

Förutsättningar för en ökad återvinning av kritiska råmaterial i Sverige

Författare: Christian Junestedt, Erik Emilsson, Åsa Romson, Alexandra Wu

Rapportnummer C757, Januari 2023

ISBN 978-91-7883-496-9

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2023**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

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

Innehåll

Sammanfattning.....	4
Inledning	5
Återvinning en viktig del i arbetet med klimat- och energiomställningen	5
Kritiska råmaterial.....	7
EU:s arbete med återvinning av kritiska råmaterial.....	8
Sveriges arbete med återvinning av kritiska råmaterial	9
Innovationskritiska råmaterial	10
Litiumjonbatterier till elbilar	10
Kobolt.....	11
Litium	12
Grafit	12
Permanentmagneter.....	12
Dysprosium och neodym	13
Solpaneler	13
Kisel.....	14
Situationen i Sverige idag kring återvinningen av kritiska råmaterial	15
Branschens syn på återvinningen i Sverige.....	16
Teknik för att återvinna kritiska råmaterial	16
Ekonomiska incitament för att återvinna kritiska råmaterial	16
Regulatoriska aspekter för en ökad återvinning.....	17
Åtgärdsförslag	18
Analys av förutsättningar och förslag på åtgärder.....	18
Slutsatser.....	21
Prioriterade åtgärder	21
Referenser.....	23



Sammanfattning

Inom ramen för denna studie har förutsättningarna för en ökad återvinning i Sverige av råmaterialen **grafit, kobolt, litium, dysprosium, neodym och kisel** studerats. Dessa råmaterial behövs för produktionen av tekniker (litiumjonbatterier till elbilar, solcellspaneler och vindkraftverk) till den gröna omställningen och benämns därför också som innovationskritiska. I studien har fokus varit att undersöka ifall det finns hinder för en ökad återvinning av dessa råmaterial, vad dessa hinder beror på och vad som skulle kunna vara möjliga åtgärder till dessa. En litteraturstudie samt intervjuer med ett antal återvinningsföretag har utgjort grunden för de förslag som presenteras i denna rapport.

Det kan konstateras att återvinningen av de kritiska råmaterial från de produktkategorier som undersökts i denna studie inte är särskilt omfattande idag. Det handlar nästan uteslutande om att volymerna av råmaterialen inom de produktgrupper som undersökts ännu är för små, vilket gör att det generellt sett inte finns incitament att satsa på dessa flöden. Återvinningsföretagen uppger att de kan anpassa sig, men först då krav ställs utifrån och/eller då det finns tillräckligt goda ekonomiska förutsättningar. Det finns idag aktörer som arbetar proaktivt och i dessa fall handlar det om en återvinning av produkter där flödena förväntas öka i stor omfattning inom de närmaste åren.

Ett antal förslag till åtgärder har tagits fram inom ramen för studien vilka kan bidra till en ökad återvinning av de studerade råmaterialen, dessa sammanfattas i nedanstående punkter:

- Fortsatt utveckling av pågående EU-reformer och svenska stödmöjligheter till dessa reformer.
- Satsa på åtgärder som ger återvinnare tillgång till sekundära material.
- Ställ krav på design för återvinning, på spårbarhet av material och på införandet av kvotplikter (andel återvunnet material i nya produkter).
- Ta fram stödinsatser för en bättre dialog mellan aktörer (särskilt mellan producenter och återvinnare) genom att öka möjligheterna till nätverkande för dessa grupperingar.

Inledning

Bakgrunden till detta uppdrag är att Återvinningsindustrierna önskar ett underlag som beskriver situationen kring återvinningen av ett antal kritiska råmaterial (grafit, kobolt, litium, dysprosium, neodym och kisel). I studien har fokus varit att undersöka ifall det finns hinder för en ökad återvinning av dessa råmaterial, vad dessa hinder beror på och vad som skulle kunna vara möjliga åtgärder till dessa. En litteraturstudie samt intervjuer med ett antal återvinningsföretag har utgjort grunden för de förslag som presenteras i denna rapport.

Återvinning en viktig del i arbetet med klimat- och energiomställningen

Klimateffekterna och den stigande medeltemperaturen på jorden, till stor del orsakad genom förbränning av fossila bränslen, är ett av de största hoten mot miljön och mänskligheten. Detta har bland annat lett fram till att Parisavtalet förhandlades fram med mål om att begränsa den globala temperaturökningen till väl under 2 grader Celsius och att ansträngningar görs för att hålla ökningen under 1,5 grader Celsius jämfört med förindustriell nivå (Naturvårdsverket, 2023). Ett led i att uppnå detta mål är att fossila energislag ersätts med förnyelsebar energi så som exempelvis litiumjonbatterier till elbilar, vatten-, vind- och solkraft. De alternativa energislagen kräver emellertid icke-fossila råmaterial i form av mineraler och metaller.

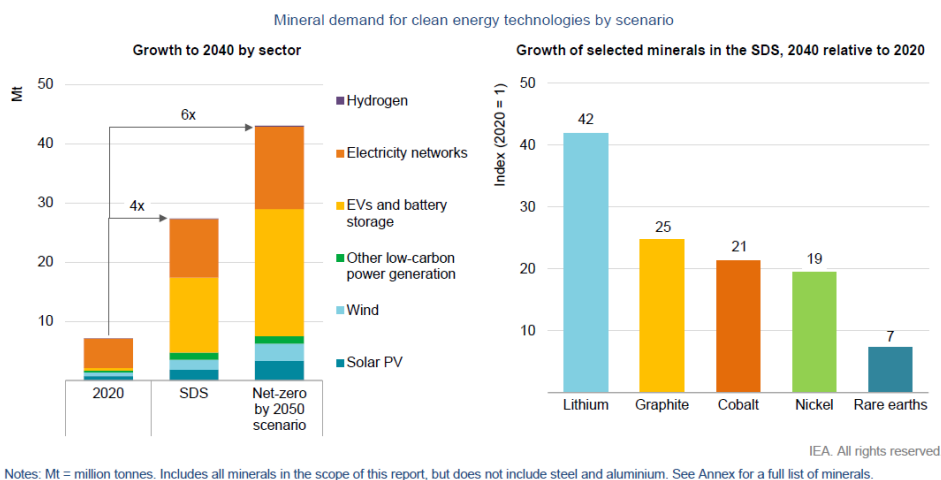
Det finns ett antal prognoser framtagna som pekar på att ansenliga mängder av vissa specifika råmaterial kommer att krävas för den gröna omställningen och för att nå Parisavtalets mål, vilket gjort att vissa råmaterial idag benämns som kritiska (IEA, 2020; WEF, 2019). International Energy Agency (IEA) konstaterar i en rapport att ett energisystem som bygger på solceller, vindkraftverk och elektriska fordon generellt kräver betydligt mer av de kritiska råmaterialen jämfört med deras fossila motsvarigheter (IEA, 2020). En typisk elbil kräver exempelvis sex gånger mer av de kritiska råmaterialen jämfört med en bil med förbränningsmotor. Samma prognoser visar också att mängderna material som behövs för den gröna omställningen och som idag finns i omlopp inte är tillräckliga, vilket betyder att ytterligare naturresurser skulle behöva tas i anspråk och nya gruvor öppnas (IEA, 2020).

I en forskningsöversiktsrapport som beställdes av Näringsutskottets grupp för uppföljning och utvärdering år 2021 framgår att Sverige bedöms ha geologisk potential för ett antal av de råmaterial som behövs för bland annat produktion av elbilsbatterier, däribland grafit, kobolt och litium (Näringsutskottet, 2022). I samma rapport framgår också att återvinningen av metaller från stora produktgrupper idag sker i liten utsträckning och att bristande lönsamhet är det huvudsakliga skälet. Trenden anses dessutom vara att andelen av de kritiska råmaterialen i diverse produktgrupper blir mindre och mindre, vilket gör återvinningen än mer komplicerad och mindre lönsam samt att råmaterialen riskerar att hamna i avfallsströmmar som inte återvinns (Näringsutskottet, 2022). I rapporten "Utveckla myndighetssamverkan för Sveriges delar av en hållbar europeisk värdekedja för batterier" (ett samverkansuppdrag mellan Energimyndigheten, Naturvårdsverket och SGU) framgår att det finns en överhängande risk för att marknaden, bland annat med avseende på råmaterialförsörjningen (sekundära och primära råmaterial) inte kan möta efterfrågan. Skälen anses vara långa ledder och idag okända flaskhalsar i batterivärdekedjan (Energimyndigheten, 2022).

