

Jernkontoret

# Stålindustrin gör mer än stål

Handbok för restprodukter 2026



Denna handbok presenterar de material som produceras parallellt med stål. Stålindustrin är en viktig del av den cirkulära ekonomin, både genom stålkretsloppet och genom att restprodukterna kommer till nytta i många andra industrier och sektorer.

Det är egenskaper och funktion hos ett material som är det viktiga, inte ursprunget eller innehållet. Alla material ska ha samma förutsättningar i ett givet sammanhang och användas så de bidrar med så stor samhällsnytta som möjligt vid varje tillfälle.

# **Stålindustrin gör mer än stål**

**Handbok för restprodukter 2026**

Omslagsbild: Johan Peyron, Höganäs AB

Utgivare: Jernkontoret  
Jernkontorets teknikområde 55, Restprodukter

Projektgrupp: Björn Haase, Höganäs AB,  
Tina de Bruin, SSAB Europe, Gunnar Ruist, GRu Konsult AB,  
Tommy Ekholm och Christer Ryman, Jernkontoret.

© Jernkontoret  
Distribution: Jernkontoret, Box 1721, 111 87 Stockholm,  
tfn 08-679 17 00, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se)  
Stockholm, 2026

Grafisk form och tryck: Typografiska, Stockholm, 2026

ISBN 978-91-990391-2-1

# Innehåll

1. Inledning	7
1.1 Behovet av en handbok	7
1.2 Jernkontorets vision är att göra samhällsnyttiga produkter	8
1.3 Gemensam forskning inom Teknikområde 55 Restprodukter	8
2. Restprodukter från järn- och ståltillverkning	14
2.1 Stålindustrins processer och produkter	14
2.2 Aktuell produktion av restprodukter	15
2.3 Slagger – Stålindustrins tillverkade mineraler	18
2.4 Olika typer av slagger och använda mängder	18
2.5 Slagger från övrig metallindustri	21
2.6 Stålindustrins omställning	21
3. Användning av metallurgiska slagger	23
3.1 Stålindustrins slagger, ursprung och egenskaper	23
3.1.1 Masugnsslagg	23
3.1.2 LD-slagg (LD-sten)	23
3.1.3 Ljusbågsugnsslagg	24
3.1.4 AOD-slagg	24
3.1.5 Skänkslagg	25
3.1.6 Avsvavlingslagg	25
3.1.7 Tunnelugnsslagg	25
3.2 Slagger från övrig metallindustri	26
3.2.1 Ferrokromslagg	26
3.2.2 Järnsand	27
3.3 Användning av slag i vägkonstruktion	28
3.3.1 Slitlager (slaggasfalt) och bundet bärlager	29
3.3.2 Övriga lager	32
3.4 Andra applikationer för metallurgiska slagger	33
3.4.1 Cement	33
3.4.2 Betong	34
3.4.3 Vattenrening	36
3.4.4 Stenull (isoleringsmaterial)	36
3.4.5 Ridbanematerial	37
3.4.6 Hårdgjorda ytor	37
3.4.7 Konstruktionsmaterial för deponier	38
3.4.8 Slagger för koldioxidbindning	40
3.4.9 Exempel på andra användningsområden	40
4. Andra restprodukters användningsområden	44
4.1 Glödskal	45
4.2 Metallhydroxidslam	46

4.3 Regenerering av betsyror	46
4.4 Gasreningsstoft och -slam	46
4.5 Stoft och spån från bearbetning	47
4.6 Eldfasta material	47
4.7 Biprodukter från koksverk	47
5. Avfall och deponering	48
6. Lagstiftning och standardisering	49
6.1 Avfallshierarkin och avfallsminimering	49
6.2 Biprodukt eller avfall?	49
6.3 Cirkulär ekonomi	50
6.4 Standardisering	51
Bilaga 1 – Mängder producerade restprodukter 2024 i kton	52
Bilaga 2 – Kemikaliesäkerhetsbedömning av slagg	53

# 1. Inledning

## 1.1 Behovet av en handbok

Jernkontorets teknikområde 55 Restprodukter har för fjärde gången sammanställt en handbok för restprodukter, denna gång baserad på statistik från järn- och stålverken år 2024. Under 2024 producerades knappt två miljoner ton restprodukter, varav 70 procent var metallurgiska slaggar. Syftet är att tydliggöra den potential som finns i järn- och stålindustrins restprodukter, deras unika egenskaper och användningsområden. Svensk stålindustri är en viktig del av den cirkulära ekonomin genom stålkretsloppet och nyttiggörande av restprodukter. Det är egenskaper och funktion hos den slutliga produkten som är det viktiga, inte materialets ursprung. Alla material ska ha samma förutsättningar i ett givet sammanhang och användas så att de vid varje tillfälle bidrar med så stor samhällsnytta som möjligt.

Det är viktigt att poängtera att restprodukterna från stålindustrin inte bara är en resursfråga, utan även en fråga om innovation och utveckling. Genom att tänka nytt kring materialens användningsområden och integrera dem i cirkulära flöden kan industrin bidra till både ekonomisk och ekologisk hållbarhet. Denna handbok syftar därför också till att inspirera aktörer att hitta nya vägar för att ta vara på dessa resurser och därigenom driva på omställningen mot ett mer hållbart samhälle. Handboken har kompletterats med nya fallstudier och exempel på hur stålindustrins restprodukter kan användas som nyttiga produkter i olika sammanhang. Utvecklingen mot specialiserade applikationer för olika branscher fortsätter. Här spelar forskning, standardisering och egenskapstestning stor roll tillsammans med samverkan mellan värdekedjor. Ständiga förändringar inom råvarumix, ståltillverkning och stålsorter kräver kontinuerlig forskning för att förstå materialens egenskaper. Det är också viktigt att följa och delta i utvecklingen av relevant lagstiftning.

Användningen av slagg som byggnads- och konstruktionsmaterial har lång historisk förankring och är inte enbart en modern företeelse. I regioner med bergsbruk har masugnsslagg utnyttjats inom byggnation under flera århundraden. Redan från 1700-talet uppfördes många hus och byggnader med slagg som komponent. Det finns en vanlig missuppfattning att slagg endast betraktats som ett "avfallsmaterial" och därför främst använts i ladugårdar, källare och husgrunder, men detta stämmer inte. Nyare litteratur<sup>1,2</sup> beskriver både byggnadstekniker och tillverkningen av slaggtegel, samt hur slagg systematiskt använts som byggnadsmaterial.



**Bild 1** Hus med slaggstensfasad i Ängelsberg.  
Foto: Jernkontoret

1 Hus av slagg. Byggnadskonst i Bergslagen, 1994. Jernkontorets bergshistoriska utskott H 53.

2 Slaggsten & slagghus. AnnMarie Gunnarsson, Peter Nyblom, 2016. Balkong Förlag. ISBN9789185581900.

## 1.2 Jernkontorets vision är att göra samhällsnyttiga produkter

Varje dag bidrar järn- och stålindustrin i Sverige med sina produkter till samhällsbyggande över hela världen. Järn- och stålindustrin vill bli en ännu starkare aktör i omvandlingen till det hållbara samhället och ta ett större ansvar för människa och miljö. Därför beslutade järn- och stålföretagen i Sverige i mars 2013 om en branschgemensam vision för 2050:

### Stål formar en bättre framtid

Med visionen kommer tre åtaganden:

#### Vi leder teknikutvecklingen

Vår forskning och innovation revolutionerar framtidens samhällen.

#### Vi utvecklar människor

Vårt engagemang stimulerar oss att utveckla kreativa samhällslösningar i global samverkan.

#### Vi skapar miljönytta

Vår tillverkning använder resurser så effektivt att inget annat än samhällsnyttiga produkter lämnar företagen.

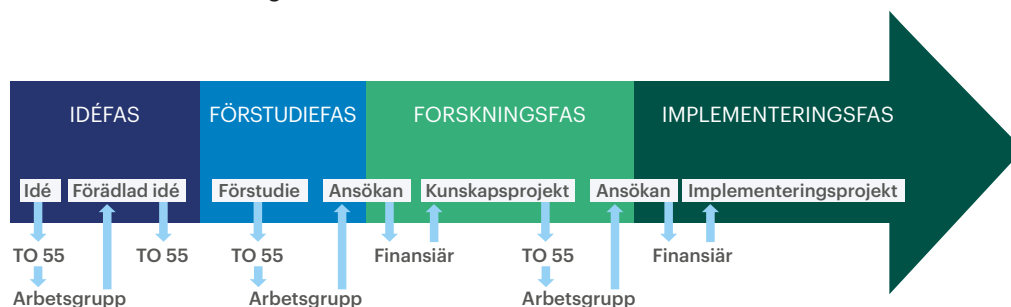
Det tredje åtagandet genomsyrar även arbetet med järn- och stålindustrins restprodukter. I en hållbar samhällsutveckling är det nödvändigt att se helheten för att inte suboptimera. För frågan om giftfria och resurseffektiva kretslopp landar svaret ofta på innehåll och mängder farliga ämnen utan att se på samhällsnyttan, resurseffektivitet och om någon exponering för risk finns. Handboken ger vägledning åt användare, myndigheter, lagstiftare och policyutvecklare med flera mål och aspekter.

## 1.3 Gemensam forskning inom Teknikområde 55 Restprodukter

I den gemensamma forskningen inom Jernkontorets teknikområden (TO), fokuserar "TO55 – Restprodukter" på branschens restprodukter. Syftet är att främja utvecklingen av nya produkter med ursprung i metalliska och mineraliska restprodukter och att öka användningen av dessa. Under de senaste åren har TO55 arbetat efter en forskningsmodell som visat sig mycket framgångsrik, se Figur 1. En idé om ett nytt användningsområde väcks och några deltagare i TO55 förädlar den. Därefter startar ett internt bruksforskningsprojekt med deltagande företag för att ta reda på vad som behöver utvecklas. Möjliga användare till den föreslagna applikationen identifieras därefter och bjuds in till dialog och deltagande. Tillsammans med relevanta universitet och institut (både de "traditionellt stål nära" och helt nya) har flera stora forskningsansökningar gjorts varav de flesta har beviljats medel.

**Figur 1**

Arbetsätt för utveckling inom Jernkontorets teknikområden



De flesta projekten har i någon fas hittills finansierats genom nationella offentliga forskningsprogram eller av TO55 själva. Den egenfinansierade verksamheten har i första hand varit i inledningsfaserna av projekt som till exempel i förstudier samt av företagen själva genom teknikområdet när en särskild kunskapsför djupning behövs. Samarbete med olika branscher, myndigheter och statliga institutioner leder ofta till förbättrade forskningsresultat och ökad användning.

### Urval av forskningsaktiviteter

Ett område där TO55 har genomfört forskning från idéstadiet till implementering och praktisk tillämpning är projekt kring slaggasfalt. Även om användningen av slagg i asfalt är etablerad i flera andra länder, råder särskilda svenska förutsättningar, såsom god tillgång på kvalitetsbergmaterial och utbredd användning av dubbdäck. Därför genomfördes internt inom TO 55 en kartläggning i form av en förstudie av internationella erfarenheter. Dessutom gjordes ett antal nödvändiga tester och det föreslogs åtgärder anpassade för svenska förhållanden. Den kartläggningen ledde till projekt SLAGPHALT<sup>3</sup> där man undersökte asfalt med slagg som ballast och med resultat som visade på bra ballastegenskaper, hög nötningsresistens och låg PM10-bildning. Resultaten ledde till internationellt intresse och ett tioårskontrakt för leverans av slagg till asfalt. Ett SBUF-Asfalt-projekt (SBUF=Svenska byggbranschens utvecklingsfond) byggde vidare på detta, med mål att optimera användningen av slagg i vägar och utveckla testmetoder för material med varierande egenskaper, genom samarbete mellan industrier och forskningsinstitut<sup>4 5 6</sup>.

Projektet I-SLAG undersökte hur slagg kan användas för att rena vatten från metaller och fosfor<sup>7</sup>. Tester vid Sagåns vägstation visade att slagg avskilde över 80 procent av nickel och zink från vägavgvatten, till skillnad från sand och makadam. Försök vid industrier i Hofors och Avesta bekräftade effektiv metallrening, medan Höganäs och Alnarp Cleanwater hade framgång med fosforrening av avloppsvatten. De positiva resultaten ledde fram till fortsättningsprojektet MINRENT, se nedan.

Teknologier för att styra slaggprocesser mot material som binder fosfor och separerar metaller samt vattenreningsprocesser (projekt MINRENT) kan bredda värdekedjan<sup>8</sup>. Tre huvudsakliga användningsområden testas: rening av spillvatten i små anläggningar från enskilda avlopp, industriell avloppsrening och filtrering av vägavgvatten. För dessa ändamål undersökte projektet olika mineraler från industrins restprodukter för att ta bort oönskade ämnen som fosfor och metaller innan de når miljön. Resultaten var mycket bra med hög reningsgrad av olika metalliska föroreningar från förorenade vatten. Möjliga användare är företag inom avloppssystem, filtertillverkare, industriverksamheter och byggare av stora vägar.

3 Slaggasfalt - en tyst och hållbar vägbeläggning för tätbebyggda områden. Lotta Lind. Kommitté 55016, 2015. Jernkontorets forskning rapport D863.

4 Slaggasfalt, delrapport A: ballastegenskaper och slitageegenskaper enligt Prall. Leif Viman. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI notat 10-2015.

5 Slaggasfalt, delrapport B: stabilitet och skjuvegenskaper hos slaggasfalt. Leif Viman, Safwat Said. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI notat 19-2015.

6 Slaggasfalt, delrapport C: slitage och bildning av inandningsbara partiklar (PM10). Leif Viman, Mats Gustafsson. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI notat 24-2015.

7 Intelligent styrning av slaggers egenskaper för bättre miljö, I-Slag. Fredrik Engström, Agnieszka Renman, Gunno Renman. Projekt 55017. TO-rapport med begränsad distribution, 2020.

8 Water filtration with mineral-based byproducts as a sustainable treatment technology. Agnieszka Renman, Fredrik Engström, Ida Strandkvist, Stefan Karlsson, Gunno Renman. 2021. Jernkontorets forskning rapport D884.



**Bild 2** Vattenrening av enskilt avlopp. I brunnen under locket till vänster finns EAF-slagg för fosforrening. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

Förstudien Neutralisyras<sup>9</sup> utvärderade möjligheten att ersätta jungfrulig kalk med stålslagger för neutralisering av surt processavfall på Sandvik och Outokumpu. Att använda slaggar kan på så sätt minska kostnader och råvarubehov (det vill säga minskat nyttjande av naturresurser) samt förlänga deponiers livslängd. Resultaten visade att det är fullt möjligt att använda slaggar för neutralisering, men det kräver större mängder material jämfört med kalk, enligt försök gjorda på KTH.

En viktig utmaning för den svenska stålindustrin under det kommande decenniet är att reducera växthusgasutsläpp från stålproduktion. Som en konsekvens av detta granskar stålföretagen sina produktionsprocesser, vilket högst sannolikt kommer att påverka flödena av restprodukter. Vissa strömmar kan minska medan nya restprodukter kan uppstå och gradvis öka i mängd. Mer information om detta kommer att behandlas i ett senare avsnitt.

Förutom vattenrening är bindning av koldioxid, så kallad CCS/CCU (Carbon Capture Storage respektive Carbon Capture Utilisation), ett annat område där slaggar kan göra miljönytta. I det fallet är det framför allt slaggar med kalk och/eller magnesium som är aktuella för användning genom att utnyttja de ämnas förmåga att binda koldioxid. Forskningen har visat på goda egenskaper hos slaggar för CCS/CCU, där den stora fördelen är att slaggerna är väsentligt mycket billigare än de flesta andra alternativa materialen.



**Bild 3** Rökgas. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

Bara genom att slaggerna ligger utomhus och utsätts för väder och vind gör att de passivt binder koldioxid över tid. Men genom aktiv styrning går det att effektivisera den processen så att den till exempel även kan appliceras direkt vid utsläppskällor.

Ett ytterligare plus för slaggerna är att de sedan de bundit koldioxiden oftast kan användas en gång till, nu som konstruktionsmaterial vilket då ersätter jungfruligt sten och grus.

<sup>9</sup> Use of slag to neutralize acidic waste water. Mattia De Colle, Alicia Gauffin, Pär Jönsson, Olle Sundqvist, Gunnar Ruist, Peter Frank. TO-rapport med begränsad distribution, 2018.

## Urval av publikationer genom åren

### Forskningsrapporter från Jernkontoret

#### Öppna rapporter, Jernkontorets D-Rapport

D832, Konstruktionsprodukter baserade på slagg. Lale Andreas, Fredrik Engström, Silvia Diener, Bo Björkman, Lotta Lind. Slutrapport kommitté 55011, 2010.

D843, Rekommendationer för användning av slagg i deponikonstruktioner. Lale Andreas, Silvia Diener, Anders Lagerkvist. Kommitté 55012, 2012.

D844, Konstruktionsprodukter baserade på slagg. Lale Andreas, Bo Björkman, Fredrik Engström, Silvia Diener, Qixing Yang. Teknisk slutrapport kommitté 55012, 2012.

