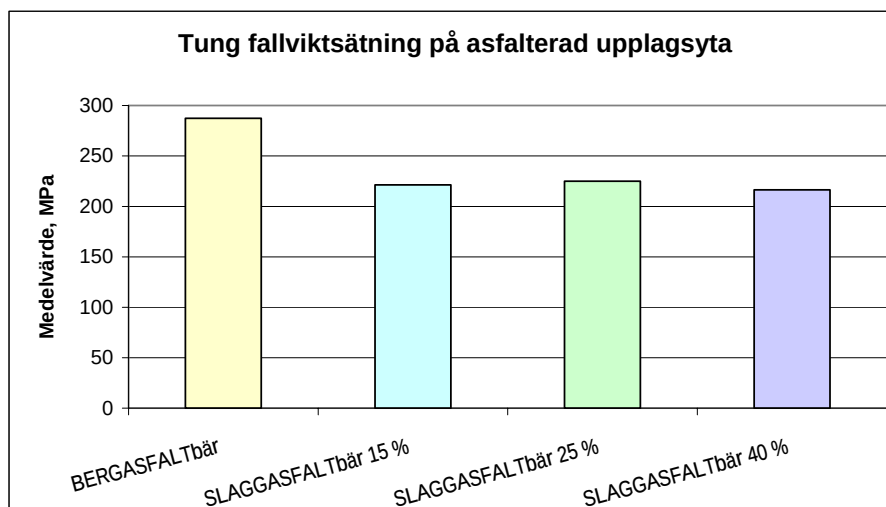
Bild 10. Bärförmågan hos hela konstruktionen mättes med tung fallvikt.

Picture 10. The bearing capacity of each test section was measured with a heavy falling weight deflector.



Bild 11. Delar av ytan rensades från metallstycken så att mätningarna kunde genomföras.

Picture 11. Parts of the surface was cleared from pieces of metal to enable the measurements.



Figur 3. Resultat från tung fallviktsmätning på försöksytor i Tagene.

Figure 3. Results from heavy falling weight testings on test sections at the Tagene landfill.

Ytornas underlag kan variera en hel del, vilket gör jämförelsen osäker. Vatteninnehållet kan antas vara olika från hörn till hörn i underlaget. Det inledningsvis mjuka SLAGG-ASFALTBär med 40 % SLAGGgrus verkar ha hämtats sig väl ur styvhetssynpunkt. Den lägre inblandningen med 15 vikt% kan ha sämre underlag än de övriga. Anledningen till att BERGASFALTBär har högst värden kan vara att materialet är bäst sammansatt efter sina förutsättningar, eftersom det är en utprovad produkt. SLAGG-produkterna är teoretiskt sammansatta material. Den empiriska utprovningen återstår.

B.4 Diskussion

När det gäller att välja optimal kornsammansättning bygger förekommande anvisningar på att materialen består av enhetliga och beprövade råvaror. Sammansättningarna har en teoretisk bakgrund men de är framförallt empiriskt utprovade. Därför kan det finnas anledning att justera SLAGG-produkternas sammansättning, när materialen blivit bättre kända.

Mjukheten som observerades i SLAGGASFALTBär med 40 vikt % SLAGGgrus kom av de plastiska egenskaper, som är typiska för fukthållande findelar med hög kapillariet. Med tillräckligt mycket vatten ser det närmast ut som cementpasta. Efter torkning hårdnar materialet, ungefär som lera, men det finns också inslag av annan förhårdning, som kan likas vid cementpastans hydratisering. Det senare har observerats i upplag och i gamla överbyggnader med slaggrus. Så länge materialen inte behöver tas loss eller konstruktionerna inte utsätts för påtvingade rörelser kan det vara gynnsamt ur bärlighets-synpunkt. Med uppgrävningar och återfyllningar och rörelsesprickor som går igenom hela överbyggnaden uppstår emellertid problem. Av det skälet är sådana självhårdande egenskaper inte självklart av godo, i varje fall inte i vägöverbyggnader. Med tillräckligt öppna stenmaterial och med en begränsad mängd inblandat SLAGGgrus kan detta hållas under kontroll. Det kan jämföras med CG, cementstabiliserat bärlagergrus, som rätt använt är en tillgång men när det blir för starkt kan få svåra konsekvenser. Yttre Ringvägen runt Malmö från år 2000 är ett tydligt exempel på detta.

ASFALTgrus fungerar dels som dammfångare och dels som "bussningar" bland de annars oeftergivliga kornen. Det förhindrar att hårdnande slagg blir till stora sjok och istället styckas upp till mindre klumpar som kan röra sig i konstruktionen. Det finns också gränser för inblandning av ASFALTgrus. För mycket av den varan kan leda till deformationer och efterkomprimering. En förutsättning för att sammansatta komponenter ska bidra positivt till slutresultatet är att man håller sig till rekommenderade andelar. Resonemanget bygger på att konstruktionen ska fungera under betydande påkänningar under lång tid med bara rimligt och framförallt förväntat underhåll. Det finns sammanhang när materialegenskaperna inte har så stor betydelse, på lätt trafikerade eller lågtrafikerade ytor eller när ytans sönderfall inte spelar någon större roll eller om skadorna kan ordnas till enkelt i den egna verksamheten. Då handlar det om förutsättningar som inte berörs i den här utredningen.

B.5 Slutsatser

1. SLAGGgrus och ASFALTgrus binder samman stenarna i BERGgrus på ett sätt som motverkar separation under utläggning och sönderkörning under byggtrafiken.
2. ASFALTgrus fungerar som dammfångare.
3. Kornen av krossad asfalt motverkar ogynnsamma effekter av SLAGGgrusets förhårdning
4. 15 vikt% SLAGGgrus i BERGASFALTgrus är en lämplig inblandad mängd för SLAGGASFALTbär i trafikerade överbyggnader.
5. 20-40 vikt% SLAGGgrus i BERGASFALTgrus passar för SLAGGASFALTför i trafikerade vägöverbyggnader.
6. Punkterna 4. - 5. utgår från att SLAGGgrus innehåller en betydande mängd siltaktigt finmaterial.
7. Det finns anledning att se närmare på effekterna av tvättat SLAGGgrus och möjligheten att öka halterna i 4.-5..

C Provning av SLAGG-produkter från Umeå Energi

För att skaffa erfarenhet av blandningsarbetet och få okulära intryck av materialkvaliteterna gjordes olika materialblandningar på Umeå Energis kraftvärmeverk på Dåvamyren i november 2006. Bergmaterialet kom från Skanska i Svartberget och asfaltkross från Vägverket Produktion. Slaggrus togs från mognat upplag på området. Siktanalyser gjordes på Skanska VTC Nord i Örnsköldsvik

Innehåll

C.1	UTFÖRANDE	1
C.2	MATERIALSAMMANSÄTTNING	5
C.3	DISKUSSION	8
C.4	FÖRSLAG TILL DEMONSTRATIONSPROJEKT	8
	LITTERATUR.....	8

C.1 Utförande

Bränslet till kraftvärmeverket på Dåvamyren, som ägs av Umeå Energi, kommer från flera kommuner i Norrland. För att prova bearbetad bottenaska, slaggrus, från eldningen byggdes 2001 en väg med materialet inom anläggningens område [1]. Genom dräneringsrör samlas genomströmmande vatten upp för mätning av utlakade lakämnen. För närvarande pågår kompletterande provtagningar, som ska presenteras under 2008



Bild 1. Bränsle av emballerat avfall (längst bort) och slaggrus under mognad (t.v.) på Dåvaverket i Umeå.

Picture 1. The fuel from wrapped household waste (in the back) and slag gravel during maturing (left) at the Dåva landfill in Umeå.



Bild 2. Provväg uppbyggd med slaggrus och med inlagda lysimetrar för uppsamling av lakvatten (ett tidigare försök).

Picture 2. Test road with slag gravel and built in lysimeters for collecting leachates (a previous trial).

Bränslet utgörs av en blandning av hushållsavfall och verksamhetsavfall från industrin. Kraftvärmeverket har nyligen byggts ut för eldning med biomassa. I samband med detta kommer området att byggas om. Då finns möjlighet att prova fler SLAGG-produkter.



Bild 3. Slaggruset hade mognat och rensiktats innan det blandades med övriga komponenter.

Picture 3. The slag gravel had matured and was screened before being mixed with the other components.



Bild 4. Blandningen gjordes med lastmaskin med vägning i en hall för beredning av bränslen

Picture 4. The mixing was made by a weighing front loader in a hall for fuel preparation.

Mognat slaggrus rensiktades från synliga rester, framförallt metallbitar, till partikelstorlek mindre än 16 mm. Krossat berg av en särskilt stenrik gradering hämtades från Skanskas täkt i Svartberget i Umeå. Krossad asfalt togs från Vägverket Produktions upplag strax intill Dåvaverket.

Blandningen genomfördes en kylslagen vinterdag den 14 november 2006. På området finns en hall för beredning av avfallsbränslet, som uppläts för blandningsarbetet. Behövliga mängder av respektive komponent BERGgrus 2-31,5, SLAGGgrus 0-16 och ASFALTgrus 1-16 hade forslats dit i förväg för blandning av 20 ton av respektive slutprodukt. Först blandades SLAGGgrus och ASFALTgrus i andelarna 3/1 respektive 1/1. Därefter blandades 27 respektive 40 vikt% SLAGGASFALTgrus med BERGgrus och slutligen 20 och 40 vikt% SLAGGgrus med BERGgrus (se tabell). Andelarna valdes efter erfarenheter från blandningar på SYSAV i Malmö. Syftet var att göra ett sammanfattat bärlagergrus för trafikerade vägar. Försöken i Malmö visade att det finns en övre gräns för mängden SLAGGgrus. Avsikten var att balansera SLAGGgrusets siltiga findel med ett extra stenrikt stenmaterial, som är ett naturligt utfall i Svartberget. Inblandningen av ASFALTgrus har delvis syftet att binda slaggdamm, som kan vara besvärande i torrt tillstånd. Andelarna ASFALTgrus valdes också med ledning av försöken i Malmö. Ett annat syfte med ASFALTgrus är att dela upp materialsjoken av efterbränt SLAGGgrus. Sjokbildningen kan observeras i upplag och i gamla överbyggnader och brukar framhållas som ett bärighetsmässigt tillskott. Den saken är emellertid omtvistad, eftersom sjoken kan förskjutas och bilda sprickor under påtvingade rörelser, som kan gå igenom hela överbyggnaden (reflektionssprickor). ASFALTgrus kan fungera som bussningar, som tillsammans med BERGgrusets stenar fördelar uppsprickningen i mindre klumpar. De kan röra sig under tjälskjutning och efterföljande uppmjukning utan att reflektionssprickorna visar sig.



Bild 5. KOM-produkter (komponenter) och blandade SAM-produkter (sammansatta) i Dåva (se beteckningar i nedanstående tabell).

Picture 5. KOM-products (components) and mixed SAM-products (combined) at the Dåva landfill (see descriptions in table below).

Tabell 1. Andelar komponenter i sammansatta obundna material blandade på Dåvaverket i Umeå (beteckningen inom parentes återfinns på ovanstående bild)

Table 1. Amounts of components in combine unbound materials mixed at the Dåva landfill in Umeå (the letters in paranthesis corresponds to that on the picture above)

Sammansatta material	Komponenter		
	BERGgrus 2-31,5 (a.)	SLAGGgrus 0-11,2 (b.)	ASFALTgrus 1-16 (c.)
(1.) SLAGGASFALTgrus 1/1	-	50	50
(2.) SLAGGASFALTgrus 3/1	-	75	25
(3.) SLAGGbär 31,5 20 % SLAGGgrus	80	20	-
(4.) SLAGGbär 31,5 40 % SLAGGgrus	60	40	-
(5.) SLAGGASFALTbär 31,5 27 % 3/1	73	20	7
(6.) SLAGGASFALTbär 31,5 40 % 1/1	60	20	20

Bortsett från kylan och lite snö i materialen var det inga problem att blanda 20-tonshögar med den smidiga lastmaskinen (och den skicklige maskinisten!). Uttagna prover från varje material togs till Skanska VTC Nord i Själevad för analys.

C.2 Materialsammansättning

Recepten för SLAGG-produkterna utgår från grusbärlager enligt ATB VÄG med marginal för att klara nedkrossning av SLAGGgrus i kommande hantering. Av erfarenhet vet man att findelen mindre än 0,063 mm kommer att öka och hela kornfördelningen att höjas i intervallet 0-2 mm efter utläggning och packning.

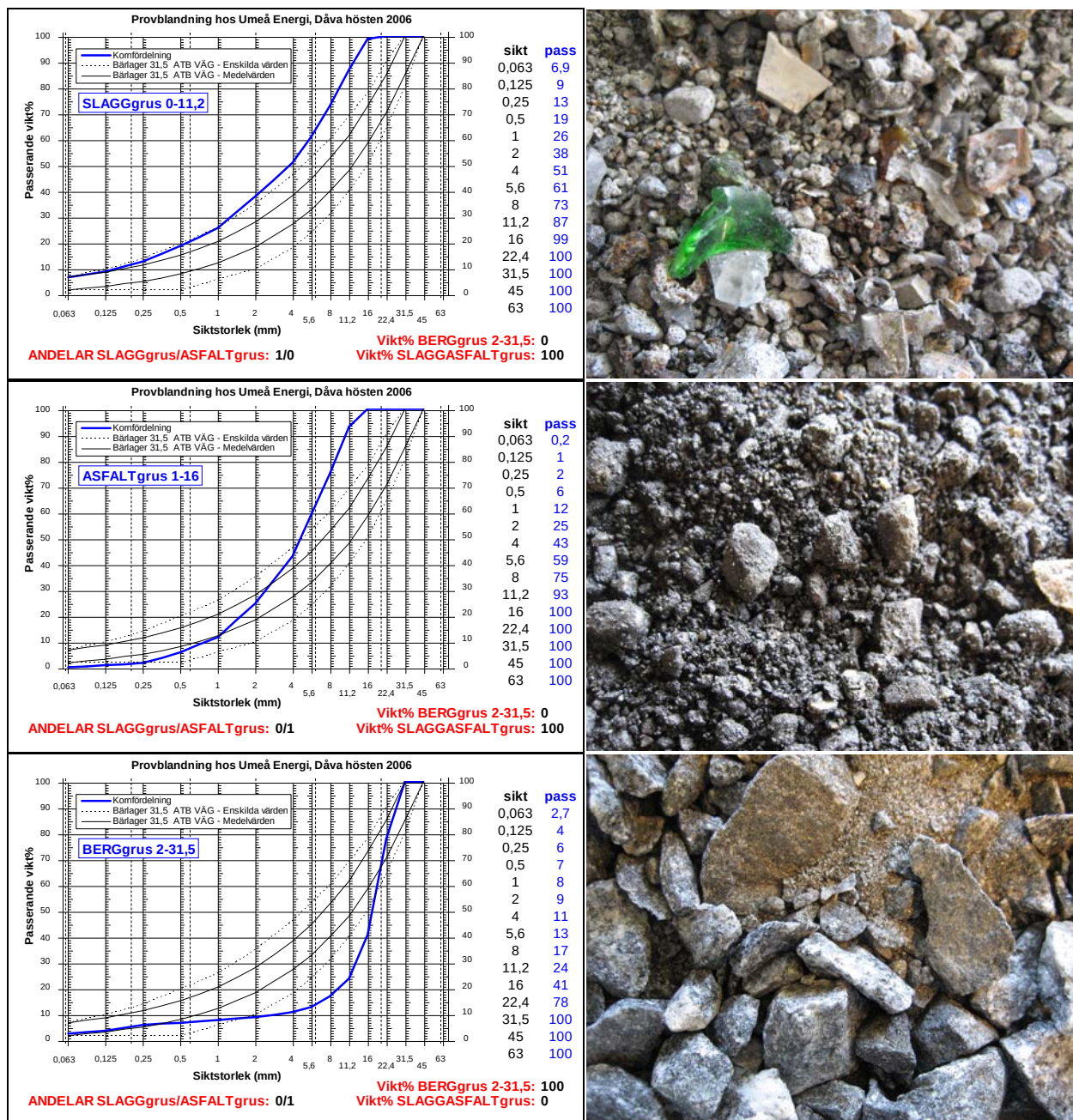


Diagram 1. Kornfördelningar för KOM-produkterna SLAGGgrus, ASFALTgrus och BERGgrus.