För att klara efterfrågan på råmaterial för den gröna omställningen kommer det vara nödvändigt att arbeta brett med olika angreppssätt och inkludera alla delar av en produktvärdekedja från utvinning av primära råvaror via produktion, användning, återanvändning till insamling och återvinning (inklusive uppberedning av metaller). Det handlar också om att ta fram hållbara lösningar där material används resurseffektivt, vilket kan genomföras på flera olika och parallella sätt. Exempelvis genom utökad livslängd på de produkter som sätts på marknaden och att produkter designas för återanvändning eller återvinning. En nyckel för att få till en högre resurseffektivitet som gör att råmaterialen utnyttjas så optimalt som möjligt är att i en större utsträckning förmå aktörerna i olika delar av produktvärdekedjan att kommunicera sinsemellan. I Tillväxtanalys rapport "Metallåtervinningens ekonomiska marknader - komplexitet, incitament och politisk styrning" framgår det att en av framgångsfaktorerna för en ökad metallåtervinning ofta behöver bygga på etablering av nätverk där aktörer längs hela produktkedjan medverkar (Tillväxtanalys, 2021).

Generationsmålet är det övergripande målet för miljöpolitiken i Sverige och visar på den samhällsomställning som krävs för att de stora miljöproblemen ska vara lösta till kommande generationer (Sveriges miljömål, 2023). Till generationsmålet finns sju tillhörande strecksatser som förtydligar vilket fokus miljöpolitiken måste ha, varav en handlar om att "en god hushållning sker med naturresurserna". Ett av måtten som används för att mäta hur stor andel naturresurser som exempelvis olika länder förbrukar är det ekologiska fotavtrycket. Organisationen *Global Footprint Network* räknar årligen ut en fiktiv budget över naturens förnybara resurser, vilken baseras på det ekologiska fotavtrycket. År 2022 inträffade dagen då världen förbrukat det årets ranson den 28 juli. Sedan mätningarna började har datumet inträffat tidigare varje år, med undantag för vissa speciella händelser som Coronapandemin år 2020 (Global Footprint Network, 2023).

Beräkningarna pekar alltså på att allt för mycket naturresurser förbrukas årligen och att trenden är att förbrukningen ökar mer och mer. Idag återvinns endast 3,6 procent av alla resurser som tillförs det svenska samhället, vilket betyder att primära resurser används i onödigt stor utsträckning (Re:Source, 2022). Prognoserna visar också att ännu mer råmaterial än vad som för närvarande finns i omlopp kommer att behövas för den gröna omställningen, se Figur 1 (IEA, 2020). Detta innebär att olika miljöeffekter kan komma att ställas mot varandra där exempelvis minskade negativa klimatteffekter samtidigt innebär ett ökat uttag av naturresurser. Återvinning är och kommer med anledning av detta att vara en av flera viktiga faktorer i den pågående klimat- och energiomställningen.

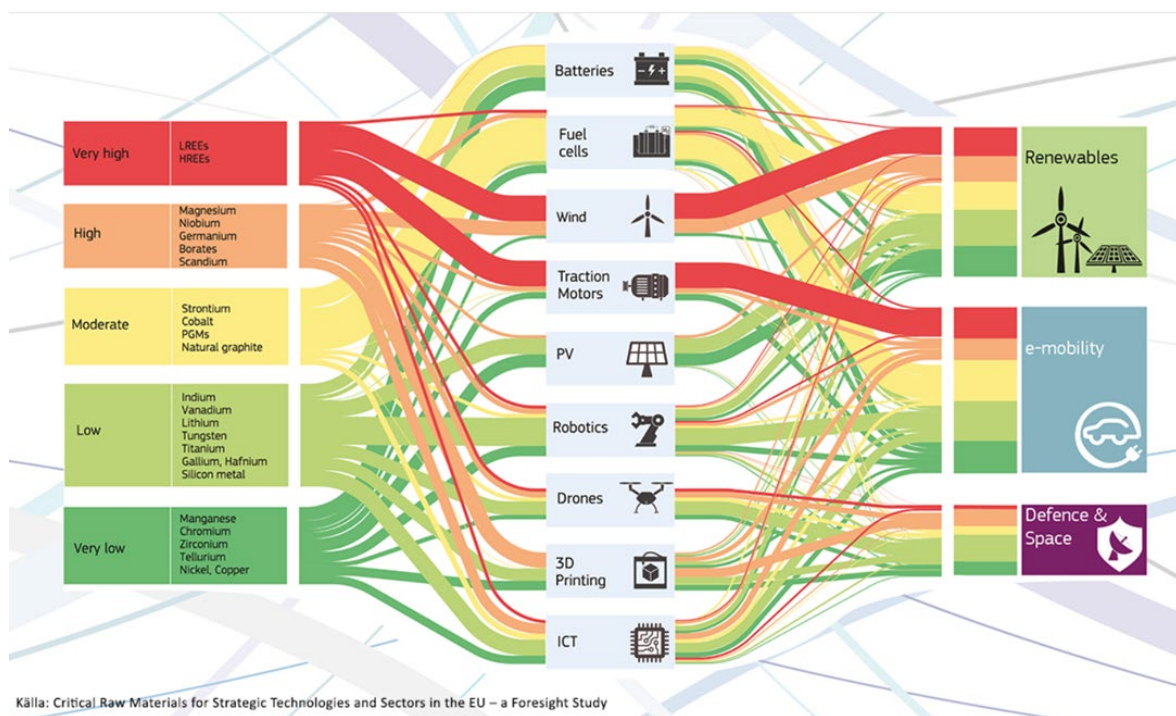


Figur 1. Prognosticerat framtida globalt behov av ett antal råmaterial. (Källa: IEA 2020)

Kritiska råmaterial

Hur kritiskt ett råmaterial anses vara handlar i hög grad om hur stort behovet är i förhållande till vilka tillgångar som finns samt hur tillgängliga dessa tillgångar är i olika delar av världen. Definitionen för när ett råmaterial kan anses vara kritiskt kan variera över tid och beroende på användningssyfte. Till stor del handlar det om tillgång och efterfrågan. För närvarande är behovet exempelvis mycket stort av råmaterial som kan användas i olika typer av tekniska applikationer för den gröna omställningen såsom solpaneler, vindkraftverk och elbilsbatterier. Inom EU har kommissionen i sitt meddelande ”Resiliens för råvaror av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet” definierat att ett råmaterial är kritiskt om det antingen är av stor ekonomisk betydelse för EU och/eller att det föreligger en försörjningsrisk (dvs begränsad tillgång till ett råmaterial) (KOM, 2020a). Kommissionen har sedan 2011, med tre års intervall, tagit fram en lista över råmaterial som anses vara kritiska inom EU. Den första listan som togs fram 2011 omfattade 14 råmaterial och den senaste som nyligen lanserats för år 2023 innehåller 34 råmaterial. Den nya listan innehåller råmaterial som både klassats som kritiska, och som strategiskt viktiga för EU. I de allra flesta fall är råmaterialen klassade som både och med undantag av koppar och nickel som inte anses som kritiska utan som enbart strategiskt viktiga. Jämfört med listan från 2020 har även mangan, arsenik, fältspat och helium lagts till och två tidigare material tagits bort (indium och naturgummi) (KOM, 2023a).

I betänkandet inom utredningen om en hållbar försörjning av innovationskritiska metaller och mineral har en definition av innovationskritiska råmaterial också tagits fram där fokus ligger på hur kritisk tillgången är i förhållande till den gröna omställningen, ”Innovationskritiska metaller och mineral är kritiska för att en omställning till mycket låga utsläpp av växthusgaser ska kunna ske” (SOU, 2022:56).



Figur 2. Exempel på användningsområden för olika typer av råmaterial (Källa: KOM 2020b).

EU:s arbete med återvinning av kritiska råmaterial

EU-kommissionen har som ett led i att nå uppsatta klimatmål lanserat ett antal nya regleringar vilka delvis, fokuserar på en ökad återvinning av kritiska råmaterial. Exempel på regleringar som har eller är på väg att lanseras inom den så kallade gröna givnen (Green Deal) är den nya batteriförordningen, förordningen om ekodesign för hållbara produkter (ESPR) samt förordningen om kritiska och strategiska råmaterial (CRMA). Sedan tidigare finns även andra EU-direktiv på plats vilka också till viss del syftar till en ökad materialåtervinning. Bland dessa kan exempelvis EU-direktivet för elektriskt och elektroniskt avfall (WEEE-direktivet) (Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/19/EU) och EU-direktivet för uttjänta fordon (ELV-direktivet) (Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/53/EG) nämnas.

