Kritiska råmaterial - efterfrågan, tillgång och styrmedel

Rapportnummer: C11088
Författare: Christian Junestedt, Åsa Romson, Henric Lassesson, Jelena Olsson, Flintull Annica Eriksson, Jenny von Bahr

Medel från: Naturvårdsverket

ISBN: 978-91-7883-786-1

[CRM, critical raw materials, kritiska råmaterial, strategiska råmaterial, aska, avfallsförbränning, slamförbränning, återvinning, styrmedel]

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Naturvårdsverket genomfört en studie om kritiska råmaterial (CRM) med fokus på industrins efterfrågan samt på återvinning och möjligheter att öka återvinningen ur askor från avfalls- och slamförbränning. Studien bygger på befintlig kunskap, litteratur och statistik samt projektgruppens expertis, kompletterat med intervjuer och samråd i en extern referensgrupp med industrirepresentanter. Genom kartläggning och analys identifierades dels vilka CRM som är mest relevanta att återvinna utifrån efterfrågan, dels sammanställdes kunskap om CRM i askor och hinder för ökad återvinning. Dessutom bedömdes styrmedel och åtgärder för att främja återvinning av CRM ur askor.

Den nuvarande efterfrågan på CRM i Sverige återspeglar landets industriella profil. Stål- och verkstadsindustrin driver behovet av legeringsmetaller som mangan, nickel, krom, molybden, volfram, niob och vanadin, liksom processinsatsvaror som exempelvis grafit. Fordonsindustrin och den framväxande batterisektorn ökar efterfrågan på litium, kobolt, grafit, nickel, mangan och sällsynta jordartsmetaller. Elektronik- och telekomsektorn har behov av bland annat gallium, indium och tantal, medan kemiindustrin och jordbruket kräver fosfor, fluorerade material och antimon. Samtidigt saknas inhemsk utvinning och förädling för många av dessa råmaterial i Sverige, vilket gör landet beroende av import. I Sverige är återvinningsgraden för kritiska och strategiska metaller generellt låg eller obefintlig, med undantag för främst aluminium och koppar.

CRM i askor från förbränning har identifierats som en potentiell sekundär råvarukälla. En kartläggning av avfallsförbränningsaska visar att en del CRM återfinns i halter eller kemiska former som kan vara relevanta för återvinning såsom aluminium, antimon, arsenik, fosfor, koppar, nickel samt vissa legeringsmetaller som kobolt, mangan och kiselmetall. Dessa ämnen härrör till stor del från material som borde ha sorterats ut för återvinning och inte hamnat i avfallsförbränningen, till exempel metallskrot, plast (innehållande spår av antimon), batterier och elektronikavfall.

Metallåtervinning ur bottenaskan är tekniskt möjlig och görs redan idag i stor utsträckning. Befintlig teknik skulle kunna effektiviseras och användas vid fler anläggningar för att höja återvinningen. Nackdelen är dock att om uttaget av metall ökas för mycket kan restaskans egenskaper försämras så att den inte längre

kan användas som konstruktionsmaterial. Detta skulle medföra ökade kostnader för deponering, för utan avsättning skulle deponering vara enda möjlighet för restaskan.

Idag återvinns inga kritiska material ur flygaska från avfallsförbränning. Det finns visserligen anläggningar som återvinner vissa metaller ur flygaskan såsom zink och vissa metallsalter, men de inkluderar inga CRM. Det finns potential att utvinna flera CRM, men detta har hittills enbart testats i laboratorieskala i Sverige. Att implementera sådana processer skulle kräva kemikalier och ytterligare processteg, vilket ökar behandlingskostnaderna.

Fosfor är det dominerande kritiska ämnet relevant för återvinnig ur askan från monoförbränning av avloppsslam. Fosfor kan återvinnas genom att laka slamaskan med syra, varvid en stor del av fosforinnehållet och även en del aluminium kan återvinnas i en form som ersätter jungfruliga råvaror. Däremot kan flygaskan från slamförbränning innehålla förhöjda tungmetallhalter, vilket innebär extra komplikationer och kostnader om även den fraktionen ska utnyttjas.

Studien betonar behovet av styrmedel för att öka återvinning av kritiska och strategiska råmaterial ur askor. För bottenaskan från avfallsförbränning pekas två huvudsakliga åtgärdsinriktningar ut. Antingen reglerande krav i form a v skärpt tillsyn och uppdaterad tillämpning av bästa tillgängliga teknik för resurseffektiv askhantering, eller ekonomiska incitament i form av offentligt stöd kopplat till mängden återvunnet material (en så kallad materialåtervinningspremie). Båda syftar till att optimera utsorteringen av metaller ur bottenaska utan att restmaterialets hantering behöver ändras. Vidare föreslås satsningar på teknikutveckling – riktade forsknings- och innovationsstöd – för att utveckla och testa nya metoder som kan återvinna värdefulla ämnen ur bottenaska samt ur flygaska från avfallsförbränning. För aska från avloppsslam föreslås inga nationella styrmedel. Där är det lämpligare att verka på EU-nivå samt att ha ett bredare perspektiv, där fokus bör ligga på nyttiggörandet av fosforn ur avloppsslammet och inte begränsa det till återvinning enbart genom förbränning.

Förkortningar

Förkortning	Förklaring
BAT	Best Available Technology
CCA	Copper-Chromium-Arsenic, koppar-krom-arsenik
CRM	Critical Raw Materials, kritiska råmaterial
CRMA	Critical Raw Materials Act
EoL RIR	End-Of-Life Recycling Input Rate
ETS	Emissions Trading System, refererar till EU:s utsläppshandelssystem
EU	Europeiska unionen
HREEs	Heavy Rare Earth Elements, tunga sällsynta jordartsmetaller
IEA	International Energy Agency
KN	KN-nomenklaturen (efter engelskans Combined Nomenclature, CN) används av samtliga EU-länder i deras utrikeshandelsstatistik för varor och även i EU:s gemensamma tulltaxa
LREEs	Light Rare Earth Elements, lätta sällsynta jordartsmetaller
NMC	Nickel-Mangan-Cobalt, refererat till NMC-batterikemi
PGM	platina gruppens metaller
RDF	Refuse Derived Fuel
REEO	Rare Earth Element Oxides, sällsynta jordartsoxider
REEs	Rare Earth Elements, sällsynta jordartsmetaller
SCRREEN2	Solutions for Critical Raw materials - a European Expert Network 2, refererar till EU-finansierade projektet

Innehållsförteckning

Sammanfattning **3**

Förkortningar **5**

1 Inledning **8**

1.2 Syfte och mål 9

2 Metod **10**

2.1 Kartläggning 10

2.2 Intervjustudie 11

3 Resultat **13**

3.1 Kartläggning av efterfrågan och återvinning av kritiska råmaterial 13

3.1.1 Efterfrågan på kritiska råmaterial i EU 13

3.1.2 Återvinning av kritiska råmaterial i EU 14

3.1.3 Strategiska satsningar på återvinning av kritiska råmaterial i EU 15

3.1.4 Svensk tillgång och efterfrågan på kritiska råmaterial 17

3.2 Kritiska råmaterial i aska 27

3.2.1 Askor från avfallsförbränning 27

3.2.2 Aska från förbränning av avloppsslam 36

3.2.3 Input från referensgruppen 38

3.3 Styrmedel för ökad återvinning från askor 41

3.3.1 Uppströmsåtgärder 41

3.3.2 Behov av styrmedel för återvinning ur askor 42

3.3.3 Möjliga styrmedel för ökad återvinning ur bottenaska från avfallsförbränning 43

3.3.4 Forsknings- och innovationsstöd riktat till återvinning ur aska 46

4 Slutsatser **47**

4.1 Förslag på fortsatt arbete 49

5 Referensförteckning **50**

6 Bilagor **56**

Bilaga 1: Frågeformulär till intervjuer 56

Bilaga 2: Fördjupning i de olika kritiska råmaterialen 58

Bilaga 3. Svensk import och export av relevanta råmaterial 71

Bilaga 4. Kemiskt innehåll i aska 89

1 Inledning

Naturvårdsverket har fått ett regeringsuppdrag att ta fram förslag till ett nationellt program för cirkularitet av kritiska råmaterial i enlighet med artikel 26 i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1252 om inrättande av en ram för säkerställande av trygg och hållbar försörjning av kritiska råmaterial (EU Kommissionen, 2024a). Målsättningen är att åtgärderna i det nationella programmet ska bidra till att öka cirkulariteten av kritiska råmaterial i samhället i stort, i syfte att dämpa den förväntade ökningen av förbrukningen av kritiska råmaterial i unionen. Uppdraget ska redovisas till Klimat- och näringslivsdepartementet den 16 januari 2026.

Naturvårdsverket har ett behov av att, inom sitt regeringsuppdrag, utreda vilka kritiska och strategiska råmaterial som är mest relevanta att omhänderta utifrån perspektivet att det finns svensk/nordisk/europeisk industri som efterfrågar dessa råmaterial eller kan komma att efterfråga dessa råmaterial. Vidare finns ett behov av kunskap om hur fler och mer kritiska och strategiska råmaterial skulle kunna återvinnas ur askor.

IVL Svenska Miljöinstitutet har därmed genomfört en studie om kritiska råmaterial, industrins efterfråga av dessa material, hur mycket av de återvinns och analys av potentialer och hinder för ökad återvinning med fokus på askor. Arbetet med rapporten har finansierats av Tillväxtverket.

1.1 Vad är kritiska råmaterial och varför är de viktig

ritiska råmaterial (Critical Raw Materials, CRM) avser, enligt EU:s definition, råvaror som samtidigt uppvisar hög ekonomisk betydelse och hög försörjningsrisk. EU har sedan 2011 tagit fram listor över CRM baserat på en systematisk metodik som kombinerar indikatorer för ekonomisk betydelse och leveransrisk. Antalet har ökat från 14 (2011) till 34 råmaterial i den senaste uppdateringen (2023), då även kategorin strategiska råmaterial introducerades för ämnen av särskild betydelse för den gröna och digitala omställningen (EU Kommissionen, 2023; 2024a;2024b). En ny version av EU:s lista över CRM förväntas komma ut år 2026.

De utpekade materialen används i nyckelteknologier. Exempel på detta är sällsynta jordartsmetaller som används i permanenta magneter för vindkraft och elfordon, litium och kobolt som används i stor utsträckning i litiumjonbatterier, grafit i anodmaterial, samt kiselmetall i halvledare och solceller. Trots att dessa ofta ingår i små massandelar i produkter är deras funktion svår att ersätta, vilket gör försörjningssäkerheten central för EU:s klimat- och industripolitik (EU Kommissionen, 2023; IEA, 2025; Idaea,2025).

Produktionen är samtidigt starkt geografiskt koncentrerad och värdekedjorna domineras ofta av ett fåtal aktörer. Detta skapar sårbarheter för EU-industrin, särskilt för material där unionen är nästan helt importberoende. Europaparlamentet och rådet har med anledning av detta antagit Critical Raw Materials Act (CRMA), förordning (EU) 2024/1252. Förordningen sätter vissa riktmärken till 2030 där minst 10 procent av årlig konsumtion av strategiska råmaterial inom unionen ska komma från inhemsk utvinning, 40 procent från förädling inom EU samt 25 procent från materialåtervinning inom EU. Dessutom slås det fast att inget tredjeland ska stå för mer än 65 procent av EU:s import. Förordningen innehåller även bestämmelser om övervakning av råmaterial, strategiska projekt och krav kopplade till produkter med permanenta magneter för att underlätta spårbarhet och återvinning (EU Kommisssionen, 2024a, 2024b).

Svenska underlag belyser att cirkularitet och ökad återvinning ur sekundära flöden är viktiga komplement till eventuell primär utvinning. Det gäller särskilt i ett kort- till medellångt perspektiv där efterfrågan växer snabbare än vad ny gruvkapacitet normalt hinner byggas, och där förbättrad spårbarhet, produktdesign för återvinning och undanröjande av rättsliga hinder kan ge bättre tillgång till sekundära råvaror (Junestedt, 2022; Lindblom, 2022). Ur ett nordiskt perspektiv betonas behovet av en samordnad kunskapsuppbyggnad, bland annat genom en gemensam databas över primära och sekundära resurser (Eilu et al., 2021).

1.2 Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att förse Naturvårdsverket med underlag för deras fortsatta arbete med regeringsuppdraget att ta fram förslag till ett nationellt program för cirkularitet av CRM.

Målen är följande:

- Att föreslå vilka CRM som är mest relevanta att återvinna baserat på efterfrågan
- Att sammanställa kunskap kring återvinning av CRM ur askor från förbränning av avfall och slam, inklusive vilken potential det finns, samt vilka möjligheter och hinder som finns för en högre och effektivare återvinning ur askor
- Att föreslå åtgärder för att öka återvinning av CRM ur askor från förbränning av avfall och slam och att analysera konsekvenserna av detta.

Projektet har i sin helhet baserats på befintlig kunskap, publikationer, projektgruppens erfarenhet och input från externa experter (genom intervjuer och möten).

2 Metod

Projektet genomfördes under augusti och september 2025 i några steg som beskrivs nedan.

2.1 Kartläggning

Kartläggningen omfattade en litteraturstudie (som koncentrerades primärt på EU och Norden) och sökning av svensk statistik på import och export av utvalda CRM.

Litteraturstudien som genomfördes hade som mål att kartlägga efterfrågan på CRM, deras användningsområden och status på återvinning. Den omfattade vetenskapliga publikationer, rapporter, inklusive IVL:s egna rapporter. Bland de huvudsakliga referenserna finns *Global Critical Minerals Outlook 2025* från IEA Internatonal Egergy Agency (2025) som ger inblick i efterfrågan och utblick för CRM kopplade till energiomställningen. En annan viktig referenskälla var faktablad från EU-finansierade projekten under paraplyet *SCRREEN – Solutions for Critical Raw Materials – a European Expert Network* som ger inblick i användning av specifika CRM i EU och status på dess återvinning.

Behoven av CRM för industri inom Sveriges gränser har diskuterats vid intervjustudien, samt vid mötet med extern referensgrupp som båda beskrivs i fortsättningen av detta kapitel och som hållits under projektets gång. Dessa

diskussioner har dock präglats mest av deltagarnas egna perspektiv. För att ge en mer opartisk bild av behovet analyserades i stället statistik för import och export av råmaterialen. Det begränsades till de 16 kritiska och strategiska råmaterial som valdes ut om de uppfyllde något av följande kriterier:

- har hög eller mycket hög försörjningsrisk enligt Figur 1 (i kap 3.1.1); dvs. sällsynta jordartsmetaller, magnesium, niob, germanium, bor/borater och skandium,
- nämndes under diskussionerna med referensgruppen, dvs. fosfor, grafit, litium, kobolt, nickel och mangan, eller
- är relevanta för den återvinning från aska som också ingår i denna studie, dvs. aluminium, antimon, arsenik, fosfor, koppar och nickel.

Statistik för import och export av de råmaterial som valdes ut återfinns i Bilaga 3, där de listas ihop med sina respektive KN-koder som kartläggningen baserades på. Statistiken finns öppet tillgänglig från SCB:s Statistikdatabas (SCB, 2025). Kartläggningen har, då det har varit möjligt, delats upp beroende på i vilket steg i värdekedjan råvaran ligger; malm eller processad råvara. Förutom i ett fall, nämligen för fosfor/fosfat, inkluderar inte kartläggningen några tillverkade produkter innehållande de CRM. Importen och exporten beräknas som summan av vikten (ton) av alla inkluderade KN-koder, utan att ta hänsyn till innehållet av respektive grundämne. Nettoimporten har beräknats som import minus export. I några fall har det bedömts vara mer relevant att beräkna importen och exporten utifrån det ekonomiska värdet för respektive KN-kod, vilket i dessa fall beskrivs i kartläggningen (Bilaga 3).

2.2 Intervjustudie

Tre företag kontaktades för intervjuer angående deras hantering av aska från förbränning av antingen avfall eller avloppsslam, Sysav (Raul Grönholm, personlig kommunikation, 28 augusti 2025), Renova (Karin Karlfeldt Fedje, personlig kommunikation, 11 september 2025) och Ragn Sells (Anders Kihl, personlig kommunikation, 11 september 2025). Sysav har en stationär anläggning för sortering av metaller från bottenaska (avfallsförbränning). Renova tar in en mobil anläggning för sin bottenaska och har även en anläggning för att återvinna framför allt zink från sin flygaska (avfallsförbränning). Ragn Sells har två stationära anläggningar och en mobil anläggning, som är permanent uppställd, för att sortera metaller från bottenaska från ett flertal avfallsförbränningsanläggningar. En av de stationära anläggningarna är optimerad för att sortera bottenaskor från

fluidbäddspannor, vilka främst finns i östra Svealand. De har också en anläggning för att återvinna salter ur flygaska från ett flertal förbränningsanläggningar och håller på att bygga en anläggning för att återvinna fosfor ur aska från förbränning av avloppsslam. Intervjuerna utfördes under perioden 28 augusti – 11 september 2025 utifrån det frågeformulär som ligger i Bilaga 1. Till viss del användes även det underlag som inhämtades vid en intervju 12 juni 2023 angående Ragn Sells anläggning för saltåtervinning ur flygaska och planerade anläggning för fosforåtervinning från slamaska.

2.3 Möte med extern referensgrupp

En extern referensgrupp med utvalda representanter från olika branscher och olika delar av värdekedjan knöts till projektet för att stämma av och förankra preliminära projektresultat. Ett digitalt möte hölls med referensgruppen i september 2025 där representanter från följande organisationer deltog: Electrolux, Energiföretagen, FKG, Gjuteriföreningen, Jernkontoret, Ragn Sells, RISE Research Institutes of Sweden, SAFT, Stena Recycling, Svenskt Vatten, Sysav, Talga, Volvo Trucks och Naturvårdsverket.

Under första delen av mötet hölls en inledande diskussion om (1) hur efterfrågan på CRM ser ut i Sverige, Norden och EU där deltagare fick svara utifrån sina egna perspektiv. Andra delen av mötet ägnades åt presentation av de preliminära resultaten och reflektion kring dessa. De resultat som presenterades handlade om (2) möjligheter och hinder för en högre och effektivare återvinning av kritiska och strategiska råmaterial ur askor, och (3) behov på styrmedel för att underlätta återvinning av CRM från askor.

2.4 Diskussion kring styrmedel

En översiktlig bedömning av relevanta och möjliga styrmedel för att öka återvinningen av CRM ur askor gjordes utifrån analysen om potentialen för återvinning, litteratur om styrmedel på området samt den input som gavs från aktörer vid intervjuer och möten. Experterna i projektgruppen analyserade även möjligheter för styrmedel på en intern workshop.

3 Resultat

I detta kapitel redovisas resultaten från de tre huvudsakliga målen för studien, dvs. vilka CRM efterfrågas i störst utsträckning i Sverige, vilka CRM finns i och kan återvinnas ur askor samt möjliga styrmedel för ökad återvinning från askor.

3.1 Kartläggning av efterfrågan och återvinning av kritiska råmaterial

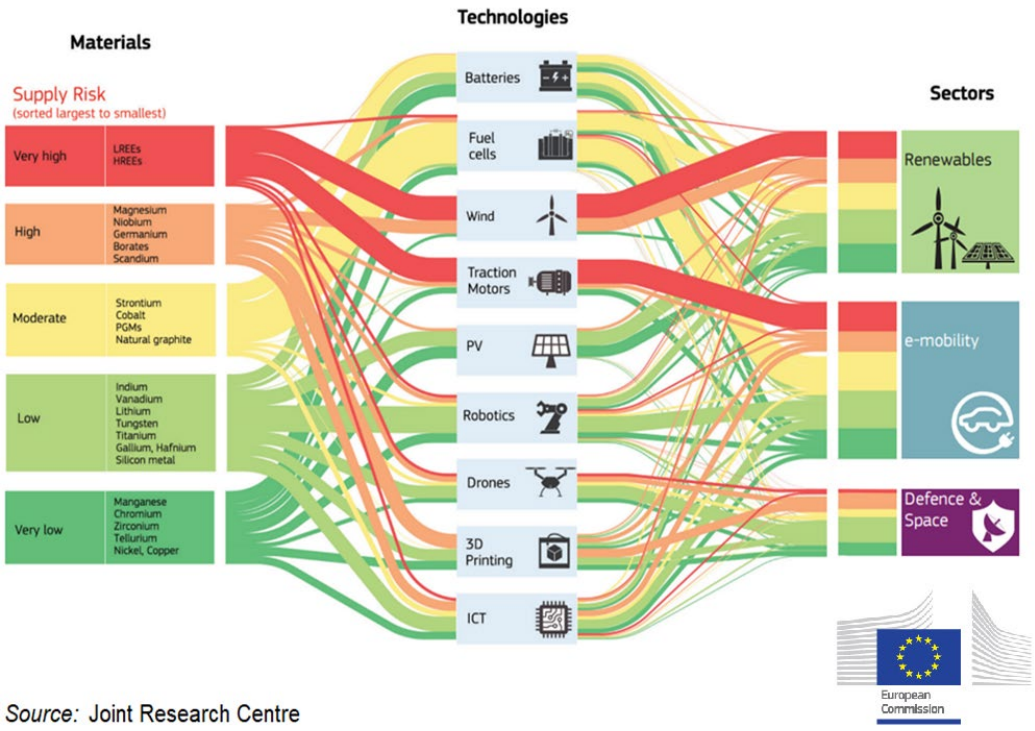
I detta kapitel återfinns kartläggningen av industrins efterfrågan på CRM och deras återvinning som är resultat av litteraturstudien och mötet som hållits med den externa referensgruppen.

3.1.1 Efterfrågan på kritiska råmaterial i EU

Efterfrågan på CRM drivs i huvudsak av tre samtidiga skiften: elektrifiering av transporter, snabb utbyggnad av förnybar elproduktion och elektrifiering/effektivisering av industriprocesser. Dessa skiften förstärks av digitaliseringens materialbehov (halvledare, kommunikationsutrustning, datacenter) och av säkerhets- och försvarspolitiska krav. Sammantaget ger detta en brett baserad och uthållig ökning i behovet av både strategiska och kritiska material (EU Kommissionen, 2023; IEA, 2025).

På europeisk nivå väntas batteriefterfrågan öka mångfalt till 2030, vilket direkt påverkar behovet av litium, nickel, kobolt och naturgrafit, samtidigt som koppar efterfrågas i växande volymer för elektrifiering av fordon och nät (IEA, 2025).

Figur 1 visar de CRM och risk kopplat till EU:s försörjning med dessa, samt deras användning och berörda branscher. Risken är strukturerad från väldigt högt (längst upp, där det återfinns lätta och tunga sällsynta jordartsmetaller, LREEs resp HREEs), till hög (magnesium, niob, germanium, bor/borater och skandium), mellan hög (strontium, kobolt, platinagruppens metaller och naturgrafit), låg (indium, vanadium, litium, volfram, titan, gallium och kisel), till väldigt låg (mangan, krom, nickel, koppar).



Figur 1. Kritiska råmaterial, med hur höga är relativa risker för försörjning, relevant tillämpning och sektorer. Källa: EU kommissionen 2020.

3.1.2 Återvinning av kritiska råmaterial i EU

Återvinning är ett centralt verktyg för att minska försörjningsrisk och användning av primära resurser i takt med växande efterfrågan. Tabell 1 visar andel av sekundärproduktion (återvinning) av skrot och avfall i all produktion (primär samt sekundär från avfall, skrot och industrispill), förkortad EoL RIR. För de flesta CRM är återvinningens bidrag till försörjning ingen eller marginell. Även för de materialen med väletablerade insamling- och återvinningsprocesser, såsom aluminium och platinagruppens metaller, är bidrag till försörjningen förhållandevis låg (32 procent resp 12 procent) troligen pga den stigande efterfrågan i kombination med att dessa ofta är låsta i långvariga applikationer. Notera även att EoL RIR är en mått på bidrag av återvunna material i den totala försörjningen, inte på effektivitet av insamling och återvinning.