Diagram 1. Grain size distributions of the KOM-products SLAGGgrus, ASFALTgrus and BERGgrus.

Foto: Sigbrit Svensson, Skanska

Bortsett från den siltiga findelen och porösa, sintrade korn består SLAGGgrus av geotekniskt godartade material av glas, porslin, keramik, kakel, tegel, grus och andra fragmenterade byggprodukter som passerat förbränningen. De är inte särskilt hårda jämfört med krossat berg men det har inte så stor betydelse i en sammansättning som tar hänsyn till detta. Det krossade bergmaterialet står för den egenskapen där den behövs, t.ex. i ett grusbärlager på en trafikerad yta. SLAGGgrus innehåller dessutom stenmaterial från krossad betong och annat medföljande grusmaterial. Eldningens volymreducering av brännbart material ökar en till synes försumbar andel i bränslet till en betydande mängd i slutänden, till nytta för slaggrusets geotekniska egenskaper.

SLAGGgrus och ASFALTgrus förblandades till en mellanprodukt för att underlätta blandningen med BERGgrus. Det gjordes i två förhållanden, 3 viktandelar SLAGGgrus på 1 viktandel ASFALTgrus (3/1) respektive lika andelar (1/1). Syftet var att prova två fall av tillgång på ASFALTgrus, som kan vara en bristvara. Typnamnet för denna KOM-produkt är SLAGGASFALTgrus.

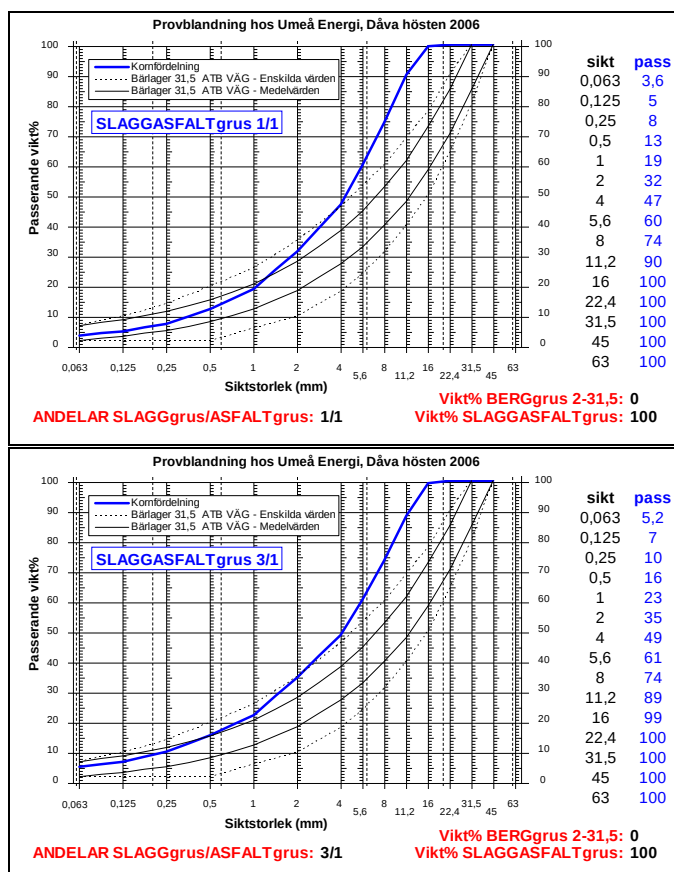


Diagram 2. Kornfördelningar för KOM-produkterna SLAGGASFALTgrus 1/1 (blandade andelar) (överst) och SLAGGASFALTgrus 3/1.

Diagram 2. Grain size distributions of the KOM-products SLAGGASFALTgrus 1/1 (mixed parts) (above) and SLAGGASFALTgrus 3/1.

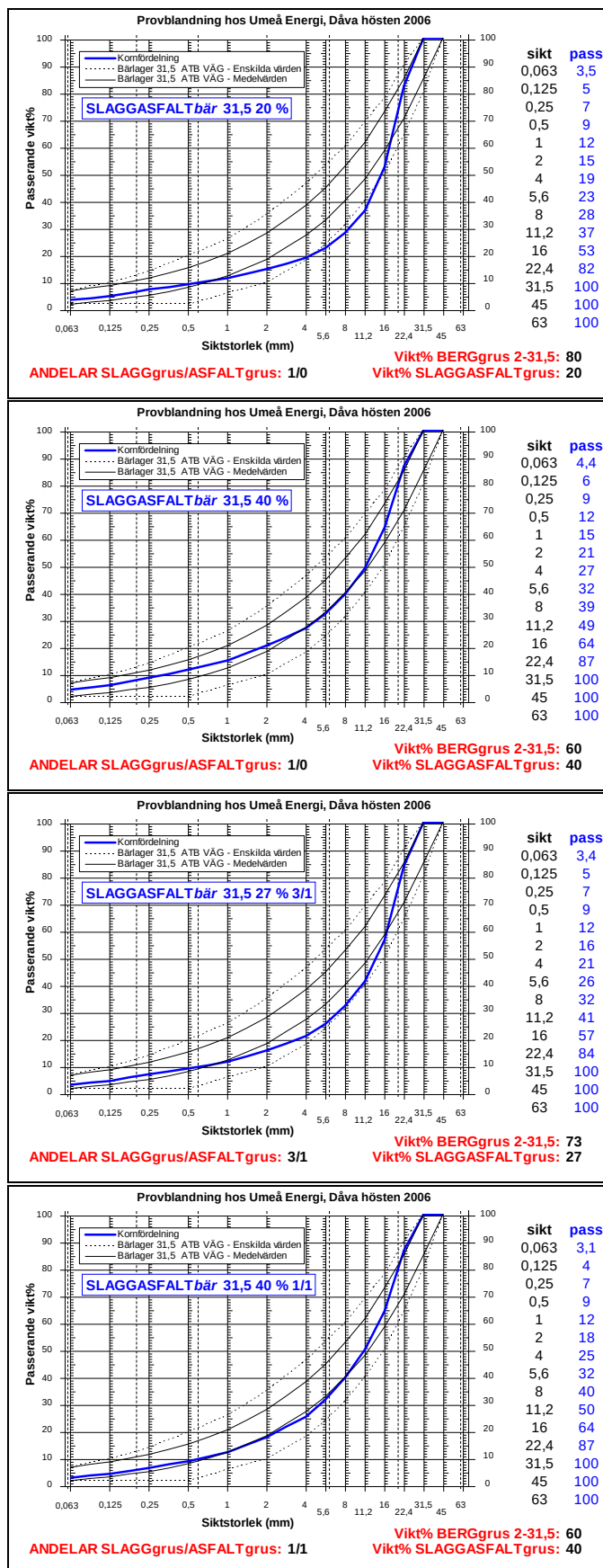


Diagram 3. Kornfördelningar för SAM-produkterna SLAGGbär (överst) med 20 respektive 40 vikt% SLAGGgrus och därunder SLAGGASFALTbär med 27 vikt % 3/1 respektive 40 vikt% 1/1 SLAGGASFALTgrus.

Diagram 3. Grain size distributions of the SAM-products SLAGGbär (above) with 20 % and 40 % of SLAGGgrus respectively and then 27 % 3/1 and 40 % 1/1 respectively of SLAGGASFALTgrus.

BERGgrus' sammansättning kommer av bergmineralets styckefall under sprängning och krossning. Därvidlag skiljer sig olika bergarter åt. Flera krossningssteg för att skilja ut de starkaste bergmineralen och ge dem önskad kornform kan producera findelar som inte alltid har åtgång. I sådana fall är ett stenrikt BERGgrus (t.ex. 2-31,5 mm) en bristvara. Så är inte fallet i Skanskas täkt i Svartberget, som snarare har det motsatta problemet med att krossa fram en mellanfraktion som fyller ut och binder samman det grova materialet. Det går att klara men det är en omkostnad i framställningen. Här möts de bästa egenskaperna hos bindande och fyllande material som SLAGGgrus och ASFALTgrus och bergmaterialets starka partiklar, som kan bära trafik.

I provningarna i Malmö upplevdes 20 vikt% SLAGGgrus som ett gränsfall för stabiliteten i blöta bärlager. Efter en tid kommer sig visserligen stabiliteten genom upptorkning och förhårdning men det är inte en given fördel i en flexibel vägöverbyggnad. Inblandningsmängderna i Dåva behövs på 20 vikt% och 40 vikt% för att prova möjligheten att kompensera detta med ett BERGgrus som var avsevärt mer stenrikt än det på SYSÄV. Tillskottet av ASFALTgrus är tänkt att vara till hjälp både under utförandet för dammreducering och för minskad separation och för att motverka bildande av sjok med åtföljande reflektionssprickor, som är ogynnsamt i yt nära lager.

C.3 Diskussion

SLAGGgrus kan hålla mycket fukt. Det tyder på att det finns porösa partiklar och material mindre än 0,063 mm med hög vattenhållande förmåga. Med hög vattenhalt påminner slaggrusets findel om cementpasta. Finmaterialets egenskaper varslar om instabilitet i det tillståndet. Detta till trots har försök med SLAGGgrus i förstärkningslager, som i provvägen på Dävarverket och i många andra exempel, inte visat några tecken på plasticitet under utförandet eller senare. Det beror på att det finns motverkande faktorer. För att plasticitet ska utvecklas måste det finnas ett porvattenöverttryck. Det förutsätter två saker: 1. överskott av inneslutet vatten 2. yttre tryck. I tjocka lager som är fallet med förstärkningslager är strukturen i SLAGGgrus mycket hålrumsrik. Även om ytan mals ned och tätas till av ett blött och nedkrossat SLAGGgrus reduceras porvattentrycket nedåt i lagret. Ett bärlager är däremot ofta inneslutet mellan en tät förstärkningslageryta undertill och ett tätt slitlager ovanpå. Om överskottsvatten finns med från början eller letar sig dit, t. ex. under tjällossningen, kan det göra slaggruset plastiskt. Detsamma gäller för slaggsprodukter från metallurgisk industri och för krossad betong.

C.4 förslag till demonstrationsprojekt

Efter erfarenheterna från försöken på SYSÄV i Malmö och Renova i Göteborg föreslås motsvarande på Dåva i utbyggnaden av anläggningen och på andra deponier. Efter utvärdering och justering av sammansättningarna är materialberedningarna geotekniskt färdiga som konventionella anläggningsmaterial för allmänt bruk. Från uppföljningen av provvägen på området hämtas miljörelaterad information, som slutligen behövs för säkerhetsdatablad och byggvarudeklarationer.

Litteratur

1. Lind, B. et al. Energiaska som vägbyggnadsmaterial – utlakning och miljöbelastning från en provväg. *Varia 557. SGI. Linköping. 2005.*

D Analys av SLAGGgrus från SYSAV före och efter tvättning

En central fråga för restprodukter är innehållet av ämnen, som i tillräcklig dos kan påverka organismer på ett ogynnsamt sätt. Sådana ämnen benämns "gifter", samtidigt som många förekommer naturligt och är nödvändiga för samma organismers funktion. Detta värdeladdade ord har försvårat en objektiv diskussion kring anrikningen av ämnen från vår livsmiljö (livsmedel, kläder, bostäder), som med nödvändighet måste uppstå i förbränningsrester. Det svenska miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö åberopas i frågor som egentligen handlar om acceptabla halter. Den bärande tesen har varit att den svenska miljön inte ska tillföras "naturfrämmande ämnen" eller "utfasningsämnen" i större halter än "naturligt förekommande". Svenska myndigheter lägger tonvikt vid ämnernas totalhalter, oavsett i vilken form de förekommer. Andra europeiska länder bygger ställningstaganden mer på ämnernas rörlighet, dvs hur snart och i vilken omfattning de kan lämna materialen och föras vidare.

Utvecklingen av restprodukternas byggnadstekniska tillämpning måste fortgå trots att den svenska diskussionen i miljöfrågorna ännu inte kommit i mål. En möjlighet att reducera halterna och rörligheten hos ämnen i askor är tvättning med vatten. Tvättning förekommer redan storskaligt inom ballastindustrin och inom avfallshanteringen utanför Sverige just för att minska miljöriskerna och bredda användningen.

För att mäta effekten analyserades slaggrus från SYSAV i Malmö före och efter tvättning och halterna i vatten från olika laktest. Mätningarna utfördes av SGI/ALS Analytica respektive Skanska VTC Syd/Analycen på samma material. I det senare fallet provades ett alternativt laktest, som ska efterlikna avrunnet ytvatten från ett upplag.

