

# MÄTA CIRKULÄR EKONOMI- METODER OCH DATA, GRUVBRANSCHEN

Sammanfattande slutsatser SGU:s del av Vinnova  
projektet "Det som mäts blir gjort" 2020-2023

2023-12-15

## Förord

Projektet ”Det som mäts blir gjort” pågick 2020–2023 och finansierades av Vinnova, projektnummer 2020-03670. Deltagande parter och ansvariga personer har varit (huvud- och delprojektledare i kursiv stil):

- Miljö & Avfallsbyrån, *Eva Myrin* (huvudprojektledare), och *Louise Sörme* (fr.o.m. jan 2023),
- Statistikmyndigheten SCB, *Louise Sörme* (t.o.m. dec 2022), *Mårten Berglund*, *Sandra Gralde-Stålhandske*, *Dimitra Kopidou*,
- Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), *Roger Hamberg*,
- Eskilstuna kommun, *Maria Johansson*, *Arja Ellneskog*, *Gabriella Rosell*, *Lagersbergsskolans miljögrupp*
- Eskilstuna Energi och Miljö, *Kent Briby*, *Donny Forsberg*,
- Gavlegårdarna, *Mats Åström*,
- Kalmarhem, *Thom Renström*,
- K-fast, *Magnus Widing*, *Malin Bekk*, *Anna Essentials*, *Anders Lindskog*
- Mimer, *Anna Wadsten*,
- Ludvikahem, *Malin Andersson* (tom 2021),
- Sveriges Allmännyttan, *Patrizia Finessi*
- Husbyggnadsvaror (HBV), *Olle Wiman*, *Jörgen Ågren*, *Mikael Lindberg*

Projektet har haft en projektledningsgrupp bestående av projektledare och delprojektledare nämnda ovan (kursiverad text). I alla deltagande organisationer har ett stort antal andra medarbetare medverkat i arbete, utan dem hade inte arbetet varit möjligt.

Stort tack till er alla!

Denna rapport sammanfattar arbetet med gruvbranschen som SGU har ansvarat för. Läs gärna också huvudrapporten och de andra delrapporterna;

- Mäta Cirkulär ekonomi – metoder och data - nationellt
- Mäta Cirkulär ekonomi - i fastighetsbranschen
- Mäta Cirkulär ekonomi – i skola/förskola

Rapporterna går att hitta på Miljö & Avfallsbyråns hemsida;  
<https://www.milav.se/blog/slutrappport-det-som-mats-blir-gjort/>.

För data se:

SCB [Cirkulär ekonomi \(scb.se\)](https://www.scb.se)

Bergverksstatistik [pp2022-1-rapport.pdf \(sgu.se\)](https://www.sgu.se/pp2022-1-rapport.pdf) (Senaste versionen)

Eva Myrin (huvudprojektledare)

Västerås december 2023

## Sammanfattning

Ett övergripande mål med arbetet var att utveckla mått och därmed bidra till ökad resurseffektivitet och en minskad mängd avfall inom gruvindustrin.

Gruvbolagen mäter flöden/data för att bevaka resursåtgången och processen inom den egna verksamheten. En del av dessa data rapporteras även in till tillsynsmyndigheterna samt en del övriga myndigheter. Miljöbalken kräver att utövare av tillståndspliktig verksamhet årligen tar fram en miljörapport som bland annat syftar till att följa upp de villkor som finns i verksamhetens miljötillstånd. Data som samlas in och sammanställs i Miljörapporterna tas dock inte fram och redovisas på ett standardiserat sätt, vilket gör det svårt för företagen att jämföra sig med varandra och skapa samsyn om gemensamma utmaningar.

Data och mått om resurseffektivitet från projektet har publicerats i SGU:s tidskrift Bergverkstatistik år 2021, 2022 och 2023, under rubriken ”miljöstatistik”. Projektet blev därmed ett startskott för gruvnäringen att visualisera mått på cirkularitet och data som fått stor spridning genom både näringen själv och Bergverkstatistik. Planen är att fortlöpande publicera resultat i tidskriften Bergverkstatistik.

Gruvor använder vatten för att mala och anrika sin malm. Då stora mängder malm anrikas i gruvor varje år, åtgår en hel del processvatten. Inom gruvindustrin tas processvatten in från omkringliggande vattendrag eller sjöar. Under arbetet med projektet framkom att de svenska gruvorna rapporterar sin vattenanvändning på många olika sätt. Olikheterna gör att vattenanvändningen inte kan jämföras.

Vad gäller gruvavfall så uppstår generellt sett tre avfallsfraktioner, gråberg, anrikningssand samt processvatten. Gråberg och anrikningssand kan återanvändas i konstruktioner av dammar och övrig infrastruktur. Vanligast är dock att blanda anrikningssanden med cement/cementliknande material och återfylla den under jord, för att stabilisera redan urbrutna gruvorter så att mer malm kan brytas. Ett mått på återanvändningsgraden av gråberg och anrikningssand blev dock svårt att föra in för alla gruvor, framför allt då bolagen som fyller gråberg under jord ej mäter mängden.

Färskvattenanvändning redovisas ändå i Bergverksstatistiken, medan återanvändning av gråberg och anrikningssand endast redovisas för vissa gruvor.

De mått som har fungerat bäst att ta fram är energieffektivitet och elektrifieringsgrad. För mått på energieffektivitet har kvoten mellan energianvändning (i KWh) och produktionstakt (i ton malm) använts vilket återspeglar hur effektivt gruvorna extraherar och förflyttar malm. Måttet elektrifieringsgrad är värdefullt eftersom man enligt klimatmålen ska fasa ut användningen av fossila bränslen inom industrin. Energieffektivitet och elektrifieringsgrad ingår numera som mått i miljöstatistiken i Bergverkstatistik.