Tabell 1. Kritiska och strategiska råmaterial och deras end-of-life recycling input rate (EoL RIR, i %). EoL RIR räknas som andel av sekundärproduktion (återvinning) av skrot och avfall i all produktion (primär och sekundär från avfall, skrot och industrispill). Förkortningar: PGM -platina gruppens metaller, HREE/LREE – heavy REEs/light REEs (tunga resp lätta sällsynta jordartsmetaller). Bearbetad från EU Kommissionen, 2023

Råmaterial	EoL RIR	Råmaterial	EoL RIR	Råmaterial	EoL RIR
Aluminium	32%	Gallium	0%	PGM	12%
Antimon	28%	Germanium	2%	Fosfatmineral	0%
Arsenik	0%	Hafnium	0%	Fosfor	0%
Baryt	0%	Helium	2%	Skandium	0%
Beryllium	0%	HREE	1%	Kisel	0%
Vismut	0%	Litium	0%	Strontium	0%
Bor	1%	LREE	1%	Tantal	1%
Kobolt	22%	Magnesium	13%	Titan	1%
Koks	0%	Mangan	9%	Volfram	42%
Koppar	55%	Naturgrafit	3%	Vanadin	6%
Fältspat	1%	Nikel	16%		
Flusspat	1%	Niob	0%		

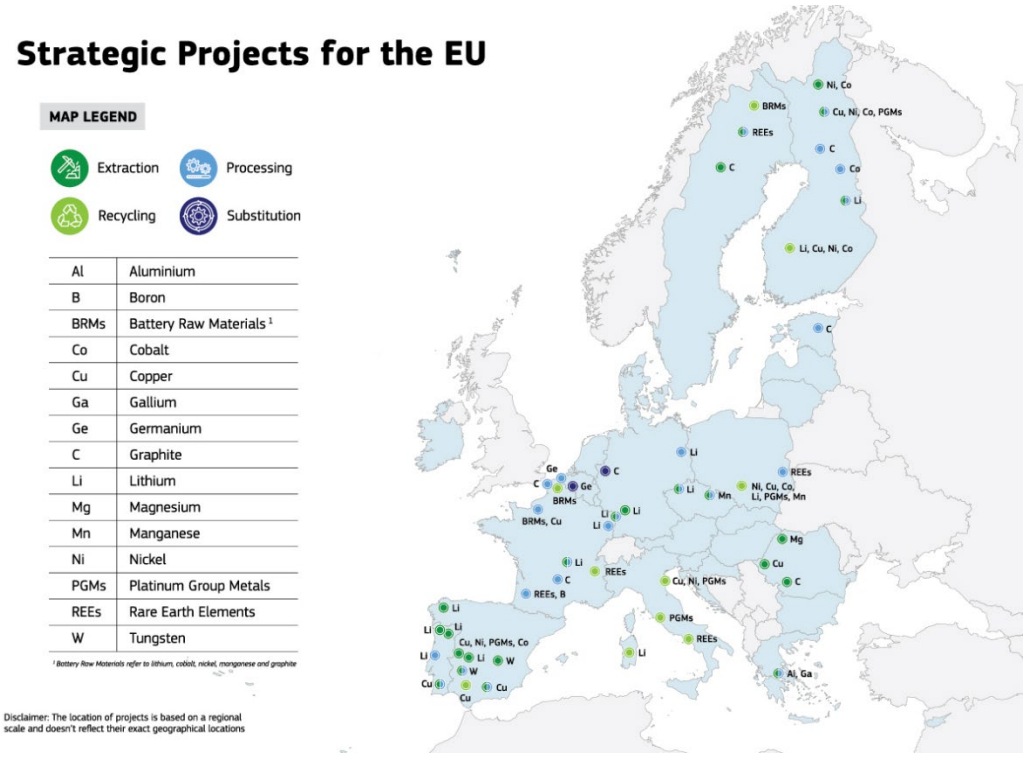
International Energy Agency (2025) bedömer att återvinning i ambitiösa scenarier kan täcka en växande andel av efterfrågan mot 2040, vilket minskar behovet av ny primär produktion och reducerar miljöpåverkan, men inte eliminera behovet av nya primära källor. Mot denna bakgrund anger CRMA målet att minst 25 procent av EU:s årliga förbrukning av strategiska råmaterial ska kunna komma från återvinning inom EU till 2030, samtidigt som krav på spårbarhet för permanenta magneter och andra åtgärder för prioriterade flöden ska stärka marknaden för sekundära råvaror (IEA, 2025; EU, 2024).

3.1.3 Strategiska satsningar på återvinning av kritiska råmaterial i EU

I linje med den globala utvecklingen har Europeiska unionen intensifierat sina insatser för att säkra försörjning med CRM, däribland genom återvinning. Bland annat har 47 strategiska projekt startats för att säkra och diversifiera tillgång till CRM i olika delar av deras värdekedjor, Figur 2. Tio av dessa projekt handlar om återvinning. Om alla projekt blir framgångsrika, kommer primärt den europeiska

batterivärdekedjan att stärkas, genom att i sin helhet möta de uppsatta 2030-målen för utvinning, förädling och återvinning av kobolt och litium, samt göra en väsentlig utveckling för grafit, nickel och mangan (EU Kommissionen, 2025b). Även EU:s försvarsindustri kommer stärkas, med projekt dedikerade till magnesium och volfram. Satsningen omfattar 23 miljarder euro och förutom ett koordinerat stöd från Kommissionen, medlemsländer och finansiella institutioner, inkluderas även effektiviserade tillståndsprocesser.

Projekten är placerade i 13 medlemsländer (Figur 2) bland annat Sverige och Finland, varav två koncentrerar sig på återvinning, nämligen NorthCYCLE i Sverige (mangan, litium, grafit, nickel och kobolt) och Fortum Battery Recycling Oy i Harjavalta (nickel och kobolt). NorthCYCLE är Northvolts/Revolts projekt och därmed med osäker framtid på grund av Northvolts konkurs.



Figur 2. Lokalisering av strategiska projekt att säkra och diversifiera tillgång till kritiska råmaterial i EU. (EU Kommissionen, 2025b)

3.1.4 Svensk tillgång och efterfrågan på kritiska råmaterial

För svensk industri är behovsbilden snarlik den europeiska, men speglar den industriella profilen i Sverige, där stål- och verkstadsindustrin driver behov av legeringsmetaller som mangan, nickel, krom, molybden, volfram, niob, vanadin samt processämnen som grafit och fluorit. Fordonsindustrin och batterisatsningen driver upp behovet av litium, kobolt, grafit, nickel, mangan och sällsynta jordartsmetaller (REE). Elektronik och telekomsektorn behöver CRM såsom gallium, indium och tantal. Kemisk industri och jordbruk kräver fosfor, fluorerade material och antimon.

Sverige importerar merparten av de CRM som används i den svenska industrin, antingen direkt som rena råvaror (malm, koncentrat, metaller) eller indirekt som komponenter i halvfabrikat och färdiga produkter, se Bilaga 3. Dessutom tillfredsställs Sveriges efterfråga idag till stor del via globala leverantörskedjor där flera kan ses som sårbara på grund av koncentrerade leverantörsbaser och ökande global konkurrens om resurserna (KOM, 2023).

Låg utvinning och förädling av CRM i Sverige

Den industriella utvinningen och förädlingen, det vill säga brytning och anrikning av malm, metallurgisk smältning och raffinering till ren metall eller kemiska produkter, är i Sverige huvudsakligen inriktad på basmetaller som järn, koppar, zink, bly och vissa ädelmetaller (Bergverksstatistik, 2024). Förädlingsledet för många innovationskritiska metaller är i stort sett obefintligt i Sverige. Undantaget är koppar och i viss mån aluminium, se Tabell 2. För de flesta kritiska råmaterialen saknas dock kapacitet, vilket innebär att även om svenska fyndigheter börjar brytas, behövs anrikningsverk och raffinaderier antingen byggas här eller så måste koncentraten exporteras för förädling.

Låg återvinning i Sverige

Idag sker viss återvinning av kritiska och strategiska råmaterial i Sverige (Tabell 2). Vissa i högre grad än andra, där koppar, aluminium och stål (och därmed indirekt legeringsmetaller som nickel, krom, molybden) återvinns i en högre utsträckning. Däremot är återvinning av kritiska metaller såsom litium, kobolt, grafit, REE, indium, gallium med flera ännu mycket låg. Till stor del beror det på att de är spridda i komplexa produkter och att insamlingssystem och teknik släpar efter (SMED, 2022).

Det pågår en del satsningar för att öka tillgången till kritiska och strategiska råmaterial i Sverige där vissa kommit längre än andra. Sverige har flera nyckelprojekt såsom exempelvis LKAB ReeMAP, Northvolt Revolt och Talga som kan ge inhemsk produktion av grafit, fosfor och REE. På EU-nivå stärks försörjningen via strategiska projekt för exempelvis litium, nickel, kobolt och magnesium. Målet är att den svenska industrin i framtiden ska kunna köpa en större andel av kritiska råvaror från inhemska eller europeiska källor i stället för att vara helt utlämnad åt import från tredjeland (via.tt.se). Även om många initiativ ännu är i planerings- eller uppstartsfas förväntas tillgången på listade råmaterial för svensk industri gradvis förbättras i och med nya gruvor och kretslopp inom Sverige och EU.

Tabell 2. Svensk produktion av mineral och metall år 2024. (Källa: Bergverksstatistik 2024).

Mineral	Gruvproduktion (ton)	Återvinning (ton)
Järn	25 000 000	2 317 000 (stålskrot)***
Koppar	77 000	25 492**
Bly	75 000	47 000*
Zink	239 000	15 376**
Aluminium	Ingen	74 591**
Nickel	Ingen	Ingen
Tenn	Ingen	Ingen
Guld	7.5	3.87**
Silver	430	88**
Magnesium	Ingen	Ingen
Sällsynta jordartsmetaller	Ingen	Ingen
Tellur	45.8	Ingen

*Avser blylegeringar, **Avser år 2023, ***Avser år 2017.

Sverige är **beroende av import av CRM**

Sverige är alltså i stor utsträckning beroende av import för de flesta av de råmaterial som industrin behöver, då inhemsk gruvbrytning, förädling och återvinning är begränsad. Grafit, kobolt, litium, mangan, sällsynta jordartsmetaller (REE), platinagruppens metaller (PGM inkl. platina och iridium), vanadin, niob, volfram, magnesium, fluorit, aluminiumråvara (bauxit), kisel (kvarts för kiselmetall), indium, gallium, germanium, tantal, fosfatmalm och helium bryts för närvarande inte alls i Sverige. Flera av dessa material finns dock påvisade som geologiska tillgångar i den svenska berggrunden (sgu.se, 2025).

Varför är det komplext

Det är viktigt att förstå i vilken form råvarorna når svensk industri, då det påverkar både försörjningsrisker och möjligheten att återvinna materialen. För de mer traditionella industrimetallerna importeras råmaterialen som råvaror såsom exempelvis grafitkorn till elektroder, litiumhydroxid till batteritillverkning, magnesium och aluminiumoxid till smältverk och ferrolegeringar till stålverken. För högteknologiska specialmetaller importeras råmaterialen i stället mest integrerade i produkter. Exempelvis REE i permanenta magneter, gallium i elektroniska chip, tantal i kondensatorer. Råvaruimporten hanteras ofta av industriföretagen själva medan komponentimporten ligger i längre leveranskedjor där svenska aktörer kanske har mindre insyn eller möjlighet att påverka. Detta gör det svårt att med säkerhet kvantifiera både tillgången och efterfrågan av CRM i svensk industri (SMED, 2022).

3.1.4.1 Tillgång och efterfrågan på material till elbilsbatterier

Ökande efterfrågan på elbilsbatterier är enligt den internationella energimyndigheten (IEA) den största anledningen till en ökande efterfrågan på litium, kobolt och nickel. Efterfrågan på batterier för litium uppgick enligt IEA under 2023 till en nivå som motsvarar 85 procent av den totala efterfrågan på litium vilket är en ökning med mer än 30 procent jämfört med 2022. För kobolt ökade efterfrågan på batterier motsvarande 70 procent av den totala efterfrågan. I mindre utsträckning bidrog den ökade efterfrågan på batterier till att öka den totala efterfrågan på nickel, som står för över 10 procent av den totala efterfrågan på nickel (IEA 2024). I och med att elbilsproduktionen förväntas öka i Sverige framöver och med den planerade produktionen av elbilsbatterier kommer den inhemska efterfrågan på batteriråvaror med stor sannolikhet att öka mycket de kommande åren i Sverige. Nickel, mangan, kobolt, litium och grafit behövs för produktion av elbilsbatterier av NMC-kemi (Nickel-Mangan-Cobalt). Enligt uppgift innehåller en genomsnittlig elbil med ett batteri av NMC-typ drygt 66 kg grafit varav 52 kg återfinns i batteriet, 13 kg kobolt (8 kg i batteriet) och knappt 9 kg litium (6 kg i batteriet). Utöver ovan angivna metaller ingår även en rad andra metaller i en elbil, däribland 0,5 kg sällsynta jordartsmetaller (IEA, 2020).

Grafit: Den svenska industrins efterfrågan på grafit förväntas öka framöver. I första hand mot bakgrund av långtgående planer på etablering av verksamheter för produktion av elbilsbatterier. I dagsläget har Sverige ingen storskalig utvinning av grafit, men Talgas begynnande gruvverksamhet i norra Sverige kommer

framöver att kunna utvinna naturlig grafit. Planen är att grafitmalmen ska anrikas på plats för att sedan bearbetas till batterianodmaterial vid Talgas fabrik i Luleå (Bergverksstatistik 2024). Talga hoppas kunna bryta 100 000 ton grafit per år i 25 år, vilket enligt Talga skulle vara tillräckligt för att producera 200 000 elbilar per år[1]. Talga har också planer på att återvinna grafit från uttjänta batterier. Avsikten är att rena grafiten med en patentsökt bearbetningsteknologi. Den renade grafiten kommer sedan användas som anodmaterial i nya batterier[2]

Kobolt: I Sverige används kobolt idag inom tillverkning av batterier, specialstål/legeringar och katalysatorer. Största posten är litiumjonbatterier som ingår både i importerade batterier i exempelvis laptops, smartphones och i elverktyg och framöver i planerad produktion av elbilsbatterier. Kobolt är ett viktigt katodmaterial i NMC-batterier. Fordonsindustrin använder kobolt indirekt genom de batteripack de köper från leverantörer. Koboltlegeringar används också i hårdmetallverktyg samt i superlegeringar för flyg-/turbinindustrin. En koboltfyndighet som omfattar ca 91 hektar och utgörs av en mineralisering med kobolt, koppar, guld och molybden har påträffats i Kiruna. SGU har pekat ut fyndigheten som riksintresse huvudsakligen beroende på mineraliseringens höga koboltinnehåll (Bergverksstatistik, 2024).

Nickel: Ett av råmaterialen som togs upp på EU:s lista för kritiska och strategiska råmaterial 2023 var nickel. Nickel efterfrågas idag främst av stålindustrin i Sverige för framställning av rostfritt stål och specialstål. Den planerade tillverkningen av NMC-baserade batterier förväntas medföra en betydande ökning av nickelbehovet i Sverige.

Mangan är oumbärlig för tillverkning av legerat stål (SGU, 2018). Sverige är en stor stålproducent och konsumerar därmed också stora mängder mangan. Liksom för de andra batterimetallerna förväntas behovet av mangan också att öka i och med den planerade batteritillverkningen i Skellefteå.

Litium: Behovet av litium har under senare år ökat mycket och trenden ser ut att hålla i sig genom det stora behovet av litiumjonbatterier (IEA, 2020). De långtgående planerna på svensk produktion av elbilsbatterier kommer att kräva stora mängder litiumhydroxid årligen som råvara. Fordonsindustrin använder litium i elbilsbatterier vilket gör att den svenska fordonsindustrin, som snabbt ökar

[1] https://www.sverigesnatur.org/aktuellt/omstridd-gruva-utmanar-gron-omstallning/.
[2] https://www.talgagroup.com/sv/utvecklingsavtal-for-grafitatervinning-med-altilium/.

andelen elfordon, därmed indirekt driver upp litiumbehovet. Även stationär energilagring (batteriparker) och småelektronik bidrar och kommer att bidra till ett ökat behov[3]. All litium som används i Sverige är importerad i kemisk form (litiumkarbonat/hydroxid), då varken brytning eller raffinering sker här.

3.1.4.2 Tillgång och efterfrågan på kritiska råmaterial till förnybar energi, transport- och livsmedelssektorn

För Sverige innebär fler vindkraftparker, elfordon, elektrifierad industri att REE-behovet ökar mångfalt. Utan betydande substitut i sikte måste mer primära REE fortsätta att utvinnas. Återvinning av REE är bara någon procent och nästan all produktion sker i Kina (KOM, 2023). Statliga gruvbolaget LKAB har planer på att återvinna både REE och fosfor genom det så kallade ReeMAP-projektet. Detta genom att utvinna dessa råmaterial ur primära fyndigheter och via återvinning ur gruvavfall från järnmalmsbrytningen[4].

- En anläggning planeras i Malmberget för att återvinna fosfat (för gödselproduktion) och koncentrat av sällsynta jordartsmetaller ur apatitrikt avfall (sand från järnmalmsanrikning). Genom att ta vara på apatiten i järnmalmsgruvornas restprodukter kan betydande mängder fosfor och samtidigt REE extraheras[5].

- LKAB[6] bekräftade 2023 en stor REE- och fosformineralisering i anslutning till den befintliga Kiruna-gruvan. Den så kallade Per Geijer-fyndigheten, innehåller enligt LKAB uppskattningsvis mer än 1 miljon ton sällsynta jordartsoxider (REEO) samt stora fosfortillgångar bundna i apatit. Detta anses vara Europas största kända fyndighet av sällsynta jordartsmetaller. LKAB avser bryta dessa REE parallellt med järnmalmen i framtiden. Projektet fick i mars 2025 status som EU-strategiskt, vilket underlättar tillstånd enligt nya regelverket (CRMA). Om ReeMAP lyckas kommersiellt skulle Sverige omkring 2030 kunna producera upp till 30 procent av EU:s behov av sällsynta jordartsmetaller och fosfor (enligt LKAB:s egna estimat).

---

[3] https://svenskvindenergi.org/wp-content/uploads/2024/06/Batterilagring-och-framtidens-hybridparker_Bodecker-Partners_20240619.pdf
[4] https://lkab.com/vad-vi-gor/var-omstallning/kritiska-mineral/.
[5] https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2025/mars/sgu-valkomnar-svenska-strategiska-projekt-pa-mineralomradet/.
[6] https://lkab.com/press-eu23/.

Detta skulle i så fall medföra en potentiell "game-changer" för tillgången på sällsynta jordartsmetaller och fosfor till svensk och europeisk industri.

Koppar: Elektrifiering av transport och elnät kräver enorma mängder koppar. Elbilar använder mer än dubbelt så mycket koppar jämfört med fossildrivna bilar (IEA 2020). Utbyggnad av elnät, laddinfrastruktur samt vind- och solkraft är också initiativ som alla är mycket kopparkrävande. IEA (International Energy Agency) har varnat för att utan nya gruvor kommer kopparbehovet överstiga utbudet inom en snar framtid. Enligt IEA:s analys riskerar det globalt bli underskott av koppar jämfört med efterfrågan år 2035 om inga åtgärder vidtas (IEA, 2024b). Sverige påverkas både som producent där kopparproducerande företag kan dra nytta av högre priser och som konsument där elkraftindustrin och fordonstillverkare kan drabbas av högre råvarukostnader. Enligt gruvföretaget Viscaria kommer Viscariagruvan när den återöppnas att tillgodose ca fyra procent av Europas behov och därmed möjligen en del av Sveriges behov[7].

Aluminium: Lättviktsmaterial blir viktigare i transportsektorn för att kompensera för tunga batterier. Efterfrågan på aluminium ökar för elbilar, tåg och flyg, liksom inom byggsektorn där det används för lätta och starka konstruktioner (KOM, 2023). Svensk efterfrågan på aluminium kan öka via fordonsindustrins omställning och inom byggsektorn i och med ett ökat behov av material med lägre vikt. Utmaningen blir att producera aluminium med låg koldioxidpåverkan, vilket är något som kan påverka tillgången. Sverige kan möta en del via återvinning (se Tabell 2). Enligt SGU är återvinningsgraden i dagsläget över 95 procent för aluminium från bygg- och transportsektorn, medan den genomsnittliga återvinningsgraden är drygt 70 procent (sgu.se, 2025). Återvinning av aluminium i stället för brytning av nytt råmaterial kan bidra till energibesparingar på upp till 95 procent vilket gör att återvinning är ekonomiskt fördelaktigt (SGU, 2014).

Magnesium: Fordons och byggsektorns lättviktsambitioner kan också leda till ökad magnesiumanvändning då detta ofta blandas med aluminium. Fördelarna med aluminium inom bilindustrin i jämförelse med stål är bland annat lägre vikt och att materialet är lätt att återvinna (SGU, 2000).

Platinagruppens metaller (PGM): Omställningen av fordonsflottan ger delvis motverkande effekter när det gäller de så kallade PGM-metallerna (platinagruppens metaller). Färre förbränningsbilar betyder minskat behov av

[7] https://www.viscaria.com/sv/det-har-ar-viscaria/marknaden/

palladium och rodium för katalysatorer och behovet kommer antagligen att minska efter 2030 i takt med att fossildrivna fordon fasas ut. Samtidigt ökar platina-behovet för vätgasteknik[8]. Svenska fordonstillverkare satsar på bränslecellsfordon för tunga transporter parallellt med batterielektriska. Enligt SGU täcks ungefär en femtedel av PGM från återvinning som till stor del kommer ifrån gamla bilkatalysatorer, med varierande siffror för de olika metallerna i gruppen (sgu.se, 2025). Vissa fyndigheter av PGM finns i Sverige, men inga större tillgångar är kända.

Vanadin och Niob: Dessa råmaterial används framför allt till stålproduktion för att öka stålets hållfasthet (sgu.se, 2025). Det svenska behovet av vanadin och niob förväntas följa det globala utökade behovet av höghållfast stål. EU är helt importberoende av dessa metaller där vanadin kommer mest från Ryssland, Kina, Sydafrika och niob nästan uteslutande från Brasilien (KOM, 2023). Storskalig framtida batterilagring kan komma att ske med så kallade redox-flödesbatterier (IVA, 2024), vilket i så fall kan innebära en viss ökad efterfrågan på vanadin. SGU uppger att vanadin återvinns ur kemiska katalysatorer och till en mindre del ur stålavfall (SGU, 2014).

Kisel: Solcellsutbyggnaden globalt betyder en ökad efterfrågan på kisel. Behovet av halvledare inom många applikationer kopplat till bland annat utvecklingen inom AI och 5G bidrar också till en ökad efterfrågan på kisel. Detta påverkar också Sverige som också får ett indirekt högre kiselbehov via import av solpaneler och halvledarchip. SGU visar i en rapport att efterfrågan av kisel för solkraftens elproduktion för Sverige under åren 2020–2050 kommer att öka[9]. För metalliskt kisel är trenden kopplad till aluminium där ökad aluminiumproduktion och återvinning också kräver kisel (sgu.se, 2025). Totalt kommer kisel (både metalliskt och halvledarkisel) att förbli strategiskt. EU klassar kisel som kritiskt råmaterial och importberoendet till unionen är betydande där Norge idag är en stor leverantör av kiselmetall till EU (KOM, 2023).

Fosfor: Världens livsmedelsbehov ökar med befolkningen där fosforgödsel är oumbärligt för matproduktion. I Sverige kan effektivare användning och ökad återföring, exempelvis av fosfor ur avloppsslam, hålla den direkta importvolymen stabil eller något minskande. Detta kan förändras om bioenergigrödor och skogsplantering ökar vilket då skulle medföra att fosforbehovet öka även här. Nya

[8] https://vatgas.se/2024/05/27/platina-blir-en-allt-viktigare-metall-for-produktion-av-gron-vatgas/
[9] https://resource.sgu.se/dokument/publikation/sgurapport/sgurapport202310rapport/s2310-rapport.pdf

batterityper påverkar också tillgången, exempelvis litium-järnfosfatbatterier (LFP), som vunnit terräng i Kina på senare tid[10]. LKAB:s ReeMAP-projekt med återvinning av fosfor ur apatitavfall och utvinning av fosfor ur Per-Geijer-fyndigheten skulle kunna utgöra ett möjligt tillskott av fosfor framgent (se avsnittet om REE).

3.1.4.3 Tillgång och efterfrågan på kritiska råmaterial för verkstads, försvars- och telekomindustrin

Volfram: Volfram används i verktyg för metallbearbetning och för maskiner inom gruvindustrin på grund av dess extrema hårdhet och slitstyrka. För Sverige som verktygstillverkare och tillverkare av gruvutrustning är säker tillgång av volfram viktig[11]. Försvarssektorns återupprustning (ammunitionstillverkning) kan också driva ökad efterfrågan av volfram. Volfram används även av flygindustrin och inom rymdindustrin (sgu.se, 2025). I dagsläget kontrollerar Kina större delen av volframproduktionen (KOM. 2023).