I den nya batteriförordningen som nu, parlamentet och kommissionen kommit överens om, föreslås bland annat införande av kvotplikter (andel återvunnet material i nya produkter) och krav på återvinning för kobolt och litium. I batteriförordningen fastställs även krav som påverkar tillverkning, design, information, insamling, återanvändning och återvinning under batteriernas livscykel. Exempelvis ska batterier till fordon förses med en QR-kod som ger information om innehållet av kritiska och strategiska råmaterial. I förordningen finns även krav på kvotplikt för kobolt, litium, nickel och bly. Batteriförordningen i den form som ska antas är ett ramverk där många detaljer fortfarande kvarstår. De mer specifika regleringarna kommer att genomföras i följdlagstiftning, främst genom delegerade akter (KOM, 2022).

ESPR är också en ramlagstiftning. Produktspecifika krav kommer att slås fast i följdlagstiftning. Bland de krav som finns med i kommissionens förslag finns kvotplikt. Inom ESPR föreslås digitala produktpass vilket syftar till en ökad spårbarhet och ett ökat informationsutbyte genom olika produktkedjor, bland annat med syfte att skapa ökade möjligheter till återvinning. I dagsläget finns dock inga specifika krav på uppföljning och rapportering av kritiska råmaterial.

Kommissionen presenterade i mars 2023 ett regelverk (CRMA) för åtgärder som syftar till att EU ska bli mer oberoende och att klara av sin försörjning av de kritiska och strategiska råmaterialen (KOM, 2023b). Regelverket sätter upp mål om viss självförsörjningsgrad inom EU avseende brytning, bearbetning och återvinning av dessa råmaterial. Där föreslås åtgärder i form av stöd och en process för strategiska projekt som bidrar till att öka EU:s egen försörjning av råmaterialen, en övervakningsmekanism över råvarornas flöden i EU, regler för medlemsstaterna och de som hanterar avfall för att möjliggöra ökad utvinning av råmaterialen ur avfallsflöden med stor potential, inklusive gruvavfall. I förslaget finns även en EU certifiering och livscykelanalys för råvarornas miljöavtryck med, vilket kan ligga till grund för kommande kvotplikt på återvunnen andel. Vidare regleras hur EU:s lista över kritiska och strategiska råmaterial ska uppdateras framöver. Ett av de mål som sätts upp inom CRMA är att 15 procent av de kritiska råmaterial som används inom EU år 2030 ska komma från inhemsk återvinning. Dessutom föreslås att kvotplikter införs för vissa råmaterial (bland annat neodym, dysprosium och kobolt) som används i permanenta magneter och krav på märkning av vad magneterna innehåller och hur stor andel av detta som kommer från återvinning (KOM, 2023b).

WEEE-direktivet reglerar elektroniskt avfall och ELV-direktivet reglerar uttjänta fordon. Enligt en rapport från Tillväxtanalys framkommer brister i dataunderlag vid utvärderingen av efterlevnaden av dessa direktiv (Tillväxtanalys, 2022). En stor del handlar om brister i rapporteringen enligt kraven i direktiven, vilket i fallet med ELV-direktivet leder till att mängden fordon som rapporteras är långt under den mängd som borde ha rapporterats. Detta innebär enligt samma rapport att uppemot vart tredje fordon hamnar utanför det legala systemet och därmed skulle kunna hamna på den så kallade svarta marknaden (Tillväxtanalys, 2022). Det väntas komma ett



förslag i juni 2023 på en ny, livscykelbaserad, förordning för fordon där ELV-direktivet slås ihop med typgodkännande för fordon.

Bara ungefär en tredjedel av det elektronikavfall som genereras inom EU bedöms behandlat i enlighet med befintliga europeiska bestämmelser, vilket innebär att många länder har svårt att nå målen för EU:s elektronikavfallsdirektiv. Enligt vissa bedömare finns en risk att en större del av det elektronikavfall som inte kommer med i rapporteringen dumpas eller att det skickas till utvecklingsländer för att där återvinnas till en mindre kostnad (Tillväxtanalys, 2022). För WEEE-direktivet görs en mindre revidering under våren 2023. En större översyn av WEEE-direktivet kommer att presenteras av kommissionen.

Sveriges arbete med återvinning av kritiska råmaterial

Mycket av de regleringar som kommer kring kritiska råmaterial tas fram på EU-nivå. De flesta lagstiftningar som rör kritiska råmaterial är i form av förordningar och är därmed direkt gällande i medlemsstaterna. Medlemsstaterna behöver genomföra vissa delar av lagstiftningen nationellt samt se över viss nationell lagstiftning för att anpassa mot EU-lagstiftningen.

I Sveriges handlingsplan för cirkulär ekonomi pekas kritiska råmaterial ut som en av de materialströmmar som anses vara prioriterade (Regeringskansliet, 2021). I handlingsplanen framgår också att visionen är ett samhälle där resurser används effektivt i giftfria cirkulära flöden och ersätter jungfruliga material. Ett av de huvudsakliga syftena med en cirkulär ekonomi är att skapa kretslopp som förlänger råmaterialens livscykel så att dessa överlever produkternas livscykel. Det övergripande målet med en cirkulär ekonomi är att den ska bidra till att nå uppsatta miljö- och klimatmål. Regeringen anger också i handlingsplan för den cirkulära ekonomin att Sverige ska verka för att EU inför produktpass, vilket anses kunna öka transparensen i produkters värdekedjor och därmed ge bättre förutsättningar för återvinning (Regeringskansliet, 2021). I det förslag som nu lagts av EU-kommissionen (ESPR) angående de digitala produktpassen finns emellertid inga specifika krav på uppföljning av kritiska råmaterial.

Ett exempel på hur lagstiftningen på EU-nivå förväntas påverka Sverige och svenska regler kan tas ifrån regeringsuppdraget om Sveriges delar av en hållbar värdekedja för batterier inom EU från 2022 (Energimyndigheten, 2022). I detta uppdrag identifierades ett antal hinder för återvinningen inom den svenska batterivärdekedjan. I samma uppdrag hänvisades till att den nya batteriförordningen förväntas lösa många av dessa hinder och att det därför inte finns motiv för att föreslå omfattande åtgärder på nationell nivå. En av utmaningarna som pekas ut inom regeringsuppdraget är just återvinningen av råmaterial från batterier och svårigheten att få lönsamhet och att kunna konkurrera med både primär råvara och återvinning utomlands. Dels på grund av transaktionskostnader till följd av en omogen återvinningsmarknad och för att det i många fall saknas en etablerad marknadsplats (vilket också understryks vid de intervjuer som genomförts i denna studie). Kraven på återvunnet råmaterial i nya batterier i den nya batteriförordningen tillsammans med producentansvaret anses i stora delar ta hand om dessa utmaningar (KOM, 2022).

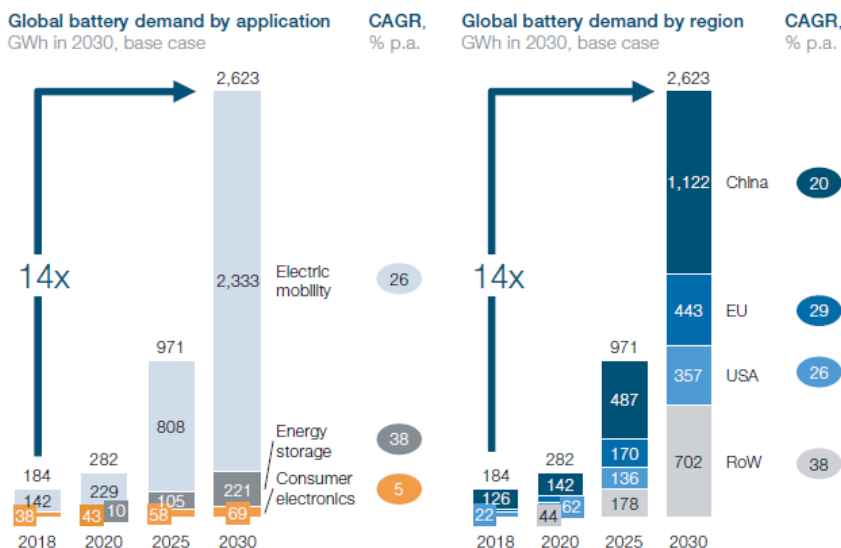
Innovationskritiska råmaterial

Produktionen av de innovationskritiska metallerna är ofta starkt koncentrerad till vissa länder och regioner, framför allt i Kina. I följande avsnitt ges en överblick kring hur situationen för dessa råmaterial ser ut idag inom de olika teknikområdena (Litiumjonbatterier till el-bilar, vindkraftverk och solpaneler).

Litiumjonbatterier till elbilar

I det underlag som togs fram, bland annat som bakgrundsmaterial till arbetet med den nya batteriförordningen, framgår att behovet av batterier till elbilar från år 2018 till 2030 förväntas öka med cirka 14 gånger (WEF, 2019).