## Innehåll

1	PUBLICERING I BERGVERKSTATISTIK .....	5
1.1	Bakgrund.....	5
2	MILJÖRAPPORT OCH KONTAKTER MED FÖRETAG FÖR ATT FÅ FRAM GEMENSAM METODIK .....	6
3	RESULTAT .....	6
3.1	Mått på cirkularitet och resurseffektivitet.....	7
3.1.1	Vattenanvändning – gick inte att hitta jämförbara mätningar .....	7
3.1.2	Återanvändning av gruvavfall .....	7
3.1.3	Energieffektivitet – energi per ton anrikad malm.....	8
3.1.4	Elektrifieringsgrad – bra mått som kan redovisas .....	8
3.2	Mätresultat i svenska basmetallgruvor .....	8
3.2.1	Elektrifieringsgrad och energieffektivitet.....	9
3.2.2	Återanvändningsgrad av gråberg och anrikningssand.....	10
3.3	Mätresultat svenska järnmalmsgruvor .....	11
3.3.1	Mått på energieffektivitet och elektrifieringsgrad.....	11
3.3.2	Återanvändningsgrad av gråberg och anrikningssand.....	13
3.4	Mätresultat svenska smältverk.....	13
4	REFLEKTIONER DATAINSAMLING .....	15
4.1	Basmetallgruvor .....	15
4.2	Järnmalmsgruvor .....	16
4.3	Smältverk .....	16
5	SLUTSATSER OCH FRAMTIDA ARBETE.....	17

## 1 Publicering i Bergverkstatistik

Arbetet syftade till att ge inblick i energi-/material-/resursflöden inom svensk gruvindustri, samt att ge förslag på hur resurseffektivitet och cirkularitet kan mätas.

Data och mått om resurseffektivitet från projektet har publicerats i SGU:s tidskrift Bergverkstatistik år 2021, 2022 och 2023, under rubriken ”miljöstatistik”. Projektet blev därmed ett startskott för gruvnäringen att visualisera mått på cirkularitet och data som fått stor spridning genom både näringen själv och Bergverkstatistik. Planen är att fortlöpande publicera resultaten i ”Bergverkstatistik”.

SGU har i sin instruktion 2020 att verka för ett hållbart nyttjande av mineralresurser. Där ligger ett arbete med att uppvisa ökad resurseffektivitet och cirkularitet inom gruvindustrin. Att mäta graden av cirkularitet kan vara svårt vad gäller gruvindustrins grundverksamhet där utvinning av jungfruliga mineral och metaller utgör ett linjärt materialflöde. Mått på cirkularitet inom gruvindustrin kan utvecklas utifrån resurseffektivitet (effektiv användning av vatten, energi, tillsatsmedel) som sedan nyttjas för att minimera mängden avfall/outnyttjad energi/resurs från utvinningsprocesserna. Det kan även innefatta data rörande återvunnet material som utblandas med jungfruligt material i metallframställningsprocessen (till exempel andel elektronikskrot i metallframställning).

### 1.1 Bakgrund

Järnmalm i Sverige anrikas framför allt med magnetiska metoder, och malmerna innehåller förhållandevis höga halter järn (oftast 25–60 vikts-%). Man anrikar även järn från hematit, men då med gravimetriska metoder.

Anrikningen av koppar, zink, bly, silver och guld i Sverige är mer komplex och halterna av dessa värdemetaller i malmerna mycket lägre (mellan 0,25 g/ton – 10 vikt%), jämfört med järnmalmerna.

I gruvor uppstår generellt sett tre avfallsfraktioner, gråberg, anrikningssand samt processvatten. Gråberg uppkommer när malmen ska blottläggas och separeras från omkringliggande berg. Anrikningssanden är en rest från anrikningsprocesserna. Anrikningssanden är uppblandad med processvattnet och transporteras som en slurry ut till sandmagasin. Ofta används kalk för att justera pH i anriknings- och reningsprocesserna, vilket ger upphov till ett kalkslam som till största del består av vatten, metallhydroxid/sulfat och gips. Anrikningssand och gråberg återanvänds vid svenska gruvor för att återfylla utbrutna gruvorter, samt för byggande av annan infrastruktur (till exempel damm- och vägbyggnationer). Processvattnet transporteras till klarningsmagasin och pumpas därifrån tillbaka in i anrikningsprocesserna.

När malmen anrikas produceras ett koncentrat med förhållandevis höga metallhalter. Koncentratet går sedan vidare i processen till ett smältverk, där

förhållandevis rena metallfraktioner produceras. I Sverige finns endast ett smältverk, Rönnskärsverken, ägt av Bolidenkonglomeratet. Där produceras koppar, bly och zinkklinker ur mineralkoncentrat, så kallade sliger. Sligerna erhålls från Bolidens egna gruvor och genom inköpt smältmaterial. Smältmaterialet kan vara av så kallad primär natur det vill säga slig och malm eller sekundär, det vill säga återvinningsmaterial (skrot, e-skrot, metallaskor, stålverksstoff med mera). Biprodukter från smältningen är guld, silver, selen, nickelsulfat, kopparsulfat, zinkklinker, svavelsyra och flytande svaveldioxid, vilka framför allt säljs till externa kunder. Ytterligare en biprodukt är järnsand, en granulerad slagg som består av mestadels järnsilikat. Järnsand används främst som ballast vid vägbyggnad men även som isolering i husgrunder samt som blästermedel. I smältverket uppstår processavfall som består till största delen av metallhaltiga stoft och slam från reningsanläggningarna (vatten- och luftreningsverk).

## 2 Miljörapport och kontakter med företag för att få fram gemensam metodik

Gruvbolagen mäter flöden/data för att bevaka resursåtgången och processen inom den egna verksamheten. En del av dessa data rapporteras även in till tillsynsmyndigheterna samt en del övriga myndigheter. Miljöbalken kräver att utövare av tillståndspliktig verksamhet årligen tar fram en miljörapport som bland annat syftar till att följa upp de villkor som finns i verksamhetens miljötillstånd. Data som samlas in och sammanställs i miljörapporterna tas dock inte fram och redovisas på ett standardiserat sätt, vilket gör det svårt för företagen att jämföra sig med varandra och skapa samsyn om gemensamma utmaningar.