Innehåll

D.1	INDUSTRIELLA EXEMPEL PÅ TVÄTTNING AV STORA VOLYMER	1
D.2	PROVBEREDNING.....	3
D.3	GEOTEKNISKA ANALYSER.....	6
	<i>Sammansättning</i>	<i>6</i>
	<i>Kornstorlekar.....</i>	<i>7</i>
	<i>Findelen</i>	<i>9</i>
D.4	ÄMNESANALYS.....	9
	<i>Totalhalt och lakning och utfört av SGI/ALS Analytica</i>	<i>9</i>
	<i>Lakning utfört av Skanska/Analycen.....</i>	<i>11</i>
	<i>Jämförelse mellan testerna</i>	<i>14</i>
	<i>Sammanfattning.....</i>	<i>15</i>
D.5	SLUTSATSER.....	15
	LITTERATUR.....	16

D.1 Industriella exempel på tvättning av stora volymer

I Hardeberga öster om Lund har krossföretaget Sydsten ett dagbrott med kvartsitsandsten. Risken för s.k. dammlunga eller silikos i sådana arbetsmiljöer är känd sedan länge. När den stora krossanläggningen byggdes under 1950-talet installerades därför tvättutrustningar, som tar bort material under 0,1 mm. Slamvattnet leds bort till sedimentationsdammar. Sedimenten slutförvaras på anläggningen och tvättvattnet återanvänds. Närmare 250 000 ton stenmaterial passerar årligen tvättanläggningen, som tar bort ca 10 000 ton finmaterial.



Bild 1. Förtvätt där material mindre än 2 mm tvättas bort.

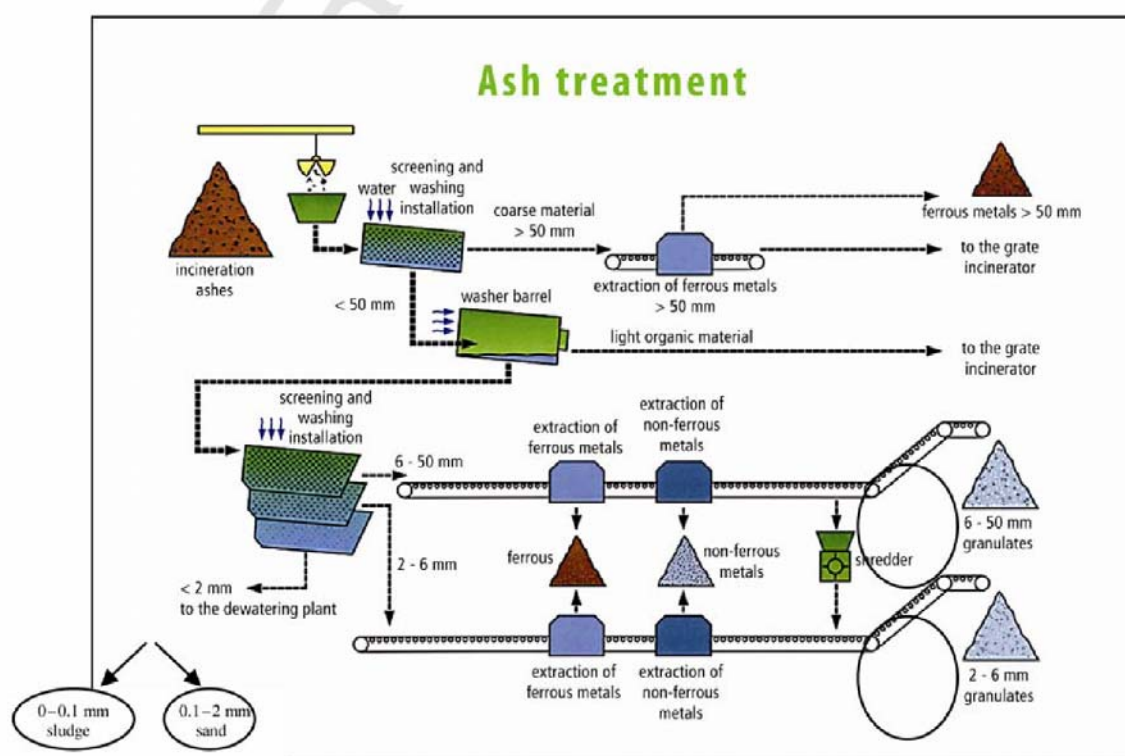
Picture 1. First step of washing where material less than 2 mm is separated.



Bild 2. Eftertvätt som tar bort material mindre än 0,1 mm.

Picture 2. Second step of washing where material less than 0,1 mm is separated.

Belgiska företaget Indaver i flamländska Mechelen bearbetar slaggrus för användning i anläggningsbyggande. Belgiska tillsynsmyndigheter baserar miljöprövningen på risken för att ämnena förflyttas. Tvättning av slaggruset minskar den risken påtagligt och ökar därmed användningen. I /1./ redovisas utförandet och kemiska materialanalyser. Vattnet återanvänds och påspädning görs till stor del med insamlad dagvatten. Den sedimenterade findelen, ca 10 % av slaggruset, deponeras.



Figur 1. Företaget Indavers process för tvättning, sortering och siktnings av bottenaska.

Källa: Indaver

Figure 1. The Indaver process for the washing, sorting and screening of bottom ashes.

Source: Indaver

D.2 Provberedning

Proverna togs ut från upplag med slaggrus som mognat i sex månader på SYSAVs deponi Spillepeng i Malmö. Delprover togs ut från flera ställen, även från upplagens inre.



Bild 3. Slaggrus lagras i sex månader innan det används som konstruktionsmaterial.

Picture 3. The slag gravel is stored for six months before being used as a construction material.



Bild 4. Från mognat och rensiktat slaggrus togs prover ut även från det inre av upplagen.

Picture 4. Matured and screened slag gravel was sampled also from inside of the stock pile.

Därefter slogs proverna samman och delades sedan upp i fraktionerna 0-2 mm 2-22,4 mm på Skanskas laboratorium VTC Syd i Malmö.



Bild 5. Efter sammanslagning av uttagna prover delades slaggruset upp i 0-8 mm och 8-22,4 mm i en Gilsonsikt.

Picture 5. After merging all samples the material was divided into 0-8 mm and 8-22,4 mm using a Gilson sieve.



Bild 6. 0-8 mm delades på 2 mm i en skak-sikt. 2-8 mm tillfördes sedan delen 8-22,4 mm.

Picture 6. 0-8 mm was divided on a 2 mm sieve into 0-2 mm and 2-8 mm, which was then added to the 8-22,4 mm.

Från 0-2 mm togs ett tvättat prov fram genom tvättsiktning på siktstorleken 0,125 mm för att efterlikna exemplen från Sydsten och Indaver. Även den torrsiktade fraktionen

2-22,4 tvättades. I tvättmomentet maldes en del av de svagaste slaggkornen ned. De korn som därefter passerade 2 mm lades till materialdelen 0-2 mm.



Bild 7. Materialet blöttes och rördes runt innan det hälldes över i en automatisk tvättutrustning.

Picture 7. The material was wetted and stirred before poured into an automatic washing device.



Bild 8. Vatten sprinklades över slaggruset på siktat under vibrering.

Picture 8. The water was sprinkled over the slag gravel on sieves during vibration.

Fraktionen 2-22,4 mm togs bara fram i en tvättad version. Efter tvätten framgår tydligare vad partiklarna består av: sintrad slagg, glas, porslin, keramik, kakel, tegel, betong, fogmassa, metallbitar och grus, inga starka partiklar men relativt beständiga .

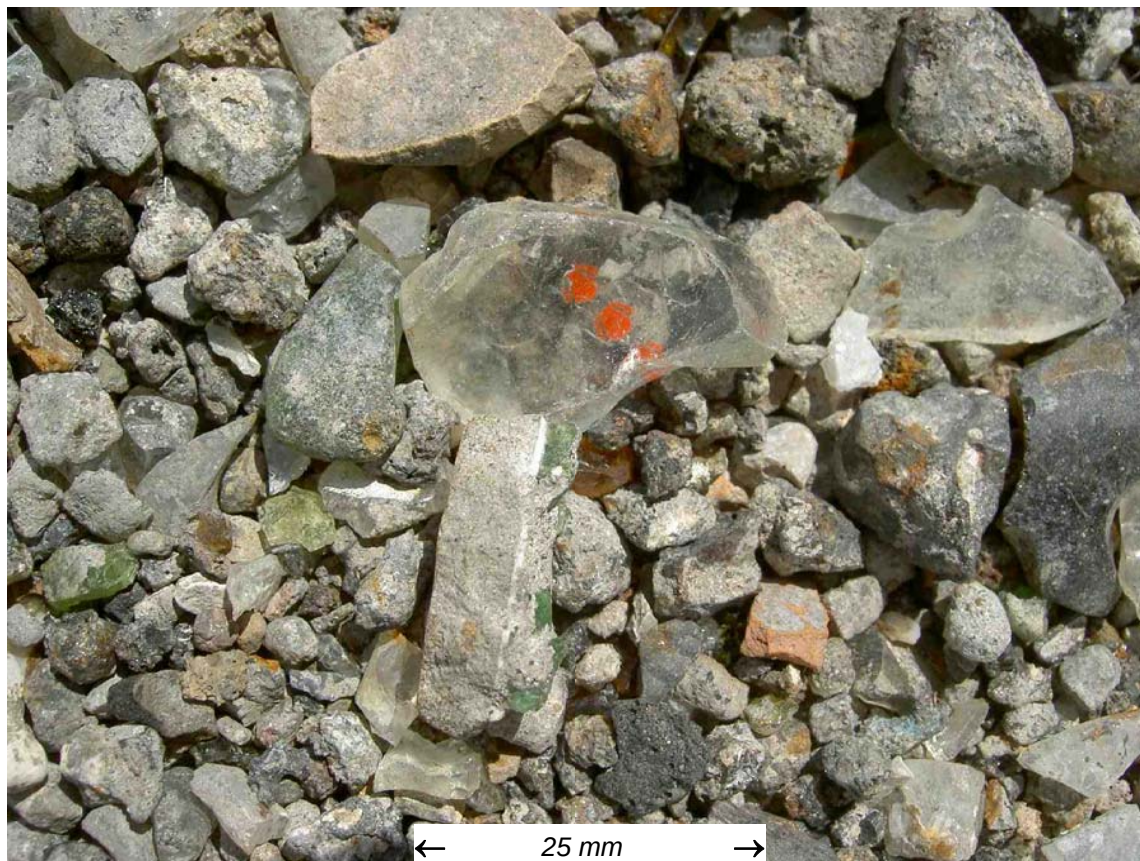


Bild 9. Tvättat SLAGGgrus 2-22,4 mm.

Picture 9. Washed SLAGGgrus 2-22,4 mm.

Den siltiga findelen i otvättad SLAGGsand ger en mjölig karaktär och findelen biter fast på alla ytor, ungefär som cement. En annan likhet med cement är att slaggrus i vått tillstånd påminner om cementpasta och hårdnar när det torkar och "bränner". Den visuella effekten av tvättning är mycket tydlig. Eftersom partiklarna är så små att deras ursprung bara kan skönjas på nära håll, kan materialet tas för en sand av blandade bergarter.

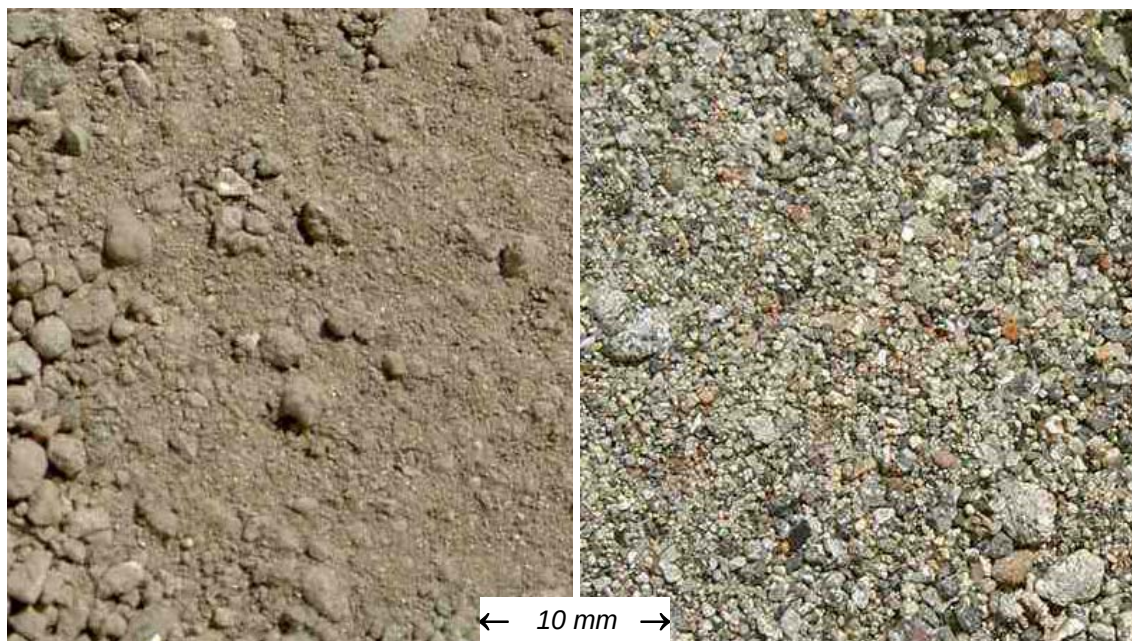


Bild 10. Ursprungligt SLAGGsand 0-2 mm t.v. och samma material tvättat t.h..

Picture 10. Original SLAGGsand 0-2 mm (left) and the same material after washing (right).

D.3 Geotekniska analyser

Sammanställning

SLAGGgrus som har lagrats utomhus har ett högt fuktinnehåll jämfört med vanligt grusmaterial, vilket förklaras av slaggparklarnas stora porositet och findelens fukthållande förmåga.

Tabell 1. Mängder och fukthalter och uppdelning i storlekar hos uttaget prov.

Table 1. Amounts and moisture contents and dividing up into sizes of the sample.

Fraktion	Mängd fuktigt material, kg	Vikt% fuktigt material	Fuktkvot vikt%	Vikt% torrt material
0-2 mm	64,8	65,1	17,6	63,4
2-22,4 mm	34,7	34,9	9,0	36,6

Efter tvättningen, som malde ned en del av de svagaste slagggkornen i materialdelen 2-22,4 mm ändrades andelarna något. Samma effekt kan förväntas i ett verkligt fall.

Tabell 2. Andelarna efter tvättning och borttvättad mängd mindre än 0,125 mm.

Table 2. Amounts after washing and amount washed away less than 0,125 mm.