Compared to today, global battery demand is expected to grow by a factor of ~14 to reach ~2,600 in 2030



Figur 2. Prognosticerad ökning av behovet av batterier för olika sektorer. (Källa: WEF 2019).

De vanligast förekommande litiumjonbatterierna som idag används i elbilar är så kallade NMC-batterier. NMC är en förkortning som står för nickel, mangan och kobolt, vilket batteriets katodmaterial till stor del består av tillsammans med litium (litium används även i elektrolyten i batteriet). Anoden består till största delen av grafit. 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).

NMC-tekniken har varit dominerande under många år och förutspås också dominera världsmarknaden under den närmaste tidperioden. Dessa batterier förväntas därigenom också utgöra en stor del av den närmaste tidens tillgängliga återvinningsflöden. Enligt vissa studier förväntas flödena av uttjänta batterier att öka rejält från år 2030 och framåt (IEA, 2020).



Enligt en tidigare studie förknippas primär produktion av de olika råmaterialen med olika typer av miljö- och hälsorisker (Tillväxtanalys, 2022). Exempel på detta är att grafitproduktion kan orsaka lokala hälsoeffekter, litiumproduktion orsaka stor risk för vattenbrist i de områden där det utvinns och kobolt förknippas med negativa sociala aspekter så som barnarbete och korrupktion. I samma rapport framgår även att klimatpåverkan från återvunna metaller generellt sett är lägre jämfört med den primära framställningen (Tillväxtanalys, 2022).

Stena Recycling har nyligen byggt färdigt en återvinningsanläggning för litiumjonbatterier där planen enligt uppgift är att kunna återvinna 10 000 ton elbilsbatterier per år (Energinyhter.se, 2023).

Northvolt siktar på att de batterier de tillverkar från och med år 2030 ska innehålla 50 procent återvunnet material. I november 2021 producerade Northvolt i sitt laboratorium en katod bestående av 100 procent återvunnet material med ursprung ifrån sin egen återvinning. Tester visade att prestandan i en battericell där den nya katoden ingick var densamma som i battericeller med primär råvara i katoden (Northvolt, 2023). Den återvinningsanläggning som Northvolt bygger i Skellefteå planeras kunna omhänderta 125 000 ton batterimaterial per år och kommer därmed att bli Europas största batteriåtervinningsanläggning.

Kobolt

Kobolt är en metall med många olika användningsområden däribland till elbilsbatterier av NMC-typ. I dagsläget står den Demokratiska republiken Kongo för 63 procent av världens produktion av kobolt. Den kobolt som återvinns inom EU avser i första hand omsmältning av olika typer av metallegeringar och handlar därmed inte om återvunnen kobolt i en ren form (KOM, 2023a). Det pågår emellertid en hel del forskning kring möjligheterna att återvinna kobolt i en mer ren form. Ett exempel på detta är forskare vid Linnéuniversitetet som har tagit fram en ny metod där relativt harmlösa extraktionsmedel används och där återvinningen sker vid relativt sett låga temperaturer. Försök på laboratorium har visat att 97 procent av kobolten går att återvinna ur batterier med denna metod (Recyclingnet.se, 2023)

Inom ett regeringsuppdrag där Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Naturvårdsverket medverkade undersöktes ett antal sekundära källor med en framtida eventuell potential till utvinning. Totalt 70 olika platser undersöktes och dessa bestod av gamla varphögar och sandmagasin från nedlagda gruvor. Inom uppdraget undersöktes även rödfyr (restmaterial från bränd alunskiffer) och historisk slagg. Samtliga fraktioner innehöll relativt sett höga koncentrationer av kobolt men i relativt sett små mängder. Inom uppdraget undersöktes även avfall från gruvor i drift och från dessa undersökningar uppskattas mängden kobolt till cirka 96 000 ton i gruvavfallet (SGU, 2023).

I en rapport utgiven av SMED (SvenskaMiljöEmissionsData) skattas det sekundära flödet (återvinningsbart material exklusive gruvavfall) av kobolt i den svenska teknosfären till cirka 900 ton/år, varav 50 procent sägs ingå i legeringar, endast 5 procent i elfordonsbatterier och ytterligare 10 procent i andra typer av batterier (SMED, 2023). Enligt samma rapport återvinns totalt cirka 400 ton/år i Sverige, 200 ton/år exporteras och 300 ton/år förloras (det saknas statistik). Redan 2030 bedöms det sekundära flödet ha mer än fördubblats till 2 000 ton/år. Den viktigaste delorsaken är Northvolts långt gångna planer på att återvinna 800 ton/år. Enligt Northvolt kan det på längre sikt öka till så mycket som 4 000 ton/år enligt samma rapport (SMED, 2023).



Enligt beräkningar från Världsbanken uppskattas att andelen återvunnen kobolt kan uppgå till 47 procent år 2050 om återvinningsgraden är 100 procent och efterfrågan anpassas till en värld som klarar Parisavtalets klimatmål (Tillväxtanalys, 2022). Enligt dessa beräkningar kommer alltså återvinningen täcka knappt hälften av behovet.

Litium

Den globala produktionen av litium står Kina och Chile för med 56 respektive 32 procent. EU importerar 100 procent varav 79 procent från Chile. Ingen litium importeras till EU från Kina (KOM, 2023a). Det litium som idag används inom EU kommer uteslutande från primär produktion och alltså inte alls från återvinning. Det finns som beskrivits ovan flera forskningsprojekt med nya återvinningsprocesser på gång inom framför allt batteriåtervinningsindustrin. Ett exempel är den hydrometallurgiska process som Northvolt/Revolt utvecklat för återvinning av bland annat litium (Northvolt, 2023)

Enligt beräkningar från Världsbanken uppskattas att andelen återvunnen litium kan uppgå till 39 procent år 2050 om återvinningsgraden är 100 procent och efterfrågan anpassas till en värld som klarar ett klimatmål om 2 grader C (Tillväxtanalys, 2022). Enligt dessa beräkningar kommer alltså återvinningen inte att vara tillräcklig för att täcka det framtida behovet om 2-gradesmålet samtidigt ska uppnås.

Grafit

Grafit används i stor utsträckning vid bland annat ståltillverkning och har som tidigare nämnts en mycket stor betydelse för tillverkning av litiumjonbatterier och betydelsen för just batterier förväntas öka mycket. Behovet av grafit inom EU tillgodoses idag till 99 procent genom import där de största andelarna kommer ifrån Kina (40 procent), Brasilien (13 procent) och Mocambique (12 procent). 3 procent av den grafit som används inom EU kommer från återvinning (KOM, 2023a).

Ett svenskt projekt har nyligen startats i syfte att undersöka möjligheterna att kunna utnyttja grafiten i uttjänta litiumjonbatterier som kolkälla för att tillverka grafen (Chalmers Industriteknik, 2023). I den batteriåtervinningsanläggning som Northvolt bygger i Norra Sverige finns i dagsläget inga planer på att återvinna grafiten (SMED, 2023). Det finns pågående projekt där möjligheterna att ersätta grafiten i batterier med lignin från träd undersöks (Stora Enso, 2023).

Permanentmagneter

Permanentmagneter ingår bland annat i vindkraftverk och bilmotorer till el-bilar. Två produktkategorier som förväntas öka i mycket stor omfattning framöver. I dagsläget har inga större avfallsströmmar hunnit byggas upp från dessa produktområden. Enligt uppgifter som framkom vid intervjuerna med återvinningsbranschen i denna studie sitter magneterna ofta presslimmade i bilarna, vilket gör att de är svåra att separera och därmed återvinna. Det finns cirka 160 forskningsprojekt i Europa kopplat till sällsynta jordartsmetaller (bland annat dysprosium och neodym), däribland ett antal som undersöker just återvinnig ifrån permanentmagneter. Detta framgår i en forskningsöversiktsrapport som beställdes av Näringsutskottets grupp för uppföljning och utvärdering år 2021 (Näringsutskottet, 2022).



I CRMA finns märkningskrav för produkter som innehåller permanenta magneter. Förordningsförslaget innehåller också kvotplikt för vissa kritiska råmaterial, bland annat neodym och dysprosium. Kravet innebär att permanenta magneter som sätts på marknaden måste innehålla en viss andel återvunnet material. Kommissionens bemyndigas också att ta fram en lista på produkter och avfallsströmmar som kan innehålla permanenta magneter.

Dysprosium och neodym

Dysprosium och neodym tillhör gruppen sällsynta jordartsmetaller. De spelar båda en viktig roll i framställningen av permanentmagneter. I dagsläget står Kina för 100 procent av den globala produktionen tillika det dysprosium som EU importerar och för 85 procent av produktionen och exporten till EU av neodym. Återvinningsgraden inom EU för de sällsynta jordartsmetallerna ligger idag någonstans kring 1 procent (KOM, 2023a).