Germanium: Fiberoptik expanderar inom telekom och datacenter, vilket driver på efterfrågan av germanium. Nattsikten och IR-detektorer efterfrågas mer av försvarsindustrin vilket ökar behovet av germaniummetall för IR-optik där germaniumpulver används i speciella glas (sgu.se, 2025). Kina kontrollerar cirka 80 procent av produktionen, vilket gör att germanium klassas som kritiskt av EU (KOM, 2023). EU har även listat germanium som ett strategiskt råmaterial då metallen delvis används inom försvars- och telekomindustrin. Germanium kan återvinnas ifrån kolflygaska[12]. Omkring 30 procent av all germaniumproduktion kommer från återvinning (sgu.se, 2025). Exempelvis återvinns 60procent av det germanium som används i produktion av optiska instrument (SGU, 2014). Sverige är i dagsläget helt beroende av import.

Tantal: Elektronikens fortsatt snabba tillväxt ökar behovet av pålitliga kondensatorer där tantal fortsätter vara mycket viktig för många applikationer (sgu.se, 2025). Efterfrågan av kondensatorer och därmed tantal följer elektronikproduktionens utveckling både globalt och på svensk nivå. Inga substitut med samma prestanda är i sikte för de mest krävande kondensatorerna, vilket innebär att tantal högst troligt även framöver allts kommer att användas i

[10] https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025/beyond-nmc-batteries-supply-chain-issues-for-emerging-battery-technologies
[11] https://www.dagensps.se/bors-finans/industri/kinas-metalldrag-utmanar-svenska-gruvjattar/
[12] https://resource.sgu.se/produkter/regeringsrapporter/utvinnings-och-atervinningspotential-metaller-mineral-2014.pdf

stor skala. EU försöker diversifiera bort från konfliktområden (Kongo) genom initiativ som certifiering och utveckling av nya gruvor (CRMA, 2024). Sverige importerar idag allt tantal via komponenter och eventuellt färdiga tantalpulver, vilket antagligen även kommer att vara fallet framöver. SGU anger i en rapport från 2014 att 10-25 procent av den totala konsumtionen av tantal kommer från återvunnet material. Denna återvinning sägs komma från produktionsavfall vid tillverkning av elektroniska komponenter, hårdmetall och superlegeringar (SGU, 2014).

Antimon: Efterfrågan på flamskyddsmedel följer plastanvändning som används i elektronik, fordon och i byggnader. Antimon har dåliga ledande egenskaper vilket också betyder en ökande användning inom halvledare (sgu.se, 2025). Om elbilar blir vanligare (vilket är högst sannolikt) ökar också behovet av flamskyddade plastkomponenter, vilket kan driva upp konsumtionen av antimon. Blybatterier kommer finnas kvar för startbatterier och reservkraft även framöver, men marknadsandelen minskar i takt med litiumbatteriernas frammarsch, vilket i så fall kan minska antimonbehovet i blylegeringar något. I dagsläget återvinns en del antimon i Sverige via blylegeringar genom Boliden Bergsöe.

3.1.4.4 Sammanställning av tillgång och efterfrågan på kritiska råmaterial för svensk industri

Tabell 3 sammanfattar information kring råmaterial som presenterats ovan inklusive förväntad efterfrågan, i vilken industrisektor finns efterfrågan, samt om de utvinns, förädlas och återvinns i Sverige. Där listas kritiska och strategiska råmaterial som används idag och som kommer att efterfrågas framöver av den svenska industrin. Exakta siffror är svåra att hitta och därför anges efterfrågan i kvalitativa termer. Ett antal av dessa råmaterial är också sådana som kan återfinnas och möjligen återvinnas ur aska, vilket diskuteras i en senare del av rapporten. Flera av råmaterialen sammanfaller även med de råmaterial som presenteras genom svensk import/export i Bilaga 3, vilket speglar det historiska behovet i Sverige de senaste 20 åren.

Tabell 3. Tillgång och efterfrågan av kritiska råmaterial i Sverige (källor anges i textavsnitten ovan).

Råmaterial	Utvinns	Förädlas	Återvinns	Förväntad efterfrågan framöver	Huvudsakliga användnings-sektorer
Fosfor	Nej	Nej	Ja	Oförändrad	Jordbruk
Aluminium	Nej	Ja	Ja	Något ökande	Fordon, bygg, förpackningar
Mangan	Nej	Nej	Ja (via stålskrot)	Kraftigt ökande	Stål, batterier
Koppar	Ja	Ja	Ja	Kraftigt ökande	El, bygg, fordon, elektronik
Grafit	Nej	Nej	Nej	Kraftigt ökande	Batterier, stål, bromsar
Nickel	Nej	Nej	Ja (via stålskrot)	Kraftigt ökande	Stål, batterier, legeringar
Kisel	Nej	Nej	Ja (via stålskrot)	Något ökande	Stål, solceller, elektronik
Volfram	Nej	Nej	Ja (via metall-skrot)	Något ökande	Verktyg, gruvmaskiner
Kobolt	Nej	Nej	Ja	Kraftigt ökande	Batterier, hårdmetall, specialstål
Litium	Nej	Nej	Nej	Kraftigt ökande	Batterier
Magnesium	Nej	Nej	Ja (via legerings-skrot)	Något ökande	Stål, gjuterier, legeringar
Vanadin	Nej	Nej	Ja (via stålskrot)	Något ökande	Stål (höghållfast)
Sällsynta jordartsmetaller (REE)	Nej	Nej	Nej	Ökande	Vindkraft, fordon, elektronik
Niob	Nej	Nej	Ja (via stålskrot)	Ökande	Stål
Titan	Nej	Nej	Ja	Oförändrad	Flyg, försvar, medicin
PGM	Nej	Nej	Ja	Oklart	Fordon, kemi
Germanium	Nej	Nej	Nej	Ökande	IR-optik, fiber
Tantal	Nej	Nej	Ja	Ökande	Elektronik
Antimon	Nej	Nej	Ja	Ökande	Flamskyddsmedel

Generellt sett ser behovet ut att öka för nästan alla CRM inom den svenska industrin samtidigt som den inhemska utvinningen, förädlingen och återvinningen är mycket låg. Åtgärder kommer att behövas på flera områden för att bidra till att tillgodose efterfrågan. Den input som erhölls från referensgruppen till detta uppdrag visade också tydligt att efterfrågan på CRM är stark och stigande inom den svenska industrin. Referensgruppen framhöll att det är nödvändigt att öka återvinning av CRM samt att EU och Sverige främjar hela värdekedjor inhemskt – för att minska importberoendet. Detta innefattar både teknisk utveckling såsom våtkemiska processer för återvinning ur komplexa strömmar och marknadsåtgärder för att göra återvunnet material ekonomiskt attraktivt jämfört med jungfruligt.

3.2 Kritiska råmaterial i aska

I detta kapitel återfinns sammanställd kunskap om CRM i aska från förbränning av avfall och slam.

3.2.1 Askor från avfallsförbränning

Avfall är en komplex mix av många olika material. Detta gör avfall till ett heterogent bränsle som även varierar över tid och skiljer sig från en avfallsförbränningsanläggning till en annan. Dessutom är avfallsförbränningsanläggningar byggda på olika sätt, använder olika gasreningstekniker och olika processer för hantering av aska. Allt detta påverkar askans innehåll. Detta projekt utgår därför från en generell sammansättning i svenska askor.

Aska från avfallsförbränning delas ofta i två kategorier; bottenaska och flygaska. Bottenaskan plockas ut tidigt i pannan och består till stor del av större och tyngre partiklar, såsom sand, glas och metallbitar. Flygaskan är resultat av rökgasrening och består av finkornigt, pulverlikt material som även inkluderar lättflyktiga ämnen. Flygaskan har generellt sett en betydligt högre koncentration av klorider och tungmetaller, då dessa föreningar ofta har en lägre smält- och kokpunkt än övriga föreningar.

En sammanställning av fördelningen av olika grundämnen i aska från avfallsförbränning går att hitta i Bilaga 4. Uppgifterna bygger på statistik från

databasen Allaska[13] (2011) för blandade bränslen med främst hushålls-, industri- och sorterat avfall samt RDF (refuse derived fuel, ett sorterat och processat avfallsbränsle där exempelvis glas, metall och vissa återvinningsbara delar har sorterats bort). Databasen är något föråldrat och inte helt representativ (innehåller relativt få prov och har ingen jämn representation över anläggningar och tekniker). Den ger dock en viss insikt om vilka råmaterial som kan vara värda att återvinna ur baserat på jämförelsen med deras respektive koncentration i jordskorpan (Bilaga 4).

Ytterligare information finns i en studie som gjordes inom Waste Refinery 2013 (Johansson et al., 2013). Även om den är något föråldrad, har den studerat råmaterial från dåvarande lista av CRM. Båda källorna (Bilaga 4 och Johansson et al., 2013) har använts i denna studie för att avgöra vilka CRM som finns i aska från avfallsförbränning, med en viss försiktighet med tanke på att sammansättningen varierar över tid och mellan olika anläggningar.

3.2.1.1 Kritiska råmaterial i aska från avfallsförbränning

Många av de råmaterial som listats som kritiska eller strategiska går att hitta i askan, men är ofta i så pass låga koncentrationer att de inte är värda att försöka återvinna. Exempelvis förväntas beryllium, niob, strontium, vanadin och de flesta av de sällsynta jordartsmetallerna hittas i lägre koncentrationer i askan än vad som går att hitta som en genomsnittlig halt i jordskorpan (se Bilaga 4 och Johansson et al., 2013). Dessa bedöms inte vara lönt att återvinna, förutom möjligtvis om de följer med som en biprodukt vid återvinningen av något annat ämne. Listan med CRM innehåller dessutom ett flertal mineral (kemiska föreningar) som är svåra att återvinna i sin rätta form från askan, exempelvis fältspat, flusspat och baryt. Några CRM förväntas brinna upp, såsom koks och grafit, eller så är de i gasfas, såsom helium. De ämnen som ses som mest relevanta att återvinna ur aska från avfallsförbränning listas nedan.

Aluminium (Al) är ett av de vanligaste grundämnena i jordskorpan och förekommer i många vanliga mineral och bergarter (exempelvis fältspat). Det medför att den vanligtvis hittas i lägre halt i askan än i jordskorpan, men i askan går den också att hitta i metallisk form vilket gör den lättare att återvinna. Aluminium i avfallet går att hitta exempelvis i form av folie, burkar, värmeljus och

[13] Allaska var en databas som skapades av ÅF Process AB för Värmeforsk. Databasen uppdaterades senast 2011 och är inte längre öppet tillgänglig.

diverse andra saker tillverkade helt eller delvis av aluminium (Lassesson et al., 2025 & Riber et al., 2009).

Antimon (Sb) är ett relativt ovanligt grundämne i jordskorpan, men betydligt vanligare i askan. Det hittas ofta högre koncentrationer av antimon i flygaskan än i bottenaskan, vilket troligtvis beror på en låg smält-/kokpunkt. Exempelvis smälter antimontrioxid vid 656 °C, vilket är betydligt lägre än de 850 °C som måste uppnås (minst) vid avfallsförbränning. I flygaskan hittas antimon i koncentrationer omkring 250–1500 mg/kg, ibland ännu mer eller ännu mindre (se Bilaga 4 och Johansson et al., 2013). Den antimon som hittas i avfallet ligger till stor del i plast, särskilt PET, samt i textil och flamskyddade material (Götze et al., 2016). Anledningen att just PET-plast och textil sticker ut med högre halter antimon är att det kvarstår en liten del antimon från produktionen av polymeren PET, vilket är samma polymer som används i textil av polyester. I analyser av svenskt verksamhetsavfall som gick till förbränning hittades bland annat en noterbar, men ej kvantifierad, mängd emballageband av plast, vilka ofta tillverkas av återvunnen PET (Lassesson et al., 2025).

Arsenik (As) har hittats i halter omkring 20–200 mg/kg i aska från avfallsförbränning, vilket är 10–100 gånger högre än halten som går att hitta i genomsnitt i jordskorpan (se Bilaga 4). Arsenik i askan kommer troligen från metallföremål och batterier i avfallet, men även i kattsand och keramik. Det har historiskt även använts vid behandlingen av tryckimpregnerat trä, så kallad CCA (koppar-krom-arsenik), vilket gör att det kan hamna i askan genom förbränning av avfall innehållandes tryckimpregnerat trä. Det har dock varit svårt att avgöra vilket avfall som bidrar mest till de arsenikhalter som går att hitta i askan (Götze et al., 2016 & Riber et al., 2009).

Fosfor (P) finns i halter som överstiger de halter som i genomsnitt finns i jordskorpan, men inte i halter som är i närheten av vad som förväntas vid förbränning av avloppsslam. Den fosfor som ändå kommer till askan från avfallsförbränning kommer troligtvis till stor del från organiskt avfall, såsom matavfall, husdjursavföring och slakteriavfall (Götze et al., 2016 & Riber et al., 2009).

Koppar (Cu) hittas i halter från 0,1 procent upp till några procent, men variationen är stor (se Bilaga 4 och Johansson et al., 2013). Troligtvis påverkas halten kraftigt av bränslets varierande sammansättning, där det ibland kommer högre doser av koppar. Kopparn i askan kommer huvudsakligen ifrån elektronik (bland annat lösa

kablar), batterier, övrig metall samt impregnerat trä (Götze et al., 2016, Lassesson et al., 2025 & Riber et al., 2009). Just elkablar är ett exempel på avfall som inte dyker upp så ofta i avfallet, men när de finns där kommer de ge ett kraftigt tillskott av koppar, vilket kan förklara en del av den variation som syns i olika askprov. Exempelvis hittades i snitt cirka 0,4 procent elavfall i svenskt verksamhetsavfall som gick till förbränning, där det noterades att en stor del av elavfallet var kablar (Lassesson et al., 2025). En annan faktor som påverkar variationen är att vissa prov har samlats in efter metallsortering av bottenaskan och andra prov har samlats in före metallsorteringen. Den största variationen syns i just proven av bottenaska.

Nickel (Ni) och diverse andra legeringsämnen, såsom exempelvis **kobolt (Co)**, **mangan (Mn)** och **kiselmetall (Si)**, kan hittas i låga halter i askan. De hittas bland annat i föremål av metall, just som legeringsämnen (Götze et al., 2016 & Riber et al., 2009). I det svenska verksamhetsavfallet som gick till förbränning utgjordes cirka 2,7 procent av metall. Det är svårt att avgöra hur mycket av den metallen som utgjordes av legerad metall, men den största underfraktionen var så kallad övrig metall vilket bland annat inkluderar varor av rostfritt stål men även en del av den aluminium och koppar och troligtvis även arsenik som nämnts här ovan (Lassesson et al., 2015).

3.2.1.2 Hantering av bottenaska från avfallsförbränning

Bottenaskan som kommer ut från en avfallsförbränningsanläggning innehåller omkring 10 procent metaller som går att separera med hjälp av mekaniska metoder, på liknande sätt som vid sortering av metallskrot. Ferromagnetiska metaller, såsom järn och flera typer av stål, går att sortera ut med hjälp av magneter. Icke-ferromagnetiska metaller, såsom aluminium och koppar, går att sortera ut med hjälp av virvelströmsseparatorer som använder ett snabbt varierande magnetfält för att skapa ett motsatt magnetfält i de ledande metallerna som gör att de metallerna skjuts i väg. Vissa metaller, såsom rostfritt stål med hög nickelhalt, är dock svåra att separera med dessa vanliga separationsmetoder och kan kräva någon sensorbaserad teknik för att kunna separeras fullt ut. Sådana sensorer kan exempelvis använda induktion eller röntgenstrålar för att hitta metaller som inte sorterats med vare sig magneter eller virvelströmsseparatorer. För att få sorteringen att fungera effektivt kan det vara lämpligt att storleksseparera materialet med hjälp av siktar. Sorteringmetoder som nämnts ovan kan då köras på olika storleksordningar av materialet. Det är svårt att optimera en sorteringsmaskin som ska kunna sortera ut både stora och små metallbitar samtidigt. Det är lättare att optimera en maskin för att sortera stora

bitar och en annan för att sortera de små bitarna (Allegrini et al., 2014, Huber, 2020).

När bottenaskan har gått igenom hela sorteringsprocessen och metallbitarna har sorterats ut återstår ett restmaterial som får ligga och åldras ett tag. Under lagringstiden binds koldioxid till materialet genom karbonatisering. Karbonatiseringen i kombination med andra processer hjälper till att stabilisera materialet. Efter det återstår ett så kallat slaggrus, som kan användas som konstruktionsmaterial. En viktig del i att få ekonomin i en sådan sortering är att hålla nere kostnaden för hanteringen av slaggruset. Kostnaden för att använda det som konstruktionsmaterial är mycket lägre än att deponera materialet. En viktig del i optimeringen av en sorteringsanläggning ligger alltså i att få en restprodukt som går att använda.

Ett par faktorer som kan påverka den potentiella återvinningen av metaller ur bottenaskan är exempelvis:

- Graden av agglomerering, det vill säga hur mycket övrigt material som fastnar på metallbitarna

- Graden av oxidering, det vill säga hur mycket metallbitarna hinner oxideras innan de sorteras.

I svenska avfallsförbränningsanläggningar är det vanligast att kyla ner bottenaskan med hjälp av vatten, så kallad våt slaggutmatning. Det leder till agglomeration, att materialet klibbar ihop i större klumpar. Även torr slaggutmatning har en del agglomeration, men inte i lika hög utsträckning (Kjellberg, 2024, Allegrini et al., 2014). Den våta slaggutmatningen har dock sina fördelar (som inte beskrivs här) och det är inte lätt att ändra på de system som redan är byggda. Det går också att avhjälpa agglomereringen genom att krossa materialet i efterhand. Det frigör metallbitarna, men skapar också ett mer finkornigt restmaterial som har andra egenskaper än det slaggrus som används som konstruktionsmaterial i dagsläget. Utan någon avsättning, kommer slaggruset behöva deponeras, vilket kommer kraftigt öka de totala kostnaderna för hantering av bottenaska.

Graden av oxidering påverkas bland annat av den tid som går från utmatning från pannan till sorteringen (Huber, 2020). Det är lämpligt om materialet lagras en liten tid men om materialet får ligga för länge, exempelvis om åldringsprocessen får ske innan sorteringen, kommer en del av metallbitarna oxideras och blir inte längre möjliga att återvinna från bottenaskan. Det har under den här studien inte hittats

några nackdelar med att vänta med huvuddelen av åldringsprocessen till efter metallsorteringen, förutom att det kan vara besvärligt med logistiken.

Det finns i dagsläget minst tre stationära sorteringsanläggningar för bottenaska. Den ena står vid en avfallsförbränningsanläggning som har sin egen sorteringsanläggning. De har god möjlighet att optimera anläggningen för den aska som de själva producerar och de har också god möjlighet att finslipa logistiken så att askan sorteras innan den har fått vänta för länge. Övriga stationära anläggningar tar emot bottenaska från ett flertal olika förbränningsanläggningar. De har också god möjlighet att optimera anläggningen för god sortering, även om det kan finnas variationer i hur askan ser ut från olika anläggningar. En av de stationära anläggningarna är som sagt anpassad för just en sådan variation, nämligen bottenaska från fluidbäddspannor som har en hög andel finkornig sand från bäddmaterialet. Då dessa stationära anläggningar hanterar aska från flera förbränningsanläggningar ökar sannolikheten att vissa askor kommer vänta lite längre än andra, vilket i så fall ökar graden av oxidation av metaller. Övriga avfallsförbränningsanläggningar i Sverige använder sig av mobila anläggningar som kommer till deras anläggning under vissa perioder. Detta sker exempelvis vid förbränningsanläggningar som har långt till en stationär anläggning. Lönsamheten med att sortera askan försvinner snabbt om askan måste transporteras långa sträckor. De mobila anläggningarna påverkas av ekonomin i att transportera många sorteringssteg, vilket kan leda till att de i lägre grad optimeras för maximerad återvinning av metaller. Användningen av mobila anläggningar leder också till att askan får ligga och vänta innan den kan sorteras, vilket leder till mer oxidation. Båda dessa faktorer kan leda till lägre återvinningsgrad.

3.2.1.3 Potential för återvinning av kritiska råmaterial ur bottenaska från avfallsförbränning

Hur mycket som sorteras ut från bottenaskan kan variera mycket från en förbränningsanläggning till en annan, men också över tid från en och samma förbränningsanläggning (Kjellberg, 2024). Det är därför svårt att avgöra potentialen för återvinning av CRM från bottenaska utifrån de data som har samlats in under intervjuerna. En grov uppskattning gjordes i en tidigare studie som tittade på klimatnyttan med att använda slaggrus (Fråne & Johansson, 2021) där det, utifrån litteraturstudier, estimerades att utsorteringen från ett ton bottenaska i en stationär sorteringsanläggning var ungefär; 51 kg järnskrot, 46 kg icke-magnetiska material och 3 kg organisk rest. Den organiska resten är oförbrända delar som skickas tillbaka till förbränningen. Järnskrotet antas innehålla endast låga halter CRM. Det icke-magnetiska materialet består till hälften av smuts eller slaggrester, vilket

sorteras bort från metallerna vid en efterföljande upparbetning. Upparbetningen sker oftast utanför Sverige, men inom EU, vilket till viss del kan bero på att det går att utnyttja dessa slaggrester från upparbetningen som konstruktionsmaterial i de länderna. De icke-magnetiska metaller som kommer ut från förädlingen antas således väga 23 kg (per ton bottenaska) och består av; 70 procent aluminium, 12 procent mässing, 7 procent koppar, 5 procent zink, 5 procent rostfritt och 1 procent bly. Potentialen att återvinna CRM från 1 ton bottenaska bedöms vara 16 kg aluminium, 3 kg koppar och 0,1 kg nickel, baserat på att mässing innehåller 53 procent koppar och rostfritt stål innehåller 8 procent nickel. Det är vid en stationär sorteringsanläggning, som är anpassad för att ta ut så mycket metall som möjligt utan att förstöra möjligheten att använda slaggruset som konstruktionsmaterial.

De mobila anläggningarna kommer troligtvis ge en lägre återvinningsgrad, men den återvinningsgraden beror till stor del på hur avancerad sorteringen är, hur många sorteringssteg som inkluderas. Estimeringen i studien av klimatnyttan med slaggrus (Fråne & Johansson, 2021) säger att det återvinns 24 kg icke-magnetiskt material per ton slaggrus i en mobil anläggning, vilket kan jämföras med 46 kg från en stationär anläggning. Skillnaden mellan dessa två estimeringar, med 50 procent smuts och slaggrester, skulle innebära att den stationära anläggningen sorterar ut cirka 11 kg mer icke-magnetiska metaller (där huvuddelen av CRM är). Det är troligtvis en skattning som är baserad på en relativt enkel mobil anläggning, vilket medför en stor skillnad mellan stationära och mobila anläggningar. Det borde gå att få ut betydligt mer även i de mobila anläggningarna, vilket exempelvis syns i studien (Dacklin et al., 2025) där skillnaden mellan en stationär anläggning och en mobil anläggning var cirka 4 kg per ton bottenaska. Återvinningsgraden vid mobila anläggningar kan således variera och det är svårt att uppskatta en faktisk potential på nationell nivå.

Samma studie (Dacklin et al., 2025) visar också att det finns en extra potential som skulle kunna uppnås om sorteringen av metaller från bottenaska verkligen maximeras, även från en stationär anläggning. De data som syns i studien, kombinerat med samma antaganden om mässing och rostfritt stål som nämndes här ovan, tyder på att en maximering skulle kunna ge cirka 3 kg aluminium, 0,5 kg koppar och 0,1 kg nickel extra. Dessa mängder är alltså utöver de 16, 3 och 0,1 kg aluminium, koppar och nickel som förväntas komma ut från en stationär sorteringsanläggning i dagsläget. Det kommer dock resultera i en restfraktion som troligtvis måste deponeras, om det inte tillkommer någon ny lösning för restfraktionen.

Som synes av resonemanget här ovan så ligger det med en hel del osäkerheter som gör det svårt att exakt avgöra hur mycket mer kritiska metaller som går att återvinna från bottenaskan. För att ändå göra en ungefärlig skattning av mängden på nationell nivå görs här några antaganden. Ett första antagande är att cirka hälften av bottenaskan i Sverige, alltså cirka 0,5 miljoner ton/år, använder en sortering som skulle kunna uppgraderas till att kunna återvinna 4 kg mer icke-magnetiskt material per ton bottenaska. Utifrån de antaganden som gjorts ovan för sammansättningen av dessa icke-magnetiska material fås då att det på nationell nivå går att öka återvinningen med cirka 1 400 ton aluminium, 300 ton koppar och 10 ton nickel. Det motsvarar alltså att gå från en relativt avancerad mobil anläggning till en mycket avancerad stationär anläggning, men utan att förstöra möjligheten att använda slaggruset som konstruktionsmaterial.