D863, Slaggasfalt - en tyst och hållbar vägbeläggning för tätbebyggda områden. Lotta Lind. Kommitté 55016, 2016.

D884, Water filtration with mineral-based byproducts as a sustainable treatment technology. Agnieszka Renman, Fredrik Engström, Ida Strandkvist, Stefan Karlsson, Gunno Renman. Projekt 55019, 2021.

D904, Overview of Slag Management by Swedish Steel Producers. Lale Andreas, 2025.

#### Interna rapporter, Jernkontorets TO-rapport

TO55-02, Use of slag to neutralize acidic wastewater. Mattia De Colle, Alicia Gauffin, Pär Jönsson, Olle Sundqvist, Gunnar Ruist, Peter Frank. Kommitté 55020, 2018.

TO55-03, Intelligent styrning av slaggers egenskaper för bättre miljö, I-Slag. Fredrik Engström, Agnieszka Renman, Gunno Renman. Projekt 55017. *Begränsad distribution*, 2020.

TO55-04, Möjliga användningsområden för skänkslagger. Lotta Lind. *Begränsad distribution*, 2020.

#### Akademiska artiklar och avhandlingar

I. Strandkvist, B. Björkman & F. Engström (2015) Synthesis and dissolution of slag minerals - a study of  $\beta$ -dicalcium silicate, pseudowollastonite and monticellite, *Canadian Metallurgical Quarterly*, 54:4, 446-454, DOI: 10.1179/1879139515Y.0000000022

I. Strandkvist, Å. Sandström, F. Engström (2017) Effect of FeO/MgO Ratio on Dissolution and Leaching of Magnesiowüstite, *steel research int.* 87, No. 9999, DOI: 10.1002/srin.201600322

M. Zuo, G. Renman, J.P. Gustafsson, W. Klysibun (2018) Dual slag filters for enhanced phosphorus removal from domestic waste water: performance and mechanisms, *Environmental Science and Pollution Research* 25:7391-7400, <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0925-y>

M. Zuo, G. Renman, J.P. Gustafsson, W. Klysibun (2018) Phosphorus removal by slag depends on its mineralogical composition: A comparative study of AOD and EAF slags, *Journal of Water Process Engineering*, 25, 105-112, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.07.003>

Ida Strandkvist (2016), Licentiate thesis, A Dissolution Study of Common Ferrous Slag Minerals, Luleå University of Technology.

Minyu Zou (2017), PhD thesis, Enhanced phosphorus removal from wastewater using virgin and modified slags: Performance, speciation and mechanisms. Royal Institute of Technology.

#### Andra relevanta forskningspublikationer

*VTI publikationer som rör slaggasfalt:*

Viman, L. & Gustafsson, M. (2015). Slaggasfalt, delrapport C: slitage och bildning av inandningsbara partiklar (PM10) (VTI notat 24-2015). Linköping: VTI.

Viman, L. (2015). Slaggasfalt, delrapport A: ballastegenskaper och slitageegenskaper enligt Prall (VTI notat 10-2015). Linköping: VTI.

Vattenfall: Slagg i betong (Slaggers funktion som delmaterial vid betongframställning). Extern rapport från Vattenfall 2018, beställd av TO 55.

#### Företagens egna rapporter och undersökningar

SSAB Handbok Hyttsten typ L

Uddeholm "Hållbarhetsrapport 2022/23"

Information om järnsand <http://jarnsand.boliden.com/>

#### Övrigt

Jernkontorets Handbok för restprodukter 2009, utgåva 1, ISBN: 978-91-977783-1-2

Jernkontorets Handbok för restprodukter 2012, utgåva 2, ISBN: 978-91-977783-2-9

Jernkontorets Handbok för restprodukter 2018, utgåva 3, ISBN: 978-91-982397-1-3



**Bild 4** Tapping av EAF-slagg på slaggård. Foto: Isabella Larsson, Slaggprodukter

*Intervju med Fredrik Engström, LTU*

Luleå tekniska universitet (LTU), Institutionen för samhällsbyggnad och processmetallurgi, har lång erfarenhet av forskning kring slagger och deras egenskaper. Forskningen har bedrivits både i stora projekt och i nära bilaterala samarbeten med industrin. För Fredrik Engström, professor och ämnesföreträdare, har detta område varit särskilt viktigt och intressant.



Fredrik Engström, Luleå Tekniska Universitet.  
Foto: LTU

– Arbetet med slagger har stor betydelse för både företagets och samhällets hållbarhet. Vi insåg tidigt att restprodukterna också kan ha ett betydande ekonomiskt värde, vilket har varit en stark drivkraft för olika intressenter, säger Fredrik Engström.

LTU har i de flesta projekt arbetat mycket nära industrin, ofta med syftet att öka kunskapen och därigenom stärka företagets utveckling. Detta arbetssätt har visat sig framgångsrikt och startade redan för mer än 25 år sedan då LTU etablerade kunskapscentret MiMeR (Mineral and Metals Recycling Research Centre). Där lades mycket av grunden för dagens kunskapsnivå – inte bara genom att involvera industrin, utan även genom att låta den vara med och påverka inriktningen på forskningen.

– Tack vare det långsiktiga arbetet med olika restprodukter har LTU blivit en viktig aktör för att knyta ihop materialcykeln och bidra till en cirkulär ekonomi. Här har det nära samarbetet med industrin varit både nödvändigt och avgörande för framgång. På så sätt har vi också blivit lite av pionjärer på området, säger Fredrik Engström.

Parallellt med industrisamarbetet har LTU även haft ett brett utbyte med andra universitet och forskningsinstitut, för att tillföra kompletterande kunskap. En annan viktig del är spridningen av resultaten – även om det ibland har begränsats av sekretess.

Utmaningar har inte saknats. En återkommande fråga har varit det vetenskapliga perspektivet, där långsiktig kunskapsuppbyggnad varit central. En annan svårighet gäller implementering i industrin:

– När det sker personalbyten på företagen blir det inte alltid tydligt vem som är mottagare av resultaten, eller hur de ska omsättas i praktiken och utvecklas vidare till affärsnytta.

Samtidigt ser Fredrik att fokus på slagger gjort att andra restmaterial hamnat i skymundan.

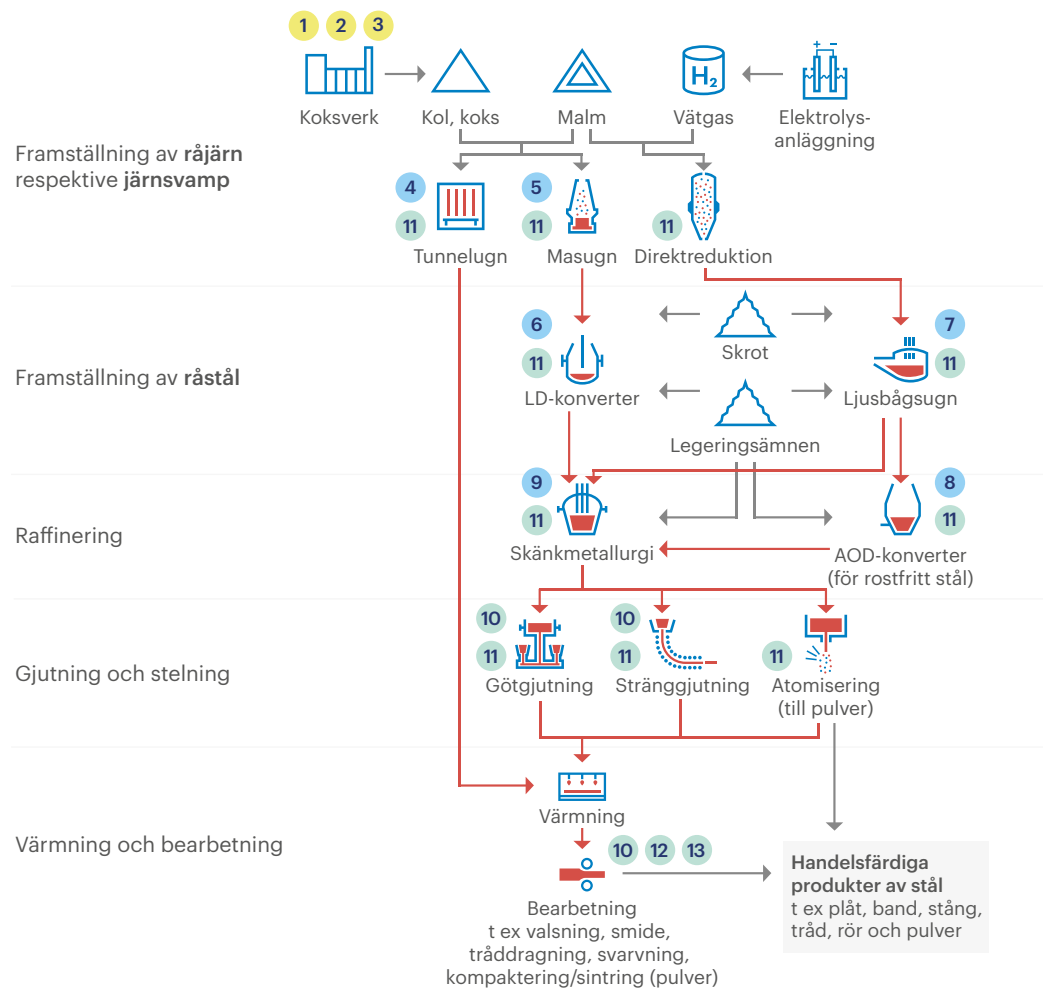
– Det är lite synd att vi fokuserat så mycket på slagger, för då har andra restprodukter delvis glömts bort eller nedprioriterats. Vi skulle gärna arbeta mer med stoft, slam, fin-korniga material och elfasta restprodukter.

# 2. Restprodukter från järn- och ståltilverkning

## 2.1 Stålindustrins processer och produkter

Under 2024 producerades **knapp 2 miljoner ton restprodukter** varav cirka **1,2 miljoner ton metallurgisk slagg** vid järn- och stålverken i Sverige. Produktionen omfattar flera olika typer av slagg, som framgår av Diagram 7. Mer än 70 procent av slaggen kom från den malmbaserade tilverkingen i masugn och LD/syrgas-konverter. Ytterligare detaljer om processerna, egenskaperna hos de olika slaggen samt deras olika användningsområden beskrivs i senare kapitel.

Figur 2



### Restprodukter från koksverket

1. Koksgrus
2. Råbensen och tjära
3. Ammoniumsulfat och svavel

### Olika typer av slagger

4. Tunnelugns-slagg
5. Masugnsslagg
6. LD-slagg
7. Ljusbågsugns-slagg
8. AOD-slagg
9. Skänkslagg

### Övriga restprodukter

10. Glödskal
11. Stoft och slam
12. Järnsulfat
13. Metallhydroxid

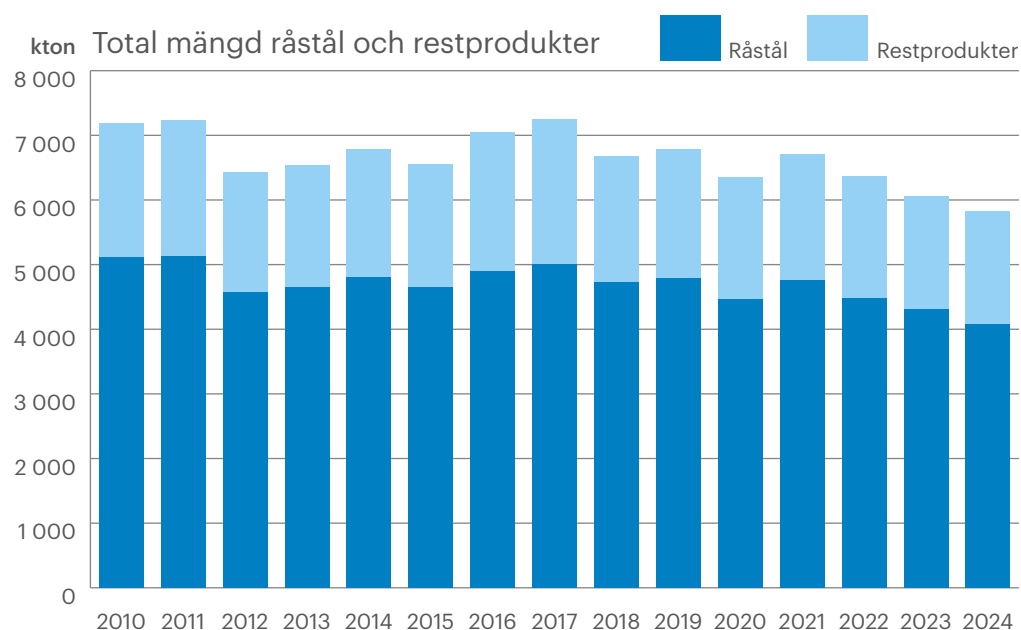
## 2.2 Aktuell produktion av restprodukter

Järn- och ståltillverkning skapar restprodukter i takt med produktionen. Handboken beskriver biprodukter, återanvändningsmaterial, återvinning och avfall som uppstår inom branschen.

### Diagram 1

Totala mängden råstål och restprodukter i stålindustrin 2010–2024 (kton).

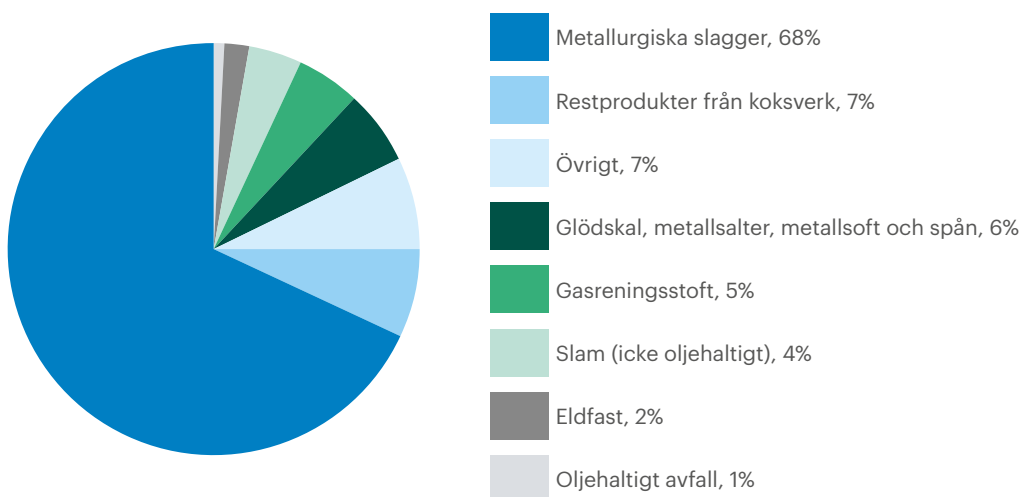
Noterbart är att volymen av restprodukter står i proportion till råstålsproduktionen.



Uppgifterna bygger på statistik som Jernkontoret samlat in från järn- och stålverken för 2024 och som sedan har bearbetats noggrant. Under 2024 producerades knappt två miljoner ton restprodukter, och Diagram 2 visar fördelningen av olika sorters restprodukter, där metallurgiska slagger utgör den största enskilda posten. Notera att termen restprodukter inte har någon juridisk betydelse, utan används för att sammanfatta allt som produceras utöver huvudprodukten. För mer detaljerade volymsuppgifter hänvisas till Bilaga 1.

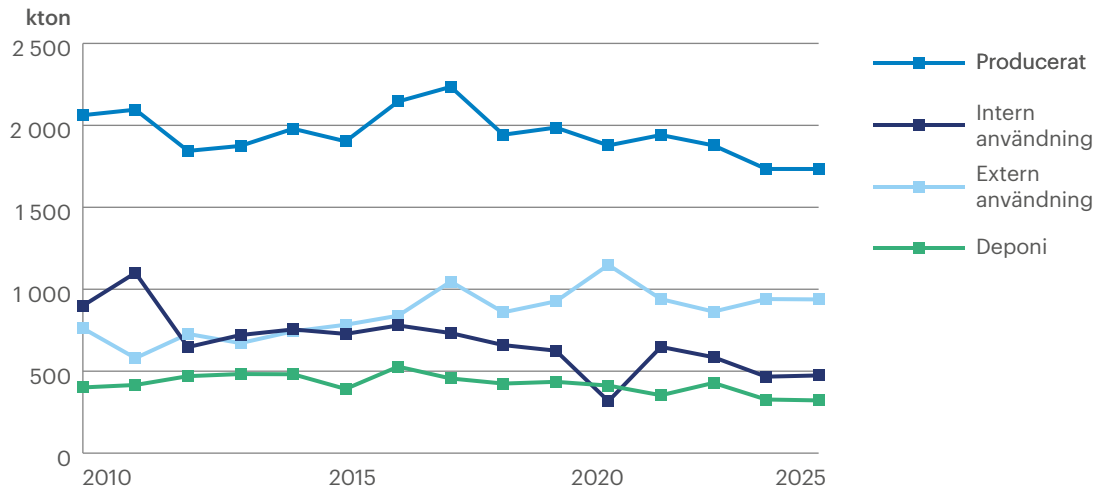
### Diagram 2

Stålindustrins produktion av restprodukter 2024 (procent av total producerad mängd).