Enligt den forskningsöversikt om innovationskritiska metaller och mineral som tagits fram på uppdrag av Näringsutskottet har prisbilden för sällsynta jordartsmetaller, däribland neodym visat en stark ökning den senaste tiden, vilket enligt samma rapport kan vara början på en långsiktigt förhöjd prisnivå. I rapporten förutspås detta kunna leda till ett ökat intresse för prospektering av sällsynta jordartsmetaller även i andra delar av världen (Näringsutskottet, 2022). Nyligen upptäcktes bland annat att det i den så kallade Per Geijer-fyndigheten i Norra Sverige uppskattningsvis kan finnas tillgångar på mer än 1 miljon ton sällsynta jordartsmetaller i form av oxider (LKAB, 2023).

Dagens svenska sekundära flöden av neodym skattas till cirka 150 ton/år, varav 40 procent kommer från elektronik, och knappt 50 procent från magneter. Idag är återvinningen försumbar, men troligtvis finns en mycket stor potential framöver och en hel del olika forskningsinitiativ finns och är på gång (SMED, 2023).

Användningen av neodym och dysprosium förutspås öka kraftigt de närmaste åren, framför allt inom sektorerna vindkraft och elbilar. Eftersom det rör sig om komponenter med lång teknisk livslängd, särskilt vindkraft, kommer det högst troligt att vara en betydande eftersläpning innan det sekundära flödet ökar i motsvarande grad (SMED, 2023).

Solpaneler

Enligt Energimyndigheten tillverkas knappt 70 procent av alla solpaneler i dagsläget i Kina (Energimyndigheten, 2023). Solpaneler omfattas av WEEE-direktivet och alla som sätter solpaneler på marknaden i Sverige och inom EU har producentansvar. Producentansvar innebär att den som sätter ut en produkt på marknaden organisatoriskt eller finansiellt ansvarar för att solpanelerna samlas in då de tjänat sitt syfte. I dagsläget återvinns endast en 15–20 procent av solpanelerna i Sverige och en mycket liten andel av det kisel som ingår i solpanelerna (Solcellskollen.se, 2023). Den stora anledningen till att inte mer återvinns är att det kommer in för lite kasserade solpaneler. I dagsläget återvinns i huvudsak plast och aluminium samt koppar och silver. Glaset som står för cirka 75 procent av den totala vikten sorteras ut, men materialåtervinns inte utan blir till fyllnadsmaterial. Bedömningen är att även glas och kisel framöver kommer att kunna materialåtervinnas med tillräckligt stora volymer (Solcellskollen.se, 2023).

Enligt de intervjuer som genomfördes för denna studie med återvinningsbranschen i Sverige är det i dagsläget inte lönsamt att satsa på en specifik återvinning av kisel från solpaneler då flödena är



för små. Det finns dock planer på att i en större utsträckning omhänderta solpaneler i framtiden, men först då volymerna av uttjänta solpaneler ökat till nivåer som gör att detta är lönsamt. I andra delar av Europa som exempelvis Frankrike och Italien, där solpaneler funnits på marknaden i större volymer under ett antal år, återvinns stora delar av solpanelerna inklusive kisel (Solcellskollen.se, 2023).

Det finns projekt på gång i Sverige för att öka återvinningen av solpaneler. Enligt Helle Herk-Larsen, miljöchef på Vattenfall, pågår blanda annat projekt som syftar till att designa solpanelerna för att dessa ska gå att återvinna i en mycket högre utsträckning framöver (Vattenfall, 2023).

I en studie som genomförts som ett examensarbete vid Mälardalens högskola 2021 undersöktes förutsättningarna för etableringen av en svensk återvinningsanläggning för solcellsmoduler (Andersson, 2021). Arbetet utfördes som en litteraturstudie som kompletteras med beräkningar av framtida potentiella avfallsvolymer och deras troliga ekonomiska värde. Slutsatsen från studien är att en investering i en svensk återvinningsanläggning idag inte är ekonomiskt lönsamt och att det skulle krävas både ekonomiska och politiska incitament för att möjliggöra en investering. Utifrån de förutsättningar som råder idag är det bästa alternativet att modifiera befintliga anläggningar i Sverige så att de kan hantera förbrukade solcellsmoduler där de innovationskritiska materialen också utvinns (Andersson, 2021).

Kisel

Kisel används, förutom i solpaneler, till allra största delen i produktionen av så kallade halvledare. Kisel är ett relativt sett vanligt råmaterial som finns på många platser runt om i världen. Det är mycket energikrävande att utvinna kisel och därigenom dyrt och miljöbelastande. Anledningen till att kisel listats som ett av de kritiska råmaterialen inom EU är det stora importberoendet. Kina står för cirka 70 procent av världsproduktionen och för 64 procent av den mängd kisel som EU importerar (KOM, 2023a).

Situationen i Sverige idag kring återvinningen av kritiska råmaterial

Det kan konstateras att återvinningen i av de kritiska råmaterial från de produktgrupper som undersökts i denna studie inte är särskilt omfattande i Sverige. Nästan uteslutande handlar det om att volymerna av råmaterial inom de produktgrupper som undersökts ännu är för små, vilket gör att det generellt sett inte finns incitament för att satsa på dessa flöden. Branschen säger sig kunna anpassa sig, men först då krav ställs utifrån eller då det finns tillräckligt goda ekonomiska förutsättningar. Det finns, som tidigare nämnts, aktörer som arbetar mer proaktivt än andra och här handlar det om en återvinning av produkter där flödena förväntas öka inom de närmaste åren.

I en tidigare studie undersöktes ett antal kritiska råmaterial med avseende på var de finns i den svenska teknosfären och hur länge de förväntas vara uppbundna där samt när de kan finnas tillgängliga som en potentiell sekundär råvara (SMED, 2023). I studien konstaterades att den pågående energi- och klimatomställningen kommer att leda till förändringar i hur olika materialflöden kommer att se ut och att dessa förändringar kommer påverka bland annat metallernas uppehållstider i teknosfären, återvinningspotential och vilka aktörer som ingår i respektive värde-/försörjningskedja.

För att satsa på återvinning av nya råmaterial krävs ofta större volymer och en grad av automatiserade processer för de olika återvinningsstegen. Ju lägre koncentrationer av ämnen eller råmaterial desto mer tidskrävande är arbetet att demontera och separera de delar som ska återvinnas. Enligt en studie från 2020 som genomfördes av Tillväxtanalys är det lönsamt att spendera ungefär en halvtimme på att manuellt demontera och separera inför återvinningen och att den tiden endast räcker till en mycket grov sortering av komponenter och material (Tillväxtanalys, 2022).

Det finns flera exempel i litteraturen på att stora återvinnare är samma aktörer som även tar emot primära flöden. Den sekundära råvaran fungerar då i stort som vilken råvarukälla som helst. Ett exempel på detta är Rönnskärsverket där metaller utvinns både från primär och sekundär råvara. Även om delar av de sekundära materialflödena innehåller de kritiska råmaterial som ingått i denna studie är det inget som idag återvinns vid Rönnskärsverket. Återigen för att det inte finns några egentliga incitament för att göra så i dagsläget.



Branschens syn på återvinningen i Sverige

I de intervjuer som genomfördes med branschen ställdes ett antal frågor som kan delas in under kategorierna *teknik, ekonomi och regelverk*. Fem återvinningsföretag valdes ut tillsammans med Återvinningsindustrierna och ingick i intervjuerna. I det följande kapitlet ges en sammanfattning av resultaten från intervjuerna. Ytterligare information från intervjuerna finns i bilaga 1 till denna rapport.

En generell kommentar som framkom vid flera av intervjuerna var att det finns ett behov av en bättre kommunikation dels mellan producenter och återvinnare, dels mellan beslutsfattare och branschen för att möjliggöra en ökad återvinning av vissa materialströmmar.

Teknik för att återvinna kritiska råmaterial

Generellt sett finns det idag inga incitament för att utveckla tekniska lösningar för att återvinna de råmaterial som varit i fokus i denna studie. Det handlar än så länge om små volymer av solpaneler, vindkraftverk och elbilsbatterier. Det är komplext att återvinna de råmaterial som studien handlar om. Det behövs flera olika återvinningssteg och det handlar också om att kunna hantera olika produkter på ett säkert sätt. Det kan till exempel handla om demontering, fragmentering, mekanisk återvinning, termisk förbehandling, pyrometallurgiska och hydrometallurgiska processer. I dagsläget är det i regel olika aktörer som gör dessa olika steg inom återvinningen. Ett av de företag som intervjuats förbehandlar vissa produktströmmar och skickar sedan vidare detta till andra återvinningsföretag.