Om det skulle sättas krav som innebär en maximerad återvinning för all bottenaska i Sverige, cirka 1 miljon ton/år, så skulle det motsvara ytterligare 3 000 ton aluminium, 500 ton koppar och 10 kg nickel. Men det kommer troligtvis leda till en betydligt dyrare deponilösning.

3.2.1.4 Hantering av flygaska från avfallsförbränning

Flygaskan från avfallsförbränning innehåller en stor andel lättlösliga salter, vilket gör att den behöver behandlas innan den kan deponeras (eller användas på något annat sätt). Förutsättningarna för att hantera askan påverkas bland annat av utformningen av den förbränningsanläggning där askan bildas. De flesta anläggningar i Sverige som förbränner avfall har en torr eller semitorr rökgasrening, vilket innebär att sura gaser (såsom svaveloxider och väteklorid) i rökgaserna fångas upp med hjälp av kalk som sprutas in i rökgassystemet. Kalken reagerar då med de sura gaserna och bildar bland annat kalciumklorid som fångas in i filtret ihop med flygaskan. Vid ett fåtal förbränningsanläggningar används i stället våt rökgasrening, där de sura gaserna fångas in med hjälp av vatten och bildar då syror (bland annat saltsyra) som måste neutraliseras.

Vid en av de förbränningsanläggningar som har en våt rökgasrening utnyttjas saltsyran från rökgasreningen för att laka ut bland annat zink från flygaskan (Petterson et al., 2013, Karlfeldt Fedje & Andersson, 2020 & Renova 2023). Då lakas även de lättlösliga salterna ut. Anläggningen ligger i närheten av ett hav och har därför tillstånd att släppa ut vanliga salter i havet med det för övrigt renade vattnet. De urlakade metallerna, där zink är den viktigaste komponenten, fälls ut som ett hydroxidslam som skickas vidare till en anläggning som kan förädla slammet innan det till slut kan skickas vidare till ett zinksmältverk. Zink räknas

inte som ett kritiskt råmaterial, men små mängder CRM i form av koppar, kobolt, mangan och magnesium lakas också ut. Om de kommer till en funktionell återvinning som innebär att de kan ersätta jungfruliga råmaterial är dock osäkert i nuläget. Processen är dessutom anpassad för att få fram en zinkprodukt som innehåller framför allt just zink. Anläggningar i Schweiz som använder en liknande teknik lyckas få ut en större del CRM i form av bland annat koppar (AIK Technik AG, 2025, Fellner et al., 2015 & Weibel et al., 2021). I den processen inkluderas dock fler reaktionssteg och fler kemikalier har tillsatts i form av bland annat väteperoxid och eventuellt ytterligare saltsyra (utöver det som var tillgängligt från rökgasreningen). Det är i dagsläget oklart hur mycket mer som går att få ut från den svenska flygaskan om processen maximerar mängden CRM. Det kommer krävas ytterligare tester för att få fram dessa resultat.

För de anläggningar som inte har en våt rökgasrening blir det svårare att återvinna zink och andra metaller, då de inte har samma tillgång till en egen saltsyra. För att hantera flygaskan från en anläggning med torr rökgasrening kommer dessutom krävas betydligt mer syra, då det har tillsatts kalk i rökgasreningen. Dessa askor lämpar sig bättre för en anläggning som tvättar askan med vatten, likt den som har byggts på Högbytorp. Där utnyttjas lakvattnet från den närliggande deponin för att tvätta askan och då löses saltet upp. I den processen separeras kalciumklorid, kaliumklorid och natriumklorid från varandra. Den anläggningen ligger inte i närheten av ett hav där det är okej att släppa ut salt. Inget av de salter som återvinns räknas som kritiskt råmaterial. I processen fås även en fällning av tungmetaller som eventuellt innehåller en liten del CRM, men det är i ytterst små mängder och den kommer troligtvis inte skickas vidare till någon ytterligare raffinering. Det har inte undersökts närmare hur pass mycket av exempelvis magnesiumklorid som skulle kunna återvinnas. Det kommer krävas ytterligare tester för att få fram sådana resultat.

3.2.1.5 Potential för återvinning av kritiska råmaterial ur flygaska från avfallsförbränning

Som det nämndes ovan är det svårt att ge en säker skattning av potential på nationell nivå för återvinning av CRM ur flygaska från avfallsförbränning. Men i ett försök att ändå göra en skattning ställs det upp ett teoretiskt scenario här nedan.

Ett första antagande i detta teoretiska scenario är att två anläggningar med våt rökgasrening kan bygga och anpassa varsin återvinningsprocess med syralakning, där extra kemikalier tillsätts i linje med schweiziska anläggningar. Dessa återvinningsanläggningar antas hantera cirka 13 000 ton flygaska vardera per år,

vilket är i linje med vad som beskrivs av Pettersson et al. (2013). Det ser ut att vara rimligt att anta att det går att laka ut cirka hälften av den koppar som ligger i askan, om processen anpassas i stil med vad Weibel et al. (2021) beskriver. Det är också rimligt att anta att anläggningarna har cirka 0,2 procent koppar i flygaskan (Johansson et al., 2013). Dessa verk skulle i så fall tillsammans kunna återvinna 26 ton koppar per år. Som jämförelse skulle samma verk tillsammans kunna återvinna omkring 800 ton zink per år, utan några dyra extra kemikalier och extra processteg (Pettersson et al., 2013).

Ett andra antagande i det teoretiska scenariot är att övrig flygaska hanteras av två centraliserade asktvättar likt den som byggts på Högbytorp med ett extra steg som även återvinner magnesiumklorid. Dessa två anläggningar borde kunna hantera totalt 150 000 ton flygaska vardera. Utifrån Bilaga 4 och Johansson et al. (2013) går det att utläsa att flygaskan troligtvis innehåller cirka 2 procent magnesium. Ett rimligt antagande skulle kunna vara att cirka hälften av det går att laka ut som ett salt, men det kan tänkas att det krävs en tillsatts av syra för att nå upp till så hög utlakning. Ett sådant scenario skulle i så fall kunna bidra med omkring 3 000 ton magnesium från svensk flygaska, vilket skulle motsvara lite drygt 10 000 ton magnesiumsalt i form av magnesiumklorid. Som jämförelse återvinner anläggningen i Högbytorp cirka 200 kg salt per ton flygaska redan i dagsläget, utan separation av magnesiumklorid och utan tillsats av syra, vilket skulle motsvara 60 000 ton salt per år om det skedde vid två anläggningar (som i det teoretiska scenariot). Det är också värt att påpeka att det har sökts efter litteratur som visar på potentialen för utlakning (och separering) av magnesiumsalter ur flygaska med hjälp av vatten, men det hittades inte några relevanta resultat. Denna potential för utvinning av magnesium ska därmed ses som ett rent hypotetiskt scenario.

3.2.2 Aska från förbränning av avloppsslam

Avloppsslam kan förbrännas antingen ihop med annat material, så kallad samförbränning, eller ensamt utan några övriga bränslen, så kallad monoförbränning. Askan från samförbränning av slam, ihop med annat material, behandlas dock inte i denna studie.

När det kommer till avloppsslam är det framför allt ett kritiskt råmaterial som ligger i fokus, nämligen fosfor. Slammet och askan innehåller även en del aluminium, som ibland kommer från de fällningskemikalier som används för att fånga in fosfor i reningsverken. För att det ska vara ekonomiskt lönsamt att återvinna fosfor ur aska bör halten fosfor i askan vara så hög som möjligt (Krister

Hagström, personlig kommunikation, 12 juni 2023). Det uppnås genom monoförbränning, som idag inte sker i Sverige, men planeras för framtiden.

Även om det inte sker någon monoförbränning av avloppsslam i Sverige håller det ändå på att byggas en anläggning för att återvinna fosfor ur askan från monoförbränning av avloppsslam. Den askan kommer alltså importeras, i alla fall tills det byggs lämpliga förbränningsanläggningar i Sverige. Anläggningen ska kunna hantera 30 000 ton aska per år och ska kunna återvinna en stor andel av fosforn till kalciumfosfat. Det är sagt att det ska produceras 15 000 ton kalciumfosfat per år, där fosforhalten ska motsvara 85 procent av TSP (tripple superphosphate). Omräknat till ren fosfor motsvarar det omkring 2 500 ton fosfor per år. Anläggningen har också potential att återvinna aluminium i form av aluminiumhydroxid eller natriumaluminat och järn i form av järnklorid (Krister Hagström, personlig kommunikation, 12 juni 2023). Både järn och aluminium kan på så vis återvinnas till kemikalier som går att exempelvis omvandla till (eller användas direkt som) fällningskemikalier. Det är lite oklart exakt hur mycket järn och aluminium som kommer återvinnas på det sättet då det påverkas av prisläget för bland annat fällningskemikalier. Om återvinningen maximeras går det att få ut aluminium motsvarande cirka 5 000 ton aluminiumhydroxid (Krister Hagström, personlig kommunikation, 12 juni 2023 & Anders Kihl, personlig kommunikation, 11 september 2025).

Precis som vid avfallsförbränning kommer det bildas olika former av aska, som kan delas upp i kategorierna bottenaska och flygaska. Båda typerna av aska kommer troligtvis ha en likartad koncentration av fosfor, men flygaskan kommer ha en högre koncentration av tungmetaller. Koncentrationen av tungmetaller i flygaskan kommer inte vara lika hög som i den flygaska som kommer från avfallsförbränning, men i båda fallen kommer tungmetallerna koncentreras dit på grund av att de har högre tendens att bilda flyktiga föreningar med låg smält- och kokpunkt. Dessa tungmetaller kan eventuellt påverka ekonomin i återvinningsprocessen. Anläggningen som håller på att byggas för fosforåtervinning har ett processteg som fäller ut tungmetaller, så att de inte hamnar i slutprodukten, men ökade halter av tungmetaller kommer troligtvis öka kostnaden för det processteget. Bland de metaller som kommer ut i det processteget finns ytterst liten mängd CRM och de kommer troligtvis inte gå till någon vidare raffinering (Krister Hagström, personlig kommunikation, 12 juni 2023 & Anders Kihl, personlig kommunikation, 11 september 2025).

3.2.2.1 Potential för återvinning av kritiska råmaterial ur aska från slamförbränning

Potentialen kommer till största delen bero på antalet anläggningar som byggs för att förbränna avloppsslam och återvinna fosfor ur askan. Som det nämndes i stycket ovan är potentialen för en anläggning som hanterar 30 000 ton aska per år cirka 2 500 ton fosfor per år, om fosforhalten i askan är tillräckligt hög. Om aluminiumhydroxiden eller natriumaluminaten räknas om till ren aluminium motsvarar en maximerad återvinning lite mer än 1 500 ton aluminium per år. Två anläggningar kan återvinna dubbelt så mycket. Det behöver inte vara endast slam som förbränns för att processen för återvinning av fosfor ska vara värd att använda. Det fungerar även med andra bränslen som är rika på fosfor. Den totala potentialen kommer till stor del bero på mängden slam (och annat fosforrikt bränsle) som går till monoförbränning. I dagsläget sprids en stor del av slammet direkt på åkrar, vilket medför att fosforn återgår till jordbruket även där.

3.2.3 Input från referensgruppen

3.2.3.1 Input kring återvinning av kritiska råmaterial från aska

Askor från förbränningsprocesser (avfallsförbränning och slamförbränning) betraktas som en potentiell sekundär källa till vissa CRM. Avfallsflygaska och bottenaska kan innehålla metaller och mineraler, och aska från mono-förbränt avloppsslam är särskilt rik på fosfor. Under referensgruppsmötet presenterade projektgruppen vilka CRM som fokus har legat på med avseende på vad som kan återvinnas ur askor och vilka tekniska processer som krävs för detta. Nedan sammanfattas de viktigaste synpunkterna från referensgruppen:

Fosfor ur slamaska: Fosfor är det tydligaste exemplet där askåtervinning är aktuellt. När avloppsslam förbränns koncentreras fosfor i askan, vilket teoretiskt kan ersätta fosfor i mineralgödsel. För att fosforaska ska vara lämplig för återvinning krävs mono-förbränning av slam (separat förbränning av enbart avloppsslam) så att askan inte är utblandad med annat avfall. I Sverige finns idag ingen sådan anläggning. I Borås samförbränns slam med hushållsavfall, men den resulterande blandaskan innehåller för höga halter av metaller för att fosforprodukten ska kunna användas. Slamförbränning är främst aktuellt när annat nyttjande av slam (t.ex. spridning på åkermark) inte är möjligt på grund av kvalitet eller geografiskt avstånd. Storskaliga anläggningar behövs för ekonomi –

erfarenheter pekar på att underlag motsvarande 0,5 - 1 miljon invånare krävs för lönsamhet i en mono-förbränningsanläggning. I EU finns några exempel, och ett aktuellt projekt är att nyttja slamaska från Köpenhamn i en kommande anläggning i Helsingborg. En stor utmaning är att återvunnen fosfor från askan är dyr i jämförelse med konventionell fosfor. Höga investeringskostnader för förbränningsanläggningar och efterföljande kemiska processer, i kombination med relativt små mängder återvinningsbar fosfor per anläggning, gör affärsmodellen svår utan antingen stordrift eller premiummarknader.

Andra material i askor: Askor från avfallsförbränning innehåller en blandning av metaller (t.ex. koppar, zink, bly) och även små mängder av vissa andra CRM utöver koppar. Bioaskor (aska från biobränslen) kan innehålla t.ex. kisel, mangan, koppar och litium. Idag används bottenaska från avfallsförbränning ofta som konstruktionsmaterial på deponier, vilket innebär att dessa potentiella resurser i form av exempelvis CRM inte tas tillvara. Projektet lyfter att denna outnyttjade resurs skulle kunna utnyttjas bättre. Utmaningen är att koncentrationerna av varje enskilt kritiskt ämne ofta är låga, vilket gör återvinning tekniskt och ekonomiskt svårt. För metallåtervinning ur askor används ofta våtkemiska metoder (syralakning och extraktion) för att återvinna metallerna ur askmatrisen. Alternativt kan termiska processer (t.ex. smältning, förgasning) användas för att separera metaller, men dessa är energikrävande och kan leda till att vissa element går förlorade (förångas eller fastnar i slagg). Notera att förbränning som process är destruktiv – element som kol (grafit) brinner upp, och vissa metaller kan oxidera eller spridas i olika askfraktioner.

Hur mycket kan återvinnas? En central fråga är den potentiella mängden CRM som kan återvinnas ur askor, i relation till andra källor. En tidig (och mycket grov) uppskattning som tagits fram av projektgruppen är att ca 1000 ton koppar per år skulle kunna återvinnas ur avfallsbottenaskor (baserat på cirka 0,1 procent koppar i cirka 1 miljon ton bottenaska), vilket kan jämföras med t.ex. omkring 200 000 ton koppar årligen i ett enskilt primärsmältverk (Boliden Rönnskär). Detta illustrerar att återvinning ur aska i dagsläget bara kan bidra med små mängder jämfört med traditionell gruv- och smältverksproduktion. Små volymer i spridda avfallsströmmar försvårar lönsam återvinning – det är helt enkelt svårt att få ekonomi i processer där insatsmaterialet är begränsat eller utspritt geografiskt.

Ekonomiska och logistiska hinder: För att få ekonomi i askåtervinning krävs antingen centraliserade lösningar eller innovativa, flexibla processer. Storskalighet kan ge lönsamhet (t.ex. ett fåtal stora anläggningar i landet/regionen), men innebär

att aska måste transporteras från många källor till dessa. Alternativt kan det finnas flera små, mobila anläggningar nära avfallsproducenterna. Hantering av restfraktioner (rejekt) är en annan kritisk fråga eftersom att när vissa värdefulla komponenter tas ut ur askan förändras askans egenskaper. Kvarvarande material kan få högre halt av föroreningar och betraktas som farligt avfall, vilket kan medföra ökade behandlingskostnader. Om för mycket av de nyttiga ämnena plockas ut kan askan också tappa möjlig avsättning (t.ex. som konstruktionsmaterial). Därför måste återvinningsprocesser designas så att rejektet antingen kan deponeras till en rimlig kostnad eller komma till nytta på annat vis. Ytterligare ett hinder är ojämna kostnadsvillkor där exempelvis avfallssektorn belastas av deponiskatt, medan gruvindustrins restprodukter inte har motsvarande kostnader. Sådana skillnader kan hämma konkurrenskraften för återvinning ur avfall. Slutligen spelar regler och standarder roll där det behövs harmonisering inom EU.

Möjliga vägar framåt: Trots utmaningarna finns möjligheter att öka återvinningen ur askor. En strategi är att optimera avfallsflödena uppströms och att i en högre utsträckning sortera ut värdefulla komponenter innan förbränning. Då kan askans kvalitet förbättras och vissa metaller kan återvinnas enklare direkt. Tekniska innovationer som nämns inkluderar ökad användning av våtkemiska processer för att bättre och mer selektivt kunna återvinna CRM ur askor. Värt att notera är att andra sekundära källor utanför askorna – till exempel stoft och slagg från metallindustrin eller gruvindustriella biprodukter (sandmagasin, anrikningssand) kan innehålla betydligt större mängder av CRM.

För att öka återvinningen av CRM krävs styrmedel som adresserar hela värdekedjan – från produktdesign och insamling, via återvinningsprocesser, till marknadsanvändning av återvunnet material. En genomgående synpunkt är att man måste se helheten och undvika att låsa fast sig vid en enda teknik eller väg framåt. Styrmedel bör vara teknikneutrala i den mån det går och fokusera på målen (ökad återvinning, substituering av primärmaterial) utan att skapa inlåsningseffekter som kan hindra framtida innovation.

Sammanfattningsvis är återvinning av CRM ur askor tekniskt möjlig för vissa ämnen (främst fosfor, och i viss mån utvalda metaller), men möter betydande skal- och lönsamhetsproblem. Hög initial investering, små volymer per enhet, samt krav på rent material (t.ex. separat slamförbränning) är hinder som få aktörer hittills övervunnit. För att detta område ska ta fart krävs å ena sidan tekniska förbättringar

och nischade lösningar, och å andra sidan stödjande ekonomiska och regulatoriska förutsättningar.

3.3 Styrmedel för ökad återvinning från askor

I detta avsnitt diskuteras möjliga styrmedel för ökad återvinning från askor. Inledningsvis diskuteras åtgärder för återvinning som kan vidtas uppströms förbränningen, sedan identifieras de behov av styrmedel som finns utifrån potentialen för återvinning från askor. Slutligen analyseras och föreslås några tänkbara styrmedel som kan riktas mot hanteringen av askor.

3.3.1 Uppströmsåtgärder

Många av de CRM som hamnar i askan kommer från material som är återvinningsbara redan innan de går till förbränning. Här har uppströmsåtgärder stor betydelse för att minska mängden CRM i askan. Elektronik och annat avfall som helt eller delvis består av metall och som inte sorterats ut i avfallsledet bidrar till en stor del av den aluminium, koppar och nickel som hittas i askan från förbränning av restavfall. Att fånga in CRM i elektronikavfall och avfall av metall genom bättre insamling och utsortering innan det går till förbränning skulle ge återvunna material i ett renare skick som leder till en råvara som industrin faktiskt efterfrågar. Uppströmsåtgärder som utveckling av producentansvaret för elektroniska produkter, pantsystemet för aluminiumburkar och förbättrad separat insamling av övrigt metallavfall, liksom designåtgärder där dessa metaller byts ut eller görs lätt demonterbara, kan bidra till att minska mängden aluminium, koppar och nickel i askan från förbränning av restavfall.

En kritisk råvara som hittas i relativt höga koncentrationer i askan, men som inte har sitt ursprung i metalliska material, är antimon. Den har i stället återfunnits i framför allt plast och textil. När det beslutade producentansvaret för textil och en fungerande återvinning väl kommer på plats kan antas att flödet av textil till förbränning minskar. När det gäller plasten är det framför allt PET som innehåller antimon. I plockanalyser av svenskt verksamhetsavfall (Lassesson et al., 2025) har det hittats stora mängder emballeringsband, som ofta är tillverkade av återvunnen PET från exempelvis färgade plastflaskor. Det pågår arbete som kan minska PET i det brännbara avfallet, exempelvis genom införande av kvotplikt i dryckesförpackningar, men även specifika insatser för att minska felsorteringen av emballageband skulle kunna bidra till ökad PET-återvinning. En kvalitativ återvinning av PET, som kan minska behovet av primär PET-framställning, kan

bidra till en minskad användning av primär antimon. Hur stor påverkan som uppströms åtgärder kan ha utifrån det arbete som pågår eller kan initieras i Sverige ligger utanför ramen för denna studie.

3.3.2 Behov av styrmedel för återvinning ur askor

Kartläggningen och aktörernas inspel visar att det finns viss potential att återvinna mer metall ur bottenaska från avfallsförbränning. Det görs redan i relativt hög utsträckning då det är en lönsam affär att återvinna och sälja metallerna. Den vinsten kan komma att minska om det sätts in fungerande styrmedel för materialet uppströms, innan förbränning. Återvinningen sker också olika effektivt vid olika förbränningsanläggningar. En god nivå på den mekaniska återvinningen ur bottenaskan vid alla förbränningsanläggningar i Sverige bedöms möjliggöra mer än 1 000 ton mer av kritiska metaller (aluminium, koppar och nickel) från bottenaska (se avsnitt 3.2.1.3). Även om uppströmsåtgärder kan minska mängderna något kommer en hel del aluminium, koppar och nickel troligtvis fortsätta finnas i bottenaskan. Det är därför relevant att diskutera direkta styrmedel för att uppnå en god nivå på den mekaniska återvinningen ur bottenaskan vid alla förbränningsanläggningar.

Det finns en stor diskussion kring potentialen att återvinna mer CRM ur bottenaskan om denna finfördelas. Här är dock utmaningen att hanteringen av rejektmaterialet blir svårare då ett finfördelat material inte kan användas för konstruktion på deponier på det sätt som görs idag. Tillgängligheten till ökad återvinning av CRM genom att finfördela rejektmaterial bedöms som mindre än om den mekaniska återvinningen från bottenaskan förbättras. Därför bedöms behovet av styrmedel för att potentiellt öka återvinningen av CRM ur rejektmaterial efter finfördelning i första hand vara fortsatt stöd till FoU som kan leda till innovation också i förhållande till hantering av rejektmaterialet. Det bedöms utifrån detta inte relevant att diskutera hur en enskild kostnad som deponiskatt påverkar förutsättningarna för ökad återvinning av CRM ur askor. Ett bredare perspektiv kan tas i det uppdrag som Regeringen nyligen gett Naturvårdsverket och Skatteverket om en översyn och analys av deponiskattens utformning för att säkerställa att den på ett effektivt sätt styr mot en cirkulär ekonomi (Regeringen, 2025).

Kartläggningen och aktörernas inspel ovan visar även att det finns viss potential i att återvinna CRM ur flygaska, men det handlar om mindre mängder än i bottenaskan och det ser ut att krävas insatser som ännu inte testats annat än i

labbskala i Sverige. Processerna vid hantering av flygaska skiljer sig väsentligt åt från en anläggning till en annan. Det finns ingen teknik som i dagsläget ser ut att vara kostnadseffektiv för att återvinna CRM ur flygaska från någon av de svenska avfallsförbränningsanläggningarna. Det har forskats en hel del på ämnet i labbskala, vilket har visat att det är tekniskt möjligt att återvinna CRM. Det finns också anläggningar utanför EU där återvinning sker i full skala. Det saknas dock större studier i pilot- och demonstrationsskala som testar fullskalig återvinning på svensk flygaska. Behovet av styrmedel bedöms därför i första hand bestå i att vidareutveckla och testa behandlingstekniker i svenska förhållanden.

Slutligen visar kartläggningen och aktörernas inspel ovan att det finns en god potential att återvinna fosfor ur aska från förbränning av avloppsslam. Eventuellt kan även aluminium återvinnas i viss mån. Till skillnad från fallen med bottenaska och flygaska, där kostnaden för rejekthanteringen starkt påverkar designen av processerna, är det för fosforåtervinning ur monoförbränning av avloppsslam det ekonomiska värdet på den fosfor man får ut som styr. Det ser också ut att kunna vara lönsamt med denna återvinning i Sverige beroende på vilket pris som kan sättas på den återvunna fosforn. Detta beror i sin tur på vilket pris, och med vilka regler, som primär mineralgödsel kan importeras. De höjda tullarna för import av mineralgödsel från Ryssland kan exempelvis påverka priset. Ett stimulerande styrmedel som diskuteras är kvotplikt för inblandning av återvunnen fosfor i mineralgödselfosfor (Statens offentliga utredningar, 2021). Detta är dock bara möjligt för Sverige att verka för på EU-nivå. Något specifikt nationellt styrmedel för att öka återvinningen av fosfor ur aska från slamförbränning framstår inte som relevant i dagsläget. Fokus bör vara att nyttiggöra fosfor i avloppsslam brett och inte begränsa det till återvinning enbart genom förbränning.