### Diagram 3

Visar hur restprodukterna används och vilka trender som finns i stålindustrin när det gäller återanvändning och återvinning. Det innebär att man tydligt kan se hur stor del av restprodukterna som går tillbaka in i produktionen, används i andra industrier eller går till avfall. Genom att analysera dessa trender kan branschen identifiera möjligheter att ytterligare öka återanvändningen och därmed minska miljöpåverkan och resursförbrukning.



Restprodukterna är grupperade efter vilka stålsorter anläggningen producerar:

- **Låglegerat:** anläggningar som tillverkar låglegerat stål via malmbaserad tillverkning i masugn och LD-konverter<sup>10</sup> eller via skrotbaserad tillverkning i ljusbågsugn.
- **Höglegerat<sup>11</sup>:** anläggningar som tillverkar höglegerat respektive rostfritt stål via skrotbaserad tillverkning i ljusbågsugn och AOD-konverter (enbart rostfritt).

Genom att använda biprodukter, återanvända material och återvinna metall minskar behovet av nya material. Branschen arbetar för att använda material optimalt i olika applikationer. Målet är att ersätta traditionella material med alternativa för att minska resursanvändningen och förbättra applikationerna. Figuren nedan visar exempel på de sektorer som använder restprodukter och återflöden.

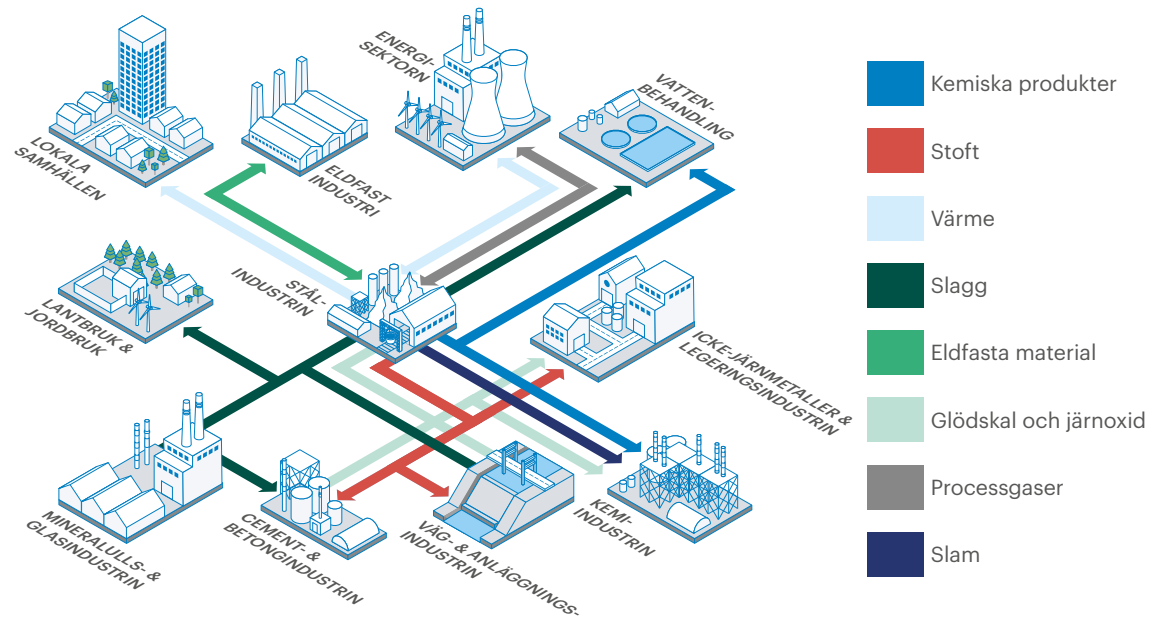
Vidare utveckling och innovation inom detta område är avgörande för att ytterligare öka användningen av restprodukter och återflöden. Genom att investera i forskning och teknik kan branschen hitta nya sätt att integrera dessa material, vilket bidrar till en mer cirkulär framtid och minskad miljöpåverkan.

<sup>10</sup> LD är en process från Linz Donawitz (LD), med kärn för smält stål samt lans för behandling med syrgas.

<sup>11</sup> Höglegerat och rostfritt har mer än 8 procents legeringsinnehåll.

Figur 3

Industriell symbios - många sektorer i samhället använder stålindustrins restprodukter



Slagg är en viktig aktiv komponent i metallurgiska processer som bidrar till att optimera stålets egenskaper och eliminera oönskade ämnen från järnråvaran. Slaggens kemiska sammansättning bestäms av de specifika råvaror som används samt hur processen utförs. De primära råvarorna som påverkar slaggens sammansättning inkluderar slaggbildare, järnråvaror och legeringsämnen. Tillsatser av dessa råvaror styrs enligt tillverkningsföreskrifter, vilket resulterar i metallurgiska slaggar med relativt konstanta egenskaper. Dessutom förbättrar slaggen energiöverföringen till stålmältan och skyddar ugnens infodring. Över tid är produktionen av slagg proportionell mot mängden producerat stål.



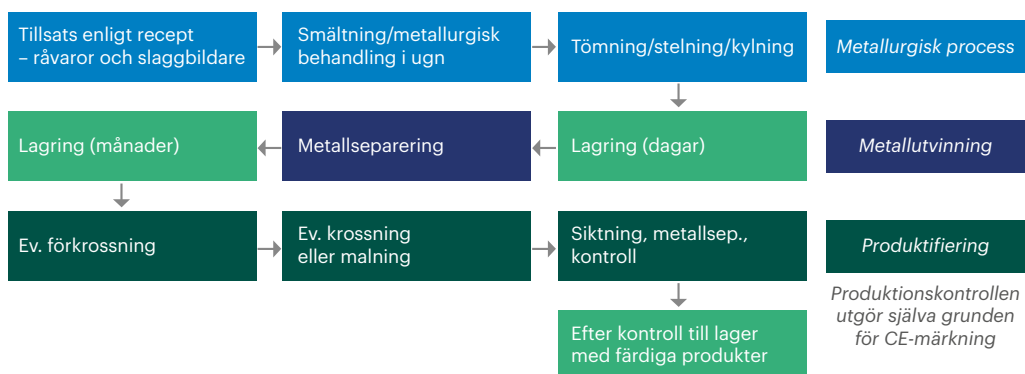
Bild 5 Tappning av slagg ur EAF. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

Tillverkningen av slagg sker genom olika metoder beroende på anläggning. Figur 4 illustrerar de olika delmoment som kan ingå, även om processen kan variera något. Inledningsvis tillsätts råvaror som smälts genom olika metallurgiska procedurer. Under slaggtömningen kan vatten appliceras på slaggen för att främja snabbare kylning; i till exempel masugns-slagg bidrar detta till att ge slaggen reaktiva egenskaper, vilket gör den användbar som ersättning för cement.

Efter den metallurgiska processen innehåller slaggen rester av stål. För att återvinna metallvärden (järn och legeringselement) används olika typer av metallutvinning i slagg-hanteringskedjan, såsom magnetisk eller gravimetrisk utvinning. Slaggen behöver ofta lagras under en viss tid för att säkerställa volymstabilitet innan den kan användas. I ett sista, separat processteg sker produktifieringen, vilket varierar beroende på användningsområde. I detta steg genomförs produktkontroll enligt tillämpliga normer, vilket är grunden för CE-märkning, som görs vid behov för exempelvis ballast. Se kapitel 6.

**Figur 4**

Exempel på processteg då en slagg blir en produkt.



## 2.3 Slaggar – Stålintustrins tillverkade mineraler

De flesta mineraltyper som förekommer i metallurgiska slaggar återfinns även i naturliga bergarter. Precis som många bergarter består alla slaggar av ett antal olika mineraler och de har gemensamt med många bergarter att de har stelnat från en smälta. Varje slaggtyp har sitt unika "fingeravtryck" i form av dess mineralsammansättning. De enskilda mineralerna har sina specifika egenskaper och slaggens totala egenskaper är därför summan av de ingående mineralernas egenskaper. Detta innebär att slaggens egenskaper kan styras till viss del genom små förändringar i exempelvis råvarumixen, vilket kan leda till stora skillnader i mineralsammansättningen. För starkare och mer reaktiva egenskaper, såsom cementbindande förmåga, kan specifika justeringar göras. Ett stabilare material kan också uppnås, men ofta genom andra metoder. En omfattande intern forskningsrapport<sup>12</sup> genomfördes 2015 om slaggineralogi och hur slaggens sammansättning kan styras för att samtidigt uppnå önskvärda stål- och slaggegenskaper.

## 2.4 Olika typer av slaggar och använda mängder

Den svenska järn- och stålintustrin producerar olika typer av metallurgiska slaggar beroende på vilken tillverkningsprocess av stål som används. Mer än 80 procent av de producerade

<sup>12</sup> Bo Björkman, LTU tillsammans med stålföretagen aktiva i forskningen i teknikområdet (TO) 55 Restprodukter och TO 23 Ljusbågsugnar – Skänkmallurgi.



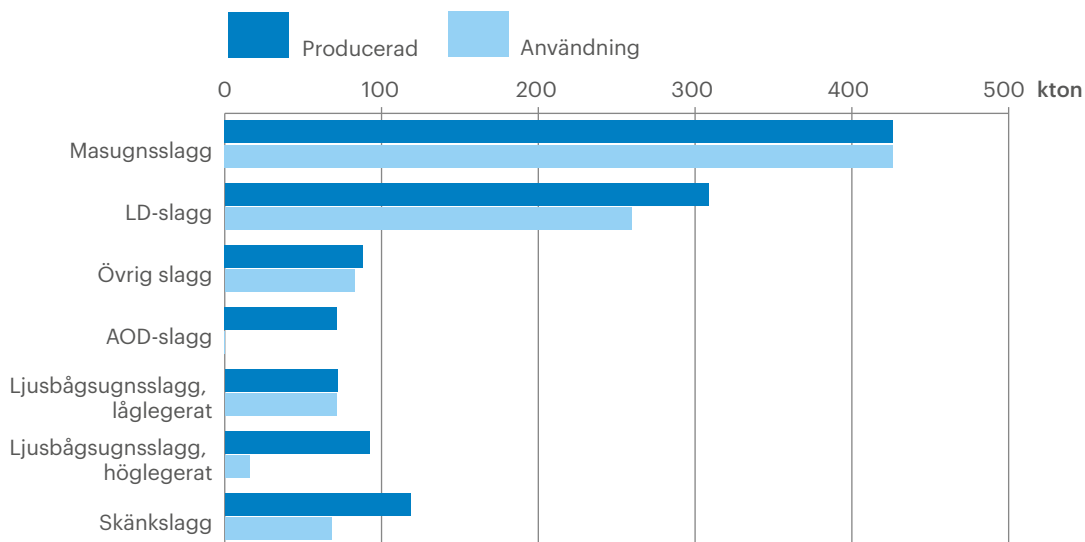
**Bild 6** Ljusbågsugnslagg från Ovako i närbild. Foto: Peter Phillips

slaggmängderna används i olika applikationer, både internt och externt. Det som inte används direkt kan ibland lagras under en viss tid eller skickas till deponi.

Under 2024 användes all producerad masugnsslagg, se Diagram 8, främst för externa ändamål, liksom nästan all låglegerad ljusbågsugnslagg. Drygt hälften av skänkslaggen användes, vilket är en stor ökning jämfört med data i tidigare upplaga av handboken. Att användningen av AOD-slagg gått ner till noll för år 2024 beror på att användningen ofta är projekt- och objektsstyrd. Andra år är användningen högre än vad som produceras.

### Diagram 8

Produktion och användning av metallurgiska slaggar från järn- och stålverken 2024.



I Tabell 1 redovisas olika slaggtyp, var de uppkommer och benämningar på slaggprodukter. När en slagg uppfyller samtliga kriterier för en biprodukt har den registrerats i REACH, se Bilaga 2.

**Tabell 1**

Slaggtypen och produktionsorterna inom svensk stål- och primärmetallindustri. De flesta av dessa slaggar är produktifierade och registrerade REACH.

Slaggtyp	Uppkomst process/ sort	Plats	Produktnamn
<b>Masugnsslagg</b>	Masugn		
<i>Luftkyld</i>		SSAB, Oxelösund	Hyttsten
		SSAB, Luleå	Hyttsten
<i>Vattengranulerad</i>		SSAB, Oxelösund	Hyttssand
<b>LD-slagg</b>	LD-konverter	SSAB, Oxelösund	LD-sten
		SSAB, Luleå	LD-sten
<b>Ljusbågsugnsslagg</b>	Ljusbågsugn		
<i>Rostfritt</i>		Outokumpu, Avesta	MASgrus
		Alleima, Sandviken	
<i>Höglegerat</i>		Uddeholm, Hagfors	Gråslagg, Svartslagg, EAF4- slagg
<i>Låglegerat</i>		Höganäs, Halmstad	Petrit E
		Ovako, Smedjebacken	EAF-ballast
		Ovako, Hofors	EAF-ballast
		Alleima, Sandviken	
		Björneborg Steel	
<b>AOD-slagg</b>	AOD-konverter		
<i>Rostfritt</i>		Outokumpu, Avesta	MASgrus
		Alleima, Sandviken	
		Kanthal, Hallstahammar	
<b>Skänkslagg</b>	Skänkugn/ Behandling i skänk	Outokumpu, Avesta Ovako, Smedjebacken Ovako, Hofors Alleima, Sandviken SSAB Oxelösund SSAB Luleå Uddeholm, Hagfors Björneborg Steel Höganäs, Halmstad	Petrit L
<b>Tunnelugnsslagg</b>	Tunnelugn	Höganäs, Höganäs	Petrit T/ Petrit T-S
<b>Andra slaggar</b>	ESR Induktionsugn/ gjutlåda	Uddeholm Erasteel Kloster, Söderfors Kanthal, Hallstahammar	ESR-slagg
<b>Andra metaller</b>	Tillverkning av		
Ferrokromslagg	Högkolad ferrokrom	Vargön Alloys AB	Vascoria
Kopparslag	Zinkklinker i Fumingugn	Boliden, Rönnskär	Järnsand

## 2.5 Slagger från övrig metallindustri

Eftersom stålbranschen samarbetar med några andra metallföretag i restproduktsfrågorna och flera av användningsområdena är likartade, ingår också Vargön Alloys AB:s ferrokromslag och Boliden Mineral AB:s Järnsand i denna handbok.

**Tabell 2**

Några slaggtypen och REACH registrering.<sup>13</sup>

Slaggtyp	Uppkomst/Process	Plats	REACH
Ferrokromslag	Ferrokromtillverkning	Vargön Alloys	Ja
Järnsand	Fumingugn	Bolidens Rönnskårsverk	Ja

Vargön Alloys AB i Vargön tillverkar ferrokrom (råvara för framställning av legerat stål) och tillverkningen av ferrokromslag är en del av denna process, med en årlig produktion runt 100 kton. Smältråvaran till Boliden Mineral AB:s smältverk vid Rönnskär, Skelleftehamn, består till största delen av anrikad kopparmalm, så kallad kopparslig. Vid kopparframställningen tillsätts ren kvartssand (SiO<sub>2</sub>) som slaggbildare. Årligen produceras 250–300 kton järnsand.