I dagsläget finns tekniska lösningar för att återvinna fina metallfraktioner hos vissa företag, men då handlar det om andra produkter och andra råmaterial där det redan finns tillräckliga volymer. Det finns undantag som exempelvis den anläggning som nyligen byggts upp för återvinning av litiumjonbatterier där Energimyndigheten givit ett investeringsstöd på drygt 70 miljoner kronor.

Det finns också behov av förbättrad information och spårbarhet och design för återvinning. Bli det enklare och därmed billigare (mindre manuell tid) att komma åt olika råmaterial kan det vara värt att investera i ny teknik.

Ekonomiska incitament för att återvinna kritiska råmaterial

Det finns enligt branschen ingen anledning att börja återvinna något som inte är lönsamt. Dagens återvinning utgörs därför av traditionell återvinning av järn- och stålskrot och metaller som redan finns i stora volymer. Det får heller inte ta för lång tid att återvinna då detta påverkar lönsamheten. Företagen behöver också ha en säker vinstmarginal i verksamheten och idag anses det för osäkert hur mycket pengar det går att tjäna framöver, därför tar man heller inte några investeringar. I vissa fall finns ekonomiska incitament för att återvinna till ett visst steg för att sedan skicka vidare till företag med en större kapacitet att vidareförädla till finare fraktioner. Exempelvis kan vissa



materialströmmar såsom elektronikskrot skickas vidare till smältverk för återvinning, men då rör det sig i dagsläget inte om de kritiska råmaterial som efterfrågas i denna studie. Då nya regelverk implementeras behöver beslutsfattarna också ta hänsyn till att det finns ekonomiska incitament på plats för alla delar av värdekedjan, inklusive återvinningen. Det kan exempelvis handla om investeringsstöd för att verksamheter ska kunna ställa om till att återvinna nya materialströmmar.

Regulatoriska aspekter för en ökad återvinning

Vid intervjuerna med branschen framkom inte några egentliga regulatoriska hinder för att kunna återvinna mer kritiska råmaterial. Där det är aktuellt, som till exempel vid återvinning av litiumjonbatterier, anpassas verksamheten efter exempelvis den nya batteriförordningen. Detta verkar vara den gängse praxisen, dvs det är självklart att verksamheten anpassas efter rådande lagstiftning, men det finns ingen anledning att ta höjd för kommande eller rådande regler som inte rör verksamheten.

Det kan finnas ett behov av en bättre förståelse och en höjd kompetens i frågor som kopplar till den kommande lagstiftning från EU och hur detta kan påverka branschen på sikt och detta kan vara något som Återvinningsindustrierna som branschföreträdare kan hjälpa till med. Ett exempel på detta är att det finns en uppfattning om att olika aktörer gör olika tolkningar om lagar och regler (inklusive EU-lagstiftning) och att det behövs förenklade processer. Det framkom även vid intervjuerna att Återvinningsindustrierna är medvetna om detta och att de jobbar med frågan.

Det framkom även att inte alla i branschen idag förstår (eller haft tid för att lära sig) vad kritiska råmaterial är. Återigen med vissa undantag.

Ett företag hade synpunkter på vad de kallade för notifikationsprocessen för hanteringen av farligt avfall. Där de gav exempel på att detta behövs för prov som skickas till andra företag inom Europa (för att se om någon fraktion eller material är återvinningsbart eller värt att återvinna). Om leveransen är tyngre än 25 kg behövs en notifikation. Det tar 4–6 månader bara att genomföra ett test, vilket innebär att denna del utgör ett potentiellt hinder till återvinningen då processen idag är allt för tidskrävande.

Det framkom att det finns ett behov av tydligare regler kring märkning och design av produkter för att kunna öka återvinningen, för att kunna hantera material på ett säkert sätt och för att få fram så rena fraktioner som möjligt.

Åtgärdsförslag

Svenska aktörer kan agera på flera sätt för att främja en ökad återvinning av innovationskritiska metaller. Här diskuteras några förslag baserat på vad som framkommit från litteraturstudien och intervjuerna, dessa har sedan vidareutvecklats av rapportförfattarna. Förslagen utgår ifrån att återvinning kompletterar en bredare strategi för resurseffektivitet i klimatomställningen men tar inte upp frågor som berör ökad livslängd eller utbytbarhet av kritiska råmaterial vid teknisk utveckling.

Analys av förutsättningar och förslag på åtgärder

Trots att återvinningen av de kritiska råmaterial som undersökts i denna studie är dåligt utvecklad på dagens marknad kan det finnas en stor potential till ökad återvinning sett över tid. De primära råmaterialens redan etablerade infrastruktur gynnar idag primärmarknaden. Ökade investeringar i mer avancerad teknisk utrustning för att få ut fler metaller/renare fraktioner i primärmaterialhanteringen kan ge skalfördelar även till återvinningsbranschen. En del infrastruktur och kunnande från primärmaterialhanteringen kan även utvecklas för sekundära material då koncentrationen av metaller i vissa produkter ibland kan jämföras med, och till och med, överstiga koncentrationen i malm. Detta visar också att aktörslandskapet för återvinning av kritiska och strategiska råmaterial kan vara mångfacetterat.

Som framgått ovan pågår en omfattande regelgivning på EU-nivå kring både produktdesign, avfallshantering och även särskilt regelverk för återvinning av kritiska och strategiska råmaterial. Ett flertal regleringar är dessutom under revidering och omfattande detaljreglering har aviserats och kommer utarbetas inom EU i form av följdlagstiftning de kommande åren. För att återvinning av kritiska och strategiska råmaterial ska ges goda förutsättningar är det väsentligt att de olika lagstiftningarna kompletterar varandra. Exempelvis bör kommande bestämmelser om fordon och elektriska och elektroniska produkter säkerställa att de kritiska och strategiska råmaterial som finns i dessa produkter återvinns i högre utsträckning, till exempel genom införande av kvotplikter och design för återvinning. Reglerna bör också motverka att uttjänta fordon och elektroniskt avfall lämnar EU då detta leder till förluster av strategiska och kritiska råmaterial av värde för återvinningen och ofta leder till negativa hälso- och miljöeffekter.

ESPR aviserar hållbarhetskrav på produkter som avser både spårbarhet och krav på design för återvinning samt andel återvunnen råvara (s.k. kvotplikter). Dessa krav kan ställas utan att avkall görs på säkerhet eller livslängd. För att möjliggöra spårbarhet i ökad utsträckning behöver förslagen om digitala produktpass förverkligas och inkludera information om kritiska och strategiska råmaterial för alla större produktgrupper där dessa material ingår. För dessa produktgrupper är det också prioriterat att utveckla krav på design för återvinning så att de strategiska och kritiska råmaterialen lättare kan extraheras när produkten slängs. Särskilt viktigt är det för de produkter som antas öka kraftigt i och med klimatomställningen och som kommer utgöra en viktig källa för framtida produktion. Även krav på återvunnen andel kritiskt råmaterial är ett strategiskt verktyg för att gynna återvinning då det driver efterfrågan och därmed får i gång en marknad för återvunnet material. Här visar kvotplikt för plast att redan krav på en liten andel återvunnet ger ett kraftigt incitament på marknaden att börja efterfråga återvunnet material vilket bygger upp viktiga nya affärskedjor.

Även svenska aktörer inom metallåtervinningen vittnar om att introduktionen av en låg kvotplikt skulle ge ett viktigt incitament, exempelvis för litium för produktion av litiumjonbatterier. Kvotplikter bygger på att spårbarhet och verifiering av materialets kvalitet utvecklas då det annars finns risk för fusk och grönmålning.

Avfallsområdet är starkt reglerat men strategiskt för att möjliggöra återvinning. Ett problem är den legala och illegala exporten av äldre fordon till länder utanför EU, vilket har inneburit en begränsad tillgång på använda katalysatorer för effektiv återvinning i moderna anläggningar. Liknande problem kan uppkomma för fordonsbatterier när uttjänta el-bilar exporteras. Det finns förslag att klargöra när ett fordon nått sin slutliga livslängd och att lägga större ansvar på exportörerna för att stävja denna utveckling. Ett annat hinder som upplevs med avfallslagstiftningen är att metaller som är vanligt förekommande i legeringar, till exempel bulkmetallerna koppar och nickel samt de innovationskritiska metallerna kobolt, volfram och sällsynta jordartsmetaller klassas som "farligt avfall" vilket är administrativt krångligt att få transportera mellan länder. Detta påverkar möjligheterna att utveckla en konkurrenskraftig återvinning av metaller då många olika aktörer i olika EU-länder behöver samverka för att hitta en lönsam process. Transporter av små mängder av dessa metaller mellan godkända aktörer skulle kunna ges lättnader i transportreglerna för att underlätta utvecklingen av återvinning.