3.3.3 Möjliga styrmedel för ökad återvinning ur bottenaska från avfallsförbränning

Ovan bedömdes det finnas behov av styrmedel för att nå en tekniskt optimal mekanisk CRM-återvinning ur bottenaska vid alla svenska avfallsförbrännings-anläggningar. Att eftersorteringsmöjligheterna skiljer sig mellan olika anläggningar tyder på att aktörerna bedömer lönsamheten olika utifrån deras förutsättningar. Generella styrmedel som höjer marknadspriset på återvunna CRM kan naturligtvis leda till att aktörerna bedömer det annorlunda och eftersortering etableras vid alla anläggningar, men troligen kommer ett generellt styrmedel i första hand gynna ökad återvinning i uppströms flöden där potentialen kan vara större/billigare (se ovan). I linje med fokuset för denna rapport föreslås här därför

styrmedel som i stället riktar sig till återvinning från just aska. Två alternativ föreslås:

Antingen utformas en regel/praxisändring innebärande; 1) att alla avfalls-förbränningsanläggningar krävs att etablera en tekniskt optimal mekanisk utsortering, eller så 2) ges ekonomiska stimulanser som gör det tillräckligt lönsamt för aktörer att etablera utsorteringsanläggningar vid alla avfallsförbränningsanläggningar.

1) De svenska avfallsförbränningsanläggningarna har idag individuella tillstånd med krav på miljöhänsyn som inkluderar resurseffektivitet i sitt krav på bästa möjliga teknik (2 kap. 3 § Miljöbalken). Som bas för kravnivån finns EU:s industriutsläppsdirektiv och de så kallade BAT-slutsatser som definierar bästa tillgängliga teknik där utsortering av metaller från bottensaska omfattas av BAT 36 d) i BAT-slutsatserna för avfallsförbränning (EU-kommissionen, 2019). Här sägs att en, utifrån riskanalys av hantering av farliga ämnen, lämplig kombination av tekniker ska användas för att öka resurseffektiviteten och som specifika tekniker för återvinning av metaller anges separation genom magnetism, virvelström och induktion. Med nuvarande reglering är det upp till tillsynsmyndigheten att tolka om den enskilda avfallsförbrännings-anläggningen använder lämplig teknik för att sortera ut metaller ur bottenaskan (Naturvårdsverket, 2025). För det fall att en bättre sorteringsmöjlighet ses som rimlig kan tillsynsmyndigheten agera, men det beror på hur saken regleras i det gällande tillståndet då BAT-slutsatser utan utsläppsvärde inte automatiskt bryter igenom rättskraften till anläggningens tillstånd. Inom ramen för denna studie har det inte varit möjligt att gå in på hur enskilda tillstånd är utformade på de anläggningar som idag saknar en välutbyggd sorteringsmöjlighet. Det är därför inte heller möjligt att bedöma mer exakt vilka kostnader som förslaget skulle kunna innebära för avfallsförbränningsanläggningar.
2) En ekonomisk stimulans som skulle kunna leda till att en bättre utsortering görs av CRM i bottenaskan kan utformas som ett system med en nationell materialåtervinningspremie, ett offentligt stöd som under en tid riktas till anläggningar utifrån hur mycket CRM de lyckas återvinna. Materialåtervinningspremien som åsyftas här ges alltså inte till andra aktörer som kan återvinna CRM ur andra processer högre upp i flödet (se ovan). Stödet som föreslås här är heller inte något som betalas direkt av aktörer som själva använder CRM och som kan åläggas använda viss andel

återvunnet (som kvotplikt), utan det föreslås som ett rakt offentligt stöd, som därmed ges under en begränsad period tills återvinningsmarknaden blivit mer robust.

Stödet kan värdera metallerna olika för att avspegla att det kan vara olika kostsamt att återvinna, och att aktören även får olika mycket pengar för materialet på marknaden. Som påtalades ovan kan uppströms åtgärder komma att innebära att halterna CRM i bottenaskan minskar (av en positiv anledning). Då kan en beslutad premie utgöra en stabil grund för att ändå våga investera i bättre sortering. Stödet ges oavsett om anläggningen redan har byggt ut en bättre sorteringsmöjlighet eller inte, vilket är positivt utifrån att de som gjort bättringssteg inte ska förfördelas när stöd ges. Men, om premien är för låg för att motivera de aktörer som behöver förbättra sig att bygga ut sina anläggningar kommer stödet endast betala för en återvinning som redan sker, vilket såklart vore ett misslyckande. Att hitta rätt nivå på premien är därför viktigt.

Att ge ekonomiska premier till avfallsförbränningsaktörerna utifrån mängden CRM de återvinner ur askan kräver vidare att anläggningarna kan lämna verifierbara data om återvinningen och en administrativ funktion på någon central myndighet som håller i systemet. Då det handlar om ett mindre antal anläggningar kan troligen det administrativa arbetet ändå bli begränsat. Dessutom måste premien vara tidsbegränsad och regressiv för att driva mot marknadslönsamhet och undvika långsiktigt beroende av statligt stöd.

Ett offentligt ekonomiskt stöd till svenska avfallsförbränningsanläggningar behöver uppfylla krav på undantag från EU:s statsstödsregler. EU kan godkänna stöd som uppfyller kraven i Gruppundantagsförordningen och 2022 kom EU-kommissionens riktlinjer för statligt stöd till klimat, miljöskydd och energi. Enligt dessa riktlinjer ges möjligheter till stöd för resurseffektivitet och övergången till en cirkulär ekonomi. Stöden får inte snedvrida konkurrensen varför det är viktigt hur stödet utformas. Erfarenheter från andra subventionsprogram, som svenska stödförordningarna för biogasproduktion kan användas som mall. Det finns olika sätt att utforma en premie och hur detta skulle se ut i detta fall behöver utredas. Det har inte legat inom uppdraget för denna rapport att gå djupare in på utformningen än som utvecklat ovan.

3.3.4 Forsknings- och innovationsstöd riktat till återvinning ur aska

Ovan bedömdes att det finns behov av forsknings- och innovationsstöd för att kunna öka återvinningen av CRM ur bottenaskans rejektmaterial efter finfördelning. Här behövs utveckling kring hantering av ett annorlunda rejektmaterial och vad som totalt ger en bättre miljönytta. Forsknings- och innovationsstöd bedömdes också behövas för att storskaligt testa återvinning av CRM ur flygaska i svenska förhållanden.

Generellt gäller att offentligt stöd kan vara avgörande för att överbrygga klyftan mellan tekniskt genomförbara pilotprojekt och storskaliga kommersiella investeringar. Privat kapital är typiskt sett ovilligt att ta den höga risk som är förknippad med "first-of-a-kind"-projekt. Genom att minska denna finansiella risk, underlättar offentliga insatser att bygga ut skalbara anläggningar som kan uppnå lönsamhet och konkurrera på marknaden.

Det finns flera stödprogram som är öppna för forsknings- och innovationsprojekt kring återvinning av CRM och som kan ge stöd till innovation kring återvinning ur askor. Exempelvis EU:s Innovationsfond, som finansieras av intäkter från EU:s utsläppshandelssystem (ETS), har som mål att överbrygga den finansiella klyftan mellan forskning och fullskalig kommersiell drift för innovativa klimatprojekt. Denna fond stöder projekt som syftar till att minska växthusgasutsläpp i energiintensiva industrier, inklusive återvinning av material (EU Kommissionen, 2024c). Även EU:s LIFE-fond kan stödja pilot- och demonstrationsprojekt kring cirkulär ekonomi. Stöd kan ofta ges till upp till 60 procent av kostnaderna för exempelvis en pilotanläggning (EU Kommissionen, 2025a). Sveriges stöd inom ’industriklivet’ skulle också kunna utgöra ett sådant stöd.

För att säkra att forsknings- och innovationsstöd verkligen går till att lösa identifierade svårigheter för ökad återvinning från botten- och flygaska från avfallsförbränning kan ett nationellt stöd, som industriklivet, behöva riktas till just dessa områden. Annars söks stödet i konkurrens med många andra innovationsbehov. Risken med att rikta innovationsstöd till ett smalt fält är å andra sidan att det finns få aktörer som kan svara upp mot stödet, och att andra innovationsområden får stå tillbaka. Ett annat, kompletterande, sätt att öka möjligheterna för svenska pilotanläggningar inom detta område att få del av EU:s innovationsstöd är att inrikta en aktiv rådgivningsfunktion som särskilt jobbar för att samla och stärka potentiella innovationsaktörer så att de ges goda förutsättningar att lämna bra ansökningar till EU:s fonder. En sådan funktion har analyserats och föreslagits på området för sjöfartens klimatomställning (Malmgren et al., 2025).

4 Slutsatser

Detta uppdrag är genomfört i syfte att förse Naturvårdsverket med underlag för arbetet med regeringsuppdraget att ta fram förslag till ett nationellt program för cirkularitet av kritiska råmaterial (CRM). Uppdraget hat i sin helhet baserats på befintlig kunskap, publikationer, projektgruppens erfarenhet och input från externa experter (genom intervjuer och möten).

Målen var:

- Att föreslå vilka CRM som är mest relevanta att återvinna baserat på efterfrågan

- Att sammanställa kunskap kring återvinning av CRM ur askor från förbränning av avfall och slam, inklusive vilken potential det finns, samt vilka möjligheter och hinder som finns för en högre och effektivare återvinning ur askor, samt

- Att föreslå åtgärder för att öka återvinning av CRM ur askor från förbränning av avfall och slam och att analysera konsekvenserna av detta.

Vilka CRM är mest relevanta att återvinna baserat på efterfrågan?

Dagens efterfrågan på CRM speglar den industriella profilen i Sverige, där

- stål- och verkstadsindustrin driver behov av legeringsmetaller som mangan, nickel, krom, molybden, volfram, niob, vanadin samt processämnen som grafit och fluorit
- fordonsindustrin och batterisatsningen driver upp behovet av litium, kobolt, grafit, nickel, mangan och sällsynta jordartsmetaller (REE)
- elektronik och telekomsektorn behöver CRM såsom gallium, indium och tantal
- kemiindustri och jordbruk kräver fosfor, fluorerade material och antimon.

Den industriella utvinningen och förädlingen saknas helt för många av dessa efterfrågade CRM i Sverige. Samtidigt, återvinns i dagsläget många kritiska och strategiska råmaterial i en mycket liten utsträckning eller inte alls. Undantag är exempelvis aluminium, koppar och platinagruppmetaller, med etablerade återvinningar. Men även för dessa råmaterial, på grund av stigande efterfrågan och

lång livslängd på produkter, täcker sekundära material ofta enbart en mindre del av efterfrågan.

Kritiska råmaterial i aska från avfallsförbränning och slamförbränning, potentialer, möjligheter och hinder

En kartläggning av CRM i aska från avfallsförbränning visar på ett flertal CRM går att hitta i relevanta koncentrationer, eller i återvinningsbar form, i askan, nämligen aluminium, antimon, arsenik, fosfor, koppar, nickel och några andra legeringsämnen såsom kobolt, mangan och kiselmetall. Dessa råmaterial ser i stor utsträckning ut att härstamma från material som skulle kunna samlas in för återvinning i stället för förbränning.

Hanteringen av bottenaska från avfallsförbränning lyckas i dagsläget återvinna en stor del av de metaller som finns kvar i askan. Det finns tecken på att återvinningen av metaller skulle kunna öka en aning om befintlig teknik utnyttjas fullt ut på alla anläggningar i Sverige. En maximerad återvinning av metaller från bottenaska kommer dock leda till kraftigt ökade kostnader för deponering om återvinningen samtidigt leder till att restmaterialet måste deponeras i stället för att användas som konstruktionsmaterial.

Hanteringen av flygaska från avfallsförbränning lyckas i dagsläget inte återvinna några CRM. Det finns potential att återvinna mer ur flygaskan, men det har inte testats i annat än labbskala i Sverige ännu. Kostnaden för en sådan hantering kommer öka då det kommer krävas ytterligare kemikalier och processteg.

Återvinning av CRM från förbränningen av avloppsslam kan göras genom att laka askan med syra. I en sådan lakning kan en stor del av fosforn och potentiellt även en del av aluminiumet återvinnas i former som ersätter jungfruliga råvaror. Att utnyttja fosforn i flygaskan från förbränning av slam kan orsaka extra problem och kostnader på grund av en högre halt tungmetaller.

Åtgärder för att öka återvinning av CRM ur askor från förbränning

Utifrån potentialerna att öka återvinningen av kritiska metaller ur askor bedöms det finnas behov av styrmedel som leder till en tekniskt optimerad utsorteringsprocess för bottenaskan från avfallsförbränning. Rapporten diskuterar två olika styrmedelsåtgärder, antingen riktad tillsyn och uppdaterade bedömningar av bästa möjliga teknik för resurseffektiv hantering av bottenaskan, eller utformning av ett offentligt stöd till avfallsförbränningsverksamheter baserat

på mängd utsorterat material, så kallade materialåtervinningspremier. För att driva på utveckling respektive testning av adekvata tekniker för hantering av finfördelad bottenaska, samt av flygaska, diskuterar rapporten utveckling av forsknings- och innovationsstöd.

4.1 Förslag på fortsatt arbete

Följande föreslås som fortsatt forskning och utveckling, baserat på projektgruppens erfarenhet och input genom dialog med externa experter (intervjuer och möten):

- Teknisk utveckling av våtkemiska processer för återvinning ur komplexa strömmar, exempelvis flygaskan.
- Undersökning av mängder CRM tillgängliga för återvinning ur svenska askor, primärt flygaskan.
- Pilot- och demonstrationsstudier som testar fullskalig återvinning av CRM på svensk flygaska
- Utveckling av certifieringar och standarder för återvunna CRM är viktigt och kan exempelvis kopplas med finansiella incitament
- Utveckling, effektivisering och testning av adekvata tekniker för hantering av restmaterial som kvarstår efter metallåtervinning ur bottenaska, samt utvärdering av deras bredare miljönytta.

5 Referensförteckning

AIK Technik AG (2025). Acid fly ash wash FAW by AIK incl. wastewater treatment. https://www.aiktechnik.ch/en/waste-incineration/fly-ash-washing-faw/ [Besökt 24 Okt. 2025]

Allegrini, E., Maresca, A., Olsson, M.E., Holtze, M.S., Boldrin, A. & Fruergaard Astrup, T. (2014). *Quantification of the resource recovery potential of municipal solid waste incineration bottom ashes*. *Waste Management*, 34(9), pp.1627–1636. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.003

Carester (2025). *Caremag, a subsidiary of Carester, has secured €216 million in financing to build its rare earth recycling and refining facility in France*. https://www.carester.fr/en/caremag-launch/

Dacklin, L., Lee, C., Karlfeldt Fedje, K., Weh, A., Glauser, A., Grönholm, R., Björckebaum, F. & Evertsson, M. (2025). *High voltage selective fragmentation on Swedish mineral fraction of incineration bottom ash (MIBA) – An exploratory study on metal and material recovery*. *Waste Management*, 194, pp.270–281. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.01.015

Eilu, P., Bjerkgård, T., Franzson, H., Gautneb, H., Häkkinen, T., Jonsson, E., Keiding, J.K., Pokki, J., Raaness, A., Reginiussen, H., Róbertsdóttir, B.G., Rosa, D., Sadeghi, M., Sandstad, J.S., Stendal, H., Þórhallsson, E.R. & Törmänen T. (2021). *The Nordic supply potential of critical metals and minerals for a Green Energy Transition.* Nordic Innovation Report. ISBN 978-82-8277-115-3 (digital publication), ISBN 978-82-8277-114-6 (printed). Online: https://www.nordicinnovation.org/2021/nordic-supply-potential-critical-metals-and-minerals-green-energy-transition

EU Kommissionen. (2019). Fastställande av BAT-slutsatser för avfallsförbränning i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/75/EU. https://eur-lex.europa.eu/eli/dec_impl/2019/2010/oj/eng

EU Kommissionen. (2020). *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study*. https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf

EU Kommissionen. (2023), *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report*. https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/study-critical-raw-materials-eu-2023-final-report_en

EU Kommissionen. (2024a). European Critical Raw Material Act. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en

EU Kommissionen. (2024b) *A Secure and Sustainable Supply of Critical Raw Materials*. Tillgänglig på: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/a-secure-and-sustainable-supply-of-critical-raw-materials.html.

EU Kommissionen. (2024c). *Innovation Fund*. Tillgänglig på: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en.

EU Kommissionen. (2025a). *Programme for the Environment and Climate Action (LIFE)*. https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/programme-environment-and-climate-action-life_en

EU Kommissionen. (2025b). *Commission selects 47 Strategic Projects to secure and diversify access to raw materials in the EU*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_864

European Aluminium (2025). *Aluminium Industry*. https://european-aluminium.eu/about-aluminium/aluminium-industry/ [Besökt 22 Sep. 2025].

Fråne, A. & Johansson, K. (2021). Klimatnytta med att använda slaggrus som konstruktionsmaterial – Redovisning av livscykelanalys. Avfall Sverige. Rapport 2021:08.

Grönholm, R. (28 augusti 2025) Raul Grönholm, Specialist restmaterial från avfallsförbränning, Sysav [Personlig kommunikation]

Götze, R., Pivnenko, K., Boldrin, A., Scheutz, C. & Fruergaard Astrup, T. (2016). *Physico-chemical characterisation of material fractions in residual and source-segregated household waste in Denmark*. *Waste Management*, 54, pp.13–26. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.05.009

Hagström, K. (12 juni 2023). Intervju med Krister Hagström, affärsutvecklare, EasyMining [Personlig kommunikation]

Huber, F. (2020). *Modelling of material recovery from waste incineration bottom ash. Waste Management*, 105, pp.61–72. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.034

HyProMag Magnet Recycling (2023). *Introduction to the Company*. https://hypromag.com/about/

Idaea. (2025). Europe's challenges in ensuring the supply of Critical Minerals. https://www.idaea.csic.es/europes-challenges-in-ensuring-the-supply-of-critical-minerals

International Energy Agency, IEA, (2025). *Global Critical Minerals Outlook 2025*. Paris: IEA.https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025

Ionic Rare Earths (2025). *Ionic Technologies*. https://ionicre.com/ionic-technologies/ [Besökt 26 Sep. 2025].

Johansson, I., Sahlin, E., von Bahr, B., Björkmalm, J. & Todorovic Olsson, J. (2013). *Kritiska metaller i svenska avfallsaskor*, Waste Refinery rapport nr WR56, https://wasterefinery.se/media/2016/02/WR56_Slutrapport.pdf [Besökt 29 Sep. 2025].

Junestedt. C., et.al. (2022). *Förutsättningar för en ökad återvinning av kritiska råmaterial i Sverige.* IVL Svenska Miljöinstitutet. IVL-rapport C757.

Karlfeldt Fedje, K. (11 september 2025) Karin Karlfeldt Fedje, Forskare och adjungerad professor, Renova och Chalmers Tekniska Högskola [Personlig kommunikation]

Karlfeldt Fedje, K. & Andersson, S. (2020). *Zinc recovery from Waste-to-Energy fly ash – A pilot test study.* Waste Management, 118, pp. 90–98. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.017

Kihl, A. (11 september 2025) Anders Kihl, Strategi- och forskningschef, Ragn Sells [Personlig kommunikation]

Kjellberg, S. (2024). *Torr slaggutmatning, ett alternativ för kraftvärmeverk 61?* Examensarbete på grundnivå (kandidatexamen), Karlstads universitet,

Institutionen för ingenjörs- och fysikvetenskap. https://kau.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1880671

Lassesson, H., Due, L., Miliute-Plepiene, J., Hultén, J., Johansson, J. (2025). *Sammansättning av verksamhetsavfall som går till förbränning – En plockanalysstudie på inhemskt verksamhetsavfall levererat till elva svenska avfallsförbränningsanläggningar.* Naturvårdsverket rapport nr 7205.

Lindblom, E., Lassesson, H., Emilsson, E. & Hedenborg, A. (2023). *Flöden av sekundära kritiska råmaterial i den svenska Teknosfären.* IVL Svenska Miljöinstitutet. *https://ivl.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1742229&dswid=944*

Malmgren, Elin, Jiven, Karl et. al. (2025). Utredning och rekommendationer gällande styrmedel inom Sverige och EU för att främja Gröna sjöfartskorridorer. IVL Svenska Miljöinstitutet. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-4569

Naturvårdsverket (2025) Frågor och svar om IED. https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/industriutslapp-ied/ied-fragor-och-svar/

Pettersson, A., Karlfeldt Fedje, K., Andersson, S., Modin, O., Frändegård, P. (2013). *Metallutvinning med fokus på Zn från avfallsflygaska med hjälp av sura processvatten.* Waste Refinery rapport nr WR 58

Regeringen (2025). Uppdrag att göra en översyn och analys av avfallsskatten. https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2025/06/uppdrag-att-gora-en-oversyn-och-analys-av-avfallsskatten/

Renova (2023). *Where waste becomes heat and electricity – Sävenäs Waste-to-Energy plant, Gothenburg.* https://www.renova.se/globalassets/06.-om-oss/koncern/trycksaker/230613_where_waste_becomes_heat_and_electricity_digital.pdf

Riber, C., Petersen, C. & Christensen, T.H. (2009). *Chemical composition of material fractions in Danish household waste. Waste Management*, 29(4), pp. 1251–1257. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.09.013

SCB (2025). Statistikdatabasen, Handel med varor och tjänster, Utrikeshandel med varor, KN (Kombinerade nomenklaturen). https://www.statistikdatabasen.scb.se/ [Besökt Sep.–Okt. 2025] 10–20

SCRREEN2 Consortium (2023a). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Rare Earth Elements*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023b). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Magnesium*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023c). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Niobium*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023d). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Germanium*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023e). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Boron*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023f). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Scandium*. [pdf] Tillgänglig på: https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023g). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Strontium*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023h). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 - Cobalt*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023i). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Platinum Group Metals*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023j). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Natural Graphite*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023k). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Copper*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023l). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Nickel*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023m). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Antimony*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023n). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Phosphate Rock and Phosphorus*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023o). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Arsenic*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

SCRREEN2 Consortium (2023p). *Factsheets Updates Based on the EU Factsheets 2020 – Manganese*. https://scrreen.eu/crms-2023/ [Besökt 26 Sep. 2025].

Statens offentliga utredningar. (2021). Vägen mot fossiloberoende jordbruk – SOU 2021:67.

Vianode (2025). *Vianode launches first recycled graphite product for more sustainable EVs and batteries*. https://www.vianode.com/news/vianode-launches-first-recycled-graphite-product-for-more-sustainable-evs-and-batteries [Besökt 26 Sep. 2025].

Weibel, G.; Zappatini, A., Wolffers, M., Ringmann, S. (2021) *Optimization of Metal Recovery from MSWI Fly Ash by Acid Leaching: Findings from Laboratory- and Industrial-Scale Experiments.* Processes 2021, 9, 352. https://doi.org/10.3390/pr9020352

6 Bilagor

Bilaga 1: Frågeformulär till intervjuer

Nedan har vi sammanställt frågor som vi önskar besvarades under intervjun.

Allmänna frågor:

Om anläggningen:

- Hur stor är anläggningen, hur mycket material hanterar ni per år och vilken typ av material är det ni hanterar? Är det bottenaska eller flygaska, från avfallsförbränning eller slamförbränning?

Om återvinningen:

- Vilka råvaror får ni ut, i vilka mängder och i vilken kvalitet?
- Kan du beskriva hur ni återvinner råvaror från aska i dagsläget, eller hur ni planerar att göra det när anläggningen är på plats?
- Kan du säga något lite mer specifikt om de råvaror som klassas som CRM, även om de kommer i sidoströmmar?

Om processen:

- Går det att förändra eller förbättra er process så att det går att få ut mer eller fler CRM? Hur mycket CRM går i så fall få ut och vad skulle krävas för att ni ska göra en sådan förändring?
- Vilka nackdelar ser du med en sådan utökad återvinning av CRM från ert material?
- Vilka (tekniska) åtgärder skulle kunna sättas in för att återvinna mer CRM, eller minimera förlusten av CRM, från dessa flöden? Var i värdekedjan borde dessa åtgärder sättas in?

Om kostnader och incitament:

- Vad är kostnaden (och vinsten) för att återvinna mer CRM, antingen i form av extra steg i er process eller i form av att bygga fler liknande anläggningar?
- Vilka incitament ser ni skulle möjliggöra återvinning av CRM i större mängder eller av bättre kvalitet?