Fraktion	Vikt %
0-2 mm tvättat	67,4
2-22,4 mm tvättat	32,6
Borttvättat mindre än 0,125 mm av mängden 0-22,4 mm	18*)

*) skattat från kornfördelning

Kornstorlekar

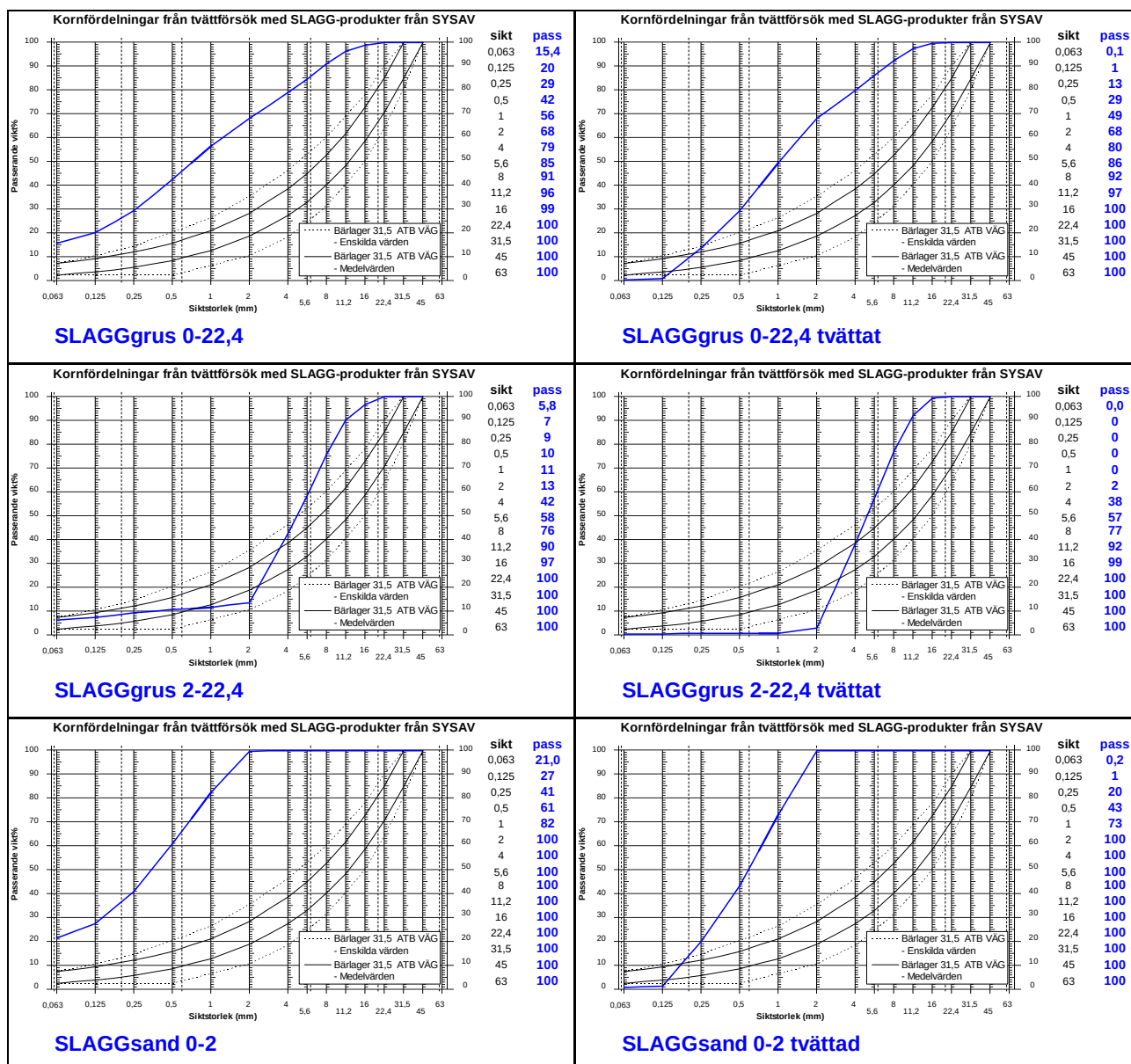


Diagram 1. Kornfördelningar för SLAGG-produkter från SYSAV före och efter tvättning.

Diagram 1. Grain size distributions of SLAGG-products from SYSAV before and after washing.

SLAGGgrus 2-22,4 torrsiktades först på sikten 2 mm. Under påföljande tvättsiktning (på sikt 0,063 mm), som är rutin vid laboratoriesiktning av finhaltiga grusmaterial, maldes partiklar ned till storlekar mindre än 2 mm. 13 vikt% maldes ned på det viset. Det visar hur svaga en del av partiklarna i slaggruset är. Fullskalig slaggrustvättning maler förmodligen också ner svaga partiklar eller partikelkonglomerat, vilket inte är någon nackdel i sammanhanget.

Av pratiska skäl vägdes inte borttvättad mängd utan skattades istället från kornfördelningarna. Det kan bli både mer och mindre i ett verkligt fall, beroende på hur den fullskaliga tvättningen utförs.

Densiteter och absorption

Densiteterna bestämdes enligt SS EN 1097-6 i tre tillstånd: *ugnstorr* = (torr vikt) / (volym med vatten), *yttorr* = (vikt med vatten) / (volym med vatten), *skenbar* = (torr vikt) / (volym minskad med vattnets volym). Densiteterna har de engelska beteckningarna *oven-dry*, *saturated surface-dry* och *apparent*. Fuktinnehållet åstadkoms med olika behandlingssteg beroende på fraktion ($\geq$, $<$ 4 mm), så att partiklarna är fuktmättade men inte blöta på ytorna. Ugnstorr densitet används som korrektionsfaktor, när torra partiklar med olika densitet ska fogas samman till en viss lagringstäthet. Yttorr densitet beskriver tillsammans med ugnstorr densitet partikelvikten i en konstruktion i torrt respektive fuktigt tillstånd. Med kännedom om hålrums halten mellan partiklarna kan vikten av ett materiallager beräknas. Skenbar densitet (= "maximal") antyder vad partiklarna består av. Ett mycket högt värde, t. ex. över 3,5 g/cm³, indikerar innehåll av någon metall. Absorptionen av vatten återspeglar partikelhållrummet. Multipliceras vattenhalten med skenbar densitet fås hålrums halten uttryckt i volymprocent. I fallet med SLAGGsand 0-2 blir det 37 vol%, vilket är ett mycket högt hålrumsvärde.

Mätmetoden föreskriver delning på 4 mm. I fallet SLAGGsand/-grus gjordes samtidigt andra mätningar (kapillaritet och utlakning) där materialen delas på 2 mm. Det hade sannolikt inte någon avgörande betydelse för mätresultaten.

Tabell 3. Densiteter och absorption enligt SS-EN 1097-6.

Table 3. Densities and absorption according to SS-EN 1097-6.

Producent	Material	Fraktion	Densitet, g/cm ³			Absorption
			Ugnstorr	Yttorr	Skenbar	
SYSAV	SLAGGsand	0-2	1,98	2,25	2,71	13,5%
		0,25-2 *)	2,31	2,46	2,72	6,5%
	SLAGGgrus	2-22,4 *)	2,32	2,44	2,64	5,2%
Sydsten	BERGsand	0-4	2,56	2,61	2,70	1,9%
		0-4 **)	2,63	2,66	2,71	1,1%
	BERGgrus	4-31,5 **)	2,68	2,70	2,73	0,7%

*) tvättad på 0,125 mm **) tvättad på 0,063 mm

Densiteter och absorption för tvättad SLAGGsand 0,25-2 är påfallande lika med tvättat SLAGGgrus 2-22,4,. Det talar för att båda fraktionerna innehåller samma mineraler. Samtidigt skiljer sig absorptionen (och därmed hålrums halten i partiklarna) mellan mineralerna i 2-22,4 mm från liknande fraktion av krossat berg, vilket illustrerar skillnaden mellan mineral i berg respektive slaggrus.

Findelen

Egenskaperna hos den finaste materialdelen under 0,063 mm har betydelse för obundna materials stabilitet, framförallt vid hög vattenhalt. Det kan inträffa under utläggning men också i extrema fall i konstruktionen (t. ex. vid tjällossning). Då bör findelen inte vara alltför vattenkänslig, dvs göra grusmaterialet instabilt, alternativt förekomma i så liten mängd att det inte har någon inverkan. Sättet att undersöka detta har skiftat under årens lopp. I nuvarande anvisningar talas det om *SE-värdet* (Sandequiväldent, *Sand Equivalent*) enligt SS-EN 933-8 eller i några fall om *Metylenblå-provning* enligt SS-EN 933-9. Längre tillbaka provades *kapillaritet* enligt VV MB 24. För att karakterisera slaggrusets findel 0-2 mm gjordes alla tre provningarna. Resultaten jämförs med vanliga värden för vanligt krossat berg.

Tabell 4. Provning av findel i tvättad SLAGGsand 0,25-2 jämfört med typiska värden för andra material (**).

Table 4. Testing of fines in washed SLAGGsand 0,25-2 compared to typical values for other materials (**).

Företag	Material	Sandequiväldent SE, %	Metylenblå MB, g/kg	Kapillaritet cm
SYSAV	SLAGGsand 0-2	35 **)	1,6 **)	195 **)
	SLAGGsand 0,25-2 *)	88	0,1	60
Sydsten	BERGsand 0-2	56 **)	0,4 **)	65 **)

*) tvättad på 0,125 mm

**) typiska värden

Tvättningen av SLAGGsand 0-2 till SLAGGsand 0,25-2 ändrar alla tre parametervärdena till vad som är typiskt för natursand vid vattendrag, t.ex. norrländsk nipsand. Det innebär att materialet kan förväntas ha samma geotekniska egenskaper som motsvarande naturmaterial med de användningsmöjligheter det innebär.

D.4 Ämnesanalys

Totalhalt och lakning och utfört av SGI/ALS Analytica

Representativa prover på SLAGGsand 0-2, SLAGGsand 0,25-2 och SLAGGgrus 2-22,4 provades på uppdrag av SYSAV på SGI i Linköping och ALS Analytica i Luleå.

Tabell 5. Analyser och utförare.

Table 5. Analyses and executing laboratories.

Utförare	Totalhalt MG2	Skaktest SS-EN 12457-3	Vattenanalys ICP m. fl.
Analytica	x *)		x
SGI		x *)	

*) kryomalning till < 4 mm av SGI

Av provningstekniska skäl måste material större än 4 mm malas ned för totalhaltsanalys och för skaktestet.

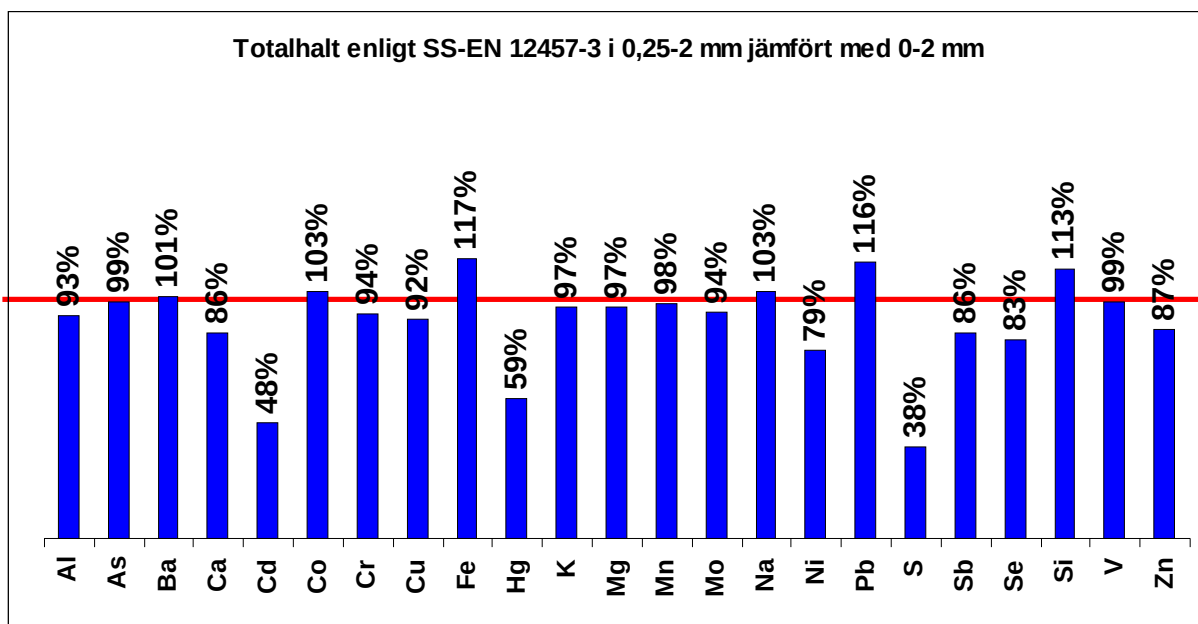


Diagram 2. Förändring av totalhalt efter tvättning av SLAGGsand.

Källa: SYSAV

Diagram 2. Change of total amounts after washing of SLAGGsand.

Source: SYSAV

Anledningen till att vissa ämnen förekommer i högre totalhalt efter tvättning har en logisk förklaring. Efter borttvättning av ca 20 % material mindre än 0,125 mm kan t. ex. metallbitar av järn och bly eller stenmaterial och glas (Si) öka i andel eftersom de huvudsakligen är större än 0,125 mm.