I projektet har en mängd data från gruvbolagens miljö- och hållbarhetsrapporter samlats in och sammanställts. Miljörapporterna har inhämtats via svenska miljörapporteringsportalen (SMP). Hållbarhetsrapporter har inhämtats från företagens hemsidor. Vidare har resurseffektivitet och återanvändningsgrad beräknats utifrån energi- och vattenförbrukning samt mängd malm, koncentrat, anrikningssand och gråberg i svenska gruvor och smältverk för åren 2016–2022. Utifrån resultaten har ett stort antal diskussioner förts med olika personer på olika företag inom gruvindustrin för att nå konsensus i hur resursanvändningen kan rapporteras och vilka mått på resurseffektivitet som kan användas.

## 3 Resultat

De gruvor som återfinns i Sverige utvinns främst, guld, silver, koppar, zink, bly, och järn. Även en del andra metaller och mineral (nickel, palladium, selen med mera) utvinns men då främst som bi-produkter. Resultaten från järnmalmsgruvorna i Sverige har i detta arbete särskilts från övriga gruvor då processer och rapporteringsrutiner i järnmalmsgruvorna skiljer sig markant från övriga gruvor.

### 3.1 Mått på cirkularitet och resurseffektivitet

#### 3.1.1 Vattenanvändning – gick inte att hitta jämförbara mätningar

Gruvor använder vatten för att mala och anrika sin malm. Då stora mängder malm anrikas i gruvor varje år, åtgår stora mängder vatten. Inom gruvindustrin tas processvatten in från omkringliggande vattendrag eller sjöar. Verksamhetsutövarna försöker minimera sitt färskvattenintag genom att samla upp redan använt processvatten, och recirkulera det i processen. Övrigt vatten som används i processerna är uppsamlad nederbörd och vatten från läns-pumpningar av gruvor. Vattenanvändningen kan med fördel rapporteras enligt ICMM:s standard (ICMM, 2017). Under arbetet med projektet framkom att de svenska gruvorna rapporterar sin vattenanvändning på många olika sätt, trots att de använder samma standard. Olikheterna gör att vattenanvändningen inte kan kvantifieras men det kan konstateras att användningen av vatten från omkringliggande sjöar och vattendrag mäts på något sätt i verksamheterna.

Mått på vattenanvändning har diskuterats med industrin, utifrån bolagens miljörapportering. Utifrån detta har projektet tillsammans med företagen kommit fram till att det inte går att skapa ett mått på vattenanvändning på ett rättvisande sätt. Dock redovisas ändå använd mängd färskvatten i miljödelen i Bergverkstatistik, för att det ger en chans att se trender inom företagen även om det mäts på olika sätt. Vattenanvändningen har rapporterats i Bergverkstatistik för dataår 2020, 2021, men kommer efter övervägande och diskussioner med gruvindustrin inte att fortsätta publiceras, detta på grund av att data ej är jämförbara.

#### 3.1.2 Återanvändning av gruvavfall

Vad gäller gruvavfall inom gruvindustrin så uppstår generellt sett tre avfallsfraktioner, gråberg, anrikningssand samt processvatten. I Sverige genererades cirka 50 miljoner ton anrikningssand och cirka 60 miljoner ton gråberg i gruvorna under år 2022 enligt Bergverksstatistik 2022.

Gråberg är ett bergmaterial som ansetts oekonomiskt att bryta, men uppkommer när malmen ska blottläggas och separeras från omkringliggande berg. Gråberget förvaras i upplag dit det transporteras med stora truckar. Gråberget kan återanvändas i konstruktioner av dammar och övrig infrastruktur (vägar, byggnationer). I vissa underjordsgruvor återförs gråberget till den urbrutna gruvorten (gruvgången) för att verka som grund att bryta ut nästa nivå av malmen (s.k. igensättningsbrytning). Andelen gråberg är högre i dagbrottsgruvorna jämfört med underjordsgruvorna.

Anrikningssanden är en rest från anrikningsprocesserna. Anrikningssanden är uppblandad med processvattnet och transporteras som en slurry ut till sandmagasin, som kan uppta stora ytor och därav ligga långt ifrån anrikningsverken. Anrikningssanden kan liksom gråberget användas i konstruktioner och infrastruktur. Vanligast är dock att blanda anrikningssanden med cement/cementliknande material och återfylla den under jord, för att stabilisera redan urbrutna gruvorter så att mer malm kan

brytas. Det är också vanligt att anrikningssand återfylls i redan urbrutna gruvorter utan tillsatser.

Utifrån detta var planen att skapa ett mått som skulle visa på återanvändningsgraden av gråberg och anrikningssand och som kunde publiceras i Bergverkstatistiken. Detta mått anger procentandelen gråberg eller anrikningssand som återanvänts i förhållande till den totala mängden som genererats under ett år. Måttet blev dock svårt att föra in i Bergverksstatistik, framför allt då bolagen som fyller gråberg under jord ej mäter mängden. Anledningen till detta är att i dessa fall når majoriteten av gråberget aldrig ytan, utan fylls direkt ner i underjorderna, och mäts således inte. Därmed kommer bara data som visar på gråberg som förvaras ovan jord att redovisas.

### 3.1.3 Energieffektivitet – energi per ton anrikad malm

Vid den första genomgången av bolagens miljörapporter visade det sig att några av gruvorna rapporterar hur mycket energi som konsumeras per ton malm (kWh/ton malm). Vid övriga gruvor rapporterades energianvändningen separat från malmproduktionen och på ett sådant sätt att beräkningar (till exempel omvandling från använd mängd diesel till kWh) var nödvändiga. Här har omvandlingsfaktorer från Naturvårdsverket och Energimyndigheten använts i beräkningarna (Naturvårdsverket, 2022)<sup>1</sup>. Genom att använda omvandlingsfaktorer har det blivit möjligt att ta fram jämförbara mått på energieffektiviteten. För mått på energieffektivitet har därför kvoten mellan energianvändning (i kWh) och produktionstakt (i ton malm) använts vilket återspeglar hur effektivt gruvorna extraherar och förflyttar malm.