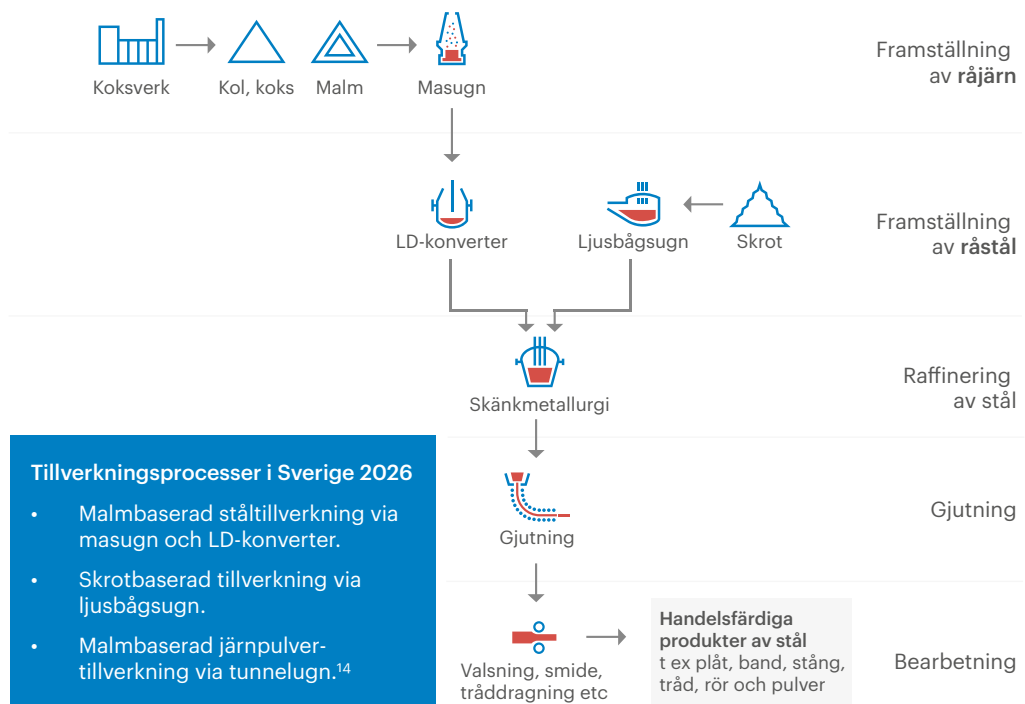
## 2.6 Stålintustrins omställning

Den största utmaningen för den svenska stålindustrin under det kommande decenniet är att minska växthusgasutsläppen från stålproduktionen. Som en följd av detta ser stålföretagen över sina produktionsmetoder. Den mest koldioxid-intensiva ståltillverkningen sker idag via SSAB:s masugnar och LD-konvertrar. SSAB har därför beslutat att företaget ska ställa om sina stålverk i Oxelösund och Luleå till att vara baserade på nedsmältning av järnsvamp (tillverkad av genom vätgasreducering av järnmalm) och skrot i elektriska ljusbågsugnar. När denna handbok skrivs pågår omställningsarbetet i Oxelösund och den nya processen beräknas komma igång under 2027. Samtidigt pågår i Luleå anläggningen av ett nytt stålverk med planerad idrifttagning 2029. Detta innebär att produktionen av masugnsslagg stegvis kommer att upphöra och troligtvis vara helt utfasad omkring 2030. I stället kommer produktionen av ljusbågsugnsslagg att öka markant jämfört med dagens volymer. För att tillgodose behovet av ren järnråvara till stålproduktionen kommer direktreduktion av järnmalm att öka i Sverige. Direktreduktion innebär att järnmalmen reduceras utan att smältas ner. Detta medför bland annat att inga slagggprodukter bildas under reduktionssteget men kommer också få till konsekvens att gångart/mineral från malmen följer med till nästkommande process. Den delen av ljusbågsugnsproduktionen som i hög grad baseras på järnsvamp kommer därför att producera slagger som kan ha egenskaper som skiljer sig något från de vi känner sedan tidigare. Forskning kring specifika slaggg/metallförhållanden, slaggvolymer, kemisk och mineralogisk sammansättning och fysikaliska egenskaper hos de nya slaggerna pågår.

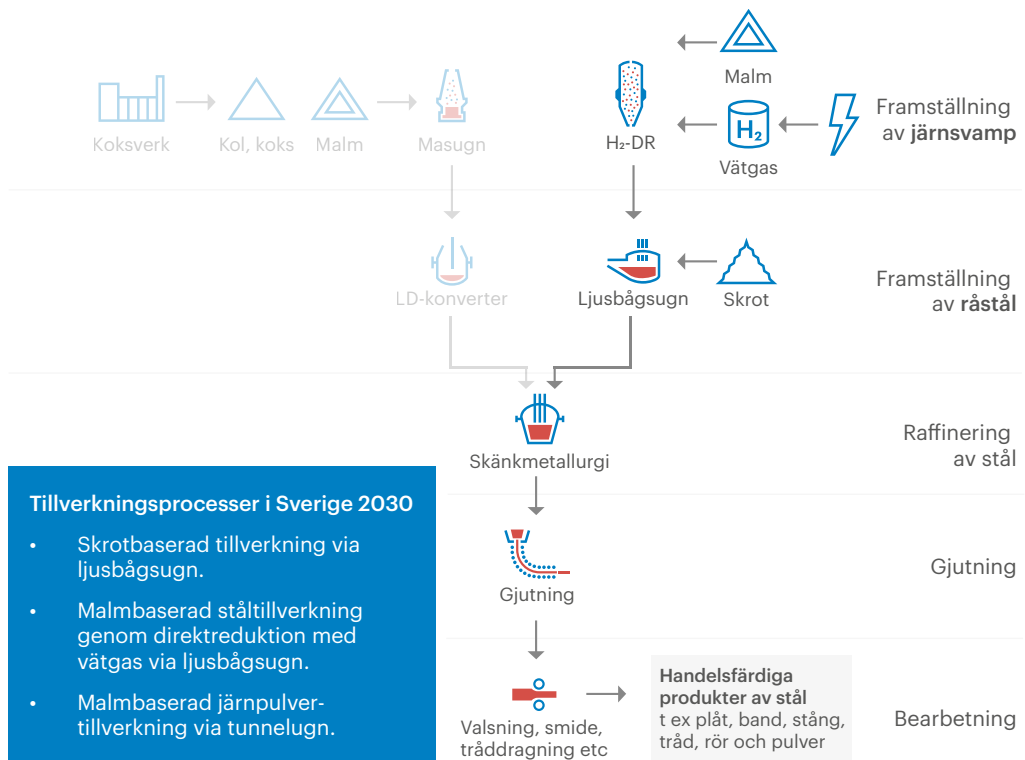
Ovanstående gäller till stor del även för det nyetablerade stålföretaget Stegra i Boden, vilka också planerar att under år 2027 starta sin produktion av stål i ljusbågsugn med direktreducerad järnmalm som råvara. Det finns även en stor möjlighet att övriga stålföretag kommer att påverkas då råmaterialflödena kommer att se annorlunda ut i framtiden jämfört med idag. De företag som idag i stort sett bara använder skrot som råvara, kommer med stor sannolikhet att kunna kombinera det med en viss mängd järnsvamp.

<sup>13</sup> Statistiken och handboken är baserad på insamlad statistik för järn- och stålverken. Därför ingår producerade och använda mängder slag för dessa företag inte i några fler diagram eller tabeller.

Figur 5



Figur 6



14 Är inte med i processschemana då den volymen är relativt liten i jämförelse med övriga processer.

## 3. Användning av metallurgiska slagger

### 3.1 Stålindustrins slagger, ursprung och egenskaper

Eftersom slagg utgör den största enskilda andelen av restprodukterna (cirka 70 procent), behandlas dessa material särskilt i ett separat kapitel. Övriga restprodukter redovisas i efterföljande kapitel.

#### 3.1.1 Masugnsslagg

*Luftkyld, kristallin masugnsslagg (Hyttsten)*

Hyttsten tillverkas av masugnsslagg, som framställs parallellt med råjärn i masugnar. Genom att använda jämn kvalitet på råvarorna och effektiv processtyrning kan sammansättningen av masugnsslaggen kontrolleras noggrant. Den flytande slaggen gjuts ut på bäddar för att svalna, därefter bryts den, krossas och siktas till olika fraktioner av produkten Hyttsten.

Hyttsten har tekniska fördelar såsom låg densitet, i vissa fall cementerande egenskaper, tjälisolerande förmåga samt hög hållfasthet och stabilitet. Dessa egenskaper gör Hyttsten lämplig som ballast inom väg- och anläggningssektorn. Hyttsten används också som råvara vid cementtillverkning.

*Vattengranulerad, amorf masugnsslagg (Hyttsand)*

Hyttsand tillverkas också av masugnsslagg, men till skillnad från Hyttsten kyls den snabbt i vatten, vilket kallas granulering. Detta resulterar i en sandliknande produkt med kornstorlek 0–4 millimeter. Efter granuleringen siktas och torkas Hyttsanden. Snabbkylningen ger Hyttsanden en amorf/glasig struktur, vilket tillsammans med kalk/kiselandelarna ger mycket goda cementerande egenskaper.

Hyttsanden är lätt och passar därför som fyllnadsmaterial när markförhållandena kräver en lätt och stark väggkropp. Hyttsand används också som råvara vid cementtillverkning. Hyttsand har potential att användas som filtermaterial, både för fastläggning av, det vill säga rening av, fosfor i avloppsvatten eller vatten från åkermark, och för fastläggning av metaller som är lösta i dagvatten och lakvatten.

#### 3.1.2 LD-slagg (LD-sten)

LD-sten produceras från LD-slagg, som genereras vid konvertering av råjärn till stål i en LD-konverter. Processen innefattar tillsättning av flytande råjärn och syrgas för att reducera kolhalten i stålet. Basiska slaggbildare såsom bränd kalk och dolomit introduceras i smältan för att absorbera oxider, huvudsakligen av järn, kisel och mangan. Den resulterande flytande LD-slaggen gjuts på bäddar för att svalna, bryts upp och magnetsepareras för att återvinna eventuellt medföljande stål. Slutligen siktas LD-slaggen i olika fraktioner för att producera LD-sten.

LD-sten används främst som slaggbildare i masugnar, vilket ersätter betydande mängder jungfrulig kalksten. Dessutom nyttjas LD-sten som råmaterial vid tillverkning av mineralull samt som fyllnadsmaterial vid olika markkonstruktioner som till exempel skyddsvallar och utjämning av deponier.

### 3.1.3 Ljusbågsugnsagg

Ljusbågsugnsagg, ofta benämnd EAF-agg, produceras i smältugnar vid stålverk där stålskrot används som råvara. Denna ståltillverkningsmetod är vanlig både för framställning av låglegerat stål samt rostfritt och andra typer av höglegerat stål. Ljusbågsugnsaggen utgör en central del av tillverkningsprocessen och styrs noggrant där valet av slaggbildare, vanligtvis baserat på olika kalkkvaliteter, är en kritisk parameter enligt specifika recept. Tillverkningen av agg varierar beroende på vilken typ av stål som tillverkas, men generellt har agg flera viktiga funktioner, såsom:

- Skydda ugnsinfodring och vattenkylda paneler
- Behålla värmen i stålbadet
- Avskilja och binda ämnen från stålet, såsom kisel och fosfor
- Minska oxidation av stålet genom att skydda mot omgivande atmosfär

När slaggen tappats ur ugnen transporteras den hos de flesta tillverkare vidare till en slaggård där den tappas ut och kyls följt av krossning, siktning och eventuellt ytterligare processer.

De färdiga slaggnorna har en oregelbunden form vilket resulterar i god bärighet och dränerande egenskaper för användning i olika konstruktioner, exempelvis som bärlager i vägar och deponikonstruktioner.



**Bild 7** Upplag av EAF-agg där delar av ytan har vitnat beroende på bindning av koldioxid från luften.  
Foto: Björn Haase, Höganäs AB

### 3.1.4 AOD-agg

Vid tillverkning av rostfritt stål genomgår det smälta materialet en raffineringsprocess i en AOD-konverter (Argon Oxygen Decarburization) efter behandlingen i ljusbågsugnen. Under detta steg minskas kolhalten till en bestämd nivå genom reaktion med syrgas, även kallad färskning. Slaggens roll i AOD-processen är viktig vid både färskning och återreduktion, varvid sammansättningen justeras utifrån stålets specifika krav. När stålet tappats från konvertern kyls slaggen snabbt för att begränsa dammbildning, vilket underlättar hanteringen av partiklarna.

AOD-slaggen kännetecknas av hög kalkhalt, vilket ger egenskaper som är gynnsamma för flera potentiella användningsområden, till exempel vattenrening eller som bindemedel liknande cement. Slaggen från AOD-konvertern har vanligtvis ett kalk-silikatförhållande som bildar mineralet kalciumsilikat vid stelning. Om kylning sker på ett mindre gynnsamt sätt kan kalciumsilikatet genomgå fasomvandlingar som leder till expansion och risk för uppkomst av fint dammigt material. Det är därför viktigt att behandla slaggen så att man får aggregat med rätt kornstorlek, exempelvis genom kontrollerad kylning eller kemisk stabilisering. I Europa används ofta borföreningar som tillsats för att stabilisera slagg, vilket gör materialet lämpligt för bland annat vägbyggnation. I England används borstabiliserad AOD-slagg kommersiellt som ballastmaterial i vägprojekt.

AOD-slagg har bindande egenskaper. Dessa egenskaper påverkas bland annat av materialets specifika yta, vilket gör att olika kornstorlekar kan användas i betongkonstruktioner och för sluttäckning av deponi.

### 3.1.5 Skänkslagg

Skänkslagg, även benämnt LF-slagg, genereras vid ett stadium i det metallurgiska slutsteget, specifikt i skänkungnen där den slutliga färdigställningen av stålet sker. Skänkslagg förekommer med varierande sammansättning, men det är vanligt att den innehåller betydande mängder av kalcium, aluminium och kisel i oxidisk form. Dessa kemiska komponenter erbjuder möjligheter att utnyttja egenskaperna som den höga kalciumhalten medför i olika sammanhang där små aggregat är önskvärda och ett finkornigt material främjar hög reaktionshastighet.

Skänkslaggen har i regel en sönderfallande natur. Denna sönderfallna slagg uppvisar hydrauliska egenskaper, liknande cement, och kan potentiellt användas som ersättning eller komplement till cement som bindemedel i exempelvis briketter (tillverkade av restprodukter för chargering till masugn), markstabilisering, massor och konstruktion av tätskikt på deponier. Dessutom kan den användas som filler i betong. Skänkslagg har också potential att fungera som kalkkälla vid cementproduktion. Fördelen med skänkslagg i denna applikation är att dess kalkinnehåll, likt masugnsslagg, inte är bundet i formen av kalciumkarbonat, vilket resulterar i betydligt lägre koldioxidutsläpp jämfört med kalksten. En ytterligare användning av skänkslagg är som råmaterial vid mineralullsframställning.

### 3.1.6 Avsvavlingsslagg

Avsvavlingsslagg uppstår i den masugnsbaserade ståltillverkningen då svavelhalten i råjärnet sänks genom tillsats av till exempel kalciumkarbid. Slaggen separeras från råjärnet och processas sedan för att tillvarata järninnehållet. Den omagnetiska delen av slaggen går till deponi eller används som konstruktionsmaterial för deponibyggnad.

### 3.1.7 Tunnelugnsslagg

Tunnelugnsslagg (TU-slagg) produceras parallellt med järnsvamp i en direktreduktionsprocess i tunnelugnar. Processen är allmänt känd som Höganäsprocessen då den uppfanns av Höganäs AB i början av 1900-talet. Beroende på en för slaggar relativt hög halt av fri kalciumoxid kallas materialet även Tunnelugnskalk. Råmaterialet till TU-slaggen utgörs av kalksten och koks, vilka blandas och bearbetas enligt noggrant styrda och processkontrollerade recept. Kolet i koksen reagerar med järnmalmen som reduceras till rent järn, medan kalkstenen, som i processen omvandlas till bränd kalk, har syftet att separera och binda föroreningar från koksen och delvis även från järnmalmen, samt att hjälpa till med att skapa en stabil slaggstruktur under processen. För att förbättra utnyttjandet av TU-slaggen återförs en betydande andel av slaggen tillbaka till processen, medan den resterande delen tas ut och hanteras separat till en färdig produkt.



**Bild 8** Högar med tunnelugnsslagg. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

Materialet är relativt lätt och dammande, vilket kräver att det hanteras i slutna system eller fuktas innan hantering. Tack vare sitt kalkinnehåll på cirka 40 procent kan TU-slaggen många gånger användas som alternativ till bränd och/eller släckt kalk. Användningsområden inkluderar bland annat markstabilisering, som konstruktionsmaterial i exempelvis bärlager och som filler. Kolinnehållet (i form av restkoks) ger slaggen en betydande energimängd som kan utnyttjas i förbränningsanläggningar eller användas för kolhöjning av jordar.

Tunnelugnsslaggen ingår i statistiken för övriga slagger.

## 3.2 Slagger från övrig metallindustri

### 3.2.1 Ferrokromslagg

År 2024 producerades 170 kton ferrokromslagg. Vargön Alloys AB i Vargön tillverkar högkolhaltig ferrokrom (råvara för framställning av legerat stål) och tillverkningen av ferrokromslagg är en del av denna process. Tillverkningsprocessen säkerställer slaggens tekniska egenskaper över tid. Utmärkande för ferrokromslagg är bland annat dess relativt höga styvhet (god bärighet) i en packad markkonstruktion. Materialet är något tyngre än motsvarande naturmaterial och är väl dränerande med en relativt låg kapillär stigförmåga. Det är också beständigt mot nötning.



Ferrokromslagg. Foto: Staffan Rahmn, Vargön Alloys

Den vanligaste typen av användning av ferrokromslagg är vid vägbyggnad särskilt i vägens förstärkningslager, men kan också användas i obundna bärlager i överbyggnaden. Ferrokromslaggens nötningsbeständighet medför dessutom att den kan användas i bitumenbundna slitlager (asfaltbeläggning) och i bärande fyllningar.

### 3.2.2 Järnsand

Vid Boliden Mineral AB:s smältverk i Rönnskär, Skelleftehamn, används främst anrikad kopparmalm (slig) som råvara. Under processen tillsätts ren kvartssand, vilket fungerar som slaggbildare genom att reagera med järnet i sligen och skapa slagg som separeras från kopparskärstenen medan den är smält. Metaller med högt ångtryck, huvudsakligen zink och bly, drivs ut ur slaggen via luft- och kolinjektion, så kallad slaggfuming. Den behandlade slaggen leds därefter till en sättningsugn där kvarvarande koppar och halvmetaller separeras och återvinns. Slaggen omvandlas sedan till järnsand genom att snabbt kylas ner med hjälp av en vattenstråle. Årligen produceras omkring 250 000 ton järnsand, varav större delen används inom Skellefteåområdet, men en väsentlig andel exporteras också för användning som blästermedel.