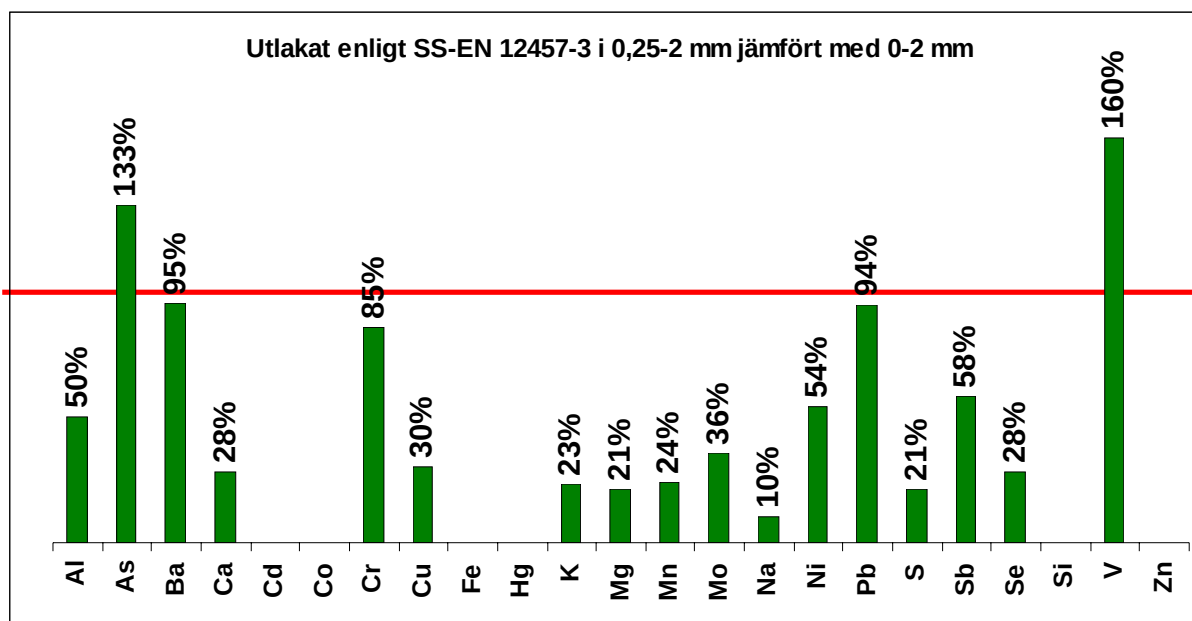


Diagram 3. Förändring av utlakad mängd vid L/S 10 efter tvättning av SLAGGSand. Utelämnade värden är antingen under detekteringsnivå eller i mycket låg halt. Källa: SYSAV

Diagram 3. Change of leached metals at L/S 10 after washing of SLAGGSand. Values left out are either below detection level or at a very low level. Source: SYSAV

Logiken säger att alla ämneshalter i lakvatten borde vara desamma eller minska efter tvättning. En viss ökning skulle kunna förklaras av en ökad totalhalt om ämnet stannar kvar i den tvättade materialdelen, eftersom tvättningen sker snabbt medan lakningen får tid på sig att utvecklas. Det kan också hända att ämnesförekomsten i vattnet från det otvättade materialet maskeras av slampartiklar eller andra ämnen som sedan tvättas bort och som därmed underskattas i den första analysen. Eftersom det rör sig om mycket låga halter kan det inte uteslutas som orsak.

Tabell 6. Övriga analyser av vatten från skaktest SS-EN 12457-3 vid L/S 10 och LOI (loss of ignition, glödgningsförlust). Källa: SYSAV

Table 6. Other analyses of water from the leaching test SS-EN 12457-3 at L/S 10 and LOI (loss of ignition). Source: SYSAV

Fraktion	pH	Konduktivitet mS/m	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	LOI %
2-22,4	10,3	41	28	180	0,375
0,25-2	9,8	41	6	206	3,28
0-2	9,4	153	201	899	7,45

Sänkningen av konduktiviteten förklaras av borttvättningen av vattenlösliga salter, främst koksalt.

Lakning utförd av Skanska/Analycen

Motsvarande SLAGG-material preparerades och lakades på Skanska VTC Syd i Fosie och analyserades av Analycen i Lidköping. Skillnaden mot den föregående studien ligger i lakförfarandet och urvalet av analyserade ämnen. Materialen läggs här i blöt i 24

timmar i förekommande fraktioner i omrört vatten. Undersökta ämnen är de som SY-SAV tar fram i fältuppföljningar av verkliga konstruktioner. Bestämning av totalhalter utelämnades eftersom de redan var framtagna av SGI/ALS Analytica.

Tabell 7. Analyser och utförare.

Table 7. Analyses and executing laboratories.

Utförare	Laktest SS-EN 1744-3	Vattenanalys ICP m. fl.
Analycen		x
Skanska	x	



Bild 11. Lakförsök enligt SS-EN 1744-3 med tvättat SLAGGgrus 2-22,4.

Picture 11. Leaching test according to SS-EN 1744-3 with washed SLAGGgrus 2-22,4.



Bild 12. Findelen i SLAGGsand 0-2 grumlar lakvattnet.

Picture 12. The fines of SLAGGsand 0-2 makes the water muddy.



Bild 13. Från vänster: behållare för vattenanalys av Hg, i mitten för övriga metaller och till höger pH, konduktivitet och salter ur samma prov.

Picture 13. From the left: container for water analysis of Hg, in the middle for other metals and to the right pH, conductivity and salts from the same sample.



Bild 14. Behållare för metallanalys i vatten. Från vänster: avjoniserat vatten (referens), vatten från SLAGGgrus 2-22,4, SLAGGsand 0,25-2 (något grumligt) och SLAGGsand 0-2 (mycket grumligt).

Picture 14. Containers for metals analyses in water. From the left: de-ionized water (reference), waters from SLAGGgrus 2-22,4, SLAGGsand 0,25-2 (slightly muddy) and SLAGGsand 0-2 (very muddy).

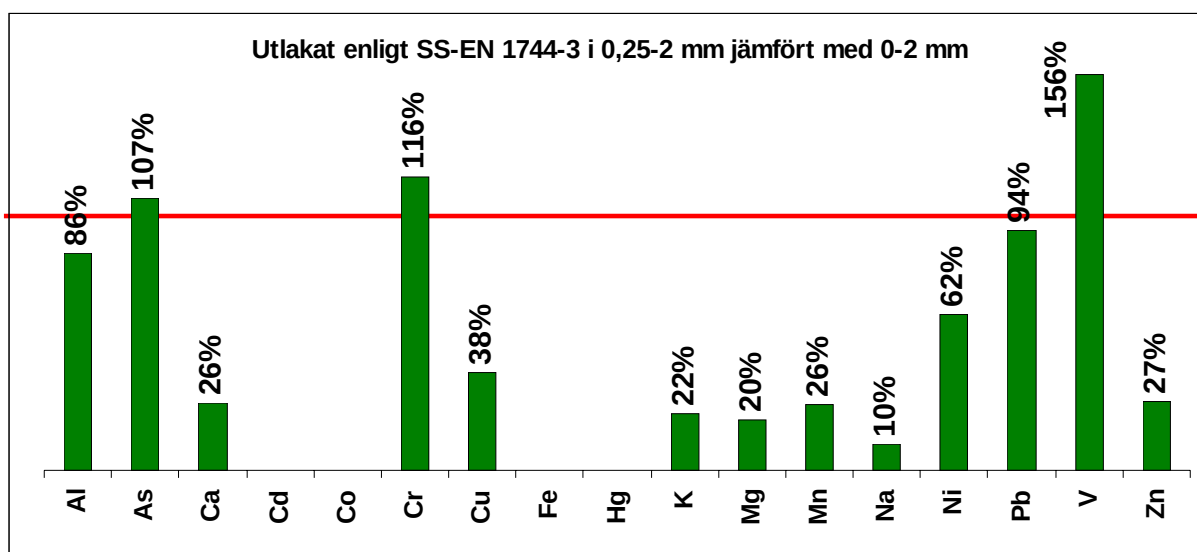


Diagram 4. Förändring av utlakad mängd vid L/S 10 efter tvättning av SLAGGsand. Utelämnade värden är antingen under detekteringsnivå eller i mycket låg halt.

Diagram 4. Change of leached metals at L/S 10 after washing of SLAGGsand. Values left out are either below detection level or at a very low level.

Förklaringarna till ökade halter efter tvättning är desamma som i föregående exempel. Den kraftiga ökningen av V (vanadin) är densamma i de båda undersökningarna, vilket stärker förklaringen om betydelsen av borttvättade partiklar och ämnen för möjligheten

att detektera alla förekommande ämnen. Det kan finnas andra förklaringar men det får anstå tills de här ämnenas förekomst blir avgörande i något sammanhang.

Tabell 8. Övriga analyser av vatten från laktest SS-EN 1744-3 vid L/S 10.

Table 8. Other analyses of water from the leaching test SS-EN 1744-3 at L/S 10.

Fraktion	pH	Konduktivitet mS/m	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
2-22,4	8,8	29	17	73
0,25-2	8,6	34	6	150
0-2	8,7	137	190	600

Resultaten liknar mycket dem i SGI/ALS Analyticas undersökning. Mer bearbetning i skaktestet och nedmalningen av de grövre kornen kan förklara de något högre värdena i det fallet.

Jämförelse mellan testerna

SS-EN 12457-3 kallas 2-steps skaktest, vilket förutom nedmalning av fryst material till mindre än 4 mm innebär omskakning innan lakvatten tas ut. SS-EN 1744-3 är betydligt försiktigare med materialet. Dels provas det i befintlig fraktion utan nedkrossning och dels rörs inte materialet under lakningen. Istället cirkuleras vattnet kontinuerligt under de 24 timmar materialet ligger i blöt. Det är visserligen ett mildare test, vilket framgår av jämförelsen i nedanstående tabell, men det beskriver verkligheten bättre om man vill efterlikna avrunnen nederbörd på ett upplag.

Tabell 9. Kvoter mellan ämnesinnehåll i vatten ur olika materialfraktioner från laktesten SS-EN 1744-3 respektive med SS-EN 12457-3 vid L/S 10 samt kvoter mellan totalhalter.

Table 9. Quotients between amounts of substances in water out of different material sizes from the leaching tests SS-EN 1744-3 and SS-EN 12457-3 respectively at L/S 10 and quotients between total amounts.

Medianvärden för kvoterna mellan fraktionernas värden för ämnesgruppen i SS-EN 1744-3-testet				
Fraktion / fraktion	Lakning enl. SS-EN 1744-3	Lakning enl. SS-EN 12457-3	Total halt	SS-EN 1744-3 / 12457-3
0,25-2 / 0-2	50%	40%	97%	-
2-22,4 / 0-2	51%	28%	92%	-
0-22,4 / 0-22,4	-	-	-	80%
Motsvarande värden för den större ämnesgruppen i SS-EN 12457-3-testet				
0,25-2 / 0-2	-	50%	94%	-
2-22,4 / 0-2	-	38%	86%	-

Medianvärdena valdes för att dämpa inverkan av förekommande extremvärden, som annars skulle förrycka jämförelserna. Sådana extremvärden uppstår lätt av provnings-tekniska skäl när det, som i de här fallen, rör sig om mycket låga halter. Kvoterna bilda-

des ämne för ämne innan de räknades samman, eftersom det kan skilja en faktor 1000 mellan de olika halterna.

Förändringen av totalhalt som effekt av tvättningen är påfallande liten men minskar ändå något. Lägst är totalhalterna i fraktionen 2-22,4 mm (92 % jämfört med fraktion 0-2 mm i SS-EN 1744-3-gruppen, 86 % i SS-EN 12457-3-gruppen). I fallet Hg (kvikksilver) handlar det dessutom om mycket låga halter. Minskningen av S (svavel) kan delvis komma av borttvättat vattenlösligt salt.

De relativa måtten 0,25-2 / 0-2 (medianvärdet av kvoterna mellan ämnena i fraktionerna 0,25-2 mm och 0-2 mm) och 2-22,4 / 0-2 är högre i testet SS-EN 1744-3 men lägre i absoluta tal (80 %) jämfört med SS-EN 12457-3.

De utlakade halterna i fraktionerna 0,25-2 mm respektive 2-22,4 mm, som båda är tvättade, varierar för mycket för att man ska dra någon säker slutsats om skillnader mellan dem. Totalhalterna är sammantaget emellertid något lägre för 2-22,4.

Det relativa måttet 0,25-2 / 0-2 har god följsamhet ämne för ämne mellan de två laktesten, vilket framgår av Diagram 3 och Diagram 4. Däremot finns några ologiska avvikelser i laktestet för kvoten 2-22,4 / 0-2. Därför redovisas inte dessa eftersom de sannolikt kommer från mätförfarandet och inte tillför studien något. De har ingen inverkan på redovisade medianvärden. Detta är ganska typiskt för repeterbarhet och reproducerbarhet i ämnesanalyser av det här slaget. Om försöken skulle upprepas på "samma sätt" skulle resultaten falla ut annorlunda, i några fall kanske med ganska stora avvikelser utan att det har begåtts några fel i hanteringen. Man får vara nöjd med att finna trender och ungefärliga nivåer.

Sammanfattning

Totalhalterna påverkas marginellt av tvättningen för flertalet metaller. Undantag är kadmium, kvikksilver och svavel, som i stort sett halveras. Effekten på *korttidslakning* är blandad. Vissa metaller förekommer redan i mycket låga halter, inte ens detekterbara, t.ex. kadmium, kobolt, järn och kvikksilver, medan andra reduceras kraftigt som kalcium, koppar, kalium, magnesium, mangan, molybden, natrium och zink. Aluminium, arsenik, krom, nickel, bly och vanadin påverkas men i mindre omfattning och i några fall ökar mätetalen, eftersom mer stannar kvar än som tvättas bort. pH är lätt basiskt i L/S 10, 8-9 respektive 9-10 beroende på mätmetod, och ökar något efter tvättningen. Vattenlösliga salter minskar kraftigt, särskilt koksalt, och därmed reduceras också den elektriska konduktiviteten.

D.5 Slutsatser

1. Tvättning av SLAGGsand 0-2 gör resultatet SLAGGsand 0,25-2 mer likt SLAGG-grus 2-22,4 mm vad gäller partiklarnas geotekniska egenskaper och innehåll av ämnen.
2. Tvättad SLAGGsand 0,25-2 påminner om naturligt tvättad sand, bortsett från partiklarnas petrografi (mineralogi, hålrum och styrka).
3. Borttvättning av material mindre än 0,125 mm minskar osäkerheten kring geotekniska och miljömässiga faktorer och gör materialet mer förutsägbart i hanteringen och i kommande funktioner.
4. Det finns processtekniska exempel på tvättning i stor skala i Sverige från tillverkning av ballast och utomlands inom slaggrushanteringen. Syftet är att förbättra ar-

betsmiljön, reducera miljöriskerna för omgivningarna och bredda användningen som anläggningsmaterial.

Litteratur

1. *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.

E Säkerhetsdatablad, byggvarudeklaration och varu- information

Ämnen och beredningar som är märkningspliktiga och som används yrkesmässig för framställning av varor ska åtföljas av *säkerhetsdatablad* enligt Reach /1./. Ansvar för detta ligger på tillverkare och leverantörer. När det gäller en färdig vara för försäljning beskrivs den ofta i ett företags produktblad eller varuinformation. I fallet med byggvaror redovisas de med *byggvarudeklarationer*, baserade på Kretsloppsrådets (byggbranschens forum för yttre miljöfrågor) mall.