### 3.1.4 Elektrifieringsgrad – bra mått som kan redovisas

Ett mått som diskuterades tidigt i arbetet var elektrifieringsgraden. Måttet är värdefullt eftersom man enligt klimatmålen ska fasa ut användningen av fossila bränslen inom industrin. Detta för att andelen elektricitet av den totala energikonsumtionen ska bli högre, vilket i Sverige ger ett lägre koldioxidavtryck. Elektrifieringsgrad ingår numera som ett mått i miljöstatistiken i Bergverkstatistik.

## 3.2 Mätresultat i svenska basmetallgruvor

Vid svenska basmetallgruvor anrikas framför allt mineral som har höga halter av koppar, bly, och zink, men också guld (som oftast ej finns som ett mineral). Detta utförs med anrikningsmetoderna flotation, gravimetrisk separation och cyanidlakning. I samtliga anrikningsprocesser mals malmen ner till att bli mycket finkornig (oftast 0,02 - 0,1 mm), och blandas med vatten till en så kallad slurry, för att sedan anrikas genom de olika metoderna.

I en flotationsprocess tillförs kemikalier till slurryn så att ytorna på de mineral man vill anrika blir vattenavvisande. Efter detta tillförs luft till

<sup>1</sup> [Klimatklivet – Vägledning om beräkning av utsläppsminskning \(naturvardsverket.se\)](https://www.naturvardsverket.se/klimatklivet-vagledning-om-berakning-av-utslappsminskning)



slurryn samt andra kemikalier som gör att mineralkornen fastnar på luftbubblorna. Bubblorna stiger upp till ytan där de kan separeras ut (anrikas) till ett koncentrat.

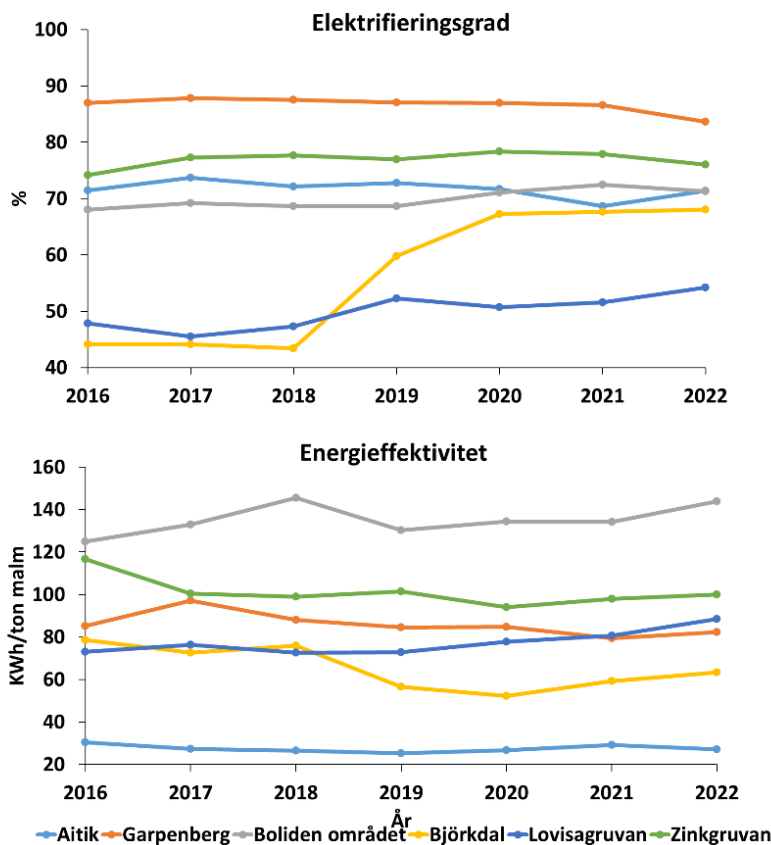
I en gravimetrisk process nyttjar man att framför allt att guld är tyngre än andra metaller vilket gör att det kan separeras ut.

Cyanidlakning är ytterligare en metod som används för att anrika guld, där cyanid tillsätts för att lösa upp guldet, som sedan kan återtas via olika kemiska processer.

### 3.2.1 Elektrifieringsgrad och energieffektivitet

Elektrifieringsgraden har generellt varit jämn under perioden 2016–2022; i de flesta gruvorna ligger den stabilt kring 70 %. Lovisagruvan har dock en lägre elektrifieringsgrad än övriga gruvor. Björkdalsgruvan har under perioden 2019–2020 gått från dagbrottsdrift till underjordsdrift vilket ökat elektrifieringsgraden. I Aitikgruvan har elektrifieringsgraden minskat under 2020–2022, vilket kan bero på att förberedelserna för det nya dagbrottet i Liikavaara har kommit igång, vilket gett en högre andel gråberg och dieselanvändning (Figur 1). I Garpenbergsgruvan har man under perioden bytt ut fossildrivna fordon mot eldrivna, vilket gett en positiv effekt på elektrifieringsgraden.

Även energieffektiviteten i de svenska basmetallgruvorna har under perioden 2016–2022 varit relativt jämn. I Björkdalsgruvan har man under perioden övergått mer och mer till enbart underjordsdrift vilket påverkat energieffektiviteten positivt, då mindre energi krävs per ton malm. I Aitikgruvan förbrukas minst energi per ton malm, d.v.s. där är energieffektiviteten högst (figur 1).



Figur 1. Elektrifieringsgrad och energieffektivitet i Sveriges basmetallgruvor samt Björkdalsgruvan (guldgruva), under åren 2016–2022.