Järnsand har fått sitt namn efter sitt järninnehåll och sin kornstorlek, som motsvarar sand. Mineralogiskt är järnsand nära besläktad med fayalit, den mest järnrika silikatvarianten inom olivgruppen. Spårhalter av basmetaller såsom koppar och zink förekommer, men tack vare materialets amorfa (förglasade) matris är dessa metaller starkt bundna och därmed stabila. Järnsand utmärker sig genom god värmeisolering, dräneringsförmåga, jämn kvalitet och låg kapillär stighöjd. Materialet är lätt att packa och hantera, vilket beror på dess enhetliga kornstorleksfördelning, glasartade ytstruktur och kantiga kornform, egenskaper som tillsammans ger hög porositet och bärighet. Järnsand lämpar sig för olika användningsområden där termisk isolering, kapillärbrytning och viss dränering krävs. Den används vid väg- och planbyggnation samt vid grundläggning av byggnader. Materialet kan återanvändas från befintliga konstruktioner. Järnsand klassificeras som en produkt vid bruk enligt Bolidens användaranvisningar. Ytterligare information finns på Bolidens webbsidor under produkter och biprodukter<sup>15</sup>.

Boliden har också tagit fram ett koncept för att ersätta cement (SCM – supplementary cementitious materials), där restmaterial med järninnehåll från produktionen av zink, koppar och nickel kan användas som råvara.



**Bild 9** Utläggning av järnsand som bärlager. Foto: Boliden Rönnskärsverken

15 [https://www.boliden.com/sv/produkter/vara\\_produkter/biprodukter/jarnsand/](https://www.boliden.com/sv/produkter/vara_produkter/biprodukter/jarnsand/)

### 3.3 Användning av slagg i vägkonstruktion

För de flesta slaggerna finns det en tradition att betrakta dem som alternativa ballastmaterial (ibland även kallat friktionsmaterial). Med detta avses industriellt framställda material för anläggningsarbeten och konstruktionsändamål som ersätter jungfruliga material (krossat berg, morän, sand och grus). Möjligheten att bygga effektivare konstruktioner med slagg än med konventionella ballastmaterial är stora både i anläggningsförfarandet, i drift och underhåll. Jämfört med de flesta naturmaterial är slaggerna ofta mer väldefinierade eftersom de är metallurgiskt styrda redan i tillverkningsprocessen och har bättre egenskaper såsom ökad bärighet, slitstyrka eller bindande förmåga. Ökad användning av slagg i vägkonstruktioner är i linje med de nationella miljömålen om minskat uttag av jungfruliga material och ökat utnyttjande av alternativa material enligt EU:s strategi om cirkulär ekonomi.

När ett vägbygge påbörjas schaktas först jord och lera undan. Den frilagda markytan, där vägen ska byggas, kallas för terrass. På denna läggs olika bärande lager och överst ett slitlager, Figur 5. Höjden på de olika lagren, samt även sorteringen på materialet, varierar med kraven på vägen. Ofta är det bärigheten som avgör konstruktionen, men ibland kan också isolering mot tjäle bli dimensionerande eller en kombination av flera krav. För större vägar gäller AMA Anläggning<sup>16</sup>. I Tabell 3 framgår vilka slagger som passar bäst i respektive lager.



**Bild 10** Bärlager av Tunnelugnsslagg. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

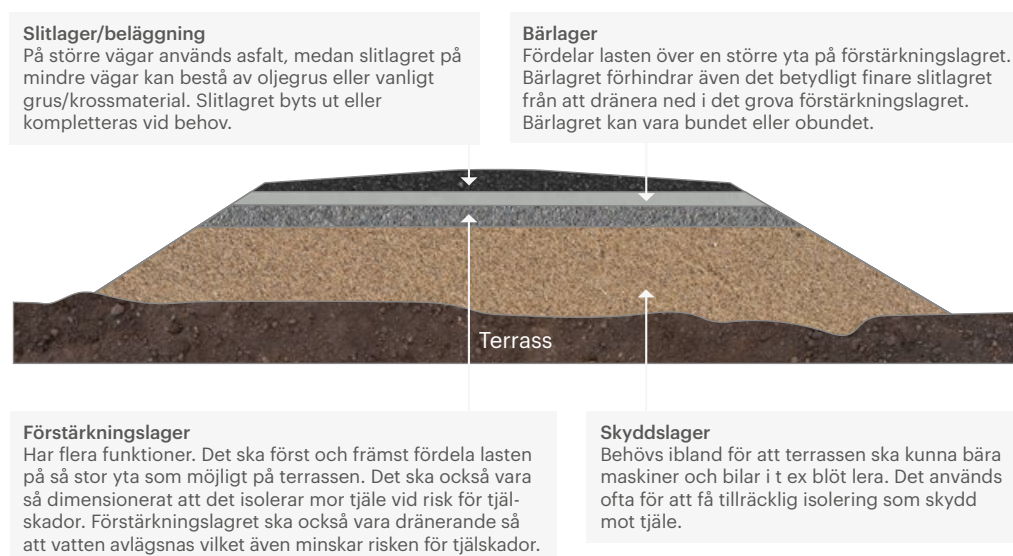


**Bild 11** Bärlager av hyttsten (masugnsslagg). Foto: Tina de Bruin, SSAB

<sup>16</sup> Referensverk utgiven av Svensk Byggtjänst AB: Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten; AMA Anläggning 17.

### Figur 7 och Tabell 3

En vägs olika lager och Rekommendation för slagganvändning i en vägs olika lager



Lager	Asfaltväg
Slitlager	Ljusbågsugnsslagg, Ferrochromslag, LD-sten
Bärlager (bundet)	Ljusbågsugnsslagg, Ferrochromslag
Bärlager (obundet)	Hyttsten Ljusbågsugnsslagg, Ferrochromslag
Förstärkningslager	Hyttsten, Hyttsand, Ljusbågsugnsslagg, Stabiliserad AOD- slag Järnsand, Tunnelugnsslagg, Ferrochromslag
Undre förstärknings-lager (f.d. skyddslager)	Hyttsten, Hyttsand, Järnsand, Ljusbågsugnsslagg
<b>Övrig användning</b>	
Dränering/isolering	Hyttsten
Lättfyllnadsmaterial <sup>17</sup>	Hyttsand

#### 3.3.1 Slitlager (slaggasfalt) och bundet bärlager

Under flera år har stålslagg, främst sådan från ljusbågsugn, använts till slitlager i vägar och ytor med hög påkänning, bland annat rondeller, runt om i Sverige. Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI) dokumenterade redan 2008 en rad exempel med en uppföljande studie 2013<sup>18</sup>.

Jernkontoret har genomfört flera projekt för att undersöka egenskaper hos slagger och asfalt. År 2015 hölls ett seminarium om slaggasfalt där resultat från projekten presenterades, användare beskrev sina erfarenheter och deltagande företag redogjorde för sina erbjudanden. Genom att seminariet sammanförde olika intressenter och målgrupper skapades fler nya kontaktpunkter och nya affärsmöjligheter.

<sup>17</sup> Fyllning i bankar, skyddslager och förstärkningslager vid svag undergrund.

<sup>18</sup> VTI notat 5-2008 Stålslagg i asfaltbeläggning En kunskapsöversikt samt fältförsök i Dalarna samt VTI notat 19-2013 Stålslagg i asfaltbeläggning Fältförsök 2005-2012.

Vägbyggarsektorn har också deltagit i liknande projekt genom organisationen SBUF (Svenska byggbranschens utvecklingsfond).

Slaggasfalt har flera egenskaper som gör den lämplig för användning inom samhällsbyggande med fokus på hållbarhet. Ett slitlager av slaggasfalt möjliggör tekniska fördelar samtidigt som användningen av jungfruliga material minskar. Ytterligare miljöaspekter innefattar möjligheten att lägga tunnare lager samt att minska användandet av vissa kemikalier, exempelvis vidhäftningsmedel. En längre livslängd har visats i olika tillämpningar, vilket kan reducera behovet av omläggningar och underhåll. Egenskaperna syns bland annat i mätvärden som kulkvarnsvärdet (EN 1097-9), vilket används av vägbyggare som ett mått på ballaststenens hållfasthet och motståndskraft mot nötning. Slaggen är basisk och har god vidhäftning till bitumen, som fungerar som surt bindemedel, vilket bidrar till att slaggballasten stannar kvar i asfalten även vid belastning och däckvridning. Denna vidhäftning möjliggör tillverkning av porös asfalt, som håller längre än konventionella alternativ. Slaggstenarnas porösa form ger viss bullerdämpning, vilket kan användas för att framställa höghållfast asfalt med ljudreducerande egenskaper. Mätningar, bland annat från E4 utanför Huskvarna, visar att slitlager med slaggasfalt kan minska buller från vägbanan.

Den skrovliga ytan hos slaggen i asfalten består även vid slitage, vilket innebär att vägreppet kvarstår både på nylagda och använda vägavsnitt.

Slaggasfalt kan användas i alla lager av vägens asfalt. Slagg ökar stabilitet, minskar spår- bildning och förbättrar slitstyrkan. Den gör bindemedlet mindre känsligt för temperatur och belastning samt minskar sprickor vintertid och spår sommartid.

Användningen av dubbdäck under vintertid i Skandinavien leder till ökat asfaltslitage och partikelbildning, vilket i vissa fall har inneburit att miljö kvalitetsnormer överskridits. Internationellt finns begränsad information om hur slaggasfalt påverkas av detta slitage. Tester utförda vid VTI<sup>19</sup> i laboratorieskala har visat att PM10-bildningen (det vill säga partiklar mindre än 10 mikrometer) från asfaltsbeläggningar med slagg var relativt låg.



**Bild 12** Slaggasfalt som bundet bärlager. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

19 VTI notat 24-2015 Slaggasfalt, delrapport C Slitage och bildning av inandningsbara partiklar (PM10).

*Intervju med Thomas Fjällström, BDX*

Hyttsten är ett material som är populärt för sina goda egenskaper vid vägbyggen och andra större markkonstruktioner, exempelvis parkeringsplatser. Dessutom kan finkrossad Hyttsten användas till plattläggning, något som visar på materialets mångsidighet.

Thomas Fjällström på BDX har cirka femton års erfarenhet av att arbeta med Hyttsten, främst med krossning och bearbetning av materialet.

– Jämfört med andra material har Hyttsten en mycket jämn kvalitet, både vad gäller kemisk sammansättning och andra egenskaper. Bergmaterial har ofta större variation i sin sammansättning, beroende på var i tåkten det bryts. Hyttsten är poröst, vilket ger goda isolerande egenskaper. Den låga densiteten innebär dock att produktionshastigheten är något lägre än vid krossning av berg, vilket man bör räkna med, säger Thomas Fjällström.

Som nackdelar nämner Thomas en lätt svavellukt som kan kännas i början, men som snabbt försvinner. Om vatten blir stående i diken kan det dessutom uppstå en missfärgad utfällning, vilket gör det viktigt att konstruktionen är rätt. Liksom andra krossmaterial kan de fina fraktionerna av Hyttsten sintra ihop under lagring och i vissa fall bildas stora, svårhanterade aggregat, även om detta är ovanligt.

När det gäller efterfrågan på marknaden menar Thomas att Hyttsten är mycket populärt, särskilt i närområdet där entreprenörer gärna använder det vid vägbyggen och anläggningsarbeten.



Thomas Fjällström, BDX. Foto: BDX

– De flesta kunder har lång erfarenhet av Hyttsten och föredrar det materialet. Under de senaste sju - åtta åren har det även blivit eftertraktat inom cementindustrin, och all Hyttsten som produceras säljs mer eller mindre direkt, säger Thomas Fjällström.

Kunderna är generellt mycket nöjda med Hyttsten. Materialet har en jämn kornkurva med liten finandel. Det är lätt att kompaktera och tack vare sin porositet är det dessutom tjältåligt. Priset påverkas av den geografiska närheten till masugnsslaggen, vilket bidrar till en fördelaktig kostnadsbild i kombination med god kvalitet och bra materialegenskaper.

Det finns en handbok om Hyttsten som ger information om materialet och dess användningsområden, vilket kan vara till stor hjälp.



**Bild 13** Slaggasfalt i slitlager. Foto: Björn Haase, Höganäs AB



**Bild 14** Rondell med slitlager av slaggasfalt. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

Slaggasfalt används idag i olika delar av landet och återfinns bland annat i vägnätet, rondeller (se bild ovan), industriområden och hamnar. Flera egenskaper gör det relevant att använda slagg till asfalt. En begränsning är dock tillgängligheten, eftersom den totala mängden slagg inte räcker för landets hela vägbehov. Tillskott av slagg från nya ljusbågsugnsverk kan öka tillgången när dessa kapaciteter tas i bruk.

Slaggasfalt blir generellt lite mörkare än traditionell asfalt vilket i vissa fall upplevas som positivt då intrycket ofta blir att den är nylagd. Färgskillnaden framgår av bilden nedan, där rondellen är belagd med slaggasfalt medan till- och frånfartsvägarna är gjorda med standardbeläggning.

### 3.3.2 Övriga lager

Masugnsslagg i form av Hyttsten och Hyttsand har använts till obundna bärlager och till väg- och anläggningskonstruktioner under flera decennier i Sverige. Om materialens egenskaper utnyttjas på bästa sätt kan en vägkonstruktion dimensioneras tunnare med bibehållen bärighet. Detta innebär både hushållande med naturresurser och en ekonomisk vinst. Om en vägs förstärkningslager anläggs med Hyttsten i stället för bergkross ger det en besparing på 910 kubikmeter material/kilometer. VTI har gjort dessa beräkningar<sup>20</sup> på en sju meter bred väg, dimensionerad för nio miljoner standardaxlar med materialtyp 4 i terrassen.

I förstärkningslager bidrar Hyttsten till en hög styvhet (bärighet) hos vägkonstruktionen vilken som regel fortsätter att öka under lång tid. Det är materialets kornstorleksfördelning samt dess cementserande egenskaper som ger denna styvhetsökning. Hyttsten är ett mycket stabilt material, det vill säga det har förmåga att motstå permanenta deformationer och egenskaperna har verifierats i ett dynamiskt treaxialtest hos VTI<sup>21</sup>. Ett flertal undersökningar i fält genom fallviktsmätningar visar på en betydande hållfasthetsökning över tid hos vägar med Hyttsten<sup>22</sup>. Järnsand kan också användas i till exempel förstärknings- och skyddslagret. Särskilt lämplig är den där vägens undergrund är vattensjuk eller tjälskjutande. Dess dränerande förmåga gör den lämplig som dränsikt, ledningsbädd eller kringfyllning kring ledningar och kablar. Risken för igenfrysning av dränsikt i järnsand är mindre än för vanlig sand. Hyttsten kan med fördel också användas i undre förstärkningslager. Den är porig till sin karaktär vilket ger den isolerande egenskaper som kan utnyttjas i anläggnings-sammanhang för att motverka tjälskador. Ett isolerande vägmateriale ökar risken för frosthalka om det ligger för högt upp i vägkroppen.

<sup>20</sup> "Dimensionering av vägöverbyggnader med Hyttsten" VTI Dnr: 2010/0291-202.

<sup>21</sup> VTI notat 53-2001.

<sup>22</sup> VTI notat 16-2008.



**Bild 15** Grusväg med EAF-slagg som slitlager. Foto: Björn Haase, Höganäs AB



**Bild 16** Grusväg med krossat eldfast material som bär- och slitlager. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

Hyttsand har låg egentyngd (låg densitet) och brukar räknas som lättfyllnadsmaterial. Det kan utnyttjas när ett belastningskänsligt område behöver avlastas. Den cementerande effekten ger en större lastfördelande yta till undergrunden vilket medför att sättningarna blir betydligt mindre än vid användning av andra material med samma densitet.

Användning av ljusbågsugns slag i bär- och förstärkningslager är också vanligt förekommande. Dessa slagger har på samma sätt som masugnslagger en mycket bra bärande förmåga, men med en lite högre densitet.

Slagg kan även användas som obundet slitlager (det som normal kallas för grusväg). En fördel är att slaggstenarna beroende på den oregelbundna formen inte rullar ut från vägen på samma sätt som vanligt grus, vilket även motverkar bildning av gropar som annars ofta förekommer på grusvägar. En annan fördel är att slaggen till viss del binder fukt och dammar mindre och att den klarar högre belastningar jämfört med vanligt grus.

## 3.4 Andra applikationer för metallurgiska slagger

### 3.4.1 Cement

Vid cementtillverkning används stora mängder kalksten, vilket delvis kan ersättas med metallurgiska slagger som alternativ kalkkälla. Användning av slagger som råmaterial ger fördelar för processen såsom lägre energiförbrukning, mindre åtgång av jungfruliga material och minskade koldioxidutsläpp. Exempelvis genererar 1 ton kalksten cirka 440 kilogram koldioxid, medan slaggen ligger nära noll eftersom kalken i slaggen redan har kalcinerats.