Nedanstående material är i nuläget inte märkningspliktiga. Tillverkare och leverantörer ska emellertid i sin varuanmälan kunna framvisa ett *utredningsunderlag* som motiverar detta. Det finns också angivna undantag från huvudregeln om upprättande av säkerhetsdatablad. Nedanstående exempel på säkerhetsdatablad ska därför ses som utredningsunderlag och förberedelse för de fall då de kan komma att avkrävas en tillverkare eller leverantör enligt /1./. Det gäller de tre komponenterna SLAGGgrus, ASFALTgrus och BERGgrus. Till detta fogas en gemensam byggvarudeklaration för utprovade sammansatta produkter. Slutligen hänvisas till ett exempel på en tillverkares, SYSÄV, varuinformation. För mer upplysningar om varuinformationsbladet hänvisas till SYSÄV.

Innehåll

E.1 SÄKERHETS DATABLAD	1
E.1.1 SLAGGGRUS	2
E.1.2 ASFALTGRUS	8
E.1.3 BERGGRUS	14
E.2 BYGGVARUDEKLARATION	19
E.3 VARUINFORMATION	23
LITTERATUR.....	24

E.1 Säkerhetsdatablad

För KOM-produkter upprättas säkerhetsdatablad, oavsett om de är märkningspliktiga eller inte. Det innebär att BERGgrus och ASFALTgrus också deklarerar med säkerhetsdatablad. Detta görs för fullständighetens skull utan att det påkallas av regelverk eller praxis. Det kan tyckas onödigt att fylla i en rad punkter med uppgifter som inte beskriver restriktioner eller farlighet men det är också viktiga upplysningar. Säkerhetsdatabladet utfärdas av den som äger KOM-produkterna och lämnas till den som ska tillverka sammansatta SLAGG-produkter enligt Kemikalieinspektionens regelverk.

E.1.1 SLAGGgrus

SÄKERHETS DATABLAD	
1. NAMNET PÅ ÄMNET/BEREDNINGEN OCH BOLAGET/FÖRETAGET	
Produktnamn: SLAGGgrus	Upprättad: 2007-10-29
Tillverkarens beteckning:	Mognat och bearbetat slaggrus från avfallsförbränning
Avsedd användning:	Som överbyggnadsmaterial i väg- och anläggningskonstruktioner och som komponent i sammansatta obundna material.
Leverantör: XX AB xxxxxxxx x XXX XX XXXXXX Tel: xxx-xx xx xx Fax: xxx-xx xx xx e-post: x.x@x.se	Kontaktperson för vidare information i händelse av nödläge: xx xx Telefon dagtid: xxx-xx xx xx Telefon övrig tid: xxxx-xx xx xx e-post: x.x@x.se I nödläge kontakta även giftinformationscentralen, larmnr 112. Giftinformationscentralen icke-akut: Tel 08-33 12 31
Anmärkning: Leverantör ska vara anmäld till Kemikalieinspektionen	
2. FARLIGA EGENSKAPER	
Risker för människor:	Produkten är inte klassad som giftig eller hälsoskadlig men genom alkaliska reaktioner kan den kan irritera ögon, hud och andningsvägar.
Symtom:	Uppgifter om symptom saknas för denna produkt. Hantera den därför som potentiellt hälsofarlig.
Risker för miljön:	Produkten är inte klassad som miljöskadlig och är stabil.
Klassifikation:	Enligt pkt 15.
Klassifikation av ingående komponenter:	Enligt pkt 3.
Information om känd avsaknad av faror ges i punkt 16. Undantag: Produkter som ej ska åsättas R-fras. För märkning: Se avsnitt 15.	

3. SAMMANSÄTTNING/UPPGIFTER OM BESTÅNDSDELAR	
Varan består av flera material och ämnen	
Kemiskt namn: -	
Huvudsakliga ämnen:	SiO ₂ (52 %), Al ₂ O ₃ (10 %), CaO (14 %), Fe ₂ O ₃ (10 %), K ₂ O (1,4 %), MgO (2,1 %), MnO ₂ (0,1 %), Na ₂ O (4,2 %), P ₂ O ₅ (0,7 %), TiO ₂ (1,2 %), Cl, SO ₄ , övrigt (4,3 %)
Synonymer:	-
CAS-Nummer:	68131-74-8
Koncentration:	Se ovan.
Klassifikation:	*
Övriga ämnen:	Cd (0,0004 %), Cr (0,05 %), Cu (0,6 %), Ni (0,03 %), Pb (0,1 %), Zn (0,4 %)
Synonymer:	-
CAS-Nummer:	-
Koncentration:	Se ovan.
Klassifikation:	Cancerogena ämnen: < 0,1 %. Korrosiva, mutagena ämnen: < 1 % Xn
Klassifikation: *: Ej märkningspliktig; C: Frätande; E: Explosiv; Fx: Mycket brandfarlig; F: Brandfarlig; N: Miljöfarlig; O:Oxiderande; V: Läs varningstexten eller Risker dåligt kända; Xn: Hälsoskadlig; Xi: Irriterande; R: Radioaktiv	
4. ÅTGÄRDER VID FÖRSTA HJÄLPEN	
Generellt:	Ingen särskild åtgärd anses behövas utöver sköljning med vatten. Om symptom ändå uppkommer, kontakta läkare.
Vid inandning:	Vid inandning av stora mängder damm skölj näsa, mun och svalg med vatten. Om symtom uppstår kontakta läkare.
Vid hudkontakt:	Normal tvättning av huden anses som tillräckligt. Om symptom ändå uppkommer, kontakta läkare.
Vid kontakt med ögonen:	För säkerhets skull, spola ögat med vatten. Om symptom ändå uppkommer, kontakta läkare.
Vid förtäring:	Framkalla EJ kräkning.
Symptom:	Se vid Symptom under punkt 2. ovan.
Information till läkare:	Vid olycksfall med denna produkt, visa varans etikett och detta varuinformationsblad.

5. BRANDBEKÄMPNINGSSÅTGÄRDER	
Brandegenskaper:	Ej brännbart
Brandklass:	*
Släckmetod:	Ej brännbart
Får ej släckas med:	Ej brännbart
Speciell släckanvisning:	Ej brännbart.
6. ÅTGÄRDER VID OAVSIKTLIGA UTSLÄPP	
Riskerna med oavsiktliga utsläpp varierar starkt med utsläppets storlek och lokala förhållanden. Nedanstående råd gäller för kvantiteter upp till några få m ³ eller ton. Kontakta den lokala räddningstjänsten för råd vid hantering av större mängder.	
Saneringsmetod:	Vid utsläpp i skyddat vatten, kontakta omedelbart räddningstjänsten, tel 112. Uppsamlas och transporteras sedan till anläggning med tillstånd för förvaring av aktuellt material.
Omhändertagande:	Materialet kan återvinnas på ursprungligt tillverkningsställe eller på liknande anläggning med tillstånd för återvinning av materialtypen.
För information om återvinning, se punkt 13.	
7. HANTERING OCH LAGRING	
Skyddsåtgärder:	Se avsnitt 8.
Förebyggande arbete:	Undvik kontakt med starka baser och syror.
Förebyggande av brand:	Ej brännbart
Lagring:	Lagras uppfuktat vid omgivande temperatur.
8. BEGRÄNSNING AV EXPONERINGEN/PERSONLIGT SKYDD	
Tekniska åtgärder:	För tekniskt förebyggande arbete, se punkt 7 ovan.
Hantering:	Hanteras uppfuktat.
Personligt skydd:	Normal arbetsklädsel av bomull eller syntetmaterial är tillräckligt. Kläder förorenade med denna produkt bör tvättas regelbundet. Undvik långvarig kontakt med huden.
Hygieniskt gränsvärde:	Hygieniskt gränsvärde för damm: 10 mg/m ³ Gränsvärden för respirabla ämnen: Kadmium: 0,05 mg/ m ³ Bly: 0,1 mg/ m ³
Hygieniska åtgärder:	Använd detta ämne med vederbörlig försiktighet. Ät, drick och rök aldrig där ämnet hanteras.

9. FYSIKALISKA OCH KEMISKA EGENSKAPER		
Utseende färg och lukt		Fysikaliska parametrar
Fysikalisk form:	Finhaltig, graderade korn	Fuktig densitet:
Färg:	Grått	i upplag 1,4 t/m³
Lukt:	Svag, karakteristisk lukt	komprimerat 1,6 t/m³
pH i laktest vid L/S 10:	8-10	Löslig i: Syror och baser
Fukthalt	16-24 vikt%	LOI: 4-6 %
<u>Brandegenskaper</u>		
Flampunkt:	Ej brandfarligt	
Antändningstemperatur:	Ej brännbart	
Allmänna brandegenskaper:	Ej brännbart	
10. STABILITET OCH REAKTIVITET		
Stabilitet:	Ämnet är stabilt. Observera dock övriga reaktiva egenskaper.	
Farliga reaktioner:	Alkaliskt. Kan skada lackerade eller målade ytor.	
Undvik kontakt med:	Starka syror. Starka baser. Starka oxidationsmedel. Salpetersyra. Nitrerande syrablandning t ex svavelsyra + salpetersyra.	
11. TOXIKOLOGISK INFORMATION		
Symtom:	Uppgifter om symptom ej entydiga eller saknas för denna produkt. Hantera den som potentiellt hälsofarlig.	
Akut och subakut toxicitet:	Ej klassat som akutgiftigt ämne.	
Lokala effekter:	Vid normal användning har denna produkt inga väsentliga skadliga lokala effekter.	
Kronisk toxicitet och cancer:	Såvitt känt har inga kroniska eller cancerframkallande effekter rapporterats för denna produkt.	
Mutagen och fosterskadande effekter:	Såvitt känt har varken mutagen eller fosterskadande effekter rapporterats för denna produkt.	
Sensibilisering och allergi:	Såvitt känt finns inga överkänslighetsreaktioner rapporterats för denna produkt.	
Allmän toxicitet:	Förgiftning vid förtäring: råtta LD0 >2000 mg/kg.	
Övrigt:	Produkten kan innehålla små rester av metall, växtämnen eller oförbränt material.	

12. EKOLOGISK INFORMATION	
Naturligt förekommande ämnen utan väsentlig miljöfara.	
Biologisk tillgänglighet:	Stor biologisk tillgänglighet
Tolerabla mängder i miljön:	Kan användas i obundna överbyggnader med ringa miljöfara.
Övrig ekologisk information:	Produkten är inte officiellt klassad som miljöfarlig. Öppen användning i stor skala är dock alltid oavsett ämnet en riskfaktor för miljön. Koksalt kan inledningsvis öka salthalten i ytligt grundvatten.
13. AVFALLSHANTERING	
Avfallsklass:	19 01 99
Avfall bör återföras till ursprungligt tillverkningsställe eller till anläggning med tillstånd för förvaring av avfallstypen.	
Beakta även lokala regler för avfallshantering.	
Återvinning:	Denna produkt och de produkter den kompletterar kan återvinnas. Återvinning bör ske på ursprungligt tillverkningsställe eller liknande anläggning med tillstånd för återvinning av materialtypen.
14. TRANSPORTINFORMATION	
Vägtransport:	ADR-klass: Ej klassat som farligt gods.
Järnvägstransport:	RID-klass: Ej klassat som farligt gods.
Sjötransport:	IMDG-Klass: Ej klassat som farligt gods.
Förpackningsgrupp:	Saknas.
UN-Nummer:	Saknas.
15. GÄLLANDE FÖRESKRIFTER	
R- och S-fraser för denna produkt	
R 36/37/38 Irriterar ögonen, andningsorganen och huden S 22 Undvik inandning av damm S 24/25 Undvik kontakt med huden och ögonen S 36/37 Använd lämpliga skyddskläder och skyddshandskar	
Märkning av denna produkt :	
*	
Särskilda bestämmelser utfärdade av myndighet för denna produkt:	
Klassifikation: *: Ej märkningspliktig; C: Frätande; E: Explosiv; Fx: Mycket brandfarlig.; F: Brandfarlig; N: Miljöfarlig; O:Oxiderande; V: Läs varningstexten eller Risker dåligt kända; Xn: Hälsoskadlig; Xi: Irriterande; R: Radioaktiv	

16. ANNAN INFORMATION

Denna information har sammanvägts från flera officiella och öppna källor, varvid hänsyn tagits till möjliga fel i källmaterialet.

E.1.2 ASFALTgrus

SÄKERHETSDATABLAD	
1. NAMNET PÅ ÄMNET/BEREDNINGEN OCH BOLAGET/FÖRETAGET	
Produktnamn ASFALTgrus	Upprättad: 2007-11-23
Tillverkarens beteckning:	Krossad asfalt
Avsedd användning:	Som överbyggnadsmaterial i väg- och anläggningskonstruktioner och som komponent i sammansatta obundna material.
Leverantör: XX AB xxxxxxx x XXX XX XXXXXX Tel: xxx-xx xx xx Fax: xxx-xx xx xx e-post: x.x@x.se	Kontaktperson för vidare information i händelse av nödläge: xx xx Telefon dagtid: xxx-xx xx xx Telefon övrig tid: xxxx-xx xx xx e-post: x.x@x.se I nödläge kontakta även giftinformationscentralen, larmnr 112. Giftinformationscentralen icke-akut: Tel 08-33 12 31
Anmärkning: Leverantör ska vara anmäld till Kemikalieinspektionen	
2. FARLIGA EGENSKAPER	
Risker för människor:	Produkten är inte klassad som giftig eller hälsoskadlig. Om den innehåller kvarts finns risk för silikos, s.k dammlunga.
Symtom:	Det finns inga kända symptom på efter exponering av produkten.
Risker för miljön:	Produkten är inte klassad som miljöskadlig. Produkten är stabil.
Klassifikation:	Enligt pkt 15.
Klassifikation av ingående komponenter:	Enligt pkt 3.
Information om känd avsaknad av faror ges i punkt 16. Undantag: Produkter som ej ska åsättas R-fras. För märkning: Se avsnitt 15.	