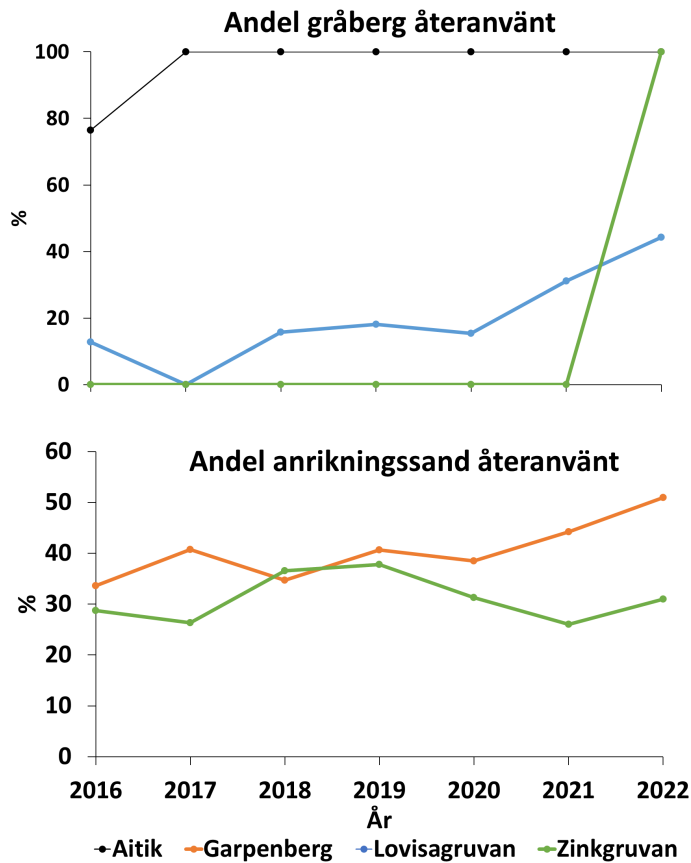
### 3.2.2 Återanvändningsgrad av gråberg och anrikningssand

Återanvändningsgraden för gråberg varierar mellan gruvorna. Det är dock bara tre av gruvorna som rapporterar andelen gråberg som återfylls. Lovisagruvan rapporterar att allt gråberg återfylls. I Aitikgruvan delas gråberget upp i två fraktioner. Den ena fraktionen gråberg kallas ”miljögråberg” och anses vara inert (d.v.s. ej syrabildande och utan problematiska halter av ämnen som kan läcka till miljön). Den andra fraktionen benämns ”gråberg”, och kan innehålla miljöskadliga mängder metaller och dessutom generera ett surt lakvatten vid kontakt med luft och vatten. För övriga gruvor finns uppgifter på att stora andelar av deras gråberg återfylls, dock inte hur stor andel, varför data för dessa saknas. Vad gäller Zinkgruvan så beror den stora ökningen på att man under 2022 rapporterat mängder återfyllt gråberg, något som inte gjorts innan.

Återanvändningsgraden för anrikningssand anges endast för underjordsgruvorna Garpenberg och Zinkgruvan (figur 2). Där blandas anrikningssanden med cement/cementliknande material och återfylls under jord för att stabilisera redan urbrutna gruvorter. I Aitik utsepareras en hög-svavlig (med höga svavelhalter) fraktion anrikningssand som deponeras skilt från den övriga. Den övriga delen av anrikningssanden (med förhållandevis låga svavelhalter) återanvänds dock inte, utan deponeras också. I Aitiks

miljörapportering anges inte mängd anrikningssand som utseparerats, vilket gör att återanvändningsgraden ej kan beräknas.

Återanvändningsgraden för anrikningssand för underjordsgruvorna har varit jämn under perioden 2016–2022.



Figur 2: Återanvändningsgrad av gråberg Aitik, Lovisagruvan och Zinkgruvan, samt av anrikningssand i Garpenberg och Zinkgruvan under åren 2016–2022.

### 3.3 Mätresultat svenska järnmalmsgruvor

Vid svenska järnmalmsgruvor anrikas järn via magnetisk separation. Anrikningen kan föregås av flotation av sulfider som avskiljs vilket kommer att ske vid Kaunis Irons nya gruva i Sahavaara. I LKAB:s gruvor förädlas malmen via anrikning och pelletisering, och man producerar järnpellets. Gruvan i Kaunisvaara startade 2012, lades ner 2014, men återöppnade 2018 och har sedan dess kontinuerligt varit i drift och producerat ett järnkoncentrat. I Kiruna och Malmberget bedrivs gruvdriften under jord; vid Kaunisvaara och Leveäniemi i dagbrott. Liksom för basmetallgruvorna är andelen gråberg högre i dagbrottsgruvorna än i underjordsgruvorna.

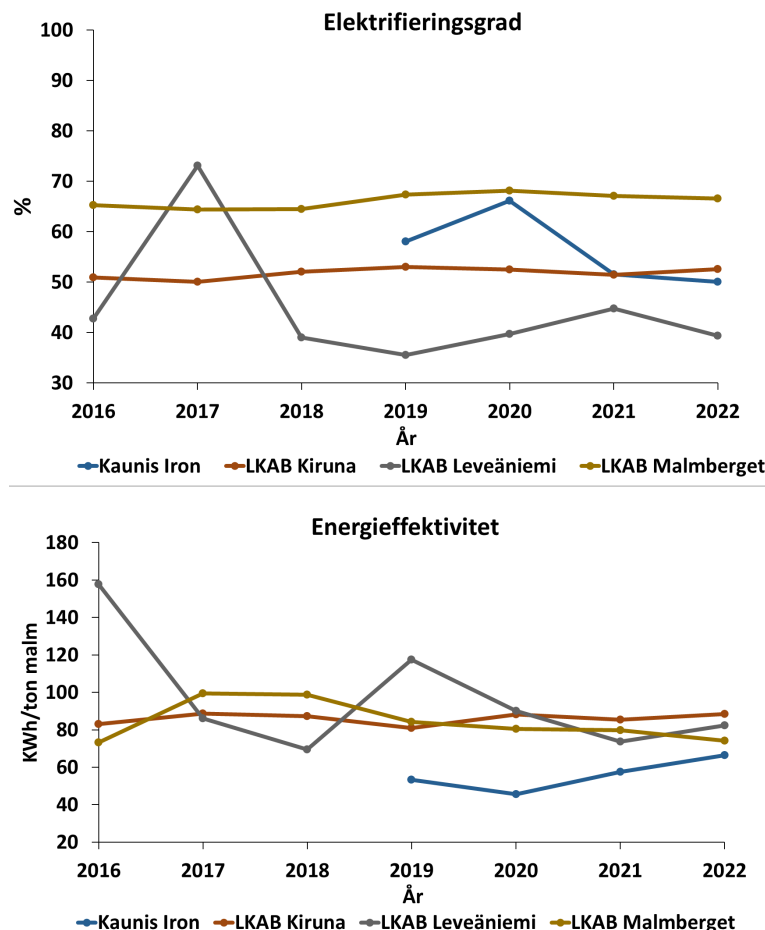
#### 3.3.1 Mått på energieffektivitet och elektrifieringsgrad

Vid den första genomgången av bolagens miljörapporter visade det sig att LKAB:s gruvor rapporterar hur mycket energi som konsumeras per ton malm (i KWh/ton malm) medan andra gruvor rapporterar på helt andra sätt. Vid Kaunisvaara rapporterades energianvändningen separat från malmproduktionen och på ett sådant sätt att beräkningar (till exempel omvandling

av diesel till kWh) var nödvändiga. Här har omvandlingsfaktorer från Naturvårdsverket och energimyndigheten använts i beräkningarna<sup>2</sup>.