Slagger kan ibland direkt ersätta cement utan att behöva brännas i en cementugn. Den typen av material kallas "Supplementary Cementitious Materials" (SCM), vilket förutom slagger även inkluderar andra alternativa material. För att uppnå reaktiva egenskaper måste slaggerna oftast snabbkylas och finmalas. Normalt blandas SCM med vanlig cement för att uppnå önskade egenskaper till en optimerad kvalitet, miljöprofil och kostnad.

### 3.4.2 Betong

Betong består huvudsakligen av ballastmaterial. Slagger kan i viss mån och för specifika applikationer ersätta de naturliga och oftast jungfruliga mineralerna, främst sten och sand, som används som ballast. En betydande fördel med detta är bevarandet av naturresurser samt minskningen av den ekologiska påverkan. Dessutom har slagger generellt en mer ojämn struktur än grus, vilket ökar kontaktytan mellan cement och ballast och därmed ofta förbättrar hållfastheten. Genom noggrant urval av slaggsort kan även densiteten hos den färdiga betongen kontrolleras.



Bild 17 Betongblock som påkörningsskydd. Foto: Björn Haase, Höganäs AB



Bild 18 Vägg gjord av betongblock. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

*Intervju med Stefan Sandelin,  
Heidelberg Materials*

Heidelberg Materials Cement Sverige, tidigare Cementa, är en del av den globala Heidelberg Materials-koncernen. I Sverige har företaget en lång tradition av att utveckla hållbara lösningar för cement- och betongproduktion. Företaget använder till exempel slagg i sitt omställningsarbete.

– Vi har ett starkt fokus på att minska vår klimatpåverkan, och slagg är ett viktigt verktyg i det arbetet. Genom att ersätta delar av kalkstenen med slagg i klinker-tillverkningen kan vi både spara på naturresurser och minska koldioxidutsläppen, säger Stefan Sandelin, utvecklingschef på Heidelberg Materials.

Klinker är en mellanprodukt i cementproduktionen och slagg med rätt kemisk sammansättning kan användas som råmaterial i denna process. Denna metod har använts i Sverige under lång tid med goda resultat.

– Vi har sett att kvaliteten i den färdiga cementen bibehålls, samtidigt som det minskar koldioxidutsläppen. Det är ett konkret exempel på hur industriella restprodukter kan få nytt liv i byggsektorn, säger Stefan Sandelin.

Men slagg används inte bara som råmaterial. Den kan också fungera som ett cementersättningsmaterial. Då ersätts en del av det traditionella cementinnehållet med exempelvis finmald masugnsslagg, något som är ett vanligt inslag i betong världen över.

– Vi ser nu en spännande utveckling där även andra typer av slagg från metallindustrin kan komma till användning,



Stefan Sandelin, Heidelberg Materials.  
Foto: Heidelberg Materials

säger Stefan Sandelin. Utmaningen ligger i att förstå deras reaktivitet och kemiska egenskaper, samt att få dem godkända enligt gällande standarder.

Heidelberg Materials arbetar aktivt med att bredda användningen av alternativa slaggtyper, särskilt i takt med att stålindustrin ställer om från masugnsbaserad produktion. Det är ett arbete som sker både nationellt och internationellt.

– Det är ett komplext men viktigt arbete. Vi är övertygade om att samarbete mellan olika industrier är nyckeln till en mer hållbar framtid, säger Stefan Sandelin.

### 3.4.3 Vattenrening

Många metallurgiska slagger har visat sig ha utmärkta vattenreningsegenskaper avseende fosfor, vilket har använts för att behandla avloppsvatten i flera europeiska länder samt i Australien, Nya Zeeland och USA. Fullskaliga tester har dessutom visat att slagger kan avlägsna föroreningar från bland annat förorenade vatten från deponier, vägdagvatten och industrier, inklusive oönskade metaller såsom bly, zink och koppar. Användning av slagger för vattenrening i större omfattning innebär således inte bara att vattenkvaliteten förbättras genom minskad tillförsel av fosfor och andra metaller till sjöar och hav. Det bidrar också till att främja en mer cirkulär ekonomi och möjliggöra ökad industriell symbios. Detta gör att många nu undersöker möjligheterna att använda slagger för rening av andra ämnen såsom arsenik, PFAS etc.

Slaggfilter installeras vanligtvis efter slamavskiljare eller markbäddar som ett sista steg i reningsprocessen och kan enkelt ersättas när de är mättade. Hanteringen av det mättade filtermaterialet beror på vilken typ av slagg som används och vilka ämnen som adsorberats. Om exempelvis inert slagg har använts för att avlägsna fosfor kan materialet ofta återanvändas som fosforberikat kalkningsmedel på åkermark och inom jordbruk för att frigöra och tillvarata fosfor som gödningsmedel.

Eftersom slagger ofta innehåller kalk kan ett slaggfilter i samband med att vattnet renas även bidra till att höja oönskade låga pH-värden.



**Bild 19** Rening av industrivatten med EAF-slagg som ligger i IBC-containrarna på bilden. Här renas vattnet från bland annat bly, koppar, nickel och zink. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

### 3.4.4 Stenull (isoleringsmaterial)

Metallurgiska slagger kan fungera som råmaterial vid produktion av stenull, där slagger-nas mineraler kompletterar de övriga ingående mineraliska råmaterialen. En fördel med att använda slagger är deras innehåll av järnoxid, vilket ökar stenullens brandmotstånd. Eldfasta material samt andra mineralinnehållande restmaterial, såsom olivinsand, har ofta passande sammansättningar och kan därför också användas som råmaterial vid stenullstillverkning.



**Bild 20** Fasadelement med isolering av stennull färdiga för montering. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

### 3.4.5 Ridbanematerial

Flera typer av slagg (till exempel krossad masugnsslagg, ljusbågsugnsslagg och AOD-slagg) används som material för ridbanor och fungerar även väl som underlag i rasthagar och gårdspplaner, se bild nedan. Materialet är poröst vilket ger utmärkta egenskaper för att binda fukt, vilket resulterar i minskad dammbildning och effektiv dränering. Dess höga innehåll av kalk och kisel ger upphov till cementliknande bindningar, vilket bidrar till hög stabilitet. Slaggens egenskaper såsom stabilitet och porositet möjliggör även ett kostnads-effektivt byggnads sätt för en ridbana, där endast ett enda lager behöver läggas ut i stället för flera lager av olika beskaffenhet och kornstorlekar. Detta gör det till ett ekonomiskt alternativ för att anlägga en ridbana.



**Bild 21** Paddock med ridbanegrus av AOD-slagg. Foto: Gunnar Ruist

### 3.4.6 Hårdgjorda ytor

Hårdgjorda ytor används ofta som uppställningsplatser för fordon och materialhantering. Tack vare slaggernas struktur och kalkinnehåll kan dessa ytor skapas utan att behöva använda material som cement och betong. De flesta slaggar har också mycket låg bakgrundsstrålning, och de som innehåller metalloxider kan dessutom skydda mot naturlig



**Bild 22** Materialhanteringsyta som hårdgjorts med hjälp av slagg och krossat eldfast material.  
Foto: Björn Haase, Höganäs AB

radioaktiv bakgrundsstrålning från underliggande mark. Detta utnyttjas genom att använda slagg som bär- eller slitlager på ytor där mätning av radioaktivitet utförs, exempelvis vid inleverans av råmaterial.

### 3.4.7 Konstruktionsmaterial för deponier

Vid sluttäckning av en deponi appliceras flera lager av material över det avfall som ska deponeras. Vanligen består dessa skikt, från avfallet och uppåt, av utjämningskikt, tätskikt, dräneringskikt, skyddsskikt och växtskikt. Slagger och andra restprodukter kan användas i alla skikt upp till och med skyddsskiktet, vilket då ersätter olika jungfruliga material eller gummidukar. Det är dock av största vikt att materialen hanteras korrekt för varje specifikt skikt. Exempelvis måste material till tätskiktet behandlas så att det blir tillräckligt tätt för att uppfylla krav för en deponi, varvid slaggens bindande egenskaper tillsammans med dess bärighet nyttjas. För dräneringskiktet gäller motsatsen; det ska vara dränerande för att leda bort eventuellt vatten och därför används ofta ett grövre material med findelen bortsiktad. En handbok om hur slagger huvudsakligen kan användas i en deponikonstruktion har tagits fram inom forskningsprojektet "Konstruktionsprodukter baserade på slagg", vilken finns att ladda ner från Jernkontorets webbplats<sup>23</sup>. En uppföljande rapport som kort belyser tekniska, miljömässiga och regelverksmässiga aspekter på engelska publicerades 2025<sup>24</sup>.



**Bild 23** Eldfast material som dräneringslager i deponi.  
Foto: Björn Haase, Höganäs AB



**Bild 24** Deponikonstruktion med tunnelugnsslagg som skyddsskikt (mellan det underliggande dräneringskiktet och det översta växtskiktet).  
Foto: Björn Haase, Höganäs AB

23 L. Andreas, S. Diener, A. Lagerkvist. (2012) Rekommendationer för användning av slagg i deponikonstruktioner. Krav, lämplighet, materialhantering och utläggning. Exemplet Hagfors kommunala deponi.

24 L. Andreas. (2025), Overview of Slag Management by Swedish Steel Producers. Jernkontoret D-rapport nr 904.

*Intervju med Clara Hermansson,  
Alnarp Cleanwater Technology*

Alnarp Cleanwater är ett företag som arbetar med vattenrening med fokus på vatten från enskilda avlopp. De levererar kompletta reningsanläggningar för enskilda avlopp där ett av reningsstegen är en fosforpolering av vattnet innan det går ut till mottagare.

Efter att Höganäs AB varit med i några olika projekt och undersökningar kring användning av olika restmaterial som filtermedia för att rena diverse förorenade vatten kontaktade de Alnarp Cleanwater för ett möjligt samarbete.

– För oss var det helt nytt att kunna använda restmaterial, som till exempel slaggar från stålindustrin, för det ändamålet, säger Clara Hermansson, Product manager på Alnarp Cleanwater.

Vid de inledande diskussionerna visades positiva och intressanta resultat som Höganäs hade varit med att ta fram. Att använda ett cirkulärt och mindre miljöbelastande restmaterial i stället för det ordinarie materialet som tillverkats för ändamålet av jungfruliga råvaror var intressant för oss och vi inledde ett samarbete. Att materialet dessutom tillverkades lokalt och skulle bli billigare än det ordinarie materialet var något som Alnarp Cleanwater såg som ytterligare fördelar.

Alnarp Cleanwaters intresse var stort och tillsammans med några andra företag i vattenreningsbranschen deltog företaget i projektet MINRENT, se kapitel 1.3, om vattenrening med restprodukter. Projektet drevs inom det strategiska innovationsprogrammet Metalliska material och resultaten visade tydligt på restmaterialens möjligheter inom vattenrening.



Clara Hermansson, Alnarp Cleanwater Technology.  
Foto: Clara Hermansson

– I början fanns det farhågor om huruvida materialet var miljömässigt tryggt och om det fanns någon risk att det skulle släppa ut något som kunde bli ett miljöproblem. Efter en tids samarbete så försvann dessa farhågor tack vare många analyser av både material och vatten, säger Clara Hermansson.

Marknaden för filtermedia för vattenrening är stor och dessutom löpande över tid eftersom filtren blir mättade och behöver bytas ut med jämna mellanrum. En utmaning med att använda restmaterial är att få fram ett material som motsvarar det ordinarie materialet samt att få acceptans av olika intressenter och då framför allt från myndighetshåll. För att klara det måste Alnarp Cleanwater satsa mycket på kommunikation och ta fram fakta, siffror och rapporter. Detta är något som sker löpande tillsammans med Höganäs. Höganäs har dessutom levererat speciellt framtaget material för tester i fält och resultat från fälttester.

– Vi har ännu inte kommit så långt att produkten är på marknaden, men vi tror mycket på idén och ser framför oss att den inom några år har hittat sitt marknadsområde, säger Clara Hermansson.

### 3.4.8 Slagger för koldioxidbindning

Det är av stor vikt att minska mängden koldioxid i atmosfären, och flera initiativ pågår för att antingen reducera tillförseln genom olika utsläppsminskande åtgärder eller för att binda den i atmosfären befintliga koldioxiden. Alkaliska material, såsom kalkrika slagger från metaltillverkning, kan användas i båda sammanhangen. De beräkningar som gjorts har visat på teoretiska upptag på nästan 0,5 kilogram koldioxid per kilogram slagg. Det ska jämföras med verkliga undersökningar av materialen som ger lite lägre resultat men ändå hamnar på upp till 0,3 kilogram koldioxid per kilogram slagg. Processerna för bindningen av koldioxid varierar beroende på typ av slagg och koldioxidkoncentration. En slagg som har bundit koldioxid kan därefter nyttjas som konstruktionsmaterial, exempelvis i bärlager. På så vis får slaggen en dubbel funktion som produkt.



**Bild 25** Rökgasar. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

### 3.4.9 Exempel på andra användningsområden

#### Restaurering av korallrev

Restaurering av korallrev med hjälp av slagg från järn- och ståltillverkning har genomförts på flera platser runt om i världen. Slaggen har två huvudsakliga egenskaper som gör dem lämpliga: dels ett högt kalkinnehåll, dels en viss porositet på ytorna. Kalkinnehållet är fördelaktigt eftersom koraller gärna växer på gamla korallskelett som till stor del består av kalk. Porositeten är viktig för larverna som föredrar skyddade områden från rovdjur. Ett långsiktigt arbete har genomförts för att restaurera de svenska korallreven i Kosterhavet där bland annat ljusbågsugnsslagg har använts (projekt Life Lophelia). Resultaten inom projektet där man testade slagg för att locka koraller att sätta sig var mycket positiva. Uppföljningen av resultaten i full skala med artificiella revstrukturer, se bild nedan, kommer däremot att ta många år att följa upp.



**Bild 26** Exempel på korallen Lophelia. Foto: Björn Haase, Höganäs AB



**Bild 27** Artificiellt korallrev med EAF-slagg. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

## Dräneringslager och fördröjningsmagasin

Två områden som kan likna varandra är användning av slagger som dräneringslager, till exempel över dräneringsrör, och som fördröjningsmagasin i exempelvis diken. I båda fallen ska det finnas en viss genomsläpplighet. Skillnaden är att det för dräneringslager så ska vattnet gå relativt fort igenom för att kontinuerligt leda bort vattnet som når lagret. I ett fördröjningsmagasin så ska det istället visserligen leda bort vattnet men med en viss fördröjning för att inte överbelasta recipienten/mottagande system.



**Bild 28** Fördröjningsmagasin av grov slagg ovanpå dräneringslager och rör. Foto: Björn Haase, Höganäs AB



**Bild 29** Slagg som dräneringslager ovan dräneringsrör. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

## Glasyr på keramik

Vid keramiktillverkning utgör glasyren en betydande del av slutprodukten. För att uppnå önskad färg och effekt blandas vanligtvis flera olika kemikalier och ämnen som är både rena och noggrant analyserade. Slagg har en komplex sammansättning med olika ingående ämnen och mineraler. Detta kan leda till nya och oväntade resultat, vilket betonar vikten av en omfattande kemisk och mineralogisk analys.



**Bild 30** Glasyr baserat på slagger på keramik. Foto: Johan Peyron, Höganäs AB



## Konstverk och smycken

Oavsett storlek kan slaggparklar ha intressanta utseenden med oregelbundna former och varierande färger och toner. Därför används slagg i allt från större konstverk och utsmyckningar till små smycken, exempelvis infattade i guld och silver.

**Bild 31** Små slaggbitar innefattade i guld. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

### pH-justering

Kalkrika slagger används ibland för att justera pH-värdet i jordar och marker som ett alternativ till jungfrulig kalk. Tack vare samma egenskaper kan slaggen också nyttjas för att neutralisera sura industrivatten och syror från olika industriella processer, se även kapitel 4.2 och 4.3.

### Justering av strukturer och/eller torkning av jordar

Tack vare sitt kalkinnehåll kan slagg användas för att förbättra strukturen i lerhaltiga jordar (så kallad strukturkalkning) vilket är viktigt för att förbättra växtkraften, göra det lättare att plöja med mera.

Vid markarbeten kan jordarna vara alltför blöta för att användas som konstruktionsmaterial. Då tillsätts olika kalkprodukter för att binda vattnet och på så sätt få ett mer stabilt material. Slagger kan tack vare sitt kalkinnehåll då ofta vara ett alternativ till kalk.



**Bild 32** Strukturkalkad åkermark. Foto: Björn Haase, Höganäs AB



**Bild 33** Strukturkalkning med hjälp av kalkrik slagg av lerhaltig jord. Foto: Björn Haase, Höganäs AB

*Intervju med Åsa Strickland, Seren AB och konsult åt NSR med flera avfallsföretag*

NSR, Nordvästra Skånes Renhållningsbolag, är ett företag i avfallsbranschen. Företaget har några deponier, varav en som ligger i Höganäs. NSR har använt Petrit T-S (tunnelugnskalk som är en restprodukt från tillverkning av järnsvamp) från Höganäs AB som konstruktionsmaterial på en deponi.