3. SAMMANSÄTTNING/UPPGIFTER OM BESTÅNDSDELAR	
Varan består av flera material och ämnen	
Kemiskt namn: -	
Huvudsakliga ämnen:	SiO ₂ (60 %), Al ₂ O ₃ (15 %), CaO (7 %), Fe ₂ O ₃ (7 %), K ₂ O (2,3 %), MgO (4,2 %), MnO ₂ (0,1 %), Na ₂ O (3,2 %), P ₂ O ₅ (0,4 %), TiO ₂ (1,2 %)
Synonymer:	Bergmineral
CAS-Nummer:	-
Koncentration:	93-97 %
Klassifikation:	*
Övriga ämnen 1:	Cd (0,000017 %), Cr (0,019 %), Cu (0,0032 %), Ni (0,0021 %), Pb (0,0007 %), Zn (0,0076 %)
Synonymer:	-
CAS-Nummer:	-
Koncentration:	Se ovan.
Klassifikation:	Cancerogena ämnen: < 0,1 %. Korrosiva, mutagena ämnen: < 1 % Xn
Övriga ämnen 2:	Aromatiska kolväten
Synonymer:	Bitumen (asfalt)
CAS-Nummer:	8052-42-4
Koncentration:	3-7 %
Klassifikation:	-
Övriga ämnen 3:	Polycykliska aromatiska kolväten
Synonymer:	Stenkolstjära
CAS-Nummer:	84650-04-4
Koncentration:	< 0,1 %
Andel 16PAH:	☐ <70 ppm ☐ 70-300 ppm ☐ 300-1000 ppm
Klassifikation:	Xn
Klassifikation: *: Ej märkningspliktig; C: Frätande; E: Explosiv; Fx: Mycket brandfarlig.; F: Brandfarlig; N: Miljöfarlig; O:Oxiderande; V: Läs varningstexten eller Risker dåligt kända; Xn: Hälsoskadlig; Xi: Irriterande; R: Radioaktiv	

4. ÅTGÄRDER VID FÖRSTA HJÄLPEN

Generellt:	Ingen särskild åtgärd anses behövas.
Vid inandning:	Vid inandning av stora mängder damm skölj näsa, mun och svalg med vatten.
Vid hudkontakt:	Normal tvättning av huden anses som tillräckligt.
Vid kontakt med ögonen:	För säkerhets skull, spola ögat med vatten.
Vid förtäring:	Framkalla EJ kräkning.
Symptom:	Se vid Symptom under punkt 2. ovan.
Information till läkare:	Vid olycksfall med denna produkt, visa varans etikett och detta varuinformationsblad.

5. BRANDBEKÄMPNINGSÅTGÄRDER

Brandegenskaper:	Ej brännbart
Brandklass:	*
Släckmetod:	Ej brännbart
Får ej släckas med:	Ej brännbart
Speciell släckanvisning:	Ej brännbart.

6. ÅTGÄRDER VID OAVSIKTLIGA UTSLÄPP

Riskerna med oavsiktliga utsläpp varierar starkt med utsläppets storlek och lokala förhållanden. Nedanstående råd gäller för kvantiteter upp till några få m³ eller ton. Kontakta den lokala räddningstjänsten för råd vid hantering av större mängder.

Saneringsmetod:	Ingen sanering behövlig.
Omhändertagande:	Materialet kan återvinnas på ursprungligt tillverkningsställe eller på liknande anläggning med tillstånd för återvinning av materialtypen.

För information om återvinning, se punkt 13.

7. HANTERING OCH LAGRING

Skyddsåtgärder:	Se avsnitt 8.
Förebyggande arbete:	Dammbekämpning med vatten rekommenderas för alla mineraltyper och i synnerhet för kvartshaltiga mineral.
Förebyggande av brand:	Ej brännbart
Lagring:	Lagras uppfuktat vid omgivande temperatur.

8. BEGRÄNSNING AV EXPONERINGEN/PERSONLIGT SKYDD	
Tekniska åtgärder:	För tekniskt förebyggande arbete, se punkt 7 ovan.
Hantering:	Hanteras uppfuktat.
Personligt skydd:	Normal arbetsklädsel av bomull eller syntetmaterial är tillräckligt. Kläder förorenade med denna produkt bör tvättas regelbundet. Undvik långvarig kontakt med huden.
Hygieniskt gränsvärde:	Hygieniskt gränsvärde för damm: 10 mg/m ³ Gränsvärden för respirabla ämnen: Kadmium: 0,05 mg/ m ³ Bly: 0,1 mg/ m ³
Hygieniska åtgärder:	Använd detta ämne med vederbörlig försiktighet. Ät, drick och rök aldrig där ämnet hanteras.
9. FYSIKALISKA OCH KEMISKA EGENSKAPER	
Utseende färg och lukt	
Fysikalisk form:	Finhaltig, graderade korn
Färg:	Grått, rött, vitt, svart
Lukt:	Svag, karakteristisk lukt
pH i laktest vid L/S 10:	7
Fukthalt	1-5 vikt%
Fysikaliska parametrar	
Fuktig densitet:	
i upplag	1,6 t/m ³
komprimerat	2,0 t/m ³
Löslig i:	Syror, toluen, xylene
LOI:	1-3 %
Brandegenskaper	
Flampunkt:	Ej brandfarligt
Antändningstemperatur:	Ej brännbart
Allmänna brandegenskaper:	Ej brännbart
10. STABILITET OCH REAKTIVITET	
Stabilitet:	Ämnet är stabilt. Observera dock övriga reaktiva egenskaper.
Farliga reaktioner:	Normalt inga farliga reaktioner.
Undvik kontakt med:	Starka syror. Salpetersyra. Nitrerande syrablandning t ex svavelsyra + salpetersyra. Toluene. Xylene.

11. TOXIKOLOGISK INFORMATION	
Symtom:	Inga kända toxikologiska reaktioner.
Akut och subakut toxicitet:	Ej klassat som akutgiftigt ämne.
Lokala effekter:	Vid normal användning har denna produkt inga väsentliga skadliga lokala effekter.
Kronisk toxicitet och cancer:	Såvitt känt har inga kroniska eller cancerframkallande effekter rapporterats för denna produkt.
Mutagena och fosterskadande effekter:	Såvitt känt har varken mutagena eller fosterskadande effekter rapporterats för denna produkt.
Sensibilisering och allergi:	Såvitt känt finns inga överkänslighetsreaktioner rapporterats för denna produkt.
Allmän toxicitet:	Förgiftning vid förtäring: råtta LD0 >2000 mg/kg.
Övrigt:	Produkten kan innehålla små rester av metall och växtämnen från den miljö där materialen tillverkats eller förvarats.
12. EKOLOGISK INFORMATION	
Naturligt förekommande ämnen utan väsentlig miljöfara.	
Biologisk tillgänglighet:	Stor biologisk tillgänglighet.
Tolerabla mängder i miljö:	Kan användas i obundna överbyggnader med ringa miljöfara.
Övrig ekologisk information:	Produkten är inte officiellt klassad som miljöfarlig. Öppen användning i stor skala är dock alltid oavsett ämnet en riskfaktor för miljön.
13. AVFALLSHANTERING	
Avfallsklass:	17 03 02
Avfall bör återföras till ursprungligt tillverkningsställe eller till anläggning med tillstånd för förvaring av avfallstypen.	
Beakta även lokala regler för avfallshantering.	
Återvinning:	Denna produkt och de produkter den kompletterar kan återvinnas. Återvinning bör ske på ursprungligt tillverkningsställe eller liknande anläggning med tillstånd för återvinning av materialtypen.

14. TRANSPORTINFORMATION	
Vägtransport:	ADR-klass: Ej klassat som farligt gods.
Järnvägstransport:	RID-klass: Ej klassat som farligt gods.
Sjötransport:	IMDG-Klass: Ej klassat som farligt gods.
Förpackningsgrupp:	Saknas.
UN-Nummer:	Saknas.
15. GÄLLANDE FÖRESKRIFTER	
R- och S-fraser för denna produkt	
S 22 Undvik inandning av damm	
S 36/37 Använd lämpliga skyddskläder och skyddshandskar	
Märkning av denna produkt:	
*	
Särskilda bestämmelser utfärdade av myndighet för denna produkt:	
Klassifikation: *: Ej märkningspliktig; C: Frätande; E: Explosiv; Fx: Mycket brandfarlig.; F: Brandfarlig; N: Miljöfarlig; O:Oxiderande; V: Läs varningstexten eller Risker dåligt kända; Xn: Hälsoskadlig; Xi: Irriterande; R: Radioaktiv	
16. ANNAN INFORMATION	
Denna information har sammanvägts från flera officiella och öppna källor, varvid hänsyn tagits till möjliga fel i källmaterialet.	

E.1.3 BERGgrus

SÄKERHETSDATABLAD	
1. NAMNET PÅ ÄMNET/BEREDNINGEN OCH BOLAGET/FÖRETAGET	
Produktnamn BERGgrus	Upprättad: 2007-11-23
Tillverkarens beteckning:	Krossat berg.
Avsedd användning:	Som överbyggnadsmaterial i väg- och anläggningskonstruktioner och som komponent i sammansatta obundna material.
Leverantör: XX AB xxxxxxx x XXX XX XXXXXX Tel: xxx-xx xx xx Fax: xxx-xx xx xx e-post: x.x@x.se	Kontaktperson för vidare information i händelse av nödläge: xx xx Telefon dagtid: xxx-xx xx xx Telefon övrig tid: xxxx-xx xx xx e-post: x.x@x.se I nödläge kontakta även giftinformationscentralen, larmnr 112. Giftinformationscentralen icke-akut: Tel 08-33 12 31
Anmärkning: Leverantör ska vara anmäld till Kemikalieinspektionen	
2. FARLIGA EGENSKAPER	
Risker för människor:	Produkten är inte klassad som giftig eller hälsoskadlig. Om den innehåller kvarts finns risk för silikos, s.k dammlunga.
Symtom:	Det finns inga kända symptom på efter exponering av produkten.
Risker för miljön:	Produkten är inte klassad som miljöskadlig. Produkten är stabil.
Klassifikation:	Enligt pkt 15.
Klassifikation av ingående komponenter:	Enligt pkt 3.
Information om känd avsaknad av faror ges i punkt 16. Undantag: Produkter som ej ska åsättas R-fras. För märkning: Se avsnitt 15.	

3. SAMMANSÄTTNING/UPPGIFTER OM BESTÅNDSDELAR	
Varan består av flera material och ämnen	
Kemiskt namn: -	
Huvudsakliga ämnen:	SiO ₂ (60 %), Al ₂ O ₃ (15 %), CaO (7 %), Fe ₂ O ₃ (7 %), K ₂ O (2,3 %), MgO (4,2 %), MnO ₂ (0,1 %), Na ₂ O (3,2 %), P ₂ O ₅ (0,4 %), TiO ₂ (1,2 %)
Synonymer:	Bergmineral
CAS-Nummer:	-
Koncentration:	100 %
Klassifikation:	*
Övriga ämnen:	Cd (0,000017 %), Cr (0,019 %), Cu (0,0032 %), Ni (0,0021 %), Pb (0,0007 %), Zn (0,0076 %)
Synonymer:	-
CAS-Nummer:	-
Koncentration:	Se ovan. Cancerogena ämnen: < 0,1 %. Korrosiva, mutagena ämnen: < 1 %
Klassifikation:	Xn
Klassifikation: *: Ej märkningspliktig; C: Frätande; E: Explosiv; Fx: Mycket brandfarlig; F: Brandfarlig; N: Miljöfarlig; O: Oxiderande; V: Läs varningstexten eller Risker dåligt kända; Xn: Hälsoskadlig; Xi: Irriterande; R: Radioaktiv	
4. ÅTGÄRDER VID FÖRSTA HJÄLPEN	
Generellt:	Ingen särskild åtgärd anses behövas.
Vid inandning:	Vid inandning av stora mängder damm skölj näsa, mun och svalg med vatten.
Vid hudkontakt:	Normal tvättning av huden anses som tillräckligt.
Vid kontakt med ögonen:	För säkerhets skull, spola ögat med vatten.
Vid förtäring:	Framkalla EJ kräkning.
Symptom:	Se vid Symptom under punkt 2. ovan.
Information till läkare:	Vid olycksfall med denna produkt, visa varans etikett och detta varuinformationsblad.
5. BRANDBEKÄMPNINGSÅTGÄRDER	
Brandegenskaper:	Ej brännbart
Brandklass:	*
Släckmetod:	Ej brännbart
Får ej släckas med:	Ej brännbart
Speciell släckanvisning:	Ej brännbart.

6. ÅTGÄRDER VID OAVSIKTLIGA UTSLÄPP

Riskerna med oavsiktliga utsläpp varierar starkt med utsläppets storlek och lokala förhållanden. Nedanstående råd gäller för kvantiteter upp till några få m³ eller ton. Kontakta den lokala räddningstjänsten för råd vid hantering av större mängder.

Saneringsmetod:	Ingen sanering behövlig.
Omhändertagande:	Materialet kan återvinnas på ursprungligt tillverkningsställe eller på liknande anläggning med tillstånd för återvinning av materialtypen.

För information om återvinning, se punkt 13.

7. HANTERING OCH LAGRING

Skyddsåtgärder:	Se avsnitt 8.
Förebyggande arbete:	Dammbekämpning med vatten rekommenderas för alla mineraltyper och i synnerhet för kvartshaltiga mineral.
Förebyggande av brand:	Ej brännbart
Lagring:	Lagras uppfuktat vid omgivande temperatur.

8. BEGRÄNSNING AV EXPONERINGEN/PERSONLIGT SKYDD

Tekniska åtgärder:	För tekniskt förebyggande arbete, se punkt 7 ovan.
Hantering:	Hanteras uppfuktat.
Personligt skydd:	Normal arbetsklädsel av bomull eller syntetmaterial är tillräckligt. Kläder förorenade med denna produkt bör tvättas regelbundet. Undvik långvarig kontakt med huden.
Hygieniskt gränsvärde:	Hygieniskt gränsvärde för damm: 10 mg/m ³ Gränsvärden för respirabla ämnen: Kadmium: 0,05 mg/ m ³ Bly: 0,1 mg/ m ³
Hygieniska åtgärder:	Använd detta ämne med vederbörlig försiktighet. Ät, drick och rök aldrig där ämnet hanteras.