Energieffektiviteten (kWh/ton malm), är generellt lägre (d.v.s. har ett högre värde) i LKAB:s gruvor jämfört med det i Kaunis Iron, detta då LKAB:s gruvor producerar pellets vilket kräver mer energi/ton. Pelletstillverkningen i LKAB:s gruvor drivs med fossila bränslen, vilket medför en relativt låg elektrifieringsgrad (figur 3).

Elektrifieringsgraden är högst i Malmbergetgruvan, följt av Kaunisvaara och Kiruna-gruvan. Dagbrottsgruvan i Leveäniemi har en lägre elektrifieringsgrad än de övriga gruvorna (figur 3). Vid gruvan i Kaunisvaara påverkas elektrifieringsgraden förmodligen av att koncentratet transporteras med diesel driven lastbil en lång sträcka (cirka 140 km) till Pitkäjärvi, där det omlastas till tåg (figur 3). Beräkningen är dock osäker då endast koncentratets våtvikt anges, vilket innebär att den verkliga järnmängden är lägre.



Figur 4: Energieffektivitet och elektrifieringsgrad i Sveriges järnmalmsgruvor under åren 2016–2022.

<sup>2</sup> Naturvårdsverket, 2022: [Klimatklivet – Vägledning om beräkning av utsläppsminskning \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)

### 3.3.2 Återanvändningsgrad av gråberg och anrikningssand

Svenska järnmalmsgruvor redovisar ingen återanvändningsgrad av vatten, anrikningssand eller gråberg i företagens miljörapporter. Avfallskalk från LKAB:s järnmalmsgruva i Kiruna, vilket är använd kalk, har använts i betongtillverkning, men rapporteringen visar att så har skett i mycket liten utsträckning.

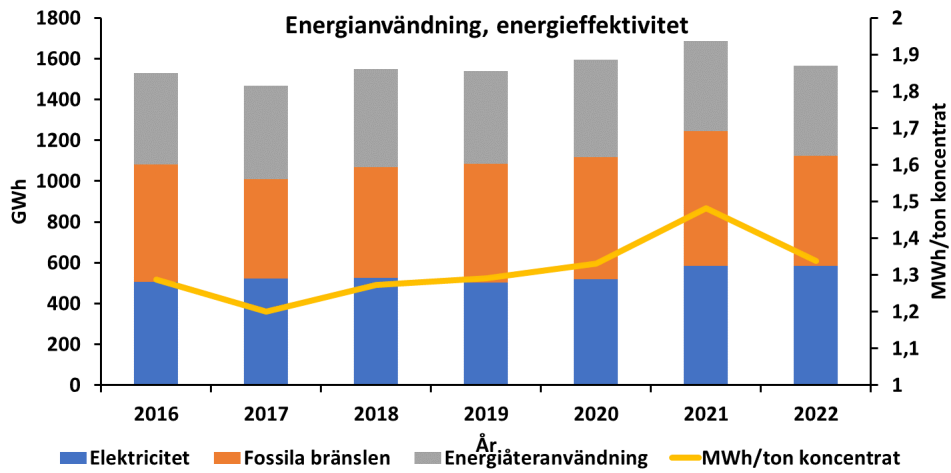
### 3.4 Mätresultat svenska smältverk

I Sverige finns endast ett smältverk, Bolidenägda Rönnskärsverken. Där produceras koppar, bly och zinkklinker dels ur mineralkoncentrat, dels ur sekundärt smältmaterial (exempelvis slagg, askor, metallskrot och elektronik). Koncentraten erhålls från Bolidens egna gruvor men företaget köper också in mineralkoncentrat och smältmaterial. Förutom metaller produceras även svavelsyra och svaveloxid vilket genereras från koncentratens sulfidinnehåll.

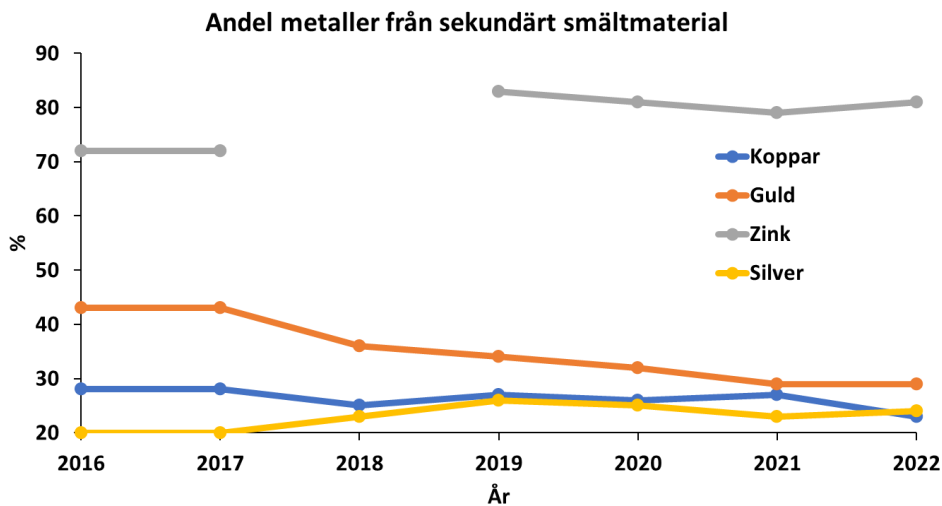
Energieffektiviteten har minskat under 2016–2021 till cirka 1,5 MWh/ton koncentrat, men ökat 2022 till cirka 1,3 MWh/ton koncentrat (figur 5). Beräkningen av energieffektiviteten är baserad på mängd köpt energi. I dagsläget finns ej data för att kvantifiera den energi som kommer från oxidationen av sulfidmineral.