NSR har genom tidigare kontakter med Höganäs AB diskuterat olika restprodukter och deras användningsområden. Tidigare har NSR använt krossat eldfast material som dräneringslager ovan tätskiktet på en del av en deponi. När bolaget för något år sedan började planera för att etappvis sluttäcka sin deponi i Höganäs var det därför naturligt att undersöka möjlighet till samarbete med Höganäs AB. Samarbetet gällde konstruktionsmaterial för i första hand skyddsskiktet högt upp i deponikonstruktionen. I det arbetet har NSR även tagit hjälp av Åsa Strickland, Seren AB

Seren AB är ett konsultföretag med mångårig erfarenhet gällande deponier och har arbetat med deponifrågor åt många företag, även internationellt.

– Valet föll snabbt på Petrit T-S eftersom det fanns en hel del data på materialet, det var ett cirkulärt material med högt miljövärde och att det använts för andra ändamål med bra resultat. I de fall någon data saknades hjälptes NSR och Höganäs åt att ta fram dessa. Materialet fanns dessutom väldigt nära platsen där det skulle användas och i tillräckligt stor mängd vilket gjorde planeringen mycket enkel, säger Åsa Strickland, ägare av Seren AB.



Åsa Strickland, Seren AB  
Foto: Åsa Strickland

För de anlidade entreprenörerna var det ett nytt och okänt material vilket var en osäkerhet. Det fanns därför en viss oro för hur materialet skulle bete sig under olika förhållanden. Men ganska snabbt enades parterna, delvis tillsammans med Höganäs AB, om hur materialet skulle hanteras på ett effektivt sätt för att få bästa resultat.

Då materialet innehåller höga halter av kalk fanns det en osäkerhet på om pH-värdet i den damm som samlar utlakat vatten skulle höjas. Men det har inte varit fallet. Däremot visade det sig ett annat problem som man måste hantera. Det är viktigt att alla redskap rengörs när arbetet är slut för dagen för att materialet, på grund av den höga kalkhalten, inte bränner fast.

– Nu håller nya etapper på att planeras, och då kommer vi att fortsätta använda Petrit T-S på samma sätt som tidigare. Detta tack vare att det är ett bra konstruktionsmaterial, en bra tillgång på material, ett bra samarbete med Höganäs och att materialet har ett högt miljövärde tack vare att det är cirkulärt, säger Åsa Strickland.

## 4. Andra restprodukters användningsområden

Vid hantering, bearbetning och vidareförädling av stålet uppkommer även andra typer av restprodukter än metallurgiska slaggar. Tabell 4 visar de flesta av dessa restprodukter, deras ursprung i processen och om de finns registrerade i REACH. Dessa restprodukter har, i likhet med slaggerna, flera användningsområden.

**Tabell 4**

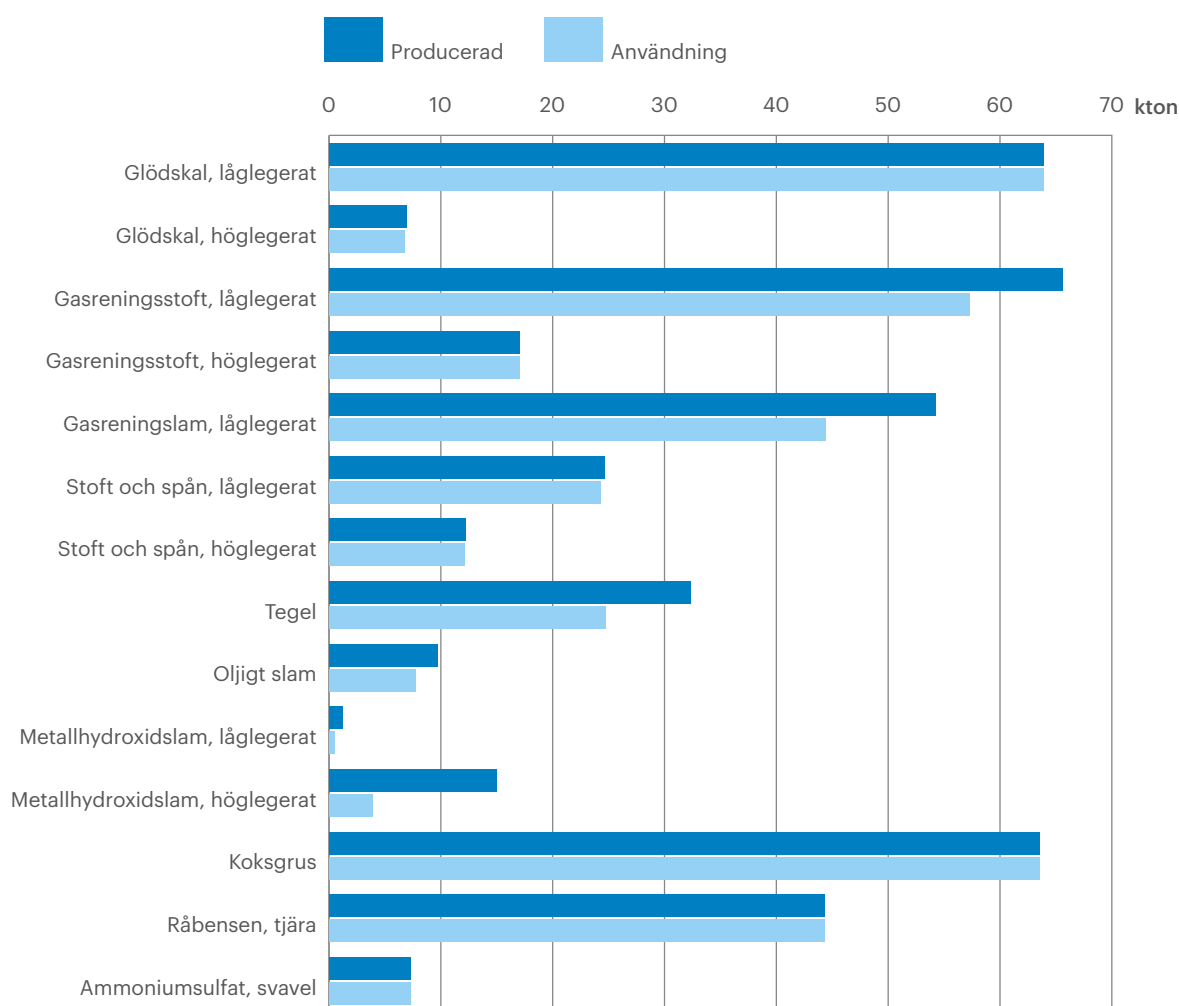
Övriga restprodukter inom svensk järn- och stålindustri. Obs att vissa material är producerade och REACH-registrerade. Kontakta respektive företag för mer information.

Material	Uppkomst/Process	Plats
Glödskal	Kylning/uppvärmning/ hantering av stålämnen/ produkter Tillv. Fe-legering	SSAB, samtliga Ovako, samtliga Outokumpu, samtliga Alleima, Sandviken Uddeholm, Hagfors Björneborg Steel Kanthal, Hallstahammar Fagersta Stainless, Fagersta Erasteel Kloster, Söderfors
Skärslag	Gasskärning av göt/ämnen	SSAB, Alleima, Outokumpu, Ovako (samtliga)
Syrgashyvel-granulat	Hantering av stålämnen/produkter	Ovako, Hofors
Gasskärnings-skägg	Gasskärning av stålämnen/produkter	Uddeholm, Hagfors
Röd järnoxid	Regenerering av betsyra	SSAB, Borlänge
Järnsulfat	Regenerering av betsyra	Ovako, Hofors
Järnhydroxid-slam	Neutralisering av betbad	SSAB, Borlänge
Metallhydroxid-slam	Neutralisering av betbad	Outokumpu, samtliga Alleima, Sandviken Fagersta Stainless, Fagersta Ovako, Hofors Kanthal, Hallstahammar Erasteel Kloster, Långshyttan
Järn, bland annat råjärns- granuler och galtjärn	Masugn och avsvavling	SSAB, Oxelösund SSAB, Luleå
LD-stoft/slam	Rening av LD-gas	SSAB, Luleå och Oxelösund
Övr gasrenings- stoft/slam	Filtrering/rening av gas	Alla
Slam	Valsning/vattenrening	Alla
Eldfasta material/tegel	Ommurning av ugnar/ skänkar/gjutsystem	Alla
Svavel Ammonium-sulfat Råbensen Stenkolstjära	Koksverk/rening av koksugns-gas	SSAB, Luleå SSAB, Oxelösund SSAB, Luleå och Oxelösund SSAB, Luleå och Oxelösund

Totalt producerades cirka 400 kton övriga restprodukter under 2024. De sammantagna mängderna av produktion och användningen av dessa material visas i Diagram 9. För flera av dessa material används stora delar av de mängder som producerats. Viss lagerbildning kan förekomma för restprodukter som har speciella användningsområden.

### Diagram 9

Produktion och användning av övriga restmaterial under 2024.



## 4.1 Glödskal

Inför varmbearbetning värms stålet i olika typer av ugnar. När det varma stålet kommer i kontakt med luft bildas på ytorna en tunn oxidbeläggning som kallas glödskal. Vid den höga bearbetningstemperaturen är stålet mjukt och formbart medan oxiden är hård och spröd varför ytskiktet spricker upp till flagor under bearbetningen av stålet. Glödskal består av oxider av framför allt järn, men även av de legeringsmetaller som ingår i det stål som glödskalet bildats på. Kemiskt kan glödskal jämföras med järnmalm och kan därför ofta användas i liknande tillämpningar, till exempel som järnråvara vid tillverkning av råjärn, ferrolegeringar och cement. I skrotbaserad metallurgi kan glödskal användas direkt i sin oxidiska form, eller genomgå en reduktion för att bli metallisk råvara. Även de fysikaliska egenskaperna, exempelvis den höga densiteten och den kantiga kornformen,

gör glödskalet användbart i olika typer av specialkonstruktioner. En kanske oväntad användning är som barlast i botten på skeppet Af Chapman i Stockholm.



Syrgashyvelgranulat är en form av glödskalet. Den är ett resultat av en process för ytavverkning av stålämnen hos Ovako i Hofors. Med hjälp av en syrgasbrännare smälts yt-zonen bort för att säkerställa stål-kvaliteten. Materialet liknar glödskalet egenskapsmässigt men med finare runda korn och högre total järnhalt, 75–80 procent. Användningsområdena liknar de för glödskalet.

**Bild 34** Syrgashyvelgranulat i närbild. Foto: Peter Phillips

## 4.2 Metallhydroxidslam

Många stålämnen och produkter genomgår processen betning under produktionscykeln. Betning innebär att stål-ytan med hjälp av syror rengörs från oxider. På botten av kärnen, kallade betkar, samlas fasta partiklar som sköljts av stålet utan att lösas upp i badet och bildar den så kallade betbadsslammen.

Metallhydroxidslam bildas vid tillsats av kalkmjölk (uppslammad, finkornig kalk) till vätskan för neutralisering av förbrukade betbad eller surt sköljvatten. Det skapar en våt och mycket finkornig blandning av hydroxidfällningar från metaller upplösta i betningen, rester av betvätskor och kalk. Slammet avvattnas och deponeras som farligt avfall. Inom rostfri processmetallurgi är kalciumfluorid ( $\text{CaF}_2$ , mineralet flusspat) ett värdefullt ämne som finns i slammet. Efter sintring används det i stålverket som produkten Hydrofluss, som ersätter jungfrulig flusspat. Brikettering av metallhydroxidslam är en annan metod för återvinning av material som tidigare helt deponerats.

## 4.3 Regenerering av betsyror

### Järnoxid

En ren järnoxid i pulverform, se Bild 35, produceras parallellt med regenerering av betsyra på SSAB i Borlänge. Denna används för tillverkning av bland annat ferromagneter, ferrolegeringar, pigment och kemikalier. En ny regenereringsanläggning för salpetersyra och fluorvätesyra vid betning av rostfritt stål hos Outokumpu i Avesta ger en torr metall-oxid som restprodukt. Oxidens innehåll av metaller återvinns med högt utbyte och används som råvara vid stål-tillverkningen hos Outokumpu.



**Bild 35** Järnoxid. Foto: SSAB

### Järnsulfat

Vid Ovako i Hofors kristalliseras järnsulfat ut i samband med regenerering av svavelsyra från betningen. Järnsulfatet är ett lätt fuktigt salt som sedan många år säljs som en kemisk produkt. Den används vid vattenbehandling och vid cementframställning, främst som reduktionsmedel där krom(VI) omvandlas till krom(III). Ovako använder själva bland annat järnsulfatet vid lakvattenreningen vid sin numera inaktiva deponi.

## 4.4 Gasreningsstoft och -slam

Stoft bildas i stålindustrins varma processer och tas om hand i gasreningsanläggningar. Mångårig utveckling av reningsteknik, filter och fläktsystem har medfört att stoftutsläppen

minskat radikalt. Installerade filter skiljer i regel bort över 99 procent av de stoftpartiklar som följer med de utsugna ugnsgaserna. Ur det stoft som avskiljs nyttiggörs det ingående metallinnehållet (till exempel järn, zink, nickel, krom och molybden). Beroende på om gasreningen är torr eller våt bildas gasreningsstoft eller gasrenings slam.

Stoft som uppstår vid tillverkning av rostfritt stål innehåller förutom järnoxid även oxider av bland annat krom och nickel. Stoft från de skrotbaserade verken som tillverkar låglegerat stål innehåller ofta en hög zinkhalt. I båda fallen återvinns de värdefulla metallerna vid externa anläggningar. Från malmbaserad ståltillverkning har gasreningsstoft och -slam ett relativt högt innehåll av järnoxid och kol och ofta mycket lågt innehåll av andra metaller. Därför är dessa material värdefulla att återanvända i de egna processerna, eller som produkter på en extern marknad i form av råmaterial för till exempel cementtillverkning, se avsnitt 3.4.

## 4.5 Stoft och spån från bearbetning

Stoft och spån som härstammar från bearbetning, såsom kapning, slipning och ytbehandling av stålämnen och stålprodukter ingår också i statistiken men utgör inte speciellt stora volymer. Stoftet består av finkornigt stål i metallisk eller oxiderad form. Detta kan i en del processer cirkuleras internt som råvara vid ståltillverkning efter någon form av brikettering.

## 4.6 Eldfasta material

Eldfasta infodringsmaterial, såsom tegel, gjutmassor och andra keramiska material, sorteras och separeras ut vid rivning för byte av infodring i ugnar och andra applikationer där eldfasta material används. Eldfasta tegel och infodringsmassor kan i vissa fall rensas och återanvändas i samma processer, men oftast används de som råvaror vid tillverkning av nya eldfasta produkter. Denna process genomförs i cirkulära kretslopp, där specialister på eldfasta material tar emot förbrukade produkter och förädlar dem till nya produkter som återintegreras direkt eller efter ytterligare bearbetning i stålverken. Genom detta erhåller tillverkare av eldfasta produkter tillgång till råvaror, och stålverken kan nyttja det förbrukade materialet. Denna överenskommelse minskar mängden avfall samt uttaget av ändliga råvaror. Eftersom eldfasta material som används i smältprocesser har en sammansättning liknande processernas slaggar, kan delströmmar av dessa material krossas och användas som slaggbildare. Detta görs därför numera på flera stålverk, vilket minskar behovet av jungfruliga material och samtidigt sänker kostnaden för slaggbildare.

Produktion i ett cirkulärt kretslopp innebär att omvandla högkvalitativa produkter till nya högkvalitativa produkter utan att nyttja jordens resurser, vilket bidrar till att minska miljöavtrycket. Genom att använda eldfasta material och återvinna dem på bästa sätt, kan industrin upprätthålla en hållbar praxis som bevarar naturresurser och främjar miljövänliga lösningar.