Mål för materialåtervinning för produkter som omfattas av producentansvar är ett styrmedel för ökad återvinning. När dessa mål baseras på vikt gynnas dock inte återvinning av de relativt små mängder som strategiska och kritiska råmaterial utgör. Producentansvaret för både fordon och batterier skulle kunna stödja återvinning av dessa råmaterial genom att ange mål även för denna återvinning.

En intressant samarbetsform för att utveckla återvinning är business to business-samarbeten där användare av produkter innehållande metaller samverkar med återvinnare och bland annat bibehåller äganderätten över metallen. Sådana samarbeten har skapat incitament för förbättrad produktdesign och gör det möjligt för företagen att undvika att exponera sig för kraftiga prisfluktuationer på vissa innovationskritiska metaller. Ett svenskt exempel på detta är återvinningsföretaget Stena Recycling som samarbetar med biltillverkare. Investeringar i fragmenteringsanläggningar har gjorts i nära dialog med inte minst Volvo AB. Detta informationsutbyte har varit väsentligt, inte bara för utformningen av dessa anläggningar, utan även för biltillverkarnas produktionsprocesser och materialval. Samarbetet har lett till framväxten av en affärsmodell där de samverkande företagens ingenjörer har getts utrymme att tillsammans identifiera effektiva lösningar för ökad återvinningsbarhet av fordon, inklusive processinnovation.

En framgångsrik teknologisk utveckling för ökad metallåtervinning behöver bygga på nya aktörsnätverk längs hela produktkedjan, till exempel ett ökat samarbete mellan materialforskare och de ingenjörer som utformar motorsystemen i nya fordon. Staten kan potentiellt spela en viktig roll för att stimulera ett sådant samarbete, s.k. nätverksstyrning. Detta kan bland annat handla om att skapa nya plattformar för aktörssamverkan eller andra organisatoriska lösningar. Även olika företags immateriella rättigheter och hur dessa ska hanteras kan behöva lösas. I Sverige skulle detta kunna ske inom ramen för de strategiska innovationsprogrammen, till exempel Re-Source och SMI. Exempel på detta är den arena som Energimyndigheten har tagit på sig att anordna för en svensk hållbar batterivärdekedja initierad av Regeringsuppdraget tillsammans med Naturvårdsverket och SGU (Energimyndigheten, 2022). Ett viktigt fokus här är att bygga upp kompetens och teknisk erfarenhet i återvinningsbranschen.

Ska inriktningen med cirkulär ekonomi få genomslag måste återvinning prioriteras högre än de statliga stöd som ges för ökad utvinning av primära strategiska och kritiska råmaterial.



Stöd för investeringar i nya processer kan behövas för att möjliggöra en hög teknisk innovationsgrad med sikte på återvinning. Aktörer menar att det behövs mer investeringsstöd om verksamheten behöver ställa om till andra materialströmmar av regulatoriska skäl. Exempelvis krävs, för att återvinna litium i litiumjonbatterier i de höga halterna som anges i den nya batteriförordningen till 2026–2030, stor omställning i batteriåtervinnarnas processer och även teknikutveckling. Detta då litium finns i både elektrolyten och i anoden och litium, kobolt, och nickel kommer i relativt små mängder i batterier jämfört med alla andra material i batteripacket, vilket gör att det är tekniskt krävande att utvinna de höga halter som behövs ur de små mängder som finns i batteriet.



Slutsatser

Det kan konstateras att återvinningsgraden av de råmaterial inom de produktkategorier som undersökts i denna studie ännu är relativt låg. Initiativ är på gång, men i en relativt liten utsträckning, vilket till stor del beror på att det inte finns återvinningsbart material i omlopp idag på den svenska marknaden. Detta leder till att det inte finns ekonomiska incitament för att idag satsa stort på den typen av verksamhet. Det finns några få undantag och företag som ändå valt att satsa och gå i bräsch och då har detta skett till viss del med hjälp av investeringsbidrag.

Det är viktigt att öka återvinningen och att utnyttja sekundära resurser så långt som möjligt och så snart som möjligt för att minska på resursförbrukningen. För att få till en ökad återvinning krävs i första hand tillräckligt med material i omlopp. Detta är en grundförutsättning för att det ska vara möjligt och lönsamt att återvinna.

Trots att det förväntas dröja några år till är det ändå viktigt att så snart som möjligt se vad som behövs för att kunna möta de stora flöden av uttjänta elbilsbatterier, solpaneler och permanentmagneter från elbilar och vindkraftverk som förväntas komma. Inom ramen för denna studie har ett antal åtgärdsförslag lyfts fram som kan styra i rätt riktning för att kunna möta de förväntade flödena.

Prioriterade åtgärder

Även om alla åtgärder som diskuterats tidigare i denna rapport är viktiga har några setts som mer prioriterade än andra för att få till en snabbare utveckling till en ökad återvinning av de kritiska råmaterialen. Dessa åtgärder utvecklas i den följande texten.

1. Vidareutveckla pågående EU-reformer och svenska stödmöjligheter snarare än att skapa ytterligare nya stora reformer.

Ett sätt att öka förutsättningarna för återvinning av kritiska råmaterial är att se till att detta tydliggörs i lagstiftningen. Det är viktigt att pågående EU-reformer knyter an till andra revideringar av befintlig lagstiftning och att lagstiftning på EU-nivå harmoniseras med medlemsstaternas nationella lagstiftning. Exempelvis bör CRMA följas av krav som driver på återvinningen av kritiska och strategiska råmaterial i elavfall och uttjänta fordon, till exempel i revidering av ELV-direktivet och den kommande översynen av WEEE-direktivet.

Ett annat exempel som också kan kopplas till CRM-A är det omfattande paket som ESPR utgör där det i dagsläget inte uttryckligen finns med något som hänvisar till rapporteringskrav kring kritiska råmaterial. Flera av de nya EU-förordningarna som lanserats eller som är på gång är så kallade ramlagstiftningar där mycket av detaljerna kommer att avgöras i det kommande arbetet. Detta kommer att ske via den efterföljande lagstiftningen där medlemsstaterna inom EU kommer att kunna vara med och påverka.

2. Stöd dialog mellan aktörer, särskilt mellan producenter och återvinnare.

Ett sätt att påskynda den efterföljande lagstiftningen (enligt punkt 1) och därmed öka förutsättningarna till en ökad återvinning av kritiska råmaterial är att skapa nya plattformar för aktörssamverkan.

Informationsutbyte och kommunikation längs och tvärs olika produktkedjor har stor potential att öka förståelsen för behov i andra delar av kedjan. Detta kan göra att de förslag som spelas in till den efterföljande lagstiftningen ser till helheten i en större utsträckning och därmed gör att suboptimeringar undviks och en snabbare process. Exempelvis genom att lagstiftningen tydligt adresserar design för en ökad möjlighet till återvinning. Exempel på pågående initiativ kring detta är den arena som Energimyndigheten ska anordna för den svenska hållbara batterivärdekedjan (Energimyndigheten, 2022).

Framgångsrik teknologisk utveckling för ökad metallåtervinning behöver också bygga på nya aktörsnätverk längs hela produktkedjan, till exempel genom ett ökat samarbete mellan materialforskare och de ingenjörer som utformar motorsystemen i nya fordon. Staten kan potentiellt sett spela en viktig roll för att stimulera ett sådant samarbete, s.k. nätverksstyrning.

3. Sätt fokus på återvinnarens tillgång till sekundära material samt krav på design för återvinning, spårbarhet av material och andel återvunnet material i nya produkter.

För att öka förutsättningarna till återvinning av kritiska råmaterial bör sekundära resurser utnyttjas så långt som möjligt. Det handlar om att ta fram och tillgängliggöra information kring sekundära källor. Det kan handla om gruvavfall som i fallet med det regeringsuppdrag som SGU och Naturvårdsverket nyligen redovisade (SGU, 2023) eller om andra typer av källor. Att veta om det finns tillgängliga resurser och vilken typ av råmaterial det rör sig om kan ge återvinnare incitament att satsa på en utveckling av sin verksamhet. Det behövs även tydligare krav kring design för återvinning, vilket förväntas komma med bland annat ESPR, men här behövs även tydligare krav på information kring vilka kritiska råmaterial som ingår i olika produkter. Kvotplikter som bland annat finns med i den nya batteriförordningen skapar incitament för samarbeten mellan återvinnare och producenter och ger förutsättningar för en ökad återvinning av kritiska råmaterial.