En stor mängd energi (cirka 35–40 GWh/år) har dessutom sålts som fjärr-/spillvärme under 2016–2022. Vad gäller elektrifieringsgrad så varierar den mellan 45–50 % under 2016–2022, vilket är lägre än det i basmetallgruvorna (figur 7).

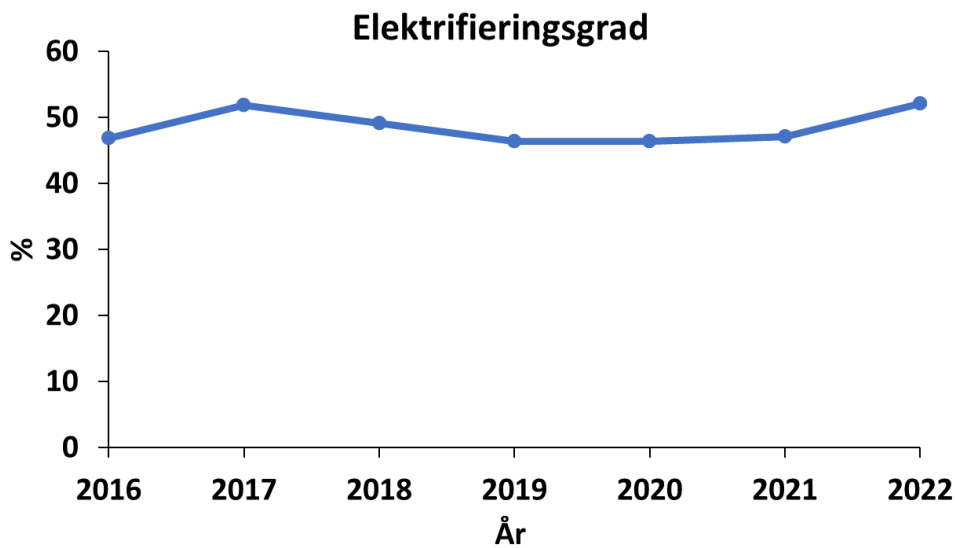
Andelen återvunnen metall (metaller från sekundärt smältmaterial, d.v.s. elektronikskrot, metallskrot, gasreningsstoff med mera) av den totala metallproduktionen har under perioden 2016–2022 varit gällande guld (30–40%), silver (20–25 %), zink (70–80 %) och koppar (25–30 %) (figur 6). Andelen energi som återvinns i processen har genomgående varit runt 450 GWh (c:a 40 %) under perioden 2016–2022 (figur 5).



Figur 5: Energianvändning (elektricitet, fossila bränslen, energiåteranvändning) samt MWh/ton koncentrat (energieffektivitet, endast för inköpt energi) vid Rönnskärs smältverk, under åren 2016–2022.



Figur 6. Andel av den totala metallproduktionen vid Rönnskärs smältverk av koppar, guld, zink och silver som kommer från sekundära smältmaterial (elektronikskrot, metallskrot, gasreningssstoff med mera) under åren 2016–2022. Data saknas för zink för år 2018.



Figur 7: Elektrifieringsgraden vid Rönnskärsverken har under perioden 2016–2022 varit relativt jämn och legat kring 50 %.

## 4 Reflektioner datainsamling

### 4.1 Basmetallgruvor

Vid en överblick av gruvornas årliga miljörapportering märks stora skillnader i de data som presenteras. Dessa skillnader beror naturligtvis mycket på att bolagen har olika tillstånd/villkorskrav att förhålla sig till.

I projektet efterfrågades data på mängd gruvavfall (processvatten, kalkslam, anrikningssand, gråberg) och dess kvalitet i syfte att mäta och dra erfarenheter av återvinningspotential/resurseffektivitet i processerna och utbytet av metaller/material. Data på mängd kalkslam efterfrågades men var inte tillgängligt. Utbytet är andel (i %) utvunnen mängd av metaller/material av den totala mängden som återfanns i koncentratet. Om utbytet är 98 % så är mängden metaller i avfallet (det som deponeras/återanvänds) 2 % av den totala mängden. Även mer specifika data på vattenanvändningen efterfrågades. Resultatet av förfrågan var otillräcklig för att kunna skapa ett mått på utbytet av metaller/material, eller för att skapa ett mått på vattenanvändningen.

Vad gäller ett mått på utbyte, så är provtagningen av olika avfall utformade för att svara på vad avfallen kan användas till/hur de kan klassificeras/hur samt om de kan renas eller återvinnas. Detta gör att provtagningen inte är utformad för att veta mängden metaller som återfinns i avfallet, utan endast koncentrationerna av de metaller/ämnena som har gränsvärden i miljötillstånden. Detta är förståeligt, då gruvorna i sina villkor har gränsvärden som ej får överstigas. Eftersom villkor gällande avfallen inte skrivs i mängd utan i koncentration av ett ämne eller en metall (och därmed mäts i koncentration i stället för i mängd) var det inte möjligt att skapa ett mått på utbytet av metaller/material vid gruvorna.

I och med projektarbetet så framkom att vattenanvändningen i de olika gruvorna är väldigt olika, och att man alltid mäter och rapporterar men på många olika sätt. Vid vissa gruvor mäts nivån i sjöar och vattendrag där vattnet tas ifrån, i andra gruvor mäts mängden vatten som används, vilket gör att jämförelser inte kan göras. Här skulle företagen kunna rapportera vattenanvändningen enligt ICMM:s standard (ICMM, 2017), vilket är en godtagen internationell standard som skulle göra jämförelser möjliga. För att detta ska ske behöver tillsynsmyndigheterna ställa krav på denna rapportering.