9. FYSIKALISKA OCH KEMISKA EGENSKAPER	
Utseende färg och lukt	
Fysikalisk form:	Finhaltig, graderade korn
Färg:	Grått, rött, vitt, svart
Lukt:	Ingen lukt
pH i laktest vid L/S 10:	7
Fukthalt	1-5 vikt%
Fysikaliska parametrar	
Fuktig densitet:	
i upplag	1,8 t/m ³
komprimerat	2,2 t/m ³
Löslig i:	Syror
LOI:	< 1 %
<u>Brandegenskaper</u>	
Flampunkt:	Ej brandfarligt
Antändningstemperatur:	Ej brännbart
Allmänna brandegenskaper:	Ej brännbart
10. STABILITET OCH REAKTIVITET	
Stabilitet:	Ämnet är stabilt. Observera dock övriga reaktiva egenskaper.
Farliga reaktioner:	Normalt inga farliga reaktioner.
Undvik kontakt med:	Starka syror. Salpetersyra. Nitrerande syrablandning t ex svavelsyra + salpetersyra.
11. TOXIKOLOGISK INFORMATION	
Symtom:	Inga kända toxikologiska reaktioner.
Akut och subakut toxicitet:	Ej klassat som akutgiftigt ämne.
Lokala effekter:	Vid normal användning har denna produkt inga väsentliga skadliga lokala effekter.
Kronisk toxicitet och cancer:	Såvitt känt har inga kroniska eller cancerframkallande effekter rapporterats för denna produkt.
Mutagena och fosterskadande effekter:	Såvitt känt har varken mutagena eller fosterskadande effekter rapporterats för denna produkt.
Sensibilisering och allergi:	Såvitt känt finns inga överkänslighetsreaktioner rapporterats för denna produkt.
Allmän toxicitet:	Förgiftning vid förtäring: råtta LD0 >2000 mg/kg.
Övrigt:	Produkten kan innehålla små rester av metall och växtämnen från den miljö där materialen tillverkats eller förvarats.

12. EKOLOGISK INFORMATION	
Naturligt förekommande ämnen utan väsentlig miljöfara.	
Biologisk tillgänglighet:	Stor biologisk tillgänglighet.
Tolerabla mängder i miljö:	Produkten är inte officiellt klassad som miljöfarlig. Öppen användning i stor skala är dock alltid oavsett ämnet en riskfaktor för miljön.
Övrig ekologisk information:	Produkten är inte officiellt klassad som miljöfarlig..
13. AVFALLSHANTERING	
Avfallsklass:	17 05 04
Avfall bör återföras till ursprungligt tillverkningsställe eller till anläggning med tillstånd för förvaring av avfallstypen.	
Beakta även lokala regler för avfallshantering.	
Återvinning:	Denna produkt och de produkter den kompletterar kan återvinnas. Återvinning bör ske på ursprungligt tillverkningsställe eller liknande anläggning med tillstånd för återvinning av materialtypen.
14. TRANSPORTINFORMATION	
Vägtransport:	ADR-klass: Ej klassat som farligt gods.
Järnvägstransport:	RID-klass: Ej klassat som farligt gods.
Sjötransport:	IMDG-Klass: Ej klassat som farligt gods.
Förpackningsgrupp:	Saknas.
UN-Nummer:	Saknas.
15. GÄLLANDE FÖRESKRIFTER	
R- och S-fraser för denna produkt	
S 22 Undvik inandning av damm	
S 36/37 Använd lämpliga skyddskläder och skyddshandskar	
Märkning av denna produkt:	
*	
Särskilda bestämmelser utfärdade av myndighet för denna produkt:	
Klassifikation: *: Ej märkningspliktig; C: Frätande; E: Explosiv; Fx: Mycket brandfarlig.; F: Brandfarlig; N: Miljöfarlig; O:Oxiderande; V: Läs varningstexten eller Risker dåligt kända; Xn: Hälsoskadlig; Xi: Irriterande; R: Radioaktiv	
16. ANNAN INFORMATION	
Denna information har sammanvägts från flera officiella och öppna källor, varvid hänsyn tagits till möjliga fel i källmaterialet.	

E.2 Byggvarudeklaration

Byggvarudeklarationer upprättas av tillverkare och är avsedda för slutkunder men de förmedlas ofta av utföraren, som har ansvaret för konstruktionens färdigställande. En del information är gemensam med komponenternas säkerhetsdatablad men det är den sammansatta slutprodukten som ska beskrivas. Den ska bedömas efter sina egna egenskaper, som de visar sig i provning och i praktisk tillämpning. Alla SLAGG-produkterna samsas om en byggvarudeklaration enligt nedanstående formulär, som kan justeras för varje enskild sammansättning.

Byggvarudeklaration för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggnad enligt Kretsloppsrådets riktlinjer maj 2007 för **SLAGG-, SLAGGASFALT-, -grus, -för, -bär**

1 Grunddata

Produktidentifikation		Dokument-ID: SkBvdBa3a
Varunamn SLAGG-, SLAGGASFALT-, -bär, -för, -grus	Artikel-nr/ID-begrepp -	Varugrupp Ballast, specialprodukter
☒ Ny deklaration	Vid ändrad deklaration	
☐ Ändrad deklaration	Är varan förändrad?	Ändringen avser Uppdatering till BVD 3
	☐ Nej ☐ Ja	Ändrad vara identifieras genom
Upprättad/ändrad den 2008-01-24		Kontrollerad utan ändring den
Övriga upplysningar: Tidigare version 2004-03-01, enligt anvisningar BVD mars 2000		

2 Leverantörsuppgifter

Företagsnamn XXX AB		Organisationsnr/DUNS-nr 55XXXX-YYYY	
Adress		Kontaktperson	
		Telefon	
Webbplats: www.XXX.se		E-post	
Har företaget miljöledningssystem?		☒ Ja	☐ Nej
Företaget är certifierat enligt	☒ ISO 9000 ☒ ISO 14000	☐ Annat	Om "annat", specificera:
Övriga upplysningar:			

3 Varuinformation

Land för sluttillverkning Sverige		Om land ej kan anges, ange orsak	
Användningsområde: Varugruppen SLAGG- och SLAGGASFALT- omfattar olika typer av obunda material för grusbärlager, förstärkningslager, skyddslager och fyllning.			
Finns säkerhetsdatablad för varan?		☒ Ej relevant	☐ Ja ☐ Nej
Finns säkerhetsdatablad för komponenterna?		☐ Ej relevant	☒ Ja ☐ Nej
Ange enligt kemikalieinspektionens regelverk:	Klassificering *	☐ Ej relevant	
	Märkning *		
Är varan registrerad i BASTA?		☐ Ja	☒ Nej
Är varan miljömärkt?	☒ Kriterier saknas ☐ Ja ☒ Nej	Om "ja", specificera:	
Finns miljödeklaration typ III för varan?		☐ Ja	☒ Nej
Övriga upplysningar:			

**Byggvarudeklaration för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande enligt Kretsloppsrådets riktlinjer maj 2007 för
SLAGG-, SLAGGASFALT-, -grus, -för, -bär**

4 Innehåll

Varan består vid leverans av följande delar/komponenter och med angivna kemiska sammansättning:					
Ingående material/ Komponenter*	Ingående ämnen*	Vikt-%	EG-nr/ CAS-nr (alt legering)	Klassificering	Kommentar
Slaggrus	Se säkerhetsdatablad	10-100	CAS-nr 68131-74-8	-	
☐ Stenmaterial/ballast	☐ Bergmaterial ☐ Naturgrus	0-90	-	-	**
☐ Krossad asfalt	Bitumen Stenmaterial	0-50	-	-	
Övriga upplysningar: *Flera alternativ finns. Ikryssat anger specifik sammansättning för angiven produktionsanläggning **Radium och gammaindex i tåkt <1					

5 Produktionsskedet

Resursutnyttjande och miljöpåverkan under produktion av varan redovisas på ett av följande sätt:			
☐ 1) Inflöden (råvaror, insatsvaror, energi mm) för den registrerade varan till tillverkningsenheten , och utflöden (emissioner och restprodukter) därifrån, d v s från "grind till grind". ☐ 2) Samtliga inflöden och utflöden från utvinning av råvaror till färdig produkt d v s "vagga till grind". ☒ 3) Annan avgränsning. Ange vad: Mottagning, förvaring, bearbetning, utlastning			
Redovisningen avser enhet av varan: ton	☐ Redovisad vara	☒ Varans varugrupp	☐ Varans tillverkningsenhet
Ange råvaror och insatsvaror som använts vid tillverkning av varan		☐ Ej relevant	
Råvara/insatsvara	Mängd och enhet	Kommentar	
Bergmaterial	-	Berg	
Grus	-	Naturgrus	
Ange återvunna material som använts vid tillverkning av varan		☐ Ej relevant	
Materialslag	Mängd och enhet	Kommentar	
Bergmaterial	-	Kan ingå	
Asfaltgranulat	-	Fräst eller krossad asfalt	
Slaggrus	-	Bearbetad bottenaska	
Ange energi som använts vid tillverkning av varan eller dess delar		☐ Ej relevant	
Energislag	Mängd och enhet	Kommentar	
Diesel	2,5 kWh/ton ballast	Maskiner för utlastning/lastning, transport	
Diesel, el	3 kWh/ton ballast	Transportband, krossning, sortering	
Ange transporter som använts vid tillverkning av varan eller dess delar		☐ Ej relevant	
Transportslag	Andel %	Kommentar	
Transportband/Bergtruck/Lastbil	100	-	

Uppgifter i grönmarkerade fält är krav enligt Kretsloppsrådets riktlinjer.

2(4)

**Byggvarudeklaration för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande enligt Kretsloppsrådets riktlinjer maj 2007 för
SLAGG-, SLAGGASFALT-, -grus, -för, -bär**

Ange emissioner till luft, vatten eller mark från tillverkning av varan eller dess delar		☐ Ej relevant
Emissionsslag; luft	Mängd och enhet	Kommentar
CO ₂	1 kg/ton ballast	
NO _x	10 g/ton ballast	
PM	0,5-1 g/ton ballast	
HC	1,5-2 g/ton ballast	
SO ₂	-	

Ange restprodukter från tillverkning av varan eller dess delar					☐ Ej relevant
Restprodukt	Avfallskod	Mängd	Andel som återvinns		Kommentar
			Materialåtervinns %	Energiåtervinns %	
Bergmaterial	17 05 04	-	100	-	-
Krossad asfalt	17 03 02	-	100	-	-
Slaggrus	19 01 99	-	100	-	Sorterad, mognad och siktad bottenaska
Finns datanoggrannheten för tillverkningsdata beskriven?	☐ Ja	☒ Nej	Om "ja", specificera: Uppgifter avser genomsnitt för produktion inom Skanska Sverige. Underlag data finns hos Skanska Sveriges miljöstab.		
Övriga upplysningar:					

6 Distribution av färdig vara

Tillämpar leverantören retursystem för lastbärare av varan?	☒ Ej relevant	☐ Ja	☐ Nej
Tillämpar leverantören system med flergångsemballage för varan?	☒ Ej relevant	☐ Ja	☐ Nej
Återtar leverantören emballage för varan?	☒ Ej relevant	☐ Ja	☐ Nej
Är leverantören ansluten till REPA?	☒ Ej relevant	☐ Ja	☐ Nej
Övriga upplysningar:			

7 Byggskedet

Ställer varan särskilda krav vid lagring?	☐ Ej relevant	☐ Ja	☒ Nej	Om "ja", specificera:
Ställer varan särskilda krav på omgivande byggvaror?	☐ Ej relevant	☐ Ja	☒ Nej	Om "ja", specificera:
Övriga upplysningar:				

8 Bruksskedet

Ställer varan krav på insatsvaror för drift och underhåll?	☐ Ja	☒ Nej	Om "ja", specificera:			
Ställer varan krav på energitillförsel för drift?	☐ Ja	☒ Nej	Om "ja", specificera:			
Uppskattad teknisk livslängd för varan anges enligt ett av alternativen a) eller b) nedan:						
a) Referenslivslängden uppskattas vara cirka	☐ 5 år	☐ 10 år	☐ 15 år	☐ 25 år	☐ >50 år	Kommentar Livslängden beror på typ av material och användningsområde. För inbyggda material är den minst lika lång som byggobjektets brukstid
b) Referenslivslängden uppskattas vara i intervallet: 10-40 år						
Övriga upplysningar:						

Uppgifter i grönmärkerade fält är krav enligt Kretsloppsrådets riktlinjer.

3(4)

**Byggvarudeklaration för sammansatta obundna material i väg- och anläggningsbyggande enligt Kretsloppsrådets riktlinjer maj 2007 för
SLAGG-, SLAGGASFALT-, -grus, -för, -bär**

9 Rivning

Är varan förberedd för demontering (isärtagning)?	☒ Ej relevant	☐ Ja	☐ Nej	Om "ja", specificera:
Kräver varan särskilda åtgärder för skydd av hälsa och miljö vid rivning/demontering?	☐ Ej relevant	☐ Ja	☒ Nej	Om "ja", specificera:
Övriga upplysningar: Mellanlagring av komponenterna bör ske enligt rekommendationer. Miljöstörande ämnen lakas inte ut till vatten och mark i skadliga mängder från uttjänta komponenter, som läggs på upplag.				

10 Avfallshantering

Är återanvändning möjlig för hela eller delar av varan?	☐ Ej relevant	☒ Ja	☐ Nej	Om "ja", specificera: Kan efter uppgrävning återanvändas som fyllningsmaterial
Är materialåtervinning möjlig för hela eller delar av varan?	☐ Ej relevant	☒ Ja	☐ Nej	Om "ja", specificera: Kan återvinnas till ursprunglig varukvalitet igen genom bearbetning
Är energiåtervinning möjlig för hela eller delar av varan?	☒ Ej relevant	☐ Ja	☐ Nej	Om "ja", specificera:
Har leverantören restriktioner och rekommendationer för återanvändning, material- eller energiåtervinning eller deponering?	☐ Ej relevant	☒ Ja	☐ Nej	Om "ja", specificera: Rivna material bör förvaras på anläggningar med tillstånd för materialåtervinning av aktuella material
Ange avfallskod för den levererade varan: 17 05 04, 17 03 02, 19 01 99				
Är den levererade varan klassad som farligt avfall?			☐ Ja	☒ Nej

11 Innemiljö

Ej relevant.

Hänvisningar

-

Bilagor

-

Uppgifter i grönmärkerade fält är krav enligt Kretsloppsrådets riktlinjer.

4(4)

E.3 Varuinformation

Den anläggningstekniska användningen av SLAGG-produkterna och behövliga uppgifter i myndighetskontakter beskrivs i varu- och företagsspecifika informationsblad. De utformas av tillverkare eller leverantörer enligt egna eller branschgemensamma mallar. Här har man möjlighet att ge typmaterialen företagsspecifika namn och framhålla produkternas användbarhet.

Slaggrus från SYSAV

*Varuinformation
2007*



Litteratur

1. Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006, (Reach), Artikel 31, av den 18 december 2006,.

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

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED
STATENS ENERGIMYNDIGHET

VÄRMEFORSK SERVICE AB
101 53 Stockholm
Tel 08-677 25 80
Fax 08-677 25 35
www.varmeforsk.se

Beställning av trycksaker
Fax 08-677 25 35