Lite mer specifika frågor kommer också tillföras beroende på anläggning och material för att få en bättre helhetsförståelse, men de frågorna anpassas från fall till fall. Exempel på en sådan fråga skulle kunna vara:

- Skulle er teknik gå att applicera på andra restflöden i samhället? Vad är potentialen i så fall och vilka hinder behöver övervinnas, vilka åtgärder/incitament behövs?

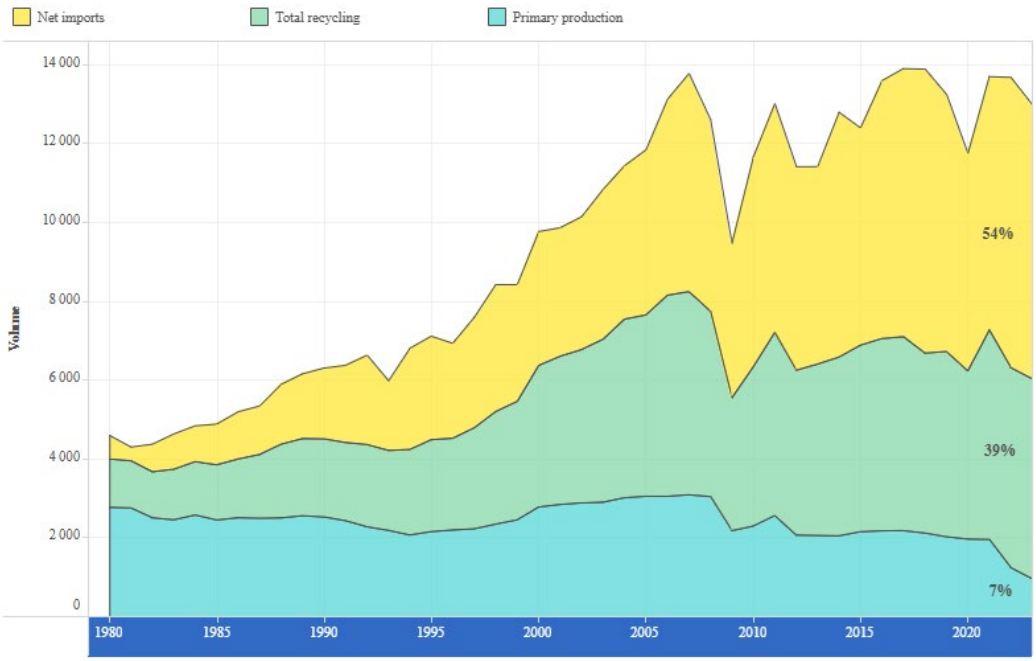
Bilaga 2: Fördjupning i de olika kritiska råmaterialen

I litteraturstudien nedan ingår de CRM med väldigt hög, hög och mellan hög försörjningsrisk som visas i Figur 1, samt de med potential för återvinning ur aska.

Aluminium

Användning av aluminium är bred och domineras av följande branscher/tillämpningar: förnybar energi och el (vind, solel, batterier, el-överföring, högspänning, bränsleceller, värmepumpar), transport/mobilitet (alla lättviktskomponenter i fordon, flyg, tåg och sjöfart), bygg/infrastruktur (inkl brandsäkerhet i byggnader), förpackningar och konsumtionsvaror (såsom elektronik, köksutrustning, idrottsutrustning osv.) Exempelvis kommer EU:s Sol-elsstrategi med mål att öka sol-el från 136 gigawatt till 600 gigawatt, kräva mer än 10 miljoner ton aluminium (European Aluminium, 2025).

Återvinning har en betydande del i EU:S försörjning med aluminium (Figur 3). För att möta den ökade efterfrågan, förlitar sig EU dock mer på importerad aluminium än under tidigare decennier och importerad råvara står nu för mer än hälften av den totala försörjningen. I absoluta tal var primär produktion, återvinning och import, 962, 5074 respektive 6951 tusen ton i 2023 (European Aluminium, 2025). Trenden med minskad inhemsk produktion och ökad import förklaras med höga energipriser och ojämlika spelregler för handeln.



Figur 33. EU:s försörjning med aluminium indelat i import (gult), återvunnen råvara (grönt) och primär råvara (blå), i tusen ton. Från: European Aluminium (2025).

Antimon

I EU används antimon primärt i följande tillämpningar: flamskyddsmedel (43 procent), blybatterier (32 procent), blylegeringar (14 procent), som katalysator (i bl a produktion av PET, 6 procent) och i produktion av glas av hög kvalité (5 procent) (SCRREEN2 Consortium, 2023m - det finns ingen data om absoluta mängder). Data om återvinningsgrad av antimon från uttjänta produkter varierar mellan relativt lågt 1 - 10 procent till upp till 28 procent (SCRREEN2 Consortium, 2023m). Generellt återvinnig antimon från batterier och andra uttjänta produkter där det är kombinerad med bly som ofta är primär återvinningsprodukt. Därför styrs återvinning av antimon kraftigt av pris på bly (SCRREEN2 Consortium, 2023m). Generellt återvinns antimon inte ur applikationer som flamskyddsmedel, men det finns teknisk potential för dess återvinning ur bottenaska efter förbränning/energiutvinning av dessa uttjänta produkter, men ekonomin anses inte vara gynnsam (SCRREEN2 Consortium, 2023m).

Arsenik

I EU användes 1286 ton arsenik i snitt mellan 2016 – 2020, att jämföra med globala användningen på 41 793 ton (SCRREEN2 Consortium, 2023o). Arsenik används framför allt vid elektrolytisk utvinning av zink (70 procent) och vid produktion av

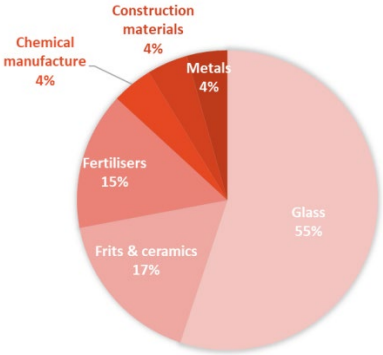
vissa specialglas (18 procent). Det används även i små mängder i blylegeringar och inom kemiindustrin för att framställa olika arsenikinnehållande kemikalier.

Det finns ingen dokumenterad återvinning i litteraturen som analyserades i detta uppdrag (SCRREEN2 Consortium, 2023o).

Bor/Borater

I EU användes 33 tusen ton borater i snitt mellan 2016 - 2020 (mätt i innehåll av bor); detta att jämföra med globala användningen på 821 tusen ton (SCRREEN2 Consortium, 2023e). Uppskattningsvis är en tredjedel av detta borater i sin naturliga form och resten är förädlade borater. Figur 4 visar användningsområden för borater i EU, som domineras av olika användningar i glastillverkning, keramik och gödningsmedel. Bor förbättrar glasens mekaniska egenskaper, motstånd till åldring samt motstånd till höga temperaturer samt termiska chocker. Borater används även i produktion av glasfiber, både till termisk och akustisk isolering (glasull används i bygg, fordon, vitvaror och maskinell utrustning) och i glasfiberkompositer (glasfiberfilament av textilkvalite). Bor är även ett viktigt mikronäringsämne och används i gödningsmedel. Dessutom används bor i olika kemiska tillämpningar såsom i tvättmedel (fläckborttagning), alkalisk buffering, i vattenavhärdning.

Bor och borater **återvinns** inte. På grund av deras tillämpningsområden som exempelvis gödningsmedel och i tvättmedel, anses återvinning inte vara möjlig. Separation av borsilikatglas från andra glassorter anses inte heller vara möjlig och de blandas ofta ihop under återvinning av glas. Det pågår forskning om återvinning av bor, järn och sällsynta jordartsmetaller från uttjänta Nd-Fe-B-magneter (SCRREEN2 Consortium, 2023e).

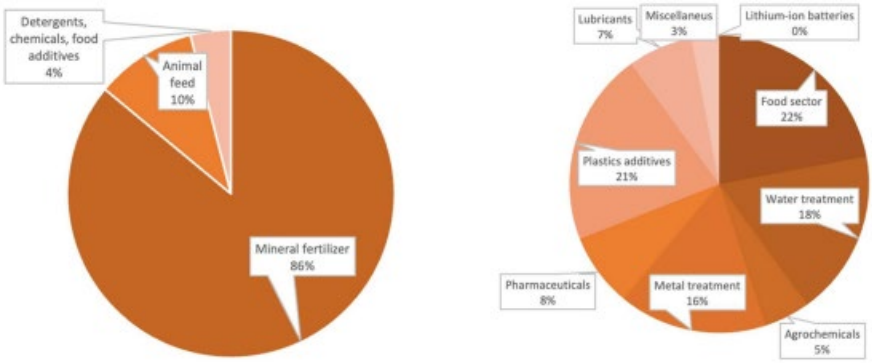


Figur 44. Användningsområden för borater i EU. Från: SCRREEN2 Consortium (2023e)

Fosfor och fosfater

I EU används fosfatmalm primärt i framställning av mineralgödsel, medan raffinerad fosfor används mest i kemiindustrin för exempelvis flamskyddsmedel, oljetillsatser, industriell vattenrening, emulgeringsmedel osv (Figur 5).

Användning i jordbruk kan ersättas med fosfater från gödsel, biogödsel och avloppsvatten. Den importerade mängden fosfatmalm i EU år 2020, uttryckt som P2O5, uppgick till 5,5 miljoner ton, medan produktionen, huvudsakligen genom utnyttjande av sekundära resurser, var cirka 1,8 miljoner ton (SCRREEN2 Consortium, 2023n).



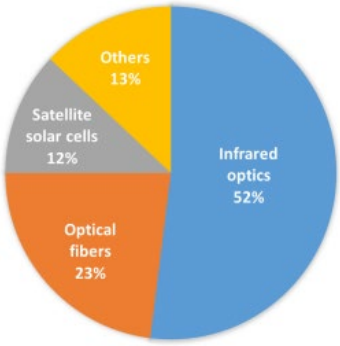
Figur 55. Användning av fosfatmalm (vänster) och raffinerad fosfor (höger) i EU 2020. Från: SCRREEN2 Consortium (2023n)

Germanium

I EU användes 13,8 ton germanium årligen (genomsnitt för 2012 - 2020) vilket var 12,5 procent av den globala användningen (SCRREEN2 Consortium, 2023d). Figur

6 visar användningsområden för germanium, där de största är infraröd optik och optiska fiber. Globalt används germanium även i polymerisering av PET och i elektronik, men inte i EU. Germanium är genomskinlig för infraröda våglängder och används i exempelvis militär utrustning för mörkerseende, avancerad brandutrustning, medicinteknik och satellitteknik. Små mängder germanium kan öka glasens reflektiva förmåga, minska ljusabsorption och signalförlust, vilket gör det lämplig för användning i optiska fiber. Germanium används även i solceller, men pga priset enbart i satelliter (SCRREEN2 Consortium, 2023d).

I EU **återvinns** germanium av Umnicore (Belgien), Recyclex (Frankrike) och PPM Pure Minerals (Tyskland), både från industrispill (pre-consumer) och från uttjänta produkter (post-consumer) såsom fiberoptik, solceller, LED och infraröd optik. Sverige och EU kan lära sig av USA där återvinningskapaciteten beskrivs vara hög, då uttjänt militär utrustning återvinns effektivt. Uppskattningsvis tillgodoses 10 procent av USA:s behov av germanium på detta sätt (SCRREEN2 Consortium, 2023d).



Figur 66. Användningsområden för germanium i EU. Från: SCRREEN2 Consortium (2023d)

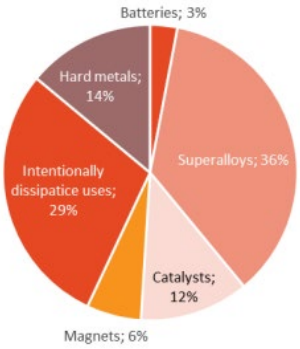
Grafit

Grafit används i batteriernas anod, men den största användningen är inom metallindustrin som eldfasta material, elektroder vid smältverk och som tillsats när kolhalten i stål behöver höjas. Det används också i små mängder till många andra ändamål, såsom smörjmedel och blyertspennor. Globalt ökade efterfrågan av grafit med 8 procent under 2024 till 4,8 Mt (SCRREEN2 Consortium, 2023j), vilket drivs mest av användning i batteriernas anod. Grafit kan vara både naturlig och syntetisk. Syntetisk grafit blir mer efterfrågat av anodtillverkarna, vilket gör att produktionen ökar kraftigt och priserna sjunker (SCRREEN2 Consortium, 2023j).

Grafit kan **återvinnas** och i norska Herøya, finns det Vianode One som är enligt Vianode (2025) världens mest hållbara anläggning för återvinning av grafit av batterikvalité. Denna studie hittar inga uppgifter om omfattningen av grafitåtervinning. Utmaningar med återvinningen av grafit är lägre ekonomiska incitament jämfört med andra batterimaterial såsom kobolt, litium och nickel, samt en komplicerad återvinningsprocess. Utmaningen är även olika och (för återvinnare) okända materialblandningar i anoder, vilket resulterar i ojämn och osäker kvalité på återvunnen grafit. Därför är återvinningen oftast pre-consumer, dvs anodproducenter återvinner egen industrispill (Graphite News, 2025).

Kobolt

Inom EU används kobolt mest i legeringar (Figur 7) med krav på hög prestanda när det gället att samtidigt motstå höga temperaturer och ha hög hållfastighet (typiskt för olika verktyg), magneter till elmotorer, generatorer, magnetresonans, sensorer, högtalare osv., i kemiindustrin, i batterier, som katalysator (kobolt är multivalent), för blå färg, som adhesiv (t ex mellan gummi och stål), samt i bioteknik (bl a i vitamin B12) (SCRREEN2 Consortium, 2023h).



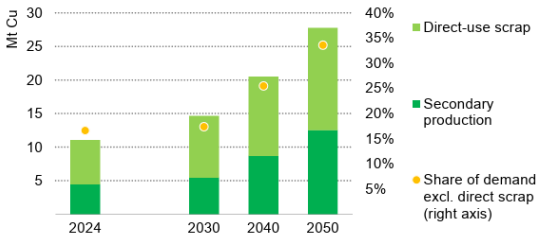
Figur 77. Användning av kobolt i EU under 2016. Från: SCRREEN2 Consortium (2023h)

Återvinningsgraden för kobolt i EU 2016 var 22 procent och den största input till återvinning av uttjänta batterier, katalysatorer och produkter med superlegeringar (SCRREEN2 Consortium, 2023h). Återvinningsgraden för kobolt väntas öka med 5–20 procent årligen inom EU kommande åren. Största potentialen för återvinning finns i uttjänta batterier, men största utmaningen kopplat till detta är sortering och identifiering av batterikemin i batteriet (SCRREEN2 Consortium, 2023h). EU:s återvinningskapacitet väntas öka betydande från 2025 och framåt eftersom det även väntas en ökande mängd uttjänta fordonsbatterier (med antagen livslängd på 8 år) (SCRREEN2 Consortium, 2023h).

Koppar

Viktigaste användning av koppar i europeisk industri är: all el- och energiteknik, elektronik och motorer, legeringar (såsom mässing och brons), bygg (förutom el- och energirelaterat, även rör, tak och beslag), värmeväxlare och fordonsindustri (SCRREEN2 Consortium, 2023k). Enbart datacenter och AI kommer kräva 1–2 procent av globala efterfrågan på koppar 2030 (International Energy Agency, 2025). EU står för 14 procent av globala efterfrågan för koppar, medan Tyskland hade globalt tredje högsta efterfråga med 4 procent i 2024 (International Energy Agency, 2025). Samtidigt tror man att ett stort underskott av primär koppar kommer att uppstå under andra halvan av detta årtionde och vidare byggas upp till 2040 (International Energy Agency, 2025). Detta underskott drivs primärt av sjunkande kvalité av kopparmalm, stigande kostnader och färre upptäckter av nya fyndigheter.

Tillgång till sekundär koppar (både direkt användning av sekundera resurser och **återvinning**) väntas öka (Figur 8), men andelen av sekundär koppar i totala globala försörjningen minskade till 17 procent år 2024, jämfört med 18 procent år 2015 (International Energy Agency, 2025). International Energy Agency (2025) förklarar detta med snabbt växande efterfrågan, lägre priser, restriktioner för skrothandel från Kina, högre energi- och fraktkostnader som minskar lönsamheten för återvinning, och det faktum att EU:s och USA:s politik som främjar inhemsk skrotinsamling ännu inte har nått sina effekter. Dessa incitament som främjar insamling av kopparskrot väntas bidra till ökat till gång till sekundär koppar, som på sikt (2050) väntas stå för 35 procent av globala efterfrågan (Figur 8).



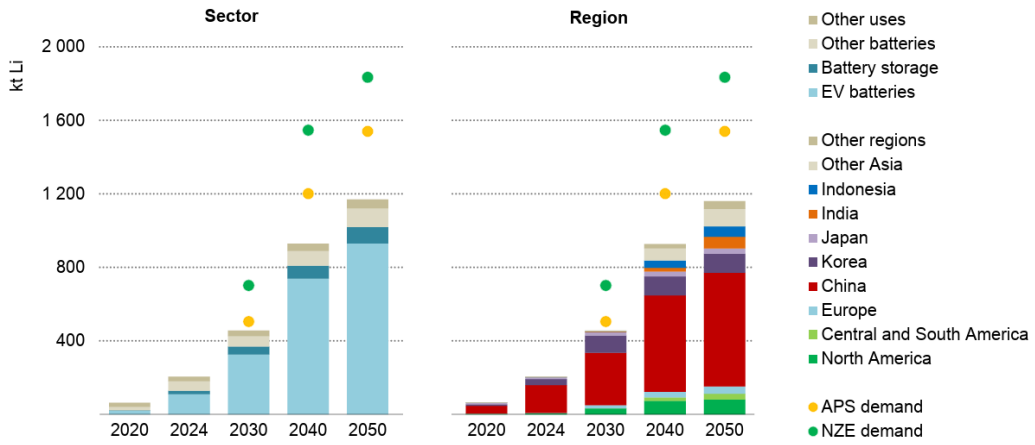
Figur 88. Tillgång till sekundär koppar. Baserat på STEPS-modellering som i sin tur är ett utforskande scenario som ger en uppfattning om den rådande riktningen för energisystemet, baserat på dagens policyinställningar. Från: International Energy Agency, 2025

Koppar är en av de metallerna med väletablerade återvinningsstrukturer, med insamling och återvinning ur både industrispill (pre-consumer) och uttjänta produkter (post-consumer). Men det som återvinns i EU täcker enbart 40 procent

av efterfrågan (SCRREEN2 Consortium, 2023k). Anledningar är flera, bl a lång livslängd av produkter innehållandes koppar, men även export av kopparskrot till tredje land, oftast Kina (SCRREEN2 Consortium, 2023k med delvis uppdaterade data från 2020 och 2014).

Litium

Användning av litium domineras av batteriteknik. Figur 9 visar en stark ökat efterfråga på litium, som har uppnått 200 kt litium (eller 1.1 Mt litiumkarbonatekvivalenter LCE) i 2024. Denna efterfråga styrs kraftigt av efterfrågan på elektrifierade fordon, men energilagring visar stark tillväxt. Efterfrågan av litium är och kommer förbli störst i Kina (med ca tre fjärdedelar), Japan och Korea, men väntas expandera till andra regioner bl a Europa efter 2030 (International Energy Agency, 2025).



Figur 9. Efterfråga av litium per bransch och per region. Baserat på STEPS-modellering som i sin tur är ett utforskande scenario som ger en uppfattning om den rådande riktningen för energisystemet, baserat på dagens policyinställningar. APS förutsätter att nationella energi- och klimatmål uppnås, inklusive långsiktiga nettonollutsläppsmål och löften om nationellt fastställda bidrag. NZE är ett normativt scenario som där den globala energisektorn når nettonollutsläpp av koldioxid till 2050, samt uppfyller de viktigaste energirelaterade FN:s mål för hållbar utveckling (SDG), såsom universell tillgång till tillförlitliga moderna energitjänster och stora förbättringar av luftkvaliteten. Från International Energy Agency, 2025

Det finns viss potential för att producera inhemsk litium i EU, med mest sannolika projekt i Tyskland och Finland, samt strategiska möjligheter för utvinning i Frankrike, Tjeckien, Spanien och Portugal (International Energy Agency, 2025). Men trots potentialen att bli självförsörjande på litium, finns det risk för mer än hälften av planerade gigafactory-anläggningar i EU bli försenade eller nedlagda. För att de ska bli verklighet rekommenderas starkare statliga åtgärder (International Energy Agency, 2025).

Magnesium

I EU användes 120,5 tusen ton magnesium 2022 och allt detta från importerad råvara, både i form av ren magnesium och i form av magnesiumlegeringar (SCRREEN2 Consortium, 2023b). I EU används magnesium primärt i följande branscher/tillämpningar: transport/mobilitet (48 procent fordon och 4 procent flygg och fartyg, genomsnitt för 2016–2022), förpackningar (23 procent), bygg/infrastruktur (13 procent) och i produktion av basmetaller (12 procent) (SCRREEN2 Consortium, 2023b). I fordonsbranschen används magnesium i gjutningslegeringar för att ersätta stål och aluminium, där det finns krav för låg vikt och hög hållfasthet. I försvarsindustrin används magnesium där det behövs motstånd för ozon och högenergipartiklar (flygplan och missiler). I förpackningar och bygg används magnesium för att förbättra aluminiumets hållfasthet. Stålindustrin används magnesium för sin höga affinitet för svavel, för att minska mängd svavel i stålet och därmed minska dess sprödhet (SCRREEN2 Consortium, 2023b).

Europas kapacitet för **återvinning** är 75 tusen ton årligen och detta är framför allt återvinning från industrispill (pre-consumer). Globalt har återvunnen magnesium en viktig roll i försörjningen och uppskattningsvist kommer 200 – 250 tusen ton magnesium från återvinningen. Detta att jämföra med den globala efterfrågan på magnesium som under 2022 var 982,7 tusen ton (SCRREEN2 Consortium, 2023b).

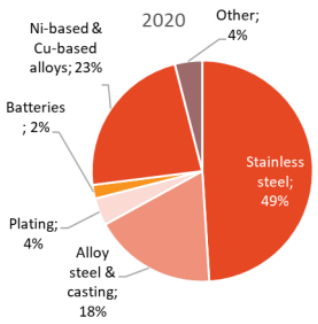
Mangan

Mangan är legeringsämne och används i stålindustrin och i batteriteknik. Användningen domineras av bygg och ingenjörsapplikationer i fordon, maskiner, annan transport och liknande. I EU användes 997 ton arsenik i snitt mellan 2017 – 2020, att jämföra med globala användningen på 18,9 tusen ton (SCRREEN2 Consortium, 2023p).

Mangan **återvinns** främst som legeringsämne i stål- och aluminiumskrot (SCRREEN2 Consortium, 2023p).

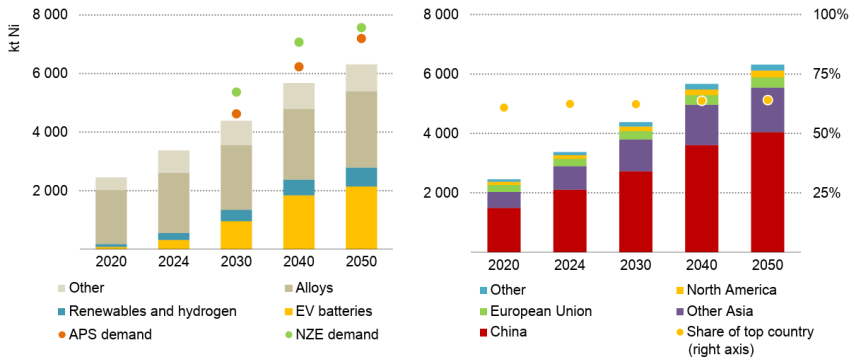
Nickel

Figur 10 visar användningsområden för nickel i EU under 2020. Nickel används rostfritt stål, legeringar (allt från mynt till användning där motstånd till höga temperaturer och saltvatten är viktiga), beläggningar för att öka korrosions- och slitstyrkan (speciellt i medicinteknik, bygg och kosmetik) och i gjuterier (SCRREEN2 Consortium, 2023l). Nickel används även i katoder i litium-jon batterier.



Figur 109. Användning av nickel i EU 2020. Från: SCRREEN2 Consortium (2023l).