## 4.2 Järnmalmsgruvor

Miljörapporteringen i de svenska järnmalmsgruvorna är generellt annorlunda jämfört med basmetallgruvorna vad gäller vattenförbrukning samt återanvändning av gråberg och anrikningssand. I järnmalmsgruvornas miljörapportering återfinns ingen data på mängd gråberg eller anrikningssand som återanvänds, därav kunde inget sådant mått redovisas. I LKAB:s gruvor har man i stället för vattenförbrukning en lägstanivå i det vattendrag processvattnet hämtas ifrån, som ej får underskridas. Olika heterna i mätning och rapportering gör det svårt att redovisa jämförande värden mellan vattenförbrukning i basmetallgruvor och järnmalmsgruvor.

I de svenska järnmalmsgruvorna produceras antingen koncentrat eller pellets. I LKAB:s gruvor transporteras pellets på järnväg. I Kaunis Irons gruvor transporteras koncentratet med lastbil en lång sträcka innan omlastning och vidare transport på järnväg.

Tillverkningen av pellets i LKAB:s gruvor kräver i dagsläget tillsatser av större mängder energi och material än produktionen av koncentrat i Kaunis Irons gruvor. Skillnaderna i process samt de olika transportsätten får stor påverkan på energieffektiviteten och elektrifieringsgraden i gruvorna.

## 4.3 Smältverk

Vid Rönnskärs smältverk har under 2020 ett nytt lakverk för utvinning av metaller ur avfall installerats. Detta gör att utbytet av metaller och andra produkter ökar. I och med installationen föddes idén att skapa ett mått som visar på ett utbyte av intressemetallerna/intresseämnena. För att kunna följa upp måttet behövs data för mängd energi, metaller, svavel, material in till smältverk kontra mängd som deponeras eller på annat sätt går till spillo. Denna data kan ge ett värde på förädlad andel metall/energi. Dock kräver det att mängden metaller och svavel mäts på inkommande material, för att sedan jämföras med mängden metaller och svavel i det avfall som går ut från smältverket. Någon kvalitetsskattning av avfallet görs inte i dagsläget, vilket gör att ett sådant mått inte går att skapa. Rönnskär gör nu en genomlysning av det som mäts inom processerna, diskussioner kommer att återupptas efter att projektet slutredovisats.



## 5 Slutsatser och framtida arbete

De mått som tagits fram i projekt har till stor del publicerats i SGU:s interna tidskrift Bergverkstatistik, utgiven 2021, 2022 och 2023. Måtten och utvecklingar av dessa kommer att fortsätta publiceras i Bergverkstatistik. De mått inom resurseffektivitet som projektet har lyckats få fram data över är:

- energieffektivitet (kWh/ton malm),
- elektrifieringsgrad (procent)
- återanvändningsgrad av anrikningssand och gråberg (procent).

För smältverket Rönnskär finns även data över andel sekundära material för guld, koppar, silver och zink som har använts i produktionen samt energianvändning. Vattenförbrukning var ett mått som projektet arbetade för att få fram data för men det lyckades inte på grund av att företagen redovisar alltför olika vilket gör att data inte är jämförbara.

Det syns inga tydliga trender att resurseffektiviteten ökar inom gruvsektorn, men inte heller att den minskar. Det är stora variationer mellan gruvorna. Några nedslag där det finns tydliga trender; Björkdalsgruvan har ökat elektrifieringsgraden markant; återanvändningen av gråberg ökar i flera gruvor, men data saknas för flera; för guld minskar användningen av sekundära råmaterial i Rönnskärsverken, Kaunis Iron minskar energieffektiviteten (mer kWh per ton malm).

Måtten som genererats i projektet har sin grund i bolagens miljö- och hållbarhetsrapporter, men har även kompletterats med andra data samt muntliga kontakter. I miljö- och hållbarhetsrapporterna rapporteras hur bolagen lever upp till de villkor som återfinns i miljötillstånden. I dagsläget finns få eller inga specifika villkor i gruvornas och smältverkets miljötillstånd när det gäller resurseffektivitet eller cirkularitet. De finns endast generella villkor, ofta med krav på att energi- och resursförbrukning samt farligheten i kemikalier ska minska.

I projektet efterfrågades mer specifika data för mängd och kvalitet på de avfall som genererats. Resultatet av förfrågan var bristfällig, detta då gruvorna i de flesta fall redovisade metallhalter som var svåra att relatera till mängden avfall. Provtagningen av olika avfall är inte utformad för att svara på hur mycket metaller som återfinns i avfallet utan endast koncentrationerna av de metaller och ämnen som man intresserad av. Som ett exempel kan sägas att koncentrationen zink i avfallet från en gruva ej får överstiga 10 mikrogram/kg för att kunna klassas som inert. Man mäter därmed inte mängden zink i kg, i ett avfall, som har uppmätts ha en lägre koncentration är det som sägs i villkoret. Därav går det inte att säga hur mycket zink som totalt har deponerats, och ett mått blir ej möjligt att skapa.

I det framtida arbetet kommer diskussioner att fortgå med gruvbolagen om hur de kan inkludera mått på vattenanvändning, hållbarhet, resurseffektivitet och cirkularitet i sin miljörapportering. Inom detta arbete

kommer också en harmonisering av rapporteringen samt vilka mätrutiner som används att diskuteras. Där har en del av uppdraget gått till miljösamordnarna vid de olika gruvorna, som tillsammans ska föra detta arbete vidare.

I och med detta projekt har även ett arbete med livscykelanalyser (LCA) inom gruvindustrin påbörjats för att ytterligare belägga resurseffektivitet och det miljömässiga fotavtrycket kopplat till de produkter som gruvor och smältverken producerar. Vid LCA-analyser är det vanligt att beräkna det ekologiska fotavtrycket för en viss process eller produkt (exempelvis koppar), där man presenterar mått som visar exempelvis växthusgasutsläppet per ton produkt (exempelvis ton CO<sub>2</sub>/ton koppar).

Kontakter och diskussioner med gruvbolagen kommer att fortsätta, i och med den årliga publiceringen av SGU:s tidskrift "Bergverkstatistik".