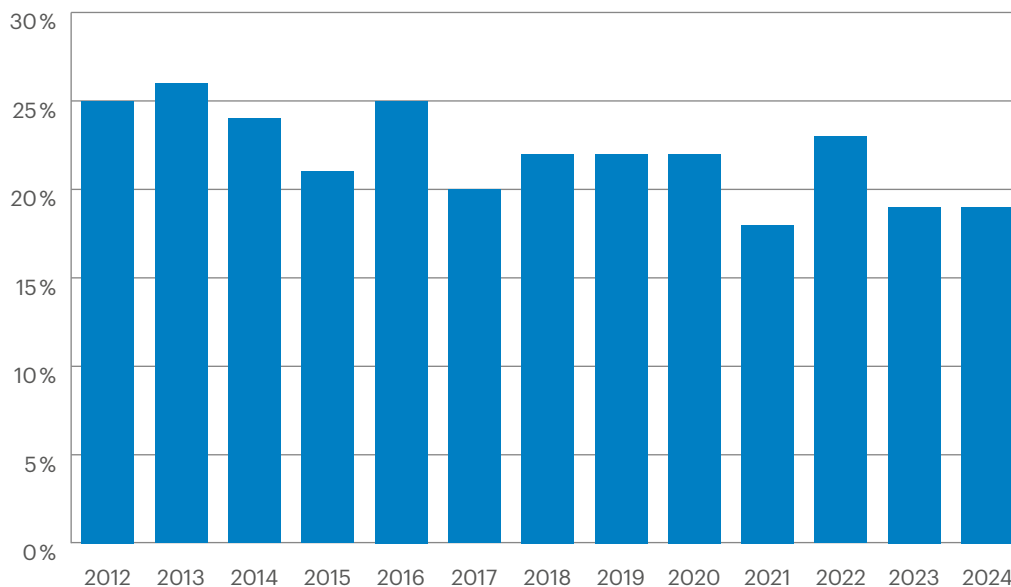
## 4.7 Biprodukter från koksverk

Järnmalm reduceras i masugnar med hjälp av koks och andra fossila reduktionsmedel. Koks tillverkas genom att stenkol upphettas vid hög temperatur. Under koksningen produceras stora mängder koksugns gas, som renas från sina flyktiga beståndsdelar i biproduktverket. Där utvinns bensen, stenkolstjära, ammoniumsulfat och svavel, som säljs till olika kemiska industrier. Den renade koksugns gasen används sedan för olika värmningsprocesser. Den finfraktion som siktas av från den färdiga koksen, kallad koksstybb, används som reduktionsmedel i andra metallurgiska processer. Eftersom tillverkningen av koks görs för att tillgodose masugnarnas behov av koks så kommer den verksamheten att försvinna i takt med att masugnarna läggs ner. I Sverige är planen att detta kommer att ske fram till cirka 2030.

## 5. Avfall och deponering

Inom stålindustrin har företagen traditionellt haft egna deponier men några av stålföretagen har genom medvetet arbete med att recirkulera sina restprodukter beslutat att egna deponier inte längre behövs. De material som inte kan nyttiggöras eller deponeras internt skickas till externa företag som tar hand om avfall. Mängden avfall ska minimeras så långt det är processmässigt och ekonomiskt rimligt. Bedömningen av bästa hantering med avseende på miljö, teknik och ekonomi måste göras i varje enskilt fall. I vissa fall är det dock bättre att hantera större mängder avfall, som kan kontrolleras, om miljönyttan i andra åtgärder överväger. Ett exempel är gasreningprocesser inom ståltillverkning, som under ett antal år förbättrades avsevärt. Utsläpp till luft minskade men den avskilda stoftmängden ökade eftersom stoftmängden står i proportion till producerad mängd stål. Exemplet belyser problematiken med att sätta mål för att avfallsminimera.

Andelen deponerat material från stålindustrin är stadigt sjunkande, tack vare ett långsiktigt arbete.



## 6. Lagstiftning och standardisering

I arbetet med att nyttiggöra restprodukterna ingår att följa och utveckla miljölagstiftningen och dess tillämpning. Det är flera lagstiftningar som är aktuella på ett eller annat vis, till exempel Avfallsdirektivet och REACH och hur dessa interagerar, samt BREF-arbetet om bästa tillgängliga tekniker för deponier och användning av branschens biprodukter. Dessutom är EU:s kommande lagstiftning om cirkulär ekonomi mycket viktig för branschen.

### 6.1 Avfallshierarkin och avfallsminimering

2008 beslöt EU att en avfallshierarki ska gälla som prioriteringsordning för lagstiftning och politik på avfallsområdet och denna infördes fullt ut i svensk lagstiftning 2016<sup>25</sup>:

1. Förebyggande (förhindra uppkomst av avfall)
2. Förbereda för återanvändning
3. Materialåtervinning
4. Annan återvinning, till exempel energiåtervinning
5. Bortskaffande

Ordningen gäller under förutsättning att det är miljömässigt motiverat och ekonomiskt rimligt.

I Miljöbalkens allmänna hänsynsregler, kap.2, framgår att en verksamhet ska hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till att förebygga och återvinna avfall. Paragrafen ger uttryck för hushållningsprincipen och för kretsloppsprincipen som innebär att det som utvinns ur naturen på ett uthålligt sätt ska kunna användas, återanvändas, återvinnas och bortskaffas med minsta möjliga resursförbrukning och utan att naturen skadas. Genom säkerställandet av användning av stålindustrins biprodukter (förhindra uppkomst av avfall), återanvändning av interna material (intern cirkulation), återvinning av till exempel metallinnehåll i stoft, minskas uttaget av jungfruliga material avsevärt. Dessutom, när huvudprodukten, stål, tjänat ut återvinns denna och säljs som ny råvara (skrot). Stål har den utmärta egenskapen att det kan återvinnas ett oändligt antal gånger utan att egenskaperna förändras<sup>26</sup>. Branschens restproduktsarbete hamnar högt upp i avfallshierarkin och svensk stålindustri är på detta sätt en resurseffektiv och cirkulär bransch. Ett fortsatt samarbete med andra branscher och sektorer är dock avgörande för att nyttiggöra restprodukterna på bästa sätt.

### 6.2 Biprodukt eller avfall?

Vid ståltillverkning produceras restprodukter. Dessa är antingen biprodukter eller avfall. Biprodukter kan enligt lagens definition användas, medan avfall kan återvinnas. Det är ofta lättare att hitta en marknad och en acceptans för en biprodukt.

För att avgöra om det kan bli en biprodukt ställs följande krav:

1. Det ska vara säkerställt att ämnet eller föremålet kommer att fortsätta att användas,
2. Ämnet eller föremålet ska kunna användas direkt utan någon annan bearbetning än normal industriell praxis,

25 <http://www.regeringen.se/rattsdokument/proposition/2016/04/prop.-201516166/>

26 Ingen av dessa skrotflöden ingår dock i denna handbok.

3. Ämnet eller föremålet ska produceras som en integrerad del i en produktionsprocess,
4. Den fortsatta användningen ska vara laglig.

Alla krav måste uppfyllas för att ett material ska klassas som biprodukt. Om så är fallet kan innehavaren bestämma att det är en biprodukt och ta det till marknaden.

Exempel på hur denna slutsats har dragits för slagg framgår nedan:

*Materialet kommer fortsätta att användas?*

Ja, slaggprodukter har etablerade marknader globalt och används inom en rad olika områden där deras materialegenskaper är särskilt fördelaktiga. Materialet uppfyller krav enligt flera produktstandarder och ingår i standardiserade tillämpningar världen över.

*Kan användas direkt efter industriell hantering?*

Ja, endast sedvanlig industriell bearbetning, såsom krossning och siktning, utförs.

*Det har uppkommit som en integrerad del i en produktionsprocess?*

Ja, vid produktionen av stål och andra metaller utgör slagg en nödvändig komponent i tillverkningsprocessen, men den ingår inte i slutprodukten.

*Uppfyller lagar och ställda krav?*

Ja, slagg är registrerat enligt REACH och har omfattande dokumentation som visar att det inte anses farligt enligt den kemikaliesäkerhetsbedömning som gjorts. Mer information finns i Bilaga 2.

För en del användningsområden ställs även ytterligare krav, till exempel certifiering enligt byggproduktförordningen och CE-märkning om slaggen skall användas som byggprodukt.

## 6.3 Cirkulär ekonomi

EU-kommissionen har tagit initiativ till en utveckling mot en cirkulär ekonomi och användning av alternativa material. Första handlingsplanen antogs 2015 och syftade till att täcka hela livscykeln från produktion och konsumtion till avfallshantering och sekundära material. En del av planen var att revidera åtta direktiv på avfallsområdet, vilket avslutades i december 2017.

EU:s andra handlingsplan för cirkulär ekonomi presenterades 2020 under namnet "En ny handlingsplan för den cirkulära ekonomin: För ett renare och mer konkurrenskraftigt Europa". Handlingsplanen är en del av EU:s "gröna giv" och kopplar också till industristrategin. Den senaste handlingsplanen omfattar även design och ökat konsumentinflytande.

Inom stålindustrin ingår sedan länge cirkulärt tänkande i produktionsprocesserna där skrot återvinns för att tillverka nya produkter. Branschen har länge forskat på tillämpning av slaggar, och de flesta slaggar är registrerade i REACH, se Bilaga 2, med specificerade användningsområden. Det finns också exempel på intern användning av olika restprodukter såsom stoffer och slammer.

Trots arbetet med att göra stålindustrins slaggar till produkter, har det funnits hinder. Slaggar har till exempel i vissa applikationer bedömts som avfall i stället för biprodukter. Naturvårdsverkets handbok 2010:1 "Återvinning av avfall i anläggningsarbeten" har i vissa fall använts i bedömningen, trots att den inte ska gälla biprodukter utan bara avfall. Naturvårdsverket har därför startat ett arbete med att revidera deras handbok där ambitionen bland annat är att förtydliga när och hur den ska användas. Datumet för publiceringen av den nya handboken från Naturvårdsverket är vid denna handboks utgivning inte bestämt.

EU kommissionen arbetar för närvarande (2026) med en ny rättsakt om cirkulär ekonomi (Circular Economy Act) för att stärka omställningen till en cirkulär ekonomi och ta bort hinder som idag begränsar handel med cirkulära material inom EU:s inre marknad. Det är önskvärt att kommande lagstiftning främjar utvecklingen av en inre marknad för biprodukter, genom att utnyttja möjligheten att ta fram EU-gemensamma materialspecifika villkor för biprodukter som kan möjliggöra ökad användning i flera olika sektorer och bidra till effektivare och mer skalbara cirkulära lösningar.

## 6.4 Standardisering

För respektive användningsområde för olika restprodukter beskrivs materialen i olika standarder, oftast på EN-nivå. Detta indikerar att materialen är välkända och internationellt använda med specificerade egenskaper och krav. Nedan visas ett antal standarder där slagger eller andra restprodukter anges som använda material, oftast under begreppet "history of use". Standardiseringsarbetet är långsiktigt och nya samt omarbetade standarder ges regelbundet ut.

I arbetet med att öka användningen av restprodukterna är det avgörande att materialen inkluderas i befintliga och framtida standarder. Järn- och stålbranschen ser inget behov av särskilda standarder för restmaterial och arbetar aktivt för att integrera branschens material i ordinarie standarder, ofta karaktäriserade som "manufactured minerals" eller "tillverkade mineraler". En tillämpning är användningen som ballast inom bygg- och anläggningsverksamhet. Branschens arbete bedrivs med syftet att definiera lämpliga provningskrav och specifika egenskaper som skall uppfyllas eller undvikas för industriella restprodukter.

Utvecklingen av standarder pågår kontinuerligt. Bland annat pågår ett arbete sedan 2022 med att uppdatera Byggproduktförordningen (CPR Acqui). Arbetet exemplifieras av tabellen nedan och kommer bland annat att ställa nya krav på klimatbegränsningseffekter.

**Tabell 4**

*Harmoniserade produktstandarder för ballast med CE-märkning och deklARATION av egenskaper.*

EN	Namn
12620	Ballast för betong
13043	Ballast för asfaltmassor och tankbeläggningar för vägar, flygfält och andra trafikerade ytor
13055	Lättballast
13139	Ballast för bruk
13242	Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material till väg- och anläggningsbyggande
13285	Obundna överbyggnadsmaterial – Specifikationer (endast för deklARATION av egenskaper, ej CE-märkning)
13383-1	Ballast – Vattenbyggnadssten – Del 1: Krav
13383-2	Ballast – Vattenbyggnadssten – Del 2: Provningsmetoder
13450	Makadamballast för järnväg
16907	Schakt och fyllning för anläggningsbyggande

# Bilaga 1 – Mängder producerade restprodukter 2024 i kton

Mängder producerade restprodukter har avrundats till tusentals ton.

Produktion slagger (kton)	Låglegerat	Höglegerat	Summa
Masugnsslagg	429		429
LD-slagg	310		310
AOD-slagg		72	72
Ljusbågsugnsslagg	72	93	165
Skänkslagg	88	31	119
Övrig slagg	85	4	89
<b>Totalt</b>			<b>1184</b>

Prod övr material (kton)	Låglegerat	Höglegerat	Summa
Gasreningsslam	54		54
Gasreningssoft	66	17	83
Glödskal	64	7	73
Koksgrus	63		63
Råbensen, stenkoltjärta	44		44
Metallsoft och -spån	25	12	37
Metallhydroxidslam	1	15	16
Eldfast	18	15	32
Svavel, ammoniumsulfat	7		7

## Bilaga 2 – Kemikaliesäkerhetsbedömning av slagg

I samband med REACH-registreringen gjordes omfattande studier av slaggers påverkan på människor och miljö. Dessa beskrivs i en kemikaliesäkerhetsrapport. Förutom befintlig information genomfördes en mängd nya tester. Resultatet av dessa tester visar att slagger inte är hälsofarliga, och registrerades därför i de fem kategorierna enligt nedan. Gemensamt för slagger från järn- och stålindustri är att de karakteriseras som "icke märkningspliktiga", dvs säga den information som medföljer materialet är ett Säkerhetsinformationsblad och inte ett Säkerhetsdatablad. Informationen är dock utformad enligt samma principer i 16 kapitel. Slaggen behöver inte märkas vid leverans.

Fem olika typer av slagg från järn- och ståltillverkning (Ferrous slags) har registrerats i enlighet med REACH-förordningen. Analyser och undersökningar har visat att dessa fem har jämförbara mineralogiska sammansättningar, att de är mycket lika naturligt berg, samt att de uppvisar nästan identiska fysikaliska/kemiska egenskaper. För att på ett effektivt sätt uppfylla kraven för REACH-registreringen har dessa material hanterats som en grupp ("The category approach").

Svenskt namn	Förkortning	EINECS nr	CAS nr	CAS namn
<b>Masugnsslagg</b> (luftkyld, granulerad)	ABS/GBS	266-002-0	65996-69-2	Slag, ferrous metal, blast furnace
<b>LD-slagg</b>	BOS	294-409-3	91722-09-7	Slags, steelmaking, converter
<b>LB-slagg</b> (låglegerad)	EAF C	932-275-6		Slags, steelmaking, electric furnace
<b>LB-slagg</b> (höglegerad)	EAF S	932-476-9		Slags, steelmaking, electric furnace
<b>Stålslagg</b> (avsvavlingsslagg, sekundärslagg mm)	SMS	266-004-1	65996-71-6	Slags steelmaking

OBS att LD betecknar syrgaskonverter och LB betecknar ljusbågsugn



GBS/ABS



BOS



EAF C



EAF S



SMS

Inför registrering i REACH har alla slagger genomgått de oberoende tester som finns föreskrivna i förordningen, med följande resultat:

- Slaggerna är stabila och inerta oorganiska UVCB (substances of unknown or variable composition, complex reaction products or biological materials) material, som är mycket lika naturligt bergmaterial.
- Slaggerna är nästan helt olösliga i vatten och endast mycket små mängder av de spårelement som finns bundna i slaggerna är lakbara. Lakvätskan från slagg är basisk (pH 10–13).
- Resultaten från alla genomförda tester visar att slaggerna inte har några miljö- och/eller hälsofarliga egenskaper, dvs. ingen slagg är klassificerad såsom farlig enligt CLP-förordningen ((EG) Nr 1272/2008 om klassificering, märkning och förpackning av ämnen och blandningar). Det behöver därför inte göras någon exponeringsbedömning för slagganvändning eller något säkerhetsdatablad.
- Det finns inga användningar som avråds.

Informationen är hämtad ur "Chemical Safety Report, Ferrous slags", där mer detaljerad information kan erhållas. Följande egenskaper testades:

#### Spridning i miljön

- Nedbrytning
- Distribution
- Bioackumulering (inkl sekundärförgiftning)

#### Hälsofarlighet

- Toxicitetskinetik (absorption, metabolism, distribution och eliminering)
- Akut toxicitet (oral, inandning, dermal, m fl)
- Irritation (ögon, hud, inandning)
- Frätning
- Sensibilisering (hud, inandning)
- Toxicitet vid repetitiv dosering (oral, inandning, dermal, m fl)
- Mutagenitet
- Cancerogenitet
- Reproduktionstoxicitet

#### Hälsofarlighet p.g.a. fysikaliska/kemiska egenskaper

- Explosivitet
- Antändlighet
- Oxidation

#### Miljöfarlighet

- Vatten (fisk, ryggradslösa djur, alger, sediment, m fl)
- Mark (makro- och mikroorganismer i jord, växter, m fl)
- Atmosfär
- Mikrobiologisk
- Sekundärförgiftning (fåglar, däggdjur)

Förutom slaggar från järn- och stålindustrin har även andra slaggar registrerats i REACH. Arbetet med registreringen av dessa slaggar görs på liknande sätt som för järn- och stålslaggen. I Sverige gäller det framförallt slagg från tillverkning av ferrokrom och från kopparsmältning enligt nedan.

Svenskt namn	Förkortning	EINECS nr	CAS nr	CAS namn
Ferrokromslagg		273-727.6	69012-27-7	Slags, Non ferrous metals
Järnsilikat, järnsand		701-480-0		Iron silicate, slags copper smelting and refining





# Stål formar en bättre framtid