Även globalt har efterfrågan av nickel historiskt drivits av användning i legeringar, som stod för 75 procent av nickelanvändning 2020 (International Energy Agency, 2025). Senaste åren har dock skett ett skifte, då nickel har blivit en viktig komponent i vissa batterikemier och förnybar energi som vind och geotermisk (Figur 11). Under 2024 stod dessa för nästan 20 procent av nickelanvändning och andelen väntas öka även i framtida scenarier (Figur 11). På kort sikt kommer globalt finnas ett överskott, vilket försvinner efter 2030 i takt med att efterfrågan på nickel fortsätter att öka (International Energy Agency, 2025).



Figur 1110. Efterfråga av nickel per bransch och per region. Baserat på STEPS-modellering. Förklaring av STEPS, APS och NZE-scenarion återfinns i figurförklaringen av Figur 9. Från: International Energy Agency, 2025.

Nickel kan **återvinnas**. Under 2016 av insamlingsgraden för nickel 73 procent, medan återvinningsgraden var 42 procent (SCRREEN2 Consortium, 2023l). En

betydande del av insamlade uttjänta produkter som samlas in för återvinning av nickel, exporteras från EU.

Niob

I EU användes 2813 ton niob årligen (genomsnitt för 2016 – 2020), och allt var importerad från Brasilien och Kanada (SCRREEN2 Consortium, 2023c). I EU används niob primärt av följande branscher/tillämpningar: bygg (stål, 44 procent under 2019), fordonsindustri (stål, 22 procent), olja och gas, rostfritt stål (9 procent) och special stål (2 procent) (SCRREEN2 Consortium, 2023c). Uppskattningsvis används 90 procent av niob globalt i produktion av låglegerad stål med hög hållfastighet med stora viktbesparingar som följd (SCRREEN2 Consortium, 2023c). Niob används även i superlegeringar för rör och turbiner för olja och gas.

Funktionell **återvinning** av niob är i princip försumbar. Potentialen kan vara högre, då en betydande del (uppskattningsvis mer än hälften) samlas in med stålskrot (SCRREEN2 Consortium, 2023c).

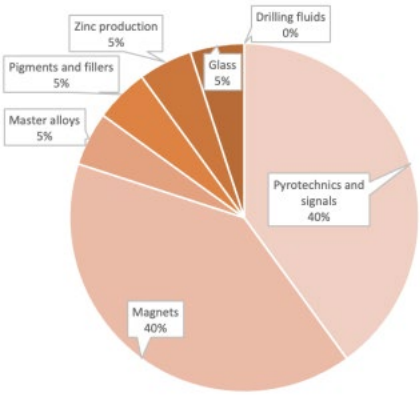
Skandium

Inom EU används 780 kg skandium av 15 – 25 ton som används globalt och EU förlitas fullt på import av skandium (SCRREEN2 Consortium, 2023f). Användning av skandium var mestadels inom följande branscher/applikationer: adderas till elektrolyten i bränsleceller (ersätter yttrium som peakade i pris under 2010-talet) och i aluminiumlegeringar (mest flyg och dyr idrottsutrustning). Globalt används det även i tunna filmer inom 5G (SCRREEN2 Consortium, 2023f).

Återvinning av skandium finns inte i praktiken pga dess begränsade användning och användning i låga koncentrationer. Potentialen (dock låg) finns i återvinning av katalysatorer, bränsleceller och aluminium-skandium-legeringar (SCRREEN2 Consortium, 2023f). Allt detta är i princip i försöksstadium.

Strontium

Inom EU användes 48,4 ton strontium (genomsnitt för 2016 - 2020) och all kommer från spansk primärproduktion. Figur 12 visar användningsområden för strontium i EU, varav största är som färg i pyroteknik och i små permanenta magneter.



Figur 1211. Användningsområden för strontium i EU. Från: SCRREEN2 Consortium (2023g)

Återvinning av strontium är väldigt begränsad och uppskattas till <1 procent (SCRREEN2 Consortium, 2023g). Försök görs på återvinning ur slam från kärnkraftverk och industrispill från produktion av permanenta magneter med strontiuminnehåll (SCRREEN2 Consortium, 2023g).

Platinagruppens metaller

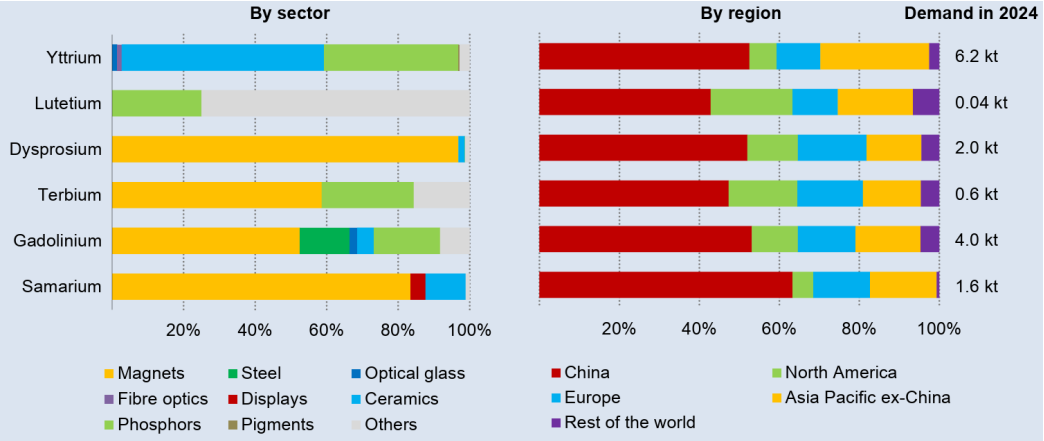
I platinagruppmetaller (PGM) ingår platina (Pt), palladium (Pd), rodium (Rh), rutenium (Ru), iridium (Ir) och osmium (Os). I EU används 90 procent av platina och palladium i katalysatorer i fordon för minskning av direkta emissioner (SCRREEN2 Consortium, 2023i).

Återvinningsbarhet av PGM är hög. Teknisk kan mer än 95 procent återvinning av platina och palladium uppnås med dagens återvinningsteknik, samt något lägre för andra PGM men fortfarande relativt höga grad (SCRREEN2 Consortium, 2023i). Återvinnings är även ekonomiskt attraktiv och har en betydligt lägre klimatpåverkan vilket ger rätta förutsättningar för återvinning.

Sällsynta jordartsmetaller

Sällsynta jordartsmetaller (REEs – Rare Earth Elements) är ett gemensamt namn för 17 metaller med snarlika egenskaper. Efterfrågan på dessa sällsynta jordartsmetaller drivs av användning i magneter i bl a elektrifierade fordon, vindturbiner, motorer och robotteknik. Dysprosium (Dy) och terbium (Tb) används tillsammans med neodym (Nd) i mycket vanliga neodymjärnbor (NdFeB)-magneter (Figur 13). Andra sällsynta jordartsmetaller såsom samarium (Sm) och gadolinium (Gd) används även i produktion av keramik, fosfor, stål, optiskt glas och fibrer (Figur 13) och är efterfrågade av bl a av flyg- och rymdindustrin. Under

2024 stod EU tillsammans med USA för mellan 20 – 35 procent av den globala efterfrågan på sällsynta jordartsmetaller vanliga i magnettillverkning (IEA, 2025).



Figur 1312. Efterfrågan av några sällsynta jordartsmetaller per bransch och pre region. Från: International Energy Agency, 2025.

Återvinning av sällsynta jordartsmetaller har varit aktuellt lika länge som deras användning i permanentmagneter, men på senare år har det intensifierats. Orsaken är bl a framgång av utveckling av återvinningstekniker med ”kortare loopar”. Detta är ett alternativ till de traditionella återvinningsteknikerna där magneter bryts ner till oxider av sällsynta jordartsmetaller, sedan till deras metalliska form, för att användas i legeringar. De nyare återvinningsteknikerna använder väte för att separera magnet från övriga avfallsströmmen, producera magnetlegeringspulver som går att smälta ihop till en ny magnet. Processen är snabbare och kräver minde energi, och har därmed lägre klimat- och vattenavtryck jämfört med primär produktion. Några europeiska företag för återvinning av sällsynta jordartsmetaller är framgångsrika och under tillväxt, nämligen brittiska HyProMag med anläggningar i Tyskland och Storbritannien (HyProMag Magnet Recycling, 2023) och franska MagREEsource, som båda utvecklar tekniken med kort loop, samt irländska Ionic Rare Earths som är pilotanläggning för återvinning av oxider av sällsynta jordartsmetaller (Ionic Rare Earths, 2025). Franska Caremag bygger ut deras fullskaliga återvinningsanläggning (med bl a stöd av Vattenfall där kapaciteten väntas bli 15 procent av den globala produktionen av oxider av dysprosium och terbium (Carester, 2025)

Några sällsynta jordartsmetaller såsom yttrium, europium och terbium återvinns effektivt genom insamling och återvinning av lysrör och lågenergilampor (SCRREEN2 Consortium, 2023a). Det är dock osäkert om det sker inom EU. Samma

referens nämner att europeiska projektet som drevs av Rhodia-Solvay och Umicore avslutades 2016 på grund av dålig lönsamhet. Sedan 2023 har EU förbjudit import och produktion av lampor/lysrör som innehåller kvicksilver (Europaparlamentet och Europeiska unionens råd, 2011) vilket troligtvis minskar lönsamheten av återvinningen ytterligare, eftersom det är just i den typen av lampor som dessa sällsynta jordartsmetaller används.

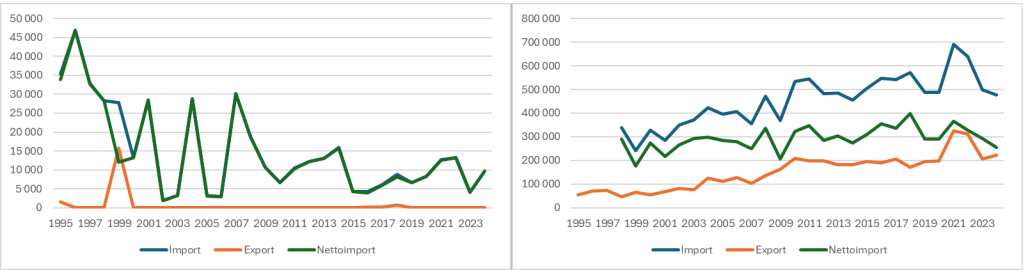
Bilaga 3. Svensk import och export av relevanta råmaterial

I denna bilaga redovisas trender över svensk import, export och nettoimport (som import minus export). De användningsområden som listas är tagna från internationella källor och därmed inte specifika för Sverige, men i stort bedöms dessa återspegla berörda branscher även nationellt.

Aluminium

Aluminiummalm importeras i mängder omkring 5 000 – 15 000 ton/år sedan omkring 2010, medan exporten är nästintill obefintlig (Figur 14 vänster).

Processad aluminium har en stigande trend för både import och export. Nettoimporten ligger omkring 200 000 – 400 000 ton/år under i princip hela tidsserien sedan 1998 (Figur 14 höger). En stor del av importen sker i form av aluminiumoxid (KN 28182000), medan den största exporten sker i form av aluminiumlegeringar (KN 760120). Då importen, exporten och även nettoimporten baseras på vikten av råvaran, inte aluminiuminnehållet, går det inte säga exakt hur stort behovet är. Som jämförelse innehåller aluminiumoxid (Al_2O_3) endast 53 procent aluminium, där resten utgörs av syre. Dessa data visar däremot att Sverige har en aluminiumindustri som har vuxit de senaste decennierna. Om den kommer fortsätta växa går däremot inte säga utifrån historiska data.



Figur 1413. Import, export och nettoimport av aluminiummalm (vänster) och processad aluminium (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

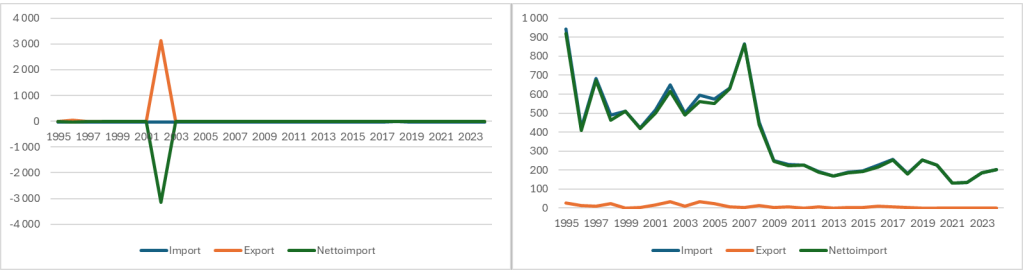
Tabell 4. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av aluminiummalm och processad aluminium. KN-koder som markerats med "xx" i sin ändelse har inkluderat alla 8-siffriga KN-koder som börjar på samma sex siffror som koden i tabellen.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
26060000	Malm	Aluminiummalm, även anrikad
28182000	Processad	Aluminiumoxid (exkl. konstgjord korund)
28183000	Processad	Aluminiumhydroxid
760110xx	Processad	Aluminium i obearbetad form, olegerat
760120xx	Processad	Aluminiumlegeringar i obearbetade former

Antimon

Både import och export av antimonmalm har varit noll under så gott som hela tidsserien, men av någon anledning ser det ut som att Sverige exporterade ca 30 ton malm 1996 och ca 3 000 ton malm 2002 (Figur 15 vänster).

Processad antimon har huvudsakligen importerats i form av antimonoxider (KN 28258000). Det skedde en kraftig minskning av processad antimon omkring 2008–2009. Det är svårt att förklara denna kraftiga minskning utifrån analyserade data och litteratur, men en del av förklaringen kan vara att tillverkning av blybatterier i Sverige slutade under 2000-talet, där antimon används som legeringsämne. Information när detta stopp hände är svår att hitta, men en minskning på 700 ton skulle kunna förklaras av den mängden blybatterier som producerades i Sverige och det typiska innehållet av antimon. Sedan 2009 har nettoimporten legat på omkring 200 ton per år (Figur 15 höger).



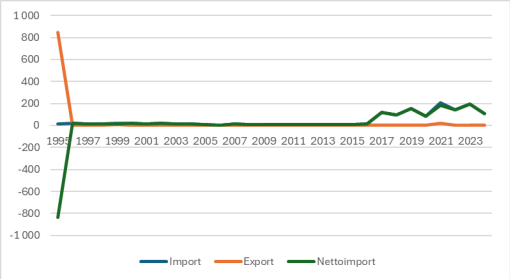
Figur 1514. Import, export och nettoimport av antimonmalm (vänster) och processad antimon (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

Tabell 5. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av antimonmalm och processad antimon.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
26171000	Malm	Antimonmalm, även anrikade
28258000	Processad	Antimonoxider
81100011	Processad	Antimon i obearbetad form; pulver av antimon
81101000	Processad	Antimon i obearbetad form; pulver av antimon

Arsenik

Det saknas KN-kod för arsenikmalm. I stället har dessa import- och exportdata baserats endast på KN 28048000 – Arsenik. Under perioden 1995–2016 importerades små mängder, 20 ton per år eller mindre (Figur 16). Från 2017 och framåt ökade importen till i snitt 140 ton per år. Det ser ut som att Sverige exporterade mer än 800 ton 1995, vilket sedan minskade till noll eller nära noll ton per år.



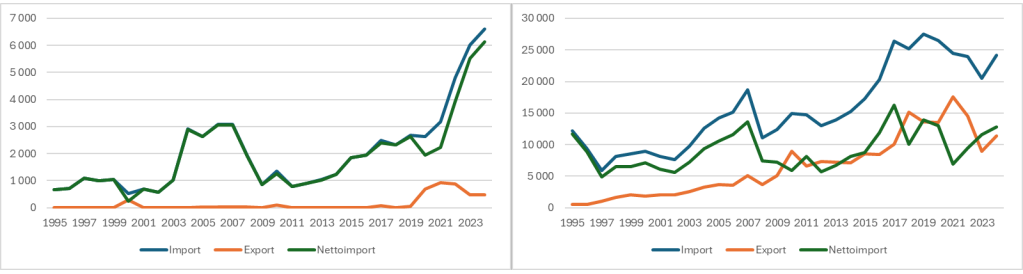
Figur 1615. Import, export och nettoimport av arsenik redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024 (SCB. 2025).

Tabell 6. KN-kod som har använts för att sammanställa import och export av processad arsenik.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
28048000	Processad	Arsenik

Bor och borater

Importen av bormalm ser ut att vara ökande de senaste åren, med en nettoimport strax över 6 000 ton år 2024 (Figur 17 vänster). Även importen av raffinerad bor och borater har varit ökande, med en nettoimport på nästan 13 000 ton år 2024 (Figur 17 höger). Det syns en viss minskning av importen av raffinerat bor/borater 2017–2024, vilket ser ut att till viss del kompenseras av den ökande importen av bormalm under samma period.



Figur 1716. Import, export och nettoimport av bormalm (vänster) och processad bor (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

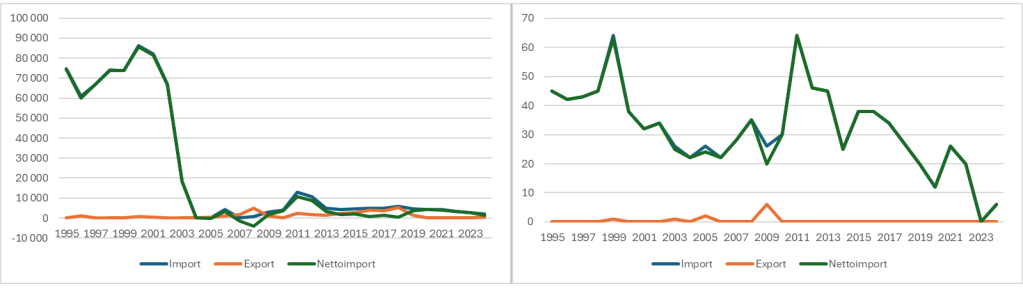
Tabell 7. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av bormalm och processad bor. KN-koder som markerats med "xxxx" i sin ändelse har inkluderat alla 8-siffriga KN-koder som börjar på samma fyra siffror som koden i tabellen.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
2528xxxx	Malm	Naturliga borater och koncentrat av sådana borater
2810xxxx	Processad	Boroxid; borsyror
2840xxxx	Processad	Borater; peroxoborater "perborater"

Fosfor och fosfater

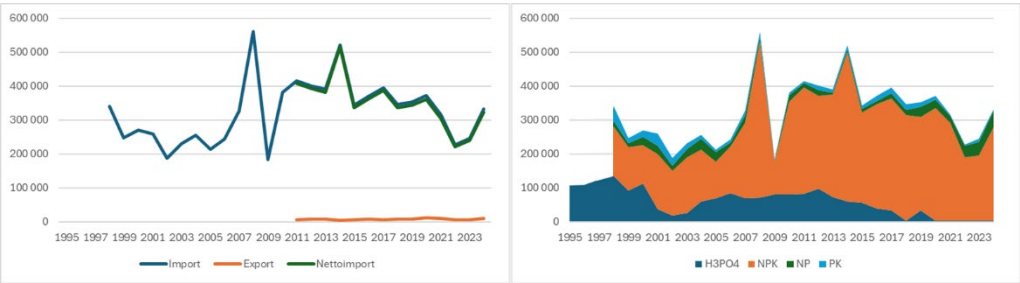
Fosfatmalm importerades i mängder mellan 60 000 ton och 90 000 ton per år mellan 1995 och 2002 (Figur 18 vänster). Nettoimporten var nästan lika hög. Efter det föll importen kraftigt. Sedan 2013 har importen inte gått över 6 000 ton något år och nettoimporten har inte varit över 5 000 ton per år under samma period, vilket syns till vänster i Figur 18.

Raffinerad fosfor är i det här fallet baserad endast på elementär fosfor som rapporterats under KN 28047000 (Fosfor), KN 28047010 (Röd fosfor) eller KN 28047090 (Fosfor, exkl. röd fosfor). Mängden importerad raffinerad fosfor är låg i jämförelse med fosfater (Figur 18 höger). Den har inte gått över 70 ton per år sedan mätseriens början 1995. Exporten är i stort sett obefintlig. Importen ser dessutom ut att ha en kraftigt nedåtgående trend. De senaste tre åren var nettoimporten knappt 10 ton per år i snitt. Denna trend går att se till höger i Figur 18.



Figur 1817. Import, export och nettoimport av fosfatmalm (vänster) och processad fosfor (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

Då fosfater framför allt används som gödningsmedel testades även att analysera import och export av färdiga produkter som innehåller fosfor, vilket i det här fallet begränsades till fosforsyra (KN 280920) samt konstgödning innehållandes fosfor i någon form (KN 310520, 310530, 310540, 310550, 310560) vilket även inkluderade några ammoniumfosfater. Importdata saknar tillförlitliga uppgifter för gödningsmedel innan 1998. Exportdata saknar tillförlitliga uppgifter för fosforsyra innan 1998 och för gödningsmedel innan 2011. Den totala importen (och nettoimporten) varierar kraftigt från knappt 200 000 ton per år till över 500 000 ton per år, vilket illustreras till vänster i Figur 19. Vid en närmare analys av de ingående KN-koderna märks att fosforsyran har minskat kraftigt från strax över 100 000 ton/år 1995–1998 till under 5 000 ton/år 2016–2024. Den största importen, i total vikt, sker i form av NPK-gödning (ca 100 000 – 450 000 ton/år), som innehåller alla de tre stora näringsämnena; kväve, fosfor och kalium. Gödningsmedel som endast innehåller kväve och fosfor (NP) eller endast fosfor och kalium (PK) bidrar med betydligt mindre andelar i total vikt. Dessa importer illustreras i ett areadiagram till höger i Figur 19, där de olika typerna av produkter staplats ovanpå varandra.



Figur 1918. Import, export och nettoimport av fosforsyra samt fosforinnehållande konstgödning (vänster). Import av fosforsyra samt gödningsmedel uppdelat på respektive produktgrupp (höger) där gödningen är uppdelad på dess innehåll av N=kväve, P=fosfor, K=kalium. Båda diagrammen redovisas i ton per år och visas för åren 1995-2024, men det saknas data för några av de första åren vilket medför att linjer och area saknas för de delarna av diagrammen (SCB. 2025).

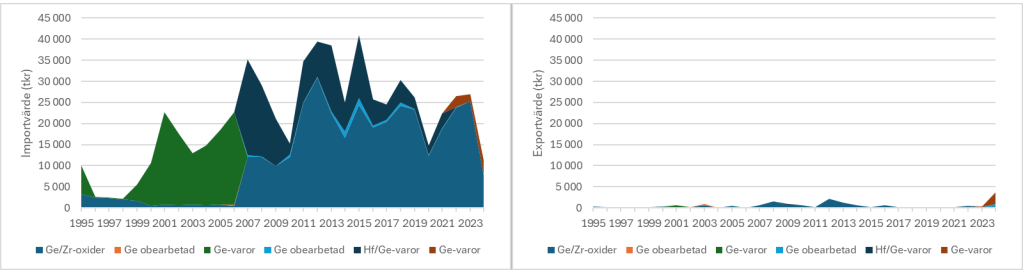
Tabell 8. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av fosfatmalm, processad fosfor och några produkter innehållandes fosfor. KN-koder som markerats med "xx" eller "xxxx" i sin ändelse har inkluderat alla 8-siffriga KN-koder som börjar på samma sex eller fyra siffror som koden i tabellen.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
2510xxxx	Malm	Naturliga kalciumfosfater, naturliga aluminiumkalciumfosfater och fosfatkrita
280470xx	Processad	Fosfor
280920xx	Produkt	Fosforsyra; polyfosforsyror, även kemiskt definierade
310520xx	Produkt	Mineraliska eller kemiska gödselmedel som innehåller både kväve, fosfor och kalium "NPK-gödselmedel"
310530xx	Produkt	Diammoniumhydrogenortofosfat "diammoniumfosfat"
310540xx	Produkt	Ammoniumdihydrogenortofosfat "monoammoniumfosfat" och blandningar av detta ämne med diammoniumhydrogenortofosfat "diammoniumfosfat"
310551xx	Produkt	Gödselmedel, mineraliska eller kemiska, som innehåller både nitrater och fosfater
310559xx	Produkt	Gödselmedel, mineraliska eller kemiska, som innehåller både kväve och fosfor
310560xx	Produkt	Gödselmedel, mineraliska eller kemiska, som innehåller både fosfor och kalium

Germanium

Det saknas KN-kod för germaniummalm. Germanium har därför endast analyserats utifrån raffinerad form, men även där var det svårt att hitta relevant data. Detta för att KN-nummer byttes flera gånger under rapporteringsperioden eller för att flera kemiska föreningar eller varor rapporteras under samma KN-nummer.