Referenser

Litteratur

- Andersson, S., *Återvinning av solcellsmoduler i Sverige - En undersökning av de energitekniska, ekonomiska och politiska förutsättningarna*, 2021, Examensarbete 30p, Mälardalens Högskola.
- Energimyndigheten, *Vindkraftens resursanvändning - Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp*, 2017.
- Energimyndigheten, Naturvårdsverket och SGU, *Slutrapport - Utveckla myndighetssamverkan för Sveriges delar av en hållbar europeisk värdekedja för batterier*, ER 2022:14, ISBN: 978-91-7993-089-9.
- Europeiska kommissionen, *Europaparlamentets och rådets direktiv om uttjänta fordon (ELV)*, 2000/53/EG, 2012.
- Europeiska kommissionen, *Europaparlamentets och rådets förordning om avfall som utgörs av eller innehåller elektrisk och elektronisk utrustning (WEEE)*, (EU) 2012/19/EU 2012.
- Europeiska kommissionen, *Meddelande från kommissionen till Europaparlamentet, rådet, Resiliens för råvaror av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet*. COM (2020) 474 final, 2020a.
- Europeiska kommissionen, *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study*, ISBN 978-92-76-15336-8, 2020b.
- Europeiska kommissionen, *Europaparlamentets och rådets förordning om batterier och förbrukade batterier, om upphävande av direktiv 2006/66/EG och om ändring av förordning (EU) 2019/1020*, 2022.
- Europeiska kommissionen, *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final report*, 2023a.
- Europeiska kommissionen, *Regulation of the European Parliament and of the Council - Establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations*, (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/1020, 2023b.
- IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, World Energy Outlook Special Report*, Paris: International Energy Agency, 2021.
- Näringsutskottets grupp för uppföljning och utvärdering, *Innovationskritiska metaller och mineral – en forskningsöversikt*, Riksdagstryckeriet, Stockholm 2022, ISSN 1653-0942.
- Regeringskansliet, *Cirkulär ekonomi - Handlingsplan för omställning av Sverige*, Miljödepartementet, 2021.
- SMED, *Flöden av sekundära kritiska råmaterial i den svenska teknosfären*, IVL Rapport nr: C748, ISBN: 978-91-7883-482-2, 2023.
- SGU och Naturvårdsverket, *Uppdrag att öka möjligheterna till hållbar utvinning och återvinning av mineral och metall från sekundära resurser*, SGU:s diarie-nr: 311-781/2021, 2023.



SOU 2022:56, *En tryggad försörjning av metaller och mineral*, Betänkande av miljöprövningsutredningen, Stockholm 2022.

Tillväxtanalys, *Metallåtervinningens ekonomiska marknader - komplexitet, incitament och politisk styrning*, 2021, Rapport 2021:10.

Tillväxtanalys, *Marknadsbarriärer för återvinning av metaller. En omvärldsanalys av vad som hindrar och främjar konkurrensen mellan utvinnings- och återvinningsindustrin*, 2022, Rapport AU 2022:03:01.

World Economic Forum and Global Batteries Alliance, *A vision for a sustainable battery value chain in 2030 - Unlocking the potential to power sustainable development and climate change mitigation*. Insight report. Cologne/Genève: World Economic Forum, 2019.

Internet

Chalmers Industriteknik, <https://chalmersindustriteknik.se/pressmeddelanden/gamla-elbilsbatterier-ger-ny-grafen/>

Energimyndigheten, <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/lar-dig-mer-om-solceller/solcellers-miljopaverkan/>

Energinyheter.se, <https://www.energinyheter.se/en/node/28947>

Global Footprint Network, <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/>

LKAB, <https://lkab.com/press/europas-storsta-fyndighet-for-sallsynta-jordartsmetaller-finns-i-kiruna/>

Naturvårdsverket, <https://www.naturvardsverket.se/parisavtalet>

Northvolt, <https://northvolt.com/articles/revolt/>, <https://northvolt.com/articles/revolttechnologies/>

Recyclingnet.se, https://www.recyclingnet.se/article/view/901336/batterikobolt_kan_atervinnas_med_ny_metod

Solcellskollen.se, <https://www.solcellskollen.se/blogg/sa-gar-atervinning-av-solpaneler-till>

Stora Enso, <https://www.storaenso.com/sv-se/products/lignin/lignode>

Sveriges miljömål, <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/generationsmalet/>

Vattenfall, <https://www.vattenfall.se/fokus/solceller/atervinning-solceller/>.

Bilaga 1. Sammanställning av intervjuvar från återvinningsbranschen

Hur ser återvinningen ut idag?	Exempel från dagens verksamhet	Vad skulle krävas för en ökad återvinning av kritiska råmaterial?
Flödena är dynamiska och återvinningsindustrin anpassar sig.	<p>Flödena är komplexa och för små nu:</p> <ul style="list-style-type: none">• äldre solcellspaneler innehåller inte lika mycket kisel som de som sätts på marknaden idag.• LIB-flöden kommer först 2027–2028 från produktionsspill.• Ny teknik utvecklas med potential för återvinning av kritiska råmaterial• I samband med investeringar i glasåtervinning kommer möjligheten att återvinna solcellspaneler att testas. <p>Det är ett samspel mellan många aktörer och det är inte alltid samma aktörer som köper och säljer ett flöde.</p>	<p>Det behövs kommunikation och transparens mellan återvinningsaktörer, men även mellan återvinningsaktörer och producenter och mellan beslutsfattare och branschen.</p> <p>Återvinningsteknikerna och design för recycling behöver utvecklas vidare.</p>
Fina fraktioner som guld och silver extraheras ut och säljs vidare till raffineringbolag, men inte Kritiska råmaterial.	<p>De fina fraktionerna är lönsamma för återvinningsaktörer.</p> <p>Återvinningsaktörer är i första hand marknadsaktörer och de påverkas direkt av låga priser och prisosäkerheter. De konkurrerar med primär råvara.</p>	<p>Det måste bli lönsamt att återvinna kritiska råmaterial.</p>
Volymerna av produkter innehållande kritiska råmaterial är små just nu	<p>Andelen kritiska råmaterial i produkterna är små.</p> <p>Fragmenteringsanläggningen är enda sättet att hantera volymerna idag.</p> <p>Litiumjonbatterier har bara börjat komma in på marknaden och det kommer ta flera år till att dessa är redo att återvinnas. De stora flöden som kommer först är produktionsspill från produktion.</p> <p>Solceller är också i ett väldigt tidigt stadié.</p>	<p>Ökade volymer kan ge en ökad lönsamhet och kommer troligen att ge incitament för ökade investeringar i ny teknik och utrustning, men det kan behövas investeringsstöd i ett tidigt skede.</p>



<p>Kritiska råmaterial är svåra att få ut i rena flöden från produkterna. Kritiska råmaterial blandas med andra material i strömmarna. Kritiska råmaterial diffunderar ut i olika återvinningssteg</p>	<p>De produkter som innehåller kritiska råmaterial är komplexa och kräver flera steg för att separeras och demonteras.</p> <p>Sällsynta jordartsmetaller finns i olika produkter i elektronikavfall som till exempel hårddiskar och även i elbilmotorer. Litium och kobolt från litiumjonbatterier finns också i elektronikavfall och i elbilbatterier. Kisel finns i solcellspaneler. Alla innehåller olika mängder metaller (järn, aluminium mm.) och plaster.</p> <p>Små neodymmagneter sitter presslimmade i elbilmotorer vilket gör att de hamnar i järnfraktionen och därmed återvinns inte neodymet ifrån dessa idag.</p>	<p>Se över vad det finns för möjligheter att separera flöden i tidigt stadiet.</p> <p>Ytterligare forskning om vad som händer med de sällsynta jordartsmetallerna i metallfraktionerna.</p> <p>Se över design för att möjliggöra ökad återvinning.</p>
<p>Olika batterier från elektronik blandas ofta, vilket gör att strömmarna är "orena".</p>	<p>Märkningen är inte tillräcklig tydlig för att automatisera sorteringen av batterier.</p> <p>Det är dyrt och en arbetsmiljörisk att manuellt separera material, vilket inte alltid gör det möjligt eller ekonomiskt.</p>	<p>Bättre märkning för automatisering som har validerats av återvinnare i verkliga scenarier, d.v.s. inte bara genom forskningsprojekt.</p>
<p>Det saknas kunskap hos producenter om designval som ställer till det i återvinningen.</p>	<p>Kunskapsutbytet mellan återvinningsindustrin och producenter räcker inte till. Det saknas både kunskap och bandbredd att förmedla kunskapen.</p>	<p>Finansiera forskning och kunskapsutbyte mellan producenter och återvinningsindustrin, till exempel via studiebesök.</p>

[Infoga bild/logga]