Därför illustreras importen i stället utifrån importvärdet (tusentals kronor) i ett areadiagram i Figur 20, där de olika varorna staplats ovanpå varandra. Det ekonomiska värdet påverkas dock av råvarupriset. Exporten har totalt sett varit mindre än importen, men några enstaka år har det rapporterats högre exportvärden än import för någon enstaka KN-kod. Exporten illustreras på samma sätt till höger i Figur 20. Det ser ut som att importen av germanium har minskat sedan en topp år 2015, men det är svårt att avgöra på grund av variationen i hur varorna registrerats. Sedan KN-koderna förändrades 2007 ser det ut som att det största importvärdet har varit i germaniumoxider och zirkoniumdioxid (KN 28256000), men det är svårt att säga hur mycket av värdet som kommit från respektive oxid.



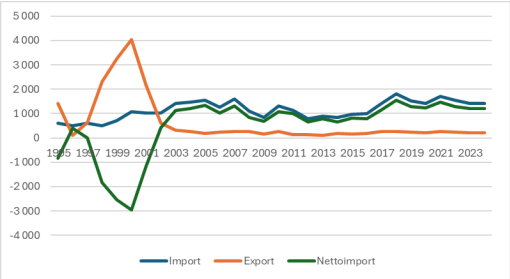
Figur 2019. Import (vänster) och export (höger) av germaniumvaror redovisat i ekonomiskt värde, tusentals kronor per år, under perioden 1995–2024. Dessa data påverkas av råvarupriset som kan variera över tid (SCB. 2025).

Tabell 9. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av processad germanium. KN-koderna i tabellen är i samma ordning som i Figur 20.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
28256000	Processad	Germaniumoxider och zirkoniumdioxid
81123020	Processad	Germanium i obearbetad form; pulver av germanium
81123090	Processad	Germanium, varor av, i.a.n.
81129295	Processad	Germanium i obearbetad form; pulver av germanium
81129920	Processad	Varor av hafnium "Celtium" och germanium, i.a.n.
81129940	Processad	Varor av germanium, i.a.n.

Grafit

Det saknas KN-kod för grafitmalm. Grafit har därför endast utvärderats utifrån raffinerad form. Under åren 1995–2002 var exporten större än importen under sex av åtta år (Figur 21). Efter det har exporten varit relativt stabil omkring 100–300 ton per år. Importen under samma period, från år 2003, har varierat mellan knappt 800 ton och drygt 1800 ton per år. Det syns ingen tydlig uppåtgående eller nedåtgående trend sedan år 2003.



Figur 2120. Import, export och nettoimport av grafit redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024 (SCB. 2025).

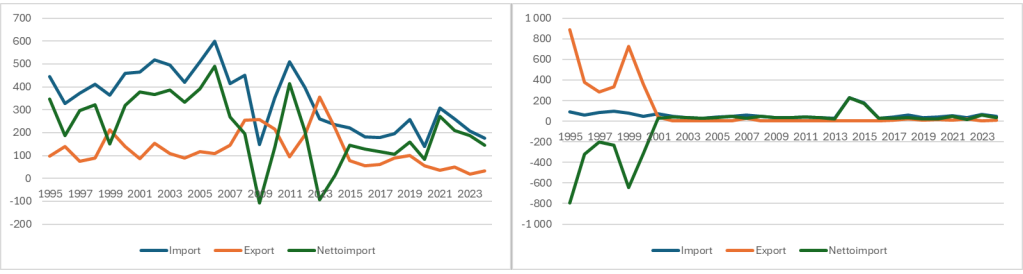
Tabell 10. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av processad grafit.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
25041000	Processad	Naturlig grafit i pulver eller flingor
25049000	Processad	Naturlig grafit (exkl. i pulver eller flingor)

Kobolt

Koboltmalm har importerats, framför allt i form av koboltskärsten (KN 81051010 och 81052000). Som högst var importen 2006 med ca 600 ton, vilket sedan har minskat till knappt 200 ton år 2024 (Figur 22 vänster).

Raffinerad kobolt har framför allt importerats i form av varor av kobolt (KN 81059000) i mängder som vanligtvis har varit lägre än 100 ton per år men uppgick till omkring 200 ton per år 2014–2015. Exporten skedde mest fram till omkring år 2000, i form av koboltoxid (KN 28220000) eller till viss del koboltklorid (KN 28273400) vilket syns till höger i Figur 22.



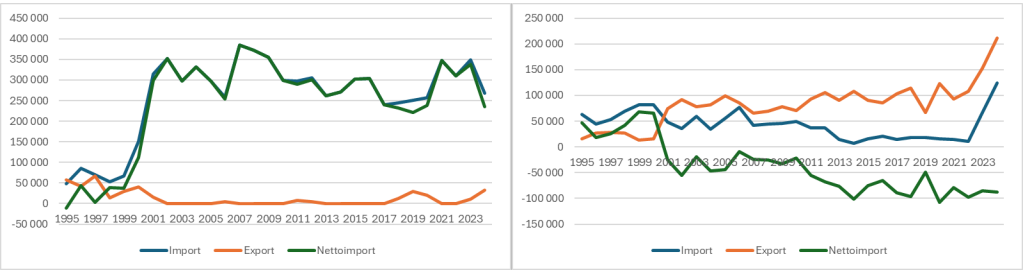
Figur 2221. Import, export och nettoimport av koboltmalm (vänster) och processad kobolt (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

Tabell 11. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av koboltmalm och processad kobolt.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
26050000	Malm	Koboltmalm, även anrikad
81051010	Malm	Koboltskärsten och andra mellanprodukter vid framställning av kobolt; kobolt i obearbetad form; pulver av kobolt
81052000	Malm	Koboltskärsten och andra mellanprodukter vid framställning av kobolt; kobolt i obearbetad form; pulver av kobolt
28220000	Processad	Koboltoxider och kobolthydroxider; kommersiella koboltoxider
28273400	Processad	Koboltklorider
28273930	Processad	Koboltklorider
29152300	Processad	Koboltacetater
81059000	Processad	Kobolt, varor av , i.a.n.

Koppar

Importen av kopparmalm ökade omkring år 2000 (Figur 23 vänster). Nettoimporten har sedan 2001 varierat mellan drygt 200 000 ton som lägst och nästan 400 000 som högst. På ett liknande sätt har exporten av den raffinerade kopparn ökat omkring år 2000 (Figur 23 höger). Sedan 2001 har Sverige varit en nettoexportör av raffinerad koppar, en nettoexport som ser ut att ha ökat. De senaste åren har nettoexporten uppgått till nästan 100 000 ton per år.



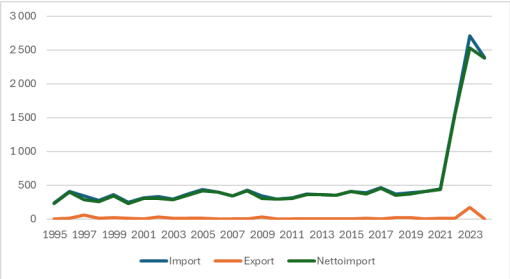
Figur 2322. Import, export och nettoimport av kopparmalm (vänster) och processad koppar (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

Tabell 12. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av kopparmalm och processad koppar.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
26030000	Malm	Kopparmalm, även anrikad
74010000	Processad	Kopparskärsten; cementkoppar utfälld koppar
74011000	Processad	Kopparskärsten
74012000	Processad	Cementkoppar utfälld koppar
74020000	Processad	Koppar, oraffinerad kopparanoder för elektrolytisk raffinering
74031100	Processad	Koppar, raffinerad i form av katoder och katodsektioner
74031300	Processad	Koppar, raffinerad i form av billets

Litium

Det finns en KN-kod för spodumen och liknande mineral lämpliga för utvinning av litium, men de visar noll eller väldigt låga värden för alla år i tidsserien. Litium har därför utvärderats utifrån raffinerad form (Figur 24). Importen och nettoimporten av raffinerad litium låg stabilt under 500 ton per år fram till och med 2021. Efter det ökade importen kraftigt och har de två senaste åren, 2023–2024, legat på omkring 2 500 ton per år.



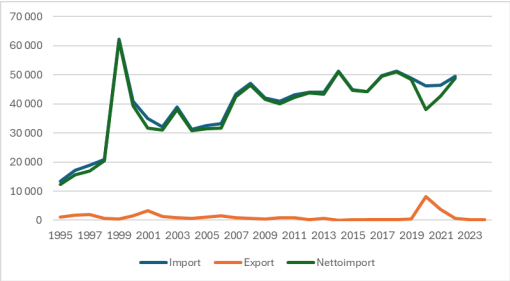
Figur 2423. Import, export och nettoimport av raffinerad litium redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024 (SCB. 2025).

Tabell 13. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av processad litium.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
28252000	Processad	Litiumoxid och litiumhydroxid
28369100	Processad	Litiumkarbonater

Magnesium

Magnesium har endast utvärderats utifrån raffinerad form, baserat på de KN-koder som inkluderades i SCRREEN2-studien (SCRREEN2 Consortium, 2023b). Bortsett från en topp 1999 syns en tydligt stigande trend i total importerad magnesium (Figur 25). Nettoimporten 1995 var lite drygt 12 000 ton och hade ökat till nästan 50 000 ton år 2022 (importdata saknas för KN 28273100 under 2023–2024).



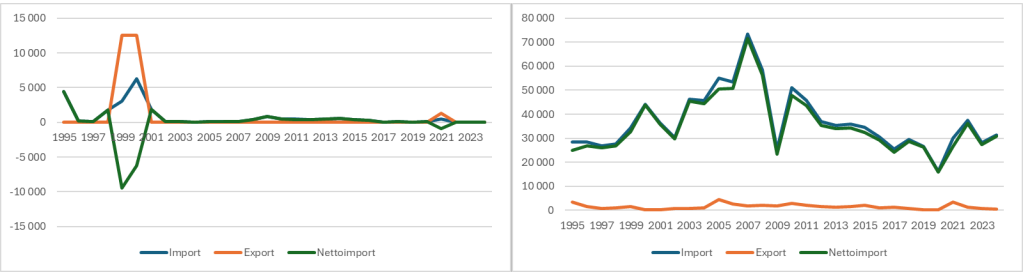
Figur 2524. Import, export och nettoimport av raffinerad magnesium redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024 (SCB. 2025).

Tabell 14. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av processad magnesium.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
28273100	Processad	Magnesiumklorid
81041100	Processad	Magnesium i obearbetad form, innehållande >= 99,8 viktprocent magnesium
81041900	Processad	Magnesium i obearbetad form, innehållande < 99,8 viktprocent magnesium

Mangan

Ytterst lite manganmalm har importerats och exporterats, särskilt sedan 2001 (Figur 26 vänster). Raffinerad mangan däremot har importerats i större kvantitet (Figur 26 höger). Nettoimporten uppgick till cirka 25 000 ton 1995, nådde en topp på lite drygt 70 000 ton 2007 och var 2024 nere på 30 000 ton.



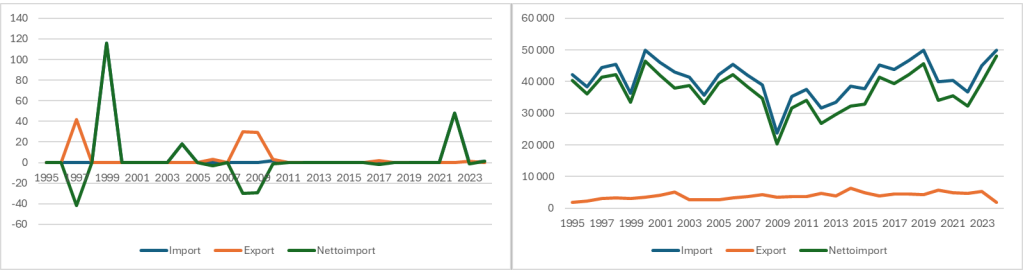
Figur 2625. Import, export och nettoimport av manganmalm (vänster) och processad mangan (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

Tabell 15. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av manganmalm och processad mangan. KN-koder som markerats med "xxxx" i sin ändelse har inkluderat alla 8-siffriga KN-koder som börjar på samma fyra siffror som koden i tabellen.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
26020000	Malm	Manganmalm, även anrikad, inkl. järnhaltig manganmalm, även anrikad, med en manganhalt av >= 20 viktprocent, beräknat på torrsubstansen
2820xxxx	Processad	Manganoxider
72021900	Processad	Ferromangan innehållande <= 2 viktprocent kol
72023000	Processad	Ferrokiselmangan

Nickel

Ytterst lite nickelmalm har importerats och exporterats (Figur 27 vänster). Raffinerad nickel däremot har importerats i större kvantitet (Figur 27 höger). Bortsett från en dipp 2009 så har nettoimporten varierat mellan knappt 30 000 ton och knappt 50 000 ton per år, där toppnoteringen nåddes 2024. Huvuddelen av nickelimporten har skett i form av ferronickel (KN 72026000) och olegerad nickel (KN 75021000). Under de två sista åren i tidsserien syns också en kraftig ökning av importen av nickelsulfat (KN 28332400) som då ökade från cirka 100 ton år 2022 till mer än 16 000 ton 2024.



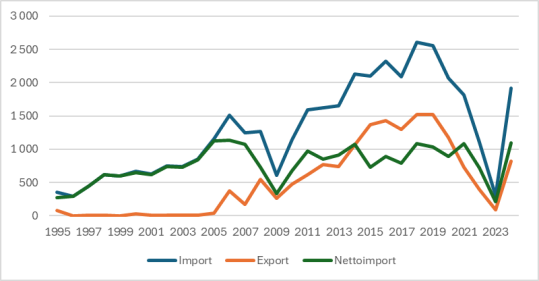
Figur 2726. Import, export och nettoimport av nickelmalm (vänster) och processad nickel (höger) redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024. OBS! Det är olika skala på y-axlarna (SCB. 2025).

Tabell 16. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av nickelmalm och processad nickel. KN-koder som markerats med "xxxx" i sin ändelse har inkluderat alla 8-siffriga KN-koder som börjar på samma fyra siffror som koden i tabellen.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
26040000	Malm	Nickelmalm, även anrikad
28254000	Processad	Nickeloxider och nickelhydroxider
28273500	Processad	Nickelklorid
28332400	Processad	Nickelsulfater
72026000	Processad	Ferronickel
7501xxxx	Processad	Nickelskärsten, nickeloxidsinter och andra mellanprodukter vid framställning av nickel
7502xxxx	Processad	Nickel i obearbetad form
7504xxxx	Processad	Pulver och fjäll av nickel (exkl. nickeloxidsinter)

Niob

Import och export av niobmalm visar noll ton för alla år i tidsserien och inkluderas därför inte i utvärderingen. Raffinerad niob i form av huvudsakligen ferroniob (KN 72029300) har importerats i en stigande mängd fram till omkring 2019 då det började falla igen, med en kraftig dipp 2023, varefter det steg igen 2024 (Figur 28). Exporten har följt med importen ganska väl, vilket har lett till att nettoimporten har varit relativt stabil omkring 1 000 ton per år sedan omkring 2004, bortsett från dippen 2023 och ytterligare en dipp 2009.



Figur 2827. Import, export och nettoimport av raffinerad niob redovisat i ton per år, under perioden 1995–2024 (SCB. 2025).

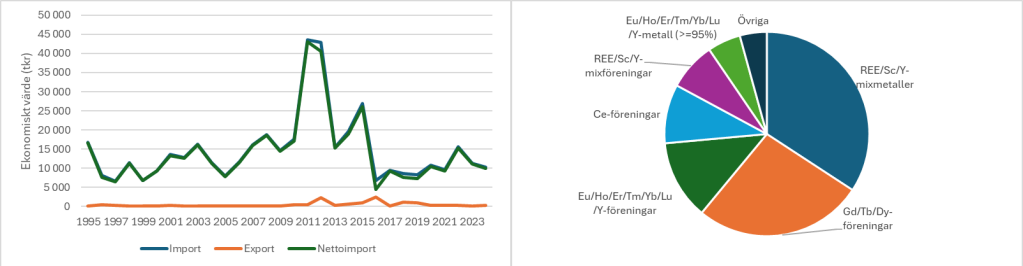
Tabell 17. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av processad niob.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
72029300	Processad	Ferroniob
81129131	Processad	Niob "columbium" och rhenium, i obearbetad form; pulver av niob "columbium" eller rhenium
81129231	Processad	Niob "columbium" och rhenium, i obearbetad form; pulver av niob "columbium" eller rhenium
81129240	Processad	Niob "columbium", i obearbetad form, pulver av niob "columbium"
81129930	Processad	Varor av niob "columbium" eller rhenium, i.a.n.
81129950	Processad	Varor av niob "columbium", i.a.n.

Sällsynta jordartsmetaller inklusive skandium

Sällsynta jordartsmetaller har utvärderats utifrån deras registrerade ekonomiska värde, samt utifrån raffinerad form (Figur 29). Detta pga. dessa metaller delar samma KN-koder, samtidigt som en del av dem har mycket olika värde per viktenhet. Här ingår även skandium som listas som separat kritiskt råmaterial, även om den ofta inkluderas i definitionen av sällsynta jordartsmetaller.

Det ekonomiska värdet av importerade sällsynta jordartsmetaller (Figur 29 vänster) hade en topp 2011–2012, vilket troligtvis till stor del är en effekt av att det just då var en kraftig pristopp för de flesta av de metallerna. Till höger i samma figur har det ekonomiska värdet under 2024 fördelats upp på de respektive KN-koderna. Det högsta ekonomiska värdet (3,5 miljoner kronor) registrerades för KN 28053010 (Sällsynta jordartsmetaller, skandium och yttrium, blandade eller legerade med varandra), vilket också registrerade den högsta vikten samma år, 26 ton. Det näst högsta ekonomiska värdet (2,8 miljoner kronor) registrerades för KN 28469060 (Oorganiska och organiska föreningar av gadolinium, terbium eller dysprosium), vilket registrerade en vikt på noll ton det året. Resterande tolv (fortfarande aktiva) KN-koder för sällsynta jordartsmetaller registrerade en total vikt på 4 ton, med ett totalt ekonomiskt värde på 4,0 miljoner kronor. Det är alltså höga ekonomiska värden fördelat på en relativt liten vikt och priset per viktenhet blir extra svårt att beräkna när importdata ibland har avrundats till noll ton.



Figur 2928. Import, export och nettoimport av raffinerade sällsynta jordartsmetaller redovisat i ekonomiskt värde, tusentals kronor per år, under perioden 1995–2024 (vänster). Fördelningen av importvärdet för de raffinerade sällsynta jordartsmetallerna under 2024 (höger). Dessa data påverkas av råvarupriset som kan variera över tid (SCB. 2025).

Tabell 18. KN-koder som har använts för att sammanställa import och export av processade sällsynta jordartsmetaller, inklusive skandium.

KN-kod	Råvara	Beskrivning
28053010	Processad	Sällsynta jordartsmetaller, skandium och yttrium, blandade eller legerade med varandra
28053020	Processad	Cerium, lantan, praseodym, neodym och samarium, med en renhetsgrad av >=95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053021	Processad	Cerium, lantan, med en renhetsgrad av >= 95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053029	Processad	Praseodym, neodym och samarium, med en renhetsgrad av >= 95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053030	Processad	Europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, tulium, ytterbium, lutetium och yttrium, med en renhetsgrad av >=95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053031	Processad	Gadolinium, terbium, dysprosium, med en renhetsgrad av >= 95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053039	Processad	Europium, holmium, erbium, tulium, ytterbium, lutetium och yttrium, med en renhetsgrad av >= 95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053040	Processad	Skandium, med en renhetsgrad av >=95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053080	Processad	Sällsynta jordartsmetaller, skandium och yttrium, med en renhetsgrad av <95 viktprocent (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28053090	Processad	Sällsynta jordartsmetaller, skandium och yttrium (exkl. blandade eller legerade med varandra)
28461000	Processad	Ceriumföreningar

28469000	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av sällsynta jordartsmetaller, yttrium eller skandium eller av blandningar av dessa metaller (exkl. cerium, föreningar)
28469010	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av lantan, praseodym, neodym eller samarium
28469020	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, tulium, ytterbium, lutetium eller yttrium
28469030	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av skandium
28469040	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av lantan
28469050	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av praseodym, neodym eller samarium
28469060	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av gadolinium, terbium eller dysprosium
28469070	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av europium, holmium, erbium, tulium, ytterbium, lutetium eller yttrium
28469090	Processad	Oorganiska och organiska föreningar av blandningar av sällsynta jordartsmetaller, yttrium eller skandium

Bilaga 4. Kemiskt innehåll i aska

Tabell 19. Kemiskt innehåll i askor från svensk avfallsförbränning, baserat på data från 19 prover av bottenaska och 25 prover av flygaska. Avrundat till två signifikanta siffror. Från databasen Allaska, en databas som skapades av ÅF Process AB för Värmeforsk. Databasen uppdaterades senast 2011 och är inte längre öppet tillgänglig.

Grundämne	Bottenaska (mg/kg)			Flygaska (mg/kg)		
	medel	±	st. avvikelse	medel	±	st. avvikelse.
Al	59 000	±	16 000	55 000	±	23 000
As	56	±	28	110	±	79
Ba	1 500	±	600	1 800	±	690
Be	1,7	±	0,9	1,2	±	0,3
Ca	87 000	±	29 000	190 000	±	57 000
Cd	4,0	±	2,5	77	±	96
Cl	2 200	±	1 600	67 000	±	57 000
Co	35	±	35	31	±	15
Cr	440	±	150	500	±	210
Cu	5 700	±	3 200	4 400	±	3 500
Fe	44 000	±	31 000	28 000	±	15 000
Hg	0,1	±	0,1	3,4	±	2,6
K	16 000	±	4 400	23 000	±	12 000
La	19	±	6	18	±	7
Mg	13 000	±	3 300	17 000	±	9 800
Mn	1 600	±	2 200	1 200	±	430
Mo	17	±	9	25	±	9
Na	32 000	±	13 000	27 000	±	16 000
Nb	9,5	±	5,6	11,0	±	3,7
Ni	160	±	120	150	±	79
P	3 100	±	1 600	4 300	±	1 900
Pb	1 100	±	520	3 200	±	2 300
S	5 200	±	4 500	30 000	±	14 000
Sb	130	±	97	510	±	480
Sc	2,8	±	1,3	2,8	±	1,2
Si	260 000	±	69 000	120 000	±	68 000
Sn	150	±	130	210	±	140
Sr	340	±	110	400	±	75
Ti	5 900	±	2 300	9 300	±	3 800
V	47	±	16	50	±	25
W	62	±	6	61	±	2
Y	17	±	3	16	±	4
Zn	4 200	±	2 400	12 000	±	9 200
Zr	340	±	220	220	±	100

Tabell 20. Koncentration av grundämnen i jordskorpan och förhållandet mellan koncentrationen av ett grundämne i aska och dess koncentrationen i jordskorpan, C_{BA}/C_{EC} för bottenaska och C_{FA}/C_{EC} för flygaska. Avrundat till två signifikanta siffror.

Grundämne	Koncentration i jordskorpan (mg/kg)	Bottenaska, förhållande C_{BA}/C_{EC}	Flygaska, förhållande C_{FA}/C_{EC}
Al	81 000	0,73	0,68
As	2,1	27	52
Ba	340	4,5	5,4
Be	1,9	0,90	0,62
Ca	50 000	1,7	3,8
Cd	0,15	27	520
Cl	170	13	400
Co	30	1,2	1,0
Cr	140	3,1	3,6
Cu	68	84	65
Fe	63 000	0,70	0,44
Hg	0,067	1,5	51
K	15 000	1,1	1,5
La	34	0,57	0,52
Mg	29 000	0,44	0,60
Mn	1 100	1,4	1,1
Mo	1,1	16	23
Na	23 000	1,4	1,2
Nb	17	0,56	0,63
Ni	90	1,8	1,6
P	990	3,2	4,3
Pb	10	110	320
S	420	12	72
Sb	0,20	660	2 500
Sc	26	0,11	0,11
Si	270 000	0,96	0,45
Sn	2,2	67	97
Sr	360	0,95	1,1
Ti	6 600	0,89	1,4
V	190	0,25	0,27
W	1,1	56	55
Y	29	0,58	0,57
Zn	78	54	150
Zr	130	2,6	1,7

STOCKHOLM
Box 21060, 100 31 Stockholm

GÖTEBORG
Box 53021, 400 14 Göteborg

MALMÖ
Nordenskiöldsgatan 24
211 19 Malmö

KRISTINEBERG
(Center för marin forskning och innovation)
Kristineberg 566
451 78 Fiskebäckskil

SKELLEFTEÅ
Kanalgatan 59
931 32 Skellefteå

BEJING, CHINA
Room 612A
InterChina Commercial Building No.33
Dengshikou Dajie
Dongcheng District
Beijing 100006
China

© IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB | Tel: 010-788 65 00 | www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem