SMED Rapport Nr 10 2022
IVL Rapport Nr C747

Förslag på utformning av ett livscykelbaserat system för kartläggning av flöden av omställningskritiska råmaterial i den svenska teknosfären

Christian Junestedt, Dämien Bolinius, Erik Emilsson, Henric Lassesson, Pavinee Nojpanya, Joel Wanemark, Erik Lindblom;
IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Louise Sörme; Statistikmyndigheten SCB

Avtal: A22-04

På uppdrag av Naturvårdsverket

Publicering: www.smed.se

Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut

Adress: 601 76 Norrköping

Startår: 2006

ISSN: 1653–8102

ISBN: 978-91-7883-483-9

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet, Statistikmyndigheten SCB, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete. På uppdrag av Naturvårdsverket samt Havs- och vattenmyndigheten säkerställer SMED framtagandet av underlag till Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall, farliga ämnen, buller samt åtgärder. Syftet med SMED-samarbetet är främst att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser, samt att tillhandahålla olika tjänster relaterade till dessa för nationella, regionala och lokala myndigheter. Mer information finns på SMED:s webbplats www.smed.se.

Innehåll

INNEHÅLL 4

ORDLISTA OCH FÖRKORTNINGAR 6

SAMMANFATTNING 8

SUMMARY 10

INLEDNING 12

Syfte och mål 12

Bakgrund 13

MATERIAL OCH METOD 15

Definitioner av centrala begrepp 15

Spårbarhet och kartläggning 15

Kritiska råmaterial 15

Cirkulär ekonomi, livscykelanalys och tillämpning av livscykelperspektiv 16

Metodologiskt ramverk 17

Materialsystemanalys 17

Bottom-up- och top-down-ansatser 18

SYSTEM FÖR KARTLÄGGNING AV MÄNGDER OCH FLÖDEN AV KRITISKA RÅMATERIAL 20

Grundläggande beräkningssteg 20

Mängden av olika produkter 21

Koncentrationer av kritiska råmaterial i olika produkter 21

Olika produkters livslängd 23

Databehov och datakällor för kartläggning och spårbarhet 23

Beskrivning befintliga datakällor 24

Beskrivning av framtida datakällor 27

Urval av system och regleringar av särskild relevans för kartläggningssystemet 28

Förslag till ny förordning om batterier 29
Förslag till ny förordning om ekodesign för hållbara produkter 29
Initiativ till ny rättsakt om kritiska råvaror 30

VÄGAR FRAMÅT FÖR UTVECKLING OCH INFÖRANDE AV REKOMMENDERAT KARTLÄGGNINGSSYSTEM 31
Rekommendation att gå vidare med ett koncepttest 32
Rekommendationer för en förbättrad datainsamling 34
Designaspekter att beakta 36
Avslutande reflektioner 38

REFERENSER 40

BILAGA 1. MATERIALSYSTEM ENLIGT BIO BY DELOITTE, 2015 43

BILAGA 2. MATERIALSYSTEM ENLIGT TORRES DE MATOS ET AL., 2020 44

BILAGA 3. ÖVERSIKT AV DATAKÄLLOR 45

Ordlista och förkortningar

Chain of custody (CoC)	Den kronologiska dokumentation som registrerar sekvensen av utfärdande, kontroll, överföring och lagring av fysisk eller elektronisk bevisning/certifikat (Tillväxtanalys, 2019). I vissa sammanhang används spårbarhetskedja som svensk översättning.
Downcycling	Ett material med hög renhet återvinns till ett nytt material med lägre renhet. Dess specifika egenskaper går delvis förlorade. Exempel är stål som smälts om till armeringsjärn. Se även icke-funktionell återvinning.
Funktionell återvinning	Vid funktionell återvinning behålls de fysiska och kemiska egenskaperna som ett material ursprungligen designades för och används på nytt.
Icke-funktionell återvinning	Icke-funktionell återvinning resulterar i ett fullt användbart, men nedgraderat material, där de ursprungliga egenskaperna förlorats.
KN-kod	KN-nomenklaturen (efter engelskans *Combined Nomenclature*, CN) används av samtliga EU-länder i deras utrikeshandelsstatistik för varor och även i EU:s gemensamma tulltaxa. I utrikeshandelsstatistiken används KN8 och i produktion KN9, åttasiffriga respektive niosiffriga varukoder. KN8, de åttasiffriga varukoderna, är den mest detaljerade nivån för varuindelning i utrikeshandelsstatistiken. År 2017 rörde det sig om cirka 9 500 varugrupper. För produktion används KN9. Nomenklaturen ändras årligen och den nomenklatur som träder i kraft i början av följande år publiceras varje år senast i slutet av oktober.
Kritiska råmaterial (CRM)	De material som bedöms vara nödvändiga för att genomföra klimatomställningen till ett hållbart samhälle. Vanligtvis syftar det på förteckningen över i dagsläget de trettio råmaterial som EU anser har avgörande betydelse för ekonomisk återhämtning och långsiktig omställning i linje med den gröna given, kommissionens handlingsplan för cirkulär ekonomi och EU:s industristrategi.
Livscykelanalys (LCA)	En LCA beskriver en produkts eller en råvaras totala påverkan genom hela dess livscykel (från

	råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till avfallshanteringen, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden) och fokuserar på olika miljöproblem så som klimatförändring, försurning, övergödning och utarmning av icke-fossila resurser.
Materialläckage	Material går förlorat ur kretsloppet, till exempel genom att produkter hamnar på deponi. Det kan bero på både att produkten inte alls samlas in för återvinning och att den inte kan återvinnas, antingen på grund av att designen omöjliggör det eller för att det saknas information om hur produkten ska återvinnas. Det gäller bland annat batterier, där en stor del av Europas batterier försvinner ut ur EU i slutet av livscykeln (ECOS, 2021).
Materialsystemanalys (MSA)	En metod som undersöker upplag och flöden av material längs den övergripande försörjningskedjan, från utvinning till hantering av uttjänta produkter
Primära råmaterial	Ett råmaterial avsett för tillverkning eller användning, framtaget genom utvinning av en naturresurs (primär resurs). Se även sekundära råmaterial.
Sekundära flöden	Flöden av råmaterial som kan vara önskvärda att återvinna som sekundära råmaterial.
Sekundära råmaterial	Ett råmaterial avsett för tillverkning eller användning, framtaget genom återvinning, sekundär utvinning eller återanvändning, det vill säga en returråvara. Det kan vara antingen ett avfall, en biprodukt eller en produkt.
Sällsynta jordartsmetaller	En grupp av 17 grundämnen där skandium, yttrium och de 15 lantanoiderna ingår. Lantanoiderna är: lantan, cerium, praseodym, neodym, prometium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, tulium, ytterbium och lutetium. Delas ibland in i lätta respektive tunga.
Återvinningsgrad	Den sammanlagda verkningsgraden av insamling, sortering, demontering, förbehandling, och materialåtervinning.

Sammanfattning

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI.

Den 24 mars 2021 gav regeringen SGU i uppdrag att tillsammans med Naturvårdsverket arbeta för att öka möjligheterna till hållbar utvinning av mineral och metaller från sekundära råmaterial (Näringsdepartementet, 2021). Uppdraget innehåller ett antal strecksatser varav den fjärde handlar om att ge en överblick över flöden av kritiska mineral och metaller samt att föreslå system för hur livscykelanalys och spårbarhet kan utformas för att bidra till en cirkulär ekonomi. Denna rapport avhandlar en del av strecksatsen och beskriver resultatet av arbetet med att föreslå det efterfrågade systemet.

Inom ramen för arbetet har det varit nödvändigt att tolka och delvis omdefiniera några av de efterfrågade delarna i systemet. I den här studien läggs tyngdpunkten på totala mängder, fördelning och användning av råmaterial, snarare än genom vilka värdekedjor ett visst delflöde av råmaterial har flödat eller vilket hållbarhetsavtryck det råmaterialflödet har orsakat. För att tydliggöra den avgränsningen benämns det system som föreslås i den här studien för ett *kartläggningssystem* i stället för ett *spårbarhetssystem*. Ett system för att spåra eller kartlägga kritiska råmaterial med syftet att bidra till en cirkulär ekonomi bör initialt inte inriktas på att samla in livscykeldata eller på att ta fram nya LCA-undersökningar, utan i stället fokusera på var olika material finns, i vilka mängder dessa förekommer samt var i livscykeln (teknosfären) dessa befinner sig och när dessa (om möjligt) kan bli tillgängliga för att återanvändas eller återvinnas. I ett uppbyggnadsskede är det därmed ett *livscykelperspektiv* som behövs i systemet och inte ett system för *livscykelanalys*.

I arbetet med att ta fram och föreslå ett system har det ingått att beskriva befintliga datakällor, hur ett beräkningssystem skulle kunna utformas samt att beskriva hur datakällor och beräkningar ska kunna kombineras till ett system som också tar hänsyn till det arbete som inletts med digitala produktpass som ett led i den nya ekodesignförordningen som föreslås implementeras inom EU framöver.

SMED förordar att ett framtida livscykelbaserat kartläggningssystem för kritiska råmaterial i den svenska teknosfären utvecklas med en så kallad bottom-up-ansats. Det innebär ett mer komplext system som ställer större krav på datainsamlingen än med en top-down-ansats. Samtidigt lägger det grunden för ett system som kan bli varaktigt över tid och som fullt ut kan dra fördel av den dramatiska ökningen av tillgängliga produktdata som de digitala produktpassen troligtvis kommer att innebära. Utformningen av och innehållet i produktpassen kommer regleras i den delegerade akten för respektive produktgrupp. Begränsad tillgång till produktdata har hittills varit det främsta argumentet för en top-down-ansats. Den pågående och samhällsgenomgripande omställningen av det svenska och europeiska energisystemet kommer att innebära ett växande materialberoende. SMED anser därför att kartläggningssystemet med stor sannolikhet kommer att vara relevant

under lång tid framöver, vilket väl motiverar en hög inledande ambitionsnivå för att från början utveckla ett system att växa i. Systemet blir av nödvändighet mycket dataintensivt, men bygger i hög grad på data som samlas in centralt.

Som framgår i flera avsnitt i den här rapporten har kartläggningssystemet utformats för att vara förenligt med de initiativ som SMED bedömer vara de viktigaste initiativen. Särskild uppmärksamhet ges åt batteriförordningen och ekodesignförordningens produktpass på EU-nivå och Avfallsregistret på nationell nivå.

En framgångsfaktor för det föreslagna kartläggningssystemet blir att fortlöpande bevaka utvecklingen på området för att både säkerställa att Sveriges nationella system blir konsistent med de framväxande systemen på EU-nivå, och att identifiera och utnyttja de möjligheter till synergier mellan olika system och olika aktörer som kartläggningssystemet kommer att medföra. Inte minst har det potentialen att lindra uppgiftslämnarbördan för näringslivet, eftersom delar av den data som kartläggningssystemet behöver samtidigt efterfrågas och i många fall begärs för andra ändamål.

Sammantaget kommer SMED till slutsatsen att mycket talar för att gå vidare med en utveckling av ett kartläggningssystem enligt vad som rekommenderas vidare i rapporten. För det fall de digitala produktpassen implementeras i en nära framtid och kan tillhandahålla den data som idag förespeglas kommer utvecklingskostnader och uppgiftslämnarbördor att hållas nere väsentligt. Å andra sidan, om data över flöden av kritiska råmaterial av ett eller annat skäl inte kommer att tillhandahållas av produktpassen ökar värdet av ett svenskt kartläggningssystem ytterligare, eftersom det då (så vitt vi kan förutse idag) inte kommer att finnas något annat system som kan teckna den nödvändiga kartan.

Nyckelord: Kritiska råmaterial, CRM, omställningskritiska råmaterial, sekundära flöden, sekundära råvaror, cirkulär ekonomi, kartläggning, kartläggningssystem, materialsystemanalys, MSA, digitala produktpass, metallåtervinning, spårbarhet

Summary

SMED is short for Swedish Environmental Emissions Data, which is a collaboration between IVL Swedish Environmental Research Institute, SCB Statistics Sweden, SLU Swedish University of Agricultural Sciences, and SMHI Swedish Meteorological and Hydrological Institute.

On March 24, 2021, the government commissioned the Geological Survey of Sweden (SGU) to work with the Swedish Environmental Protection Agency to increase opportunities for the sustainable extraction of minerals and metals from secondary raw materials (Näringsdepartementet, 2021). The assignment contains several tasks, one of which is about providing an overview of the flows of critical minerals and metals and proposing a system for how life cycle analysis and traceability can be designed to contribute to a circular economy. This report handles part of the task and describes the results of the work on proposing the requested system.

Within the framework of this study, it was necessary to interpret and partially redefine some of the requested parts of the system. Emphasis was placed on the total quantities, distribution and use of raw materials, rather than through which value chains a certain partial flow of raw materials has flowed or what sustainability footprint that raw material flow has created. To clarify this demarcation, the system proposed in this study is referred to as a *mapping system* instead of a *traceability system*. A system for tracking or mapping critical raw materials with the aim of contributing to a circular economy should not begin by focusing on the collection of life-cycle data or development of new LCA studies, but instead on where different materials are located, in what quantities they occur and where in the life cycle (technosphere) they are located and when these can (if possible) become available for reuse or recycling. Therefore, in the construction phase of the proposed mapping system, it is a *life cycle perspective* that is needed rather than a system for *life cycle analysis*.

The development and proposal of the mapping system included a description of existing data sources, how a calculation system could be designed and how data sources and calculations could be combined into a system that also considers existing initiatives on digital product passports, which is a part of the new Ecodesign Regulation proposed for implementation in the EU in the future.

SMED recommends that a future life cycle-based mapping system for critical raw materials in the Swedish technosphere be developed with a so-called *bottom-up approach*. This means a more complex system that places greater demands on data collection than with a *top-down approach*. At the same time, it lays the foundation for a system that can endure over time and take full advantage of the dramatic increase in available product data that the digital product passports are likely to provide. The design and content of the product passports will be regulated in the legislative act for each product group.

Limited access to product data has so far been the main argument for a top-down approach. The ongoing and socially pervasive transformation of the Swedish and European energy systems will mean a growing dependence on materials. SMED therefore believes that the mapping system will most likely be relevant for a long time to come, which justifies well a high initial level of ambition to develop a system that grows from the beginning. The system will necessarily be very data-intensive but is largely based on data collected centrally.

As shown in several sections of this report, the mapping system was designed to be consistent with the initiatives that SMED deems to be the most important. Particular attention was paid to the Batteries Regulation and the Ecodesign Regulation's product passports at the EU level and the Swedish Waste Register at the national level.

A success factor for the proposed mapping system will be to continuously monitor developments in the area both to ensure that Sweden's national system becomes consistent with the emerging systems at EU level, and to identify and exploit the opportunities for synergies between different systems and different actors that the mapping system will bring. Not least, it has the potential to alleviate the response burden on industry, as parts of the data that the mapping system needs are simultaneously requested and, in many cases, requested also for other purposes.

All in all, SMED concludes that there is much to be said for moving forward with the development of a mapping system as recommended further in the report. If the digital product passports are implemented in the near future and can provide the data currently proposed, the development costs and reporting burdens would be significantly reduced. On the other hand, if data on the flows of critical raw materials will not be provided by the product passports for one reason or another, the value of a Swedish mapping system would increase even further, since there wouldn’t be (as far as can be predicted today) any as other system that could draw the necessary map

Keywords: Critical raw materials, CRM, clean energy transition, secondary flows, secondary resources, circular economy, mapping, mapping system, materials system analysis, MSA, digital product passport, metal recycling, traceability

Inledning

Den 24 mars 2021 gav regeringen SGU i uppdrag att tillsammans med Naturvårdsverket arbeta för att öka möjligheterna till hållbar utvinning av mineral och metaller från sekundära råmaterial (Näringsdepartementet, 2021). Uppdraget innehåller fem olika strecksatser, varav den fjärde anger att:

> *SGU ska tillsammans med Naturvårdsverket ge en överblick över flöden av kritiska mineral och metaller samt föreslå hur system för livscykelanalys och spårbarhet kan utformas för att bidra till en cirkulär ekonomi.*

Naturvårdsverket har tidigare gett SMED i uppdrag att kartlägga sekundära flöden av kritiska råmaterial i den svenska teknosfären[1]. Det uppdraget omfattade den första delen av strecksatsen och visar bland annat att det idag saknas både tillräckligt detaljerade data och en metodik för att systematiskt och återkommande kunna redovisa flöden och framtida återvinningsmöjligheter av kritiska råmaterial.

Syfte och mål

Det långsiktiga syftet med föreliggande SMED-studie är att öka Sveriges möjligheter till hållbar utvinning och återvinning av mineral och metall från sekundära resurser.

Målet med studien är att besvara de återstående delarna av fjärde strecksatsen i regeringens uppdrag till SGU och Naturvårdsverket, det vill säga att föreslå en utformning av ett system som kan bidra till en cirkulär ekonomi för kritiska råmaterial. Det har varit nödvändigt att bryta ned det i följande delmål:

1. Kartlägga vilka befintliga datakällor som eventuellt skulle kunna nyttjas, hur tillgängliga och relevanta dessa är samt hur de eventuellt skulle behöva anpassas för att kunna nyttjas av ett framtida kartläggningssystem.
2. Beskriva de grundläggande beräkningsstegen för att på ett enhetligt sätt, med hjälp av en databas, ge tillräcklig information om mängder och tillgång till kritiska råmaterial med utgångspunkt från befintliga och framtida datakällor.
3. Beskriva hur delarna 1 och 2 kan kombineras med varandra och samtidigt dra nytta av och kopplas ihop med framväxande spårbarhetssystem, däribland de digitala produktpassen som sannolikt kommer att införas i och med det föreslagna ekodesigndirektivet.

[1] SMED utvecklingsprojekt uppdrag A21-16. Slutrapporten, *Flöden av sekundära kritiska råmaterial i den svenska teknosfären*, är ännu inte publicerad.

Bakgrund

För att uppfylla åtagandena i Parisavtalet krävs en mycket omfattande omställning av världens energi- och transportsystem. Den globala efterfrågan på metaller för klimatvänlig energiteknik bedöms därför öka dramatiskt de närmaste tjugo åren (Europeiska kommissionen 2020a; World Bank Group 2020; International Energy Agency 2021). En långsiktigt trygg och hållbar försörjning av råmaterial är av kritisk betydelse för Sverige och EU. I dagsläget saknas i stor utsträckning information om var och i vilka mängder olika kritiska råmaterial finns i den svenska teknosfären samt när dessa skulle kunna bli tillgängliga för att eventuellt kunna återvinnas.

En långsiktigt trygg och hållbar försörjning av råmaterial, inklusive omställningskritiska metaller och mineral, är av kritisk betydelse för att bibehålla Sveriges och EU:s framtida industriella konkurrenskraft och innovationskapacitet. Innovationskritiska mineral och metaller är därför ett av de prioriterade områdena i den svenska regeringens strategi för en cirkulär ekonomi och är nödvändiga i klimatomställningen. Inhemsk mineralutvinning minskar såväl landets som EU:s sårbarhet när det gäller råmaterialförsörjning vid störning i den internationella handeln. Cirkularitet är ett kompletterande sätt att öka försörjningsgraden. Flöden av kritiska råmaterial behöver så snart som möjligt och i så stor utsträckning som möjligt bli mer cirkulära. Enligt den internationella resurspanelen står uttaget och upparbetningen av naturresurser globalt sett för mer än 90 procent av utarmningen av den biologiska mångfalden och vattenstressen samt för cirka hälften av klimatpåverkan (IRP, 2019). EU:s batteriförordning och relaterade europeiska näringslivsinitiativ på olika nivåer ska främja ökad cirkularitet och på så vis möta den växande globala konkurrensen om bland annat batterimetaller. Primära råmaterial ska därigenom, så långt det är möjligt, ersättas av resurser som används effektivt i cirkulära flöden. Hållbar utvinning och återvinning av sekundära råmaterial är ett växande komplement till brytning av primära mineralresurser. Betydande mängder resurser lämnar Europa i form av avfall och skrot, som potentiellt går att återvinna till sekundära råmaterial här. Genom mer forskning om återvinning av avfall kommer det att kunna undvikas att värdefulla material hamnar i deponi. För att åstadkomma användning av sekundära råmaterialresurser på ett strukturerat och tillförlitligt sätt behöver bland annat statistik, kartläggning och spårbarhet samt system som kan hålla en samlad information om kritiska råmaterial utverkas. För att kunna återvinna specifika material ur komplexa produkter, till exempel elfordonsbatterier, är det vidare nödvändigt att aktörerna i varje steg av produktens livscykel har tillräckligt detaljerad och tillförlitlig information om produkten. Det är ett av målen med de så kallade digitala produktpassen, som ingår i EU:s nyligen föreslagna ekodesignförordning (COM/2022/142 final).

Förslaget till ny ekodesignförordning, som presenterades av Europeiska kommissionen den 30 mars 2022, syftar till att normen för hur produkter som sätts på den europeiska marknaden ska designas för att vara mer hållbara, cirkulära och energieffektiva. I meddelandet fastslås ett antal kriterier som måste uppfyllas

avseende ekodesignkrav. Förslaget innehåller också krav på att digitala produktpass tas fram för de produktgrupper som regleras. Produktpassen ska innehålla information om ovanstående ekodesignkrav inklusive information om skadliga ämnen och följa med produkten längs hela dess livscykel och på så vis utgöra en databärare som ska finnas kopplad till produkten. De avses inte täcka hela livscykeln och det är i dagsläget osäkert när produktpassen blir verklighet. Det finns idag inget i förslaget som tyder på att kritiska råmaterial specifikt ska ingå i de uppgifter som efterfrågas i produktpassen. Förslaget beskrivs utförligare i avsnittet *Urval av system och regleringar av särskild relevans för kartläggningssystemet* nedan.

Den säkerhetspolitiska och energipolitiska händelseutvecklingen i Europa under 2022 har ytterligare accelererat EU:s arbete med att säkra tillgången till kritiska råmaterial, minska medlemsländernas sårbarhet och ställa om till ett fossilfritt energisystem. Ett exempel på det är Europeiska kommissionens initiativ till ny rättsakt om kritiska råvaror (på engelska *European Critical Raw Materials Act*). Raw Material Information System (RMIS) är Europeiska kommissionens webbaserade kunskapsplattform om både primära och sekundära material. Det sker en snabb ökning av kunskapen om tillgång och efterfrågan på kritiska råmaterial inom EU.

Material och metod

Inom ramen för regeringsuppdraget ska en överblick över flöden av kritiska mineral och metaller ges samt ett förslag tas fram på hur ett system för livscykelanalys och spårbarhet kan utformas för att bidra till en cirkulär ekonomi.

Inledningsvis ges en genomgång av hur SMED har tolkat begreppen *spårbarhet och kartläggning, kritiska råmaterial* samt *cirkulär ekonomi, livscykelanalys och tillämpning av livscykelperspektiv* i det här sammanhanget. Därefter presenteras det metodologiska ramverk som SMED har valt för hur ett livscykelbaserat kartläggningssystem för flöden av omställningskritiska råmaterial i den svenska teknosfären kan utformas. Utformningen bygger delvis på erfarenheterna av den översiktliga kartläggning av sekundära flöden av kritiska råmaterial i den svenska teknosfären som SMED genomförde under hösten 2021.

Definitioner av centrala begrepp

Spårbarhet och kartläggning

Spårbarhet är ett brett begrepp som kan används för att beskriva många olika system, med mer eller mindre olika syften. Det kan förklara den begreppsförvirring som stundtals råder mellan olika aktörer (Svemin, 2019). UN Global Compacts (2014) definierar spårbarhet (*traceability*) som:

> *The ability to identify and trace the history, distribution, location and application of products, parts and materials, to ensure the reliability of sustainability claims, in the areas of human rights, labour (including health and safety), the environment and anti-corruption.*

I den här studien läggs tyngdpunkten på totala mängder, fördelning och användning av råmaterial, snarare än genom vilka värdekedjor ett visst delflöde av råmaterial har flödat eller vilket hållbarhetsavtryck det råmaterialflödet har orsakat. För att tydliggöra den avgränsningen benämns det system som föreslås i den här studien för ett *kartläggningssystem* i stället för ett *spårbarhetssystem*.

Kritiska råmaterial

Kritiska råmaterial (CRM) är inte en entydigt eller för all framtid definierad grupp av material. Den 3 september 2020 presenterade kommissionen meddelandet Resiliens för råmaterial av avgörande betydelse (Europeiska kommissionen, 2020b). I meddelandet ingår EU:s förteckning över råmaterial av avgörande betydelse, sammanlagt 27 enskilda ämnen och 3 ämnesgrupper. Dessa ämnesgrupper består i sin tur av totalt 16 lätta och tunga sällsynta jordartsmetaller och 6 olika platinagruppmetaller. Jämfört med den föregående förteckningen från 2017 har fyra ämnen tillkommit och ett avförts. En uppdatering av nuvarande

förteckning är planerat till våren 2023. I det här uppdraget har dessutom koppar, mangan och nickel inkluderats trots att de av EU beskrivs som icke-kritiska råmaterial eftersom tillgången är god. Dessa tre metaller bedöms vara särskilt viktiga ur ett svenskt perspektiv eftersom de är nödvändiga för de klimatvänliga tekniker som bedöms vara viktigast för den svenska omställningen under de kommande decennierna; litiumjonbatterier, vindturbingeneratorer, elmotorer, bränsleceller och fotovoltaiska solceller. Vad som är kritiskt förändras med andra ord över tid, beroende på sammanhang och perspektiv i förhållande till faktisk ekonomisk betydelse och utbudsrisk. I den här studien syftar begreppet kritiska råmaterial därför på de material som samhället vid en given tidpunkt bedömer vara nödvändiga för att genomföra klimatomställningen. I skrivande stund är det de 52 ämnen som beskrivs ovan.

Vid utformningen av systemet som efterfrågas i regeringsuppdragets fjärde strecksats har utgångspunkten varit att inte begränsa antalet råmaterial. De råmaterial som av EU listas som kritiska behöver ingå, men systemet kan behöva ta höjd för fler råmaterial som framöver kan ses som strategiska trots att de inte finns med på listan idag. Eftersom antalet råmaterial är stort kan det finnas ett behov av att införa en metodik i systemet som möjliggör prioriteringar av hur olika råmaterial hanteras. Exempel på kriterier kan vara råmaterial som kommer att behövas för att genomföra den gröna omställningen som ett led i att klara klimatmålen.

Cirkulär ekonomi, livscykelanalys och tillämpning av livscykelperspektiv

I uppdraget efterfrågas hur ett system för livscykelanalys (LCA) och spårbarhet kan utformas för att bidra till en cirkulär ekonomi för sekundära kritiska råmaterial. I arbetet med att föreslå utformningen av systemet har visionen i den svenska handlingsplanen för en cirkulär ekonomi beaktats. Denna vision lyder enligt följande: *”Ett samhälle där resurser används effektivt i giftfria cirkulära flöden och ersätter jungfruliga material”.*

Utformning av systemet med koppling till cirkulär ekonomi

Mot bakgrund av att det är själva tillgången till materialen som gör att de är kritiska bör huvudsyftet vid utformningen av systemet vara att bidra till att primära material ersätts. Systemet bör därför innehålla information om mängd och koncentration av kritiska råmaterial och hur de flödar genom teknosfären, på ett sätt så att det ska gå att identifiera när och var ett material riskerar att förloras genom materialläckage och downcycling.

Livscykelperspektiv och livscykelanalys (LCA)

För att förstå varför det föreslagna systemet utformats på det sätt som beskrivs i senare delar av denna rapport är det angeläget att förklara hur LCA-begreppet tolkats inom ramen för uppdraget. LCA beskriver en produkts eller en råvaras totala påverkan genom hela dess livscykel (från råvaruutvinning, via

tillverkningsprocesser och användning till avfallshanteringen, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden) och fokuserar på olika miljöproblem så som klimatförändring, försurning, övergödning och utarmning av icke-fossila resurser. En LCA ger med andra ord detaljerad information om en produkts eller råvaras livscykel, men svarar varken på frågor om hur mycket av produkten eller råmaterialet det finns totalt eller hur de totala mängderna fördelar sig i teknosfären eller de olika stadierna av livscykeln. Livscykelinventering (LCI) är den del av analysen där alla nödvändiga data samlas in och sammanställs, för att kunna genomföra en LCA. Det är den del i analysen som är mest komplex och därigenom mest resurskrävande. Att sammanställa redan genomförda LCA-studier kräver att resultaten är tillgängliga för allmänheten och dessutom behövs ofta en tolkning av resultaten då en LCA-studie ofta genomförs med en specifik frågeställning och därmed inte kan nyttjas på ett allmängiltigt sätt. Ett system för att spåra eller kartlägga kritiska råmaterial med syftet att bidra till en cirkulär ekonomi bör initialt inte inriktas på att samla in LCI-data och att ta fram nya LCA-undersökningar utan i stället fokusera på var olika material finns, i vilka mängder dessa förekommer samt var i livscykeln (teknosfären) dessa befinner sig och när dessa (om möjligt) kan bli tillgängliga för att återanvändas eller återvinnas. I ett uppbyggnadsskede är det därmed ett *livscykelperspektiv* som behövs i systemet och inte ett system för *livscykelanalys*.

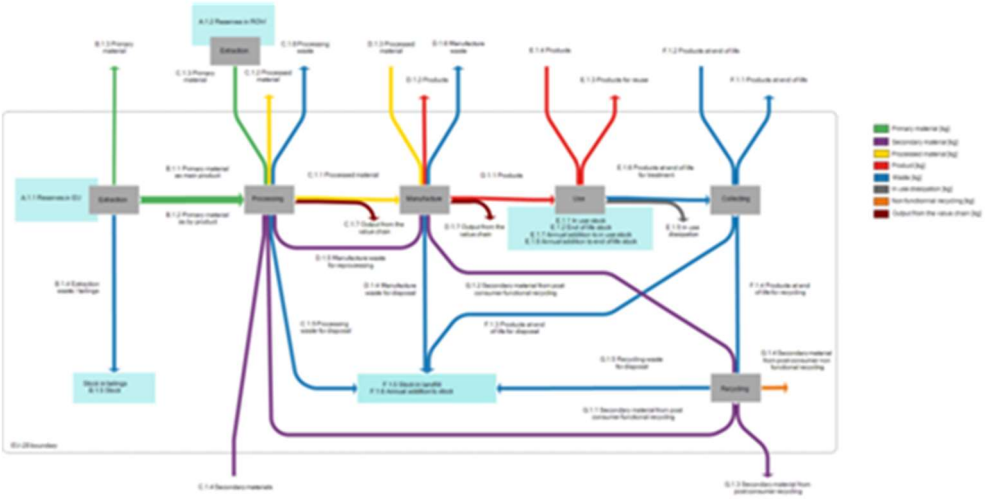
Metodologiskt ramverk

Det föreslagna kartläggningssystemet utgörs av en så kallad *materialsystemanalys* (MSA) med en *bottom-up-ansats*. MSA är en metod som undersöker upplag och flöden av material längs den övergripande försörjningskedjan, från utvinning till hantering av uttjänta produkter, till exempel genom återvinning eller bortskaffande. Bottom-up och top-down är, i det här sammanhanget, två alternativa ansatser för hur totala mängder av kritiska råmaterial, halter av kritiska råmaterial i produkter och totala mängder av produkter ska allokeras. Dessa begrepp utvecklas nedan.

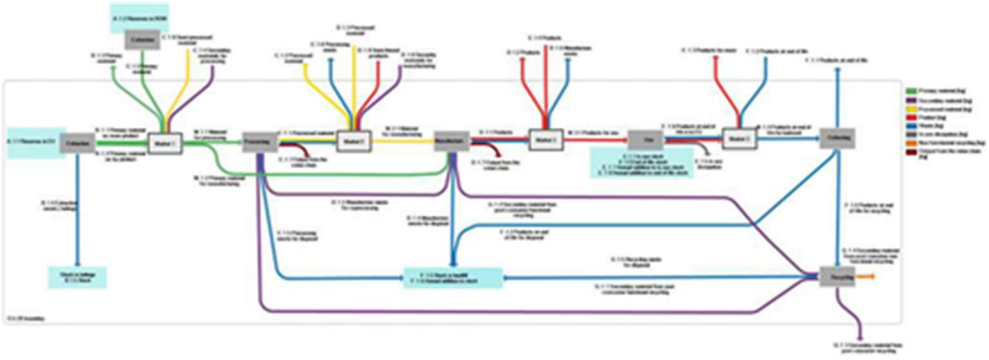
Materialsystemanalys

Det kartläggningssystem som föreslås för kritiska råmaterial genom den svenska teknosfären baseras på den MSA som utvecklades för EU 2015 (Figur 1, Bio by Deloitte, 2015) och senare uppdaterades 2020 (Figur 2, Torres de Matos et al., 2020). Vid revisionen 2020 så föreslogs att det skulle läggas till marknadssteg för att bättre kunna hantera fysiska flöden där det ibland händer att varor importeras och sedan återexporteras utan att processas däremellan. Det har även lagts till några fler flöden som visade sig vara relevanta, vilket bland annat inkluderar import av halvbearbetade material, import av halvfärdiga produkter, import av sekundära råmaterial för tillverkning och flöden ut från alla marknadssteg. För en beräkningsmodell (MSA) för Sverige så rekommenderas här att använda samma flöden som används i den uppdaterade versionen för EU (Torres de Matos et al.,

2020), men med Sverige som systemgräns i stället för EU. Det kan också vara lämpligt att ta höjd för eventuella marknadssteg även mellan avfalls- och återvinningsstegen. Dessa extra marknadssteg behöver eventuellt inte följa med i en illustration men själva beräkningen kommer troligtvis behöva ta dem i beaktande.



Figur 1. MSA-system med alla processer (materiallivscykelstadier), flöden och lager som beaktas i en MSA. Systemgränsen är EU:s geografiska gräns. (Bio by Deloitte, 2015, se Bilaga 1 för en förstoring.)



Figur 2. MSA-system med alla processer (materiallivscykelstadier), flöden och lager som beaktas i en MSA, inklusive marknadssteg. Systemgränsen är EU:s geografiska gräns. (Torres de Matos et al., 2020, se Bilaga 2 för en förstoring.)

Bottom-up- och top-down-ansatser

För att beräkna alla flöden så går det att använda två olika ansatser: bottom-up eller top-down. Bottom-up-ansatsen innebär att data på produktnivå används för att beräkna det totala flödet av kritiska råmaterial. Det kan exempelvis vara att ett flöde av litium beräknas ur hur många elbilar som produceras i Sverige och hur mycket litium som finns i varje elbilsbatteri eller att ett flöde av koppar beräknas ur

hur mycket kopparmalm som bryts i Sverige och vilken genomsnittlig kopparkoncentration malmen har. Bottom-up-ansatsen är lämplig om det är få produkter som ingår i ett flöde och då övriga data (så som koncentration av kritiska råmaterial) för dessa produkter är kända.

Top-down-ansatsen utgår i stället från kända flöden för att beräkna koncentrationen av ett ämne i en typisk produkt. Om det exempelvis går att beräkna hur mycket processat litium (som salt eller metall) som importeras till, exporteras från eller produceras inom Sverige och det samtidigt är känt hur mycket litiumbatterier som produceras så går det att beräkna hur hög litiumkoncentrationen är i litiumbatterier (förutsatt att det är någorlunda känt hur mycket litium som går till andra ändamål). På så vis går det också att utnyttja den kunskapen för att beräkna hur mycket litium som importeras i form av litiumbatterier från andra länder.

För de två första livscykelstegen, utvinning (*extraction*) och upparbetning (*processing*) ingår ett fåtal produkter (exempelvis malmer, metaller, salter) vilket gör att bottom-up-metoden är lämplig att använda. För de två nästföljande stegen, tillverkning (*manufacture*) och användning (*use*), ingår betydligt fler produkter där koncentrationen av kritiska råmaterial i en specifik produkt kan variera beroende på tillverkare och modell, men också över tid. För de två avfallsstegen, insamling (*collecting*) och återvinning (*recycling*), är data bristfällig bland annat för att de avfallsmängder som rapporteras oftast har buntats ihop till ett fåtal avfallstyper där varje avfallstyp innehåller en mängd olika produkter[2]. Av dessa anledningar så har Bio by Deloitte (2015) rekommenderat att bottom-up-ansatsen bör användas för de två första livscykelstegen, utvinning och upparbetning. Samtidigt rekommenderar samma källa att top-down-ansatsen i de flesta fallen bör användas för resterande livscykelsteg. Det kartläggningssystem som presenteras i den här studien skiljer sig från Bio by Deloitte (2015) genom att rekommendera att bottom-up-ansatsen används för samtliga livscykelsteg för flöden av kritiska råmaterial i Sverige. Utifrån befintliga och framtida datakällor, som beskrivs i avsnitten *Databehov och datakällor för kartläggning och spårbarhet* bör det vara fullt möjligt att få fram de data som krävs för en MSA med en bottom-up-ansats även för tillverkning, användning, insamling och återvinning och annan avfallsbehandling.

[2] I ett annat SMED projekt "Metod för plastdata" föreslås att verksamhetsutövare som rapporterar in data till Naturvårdsverket inte ska få fortsätta att rapportera flera avfallskoder (LoW) tillsammans. Det gör det svårt att ta ut data för enskilda avfallskoder. Vid publicering på SCB:s webbplats kallas denna grupp "kombination av olika avfallsslag". Verksamhetsutövare kan också rapportera en kombination av olika behandlingstyper. Detta förslag gör det enklare att få ut data över kritiska råmaterial också.

System för kartläggning av mängder och flöden av kritiska råmaterial

Det kartläggningssystem som presenteras här kommer att kunna generera en dynamisk karta över var i teknosfären kritiska råmaterial uppehåller sig. Systemet skulle även kunna användas för andra råmaterial, men för enkelhets skull så diskuteras här endast kritiska råmaterial då de utgör den största utmaningen. I systemet kommer det att bli möjligt att se hur mycket material som tillförts, försvunnit respektive cirkulerats under en viss tidsperiod (år). Det blir också möjligt att se vilka länder det importeras ifrån eller exporteras till, då det ligger med i grunddata. Det kommer däremot inte gå att spåra genom vilka värdekedjor ett visst delflöde av råmaterial har flödat eller vilket hållbarhetsavtryck det råmaterialflödet har orsakat.

Genom att utnyttja information om vilka produkter som innehåller olika kritiska råmaterial och vilka koncentrationer råmaterialet förekommer i respektive produkt så kommer det gå att härleda materialkvalitet, vilket också är önskvärt. Detta kan kombineras med information om vilka insamlings- och återvinningsmetoder som används, vilket inkluderar huruvida materialet återvinns funktionellt eller inte. Det ska på så sätt vara möjligt i kartläggningssystemet att se var i värdekedjan som det är strategiskt lämpligt med åtgärder för att exempelvis minimera leveransrisk eller för att maximera funktionell återvinning. Utmaningen att kartlägga totala mängder av kritiska råmaterial påminner om utmaningen att få kunskap om mängden farliga ämnen i samhället. Både på EU- och nationell nivå har kartläggning av farliga ämnen bedrivits under relativt lång tid av flera olika myndigheter. Därigenom har både kunskap och metoder utvecklats, som delvis har legat till grund för det kartläggningssystem och den sammanställning av datakällor som presenteras i den här studien.

Grundläggande beräkningssteg

De grundläggande beräkningsstegen i systemet, som krävs för att beräkna mängder och flöden i teknosfären, syftar till att tillhandahålla följande information:

1. Mängden av varje produkt (eller avfall) som ingår i varje pil i Figur 2.
2. Koncentrationer av kritiska råmaterial i produkterna (eller avfallet).
3. Förväntad uppehållstid i varje livscykelsteg innan produkten går vidare till ett annat flöde (vilket är viktigast i användningsfasen för produkter med lång livslängd, men kan vara värt att känna till även för andra steg).

I beskrivningen nedan ges exempel på specifika beräkningssamband och vilken indata de olika stegen nyttjar. I ett tidigt skede, eller där övriga data saknas, kan det

vara värt att utgå från de data som beräknats eller samlats in på EU-nivå (Europeiska kommissionen, 2020c), exempelvis via den top-down-metod som användes av Bio by Deloitte (2015) och Torres de Matos et al., (2020). På lite längre sikt är det möjligt att de digitala produktpass och batteripass som håller på att arbetas fram på EU-nivå att kunna tillhandahålla information om innehåll av kritiska råmaterial, på ett sätt som är lättare att automatisera.

Mängden av olika produkter

Mängden av varje produkt kan beräknas genom en summering med hjälp av statistik från Varuimport, Varuexport och Industrins varuproduktion som årligen publiceras av SCB. Värden rapporteras i tusentals kronor (tkr), vikter rapporteras i ton och för vissa varor rapporteras även annan kvantitet, exempelvis kubikmeter, styck eller gram. Uppgiftslämnare använder så kallade KN-koder vid rapportering. I kartläggningssystemet så rekommenderas att använda en så hög detaljnivå som möjligt för att bättre kunna uppskatta koncentrationen av kritiska råmaterial. De flesta produkter går att placera i ett flöde utifrån namnet och beskrivningen på KN-koden som används, där malmer går in i de gröna pilarna (Figur 2), metaller och salter går in i de gula pilarna, skrot och slagg går in i de blå eller lila pilarna och mer avancerade produkter går in i de röda pilarna. En del produkter innehåller komponenter och sub-komponenter som kan rapporteras på egna KN-koder, vilket medför att tillverkningsfasen kommer kräva en mer avancerad beräkning vilket bland annat inkluderar interna flöden inom livscykelsteget för att flödena ska kunna återspegla verkligheten. Det händer också att processade material upparbetas ytterligare vilket innebär att det kommer krävas en beräkning som inkluderar interna flöden även i det steget. Lämpligt är om beräkningen tar höjd för att kunna inkludera en del liknande interna flöden i alla livscykelsteg.

För vissa produkter kan det vara önskvärt med mer information (högre upplösning) än vad som går att finna via KN-koder. Då krävs att data kompletteras från andra källor.

Koncentrationer av kritiska råmaterial i olika produkter

Koncentrationen av kritiska råmaterial i varje produkt är betydligt svårare att samla in och kommer kräva ett flertal olika källor. Systemet bör utformas så att processen för att hämta in data om koncentrationer av kritiska råmaterial görs så automatiserad som möjligt, för att effektivisera arbetet framöver. De två första livscykelstegen, utvinning och upparbetning, ligger utanför den här studiens avgränsningar. Data för dessa steg bör finnas hos SGU[3]. I de fall Sverige

[3] SGU ger årligen ut publikationen Bergverksstatistik, med mycket detaljerad information om utvinningen av olika material i Sverige. Av de råmaterial som betraktas som kritiska i det här uppdraget bryts i dagsläget enbart koppar i Sverige. Detta kan ändras i framtiden.

importerar kritiska råmaterial finns statistik hos Statistikmyndigheten SCB[4]. För de produkter där värdet av råvaran är en väsentlig del av värdet av själva produkten (till exempel produkt 71129200 – Avfall och skrot av platina) så går det att beräkna en ungefärlig koncentration av kritiska råmaterial utifrån den mängd och det värde som redovisats till SCB för Varuimport, Varuexport och Industrins varuproduktion. För det krävs det tillgång till råvarans pris över tid vilket går att hämta från råvarumarknaden. Vissa produkter har undersökts av forskare vilket gör att det går att hitta information om koncentrationer av kritiska råmaterial i den vetenskapliga litteraturen. Tyvärr kräver det en process som är svår att automatisera och kan kräva flera källor för att få en uppfattning om hur koncentrationen eventuellt har förändrats över tid för någon produkt. Produkter som det utförts en LCA för kan ha medföljande materialförteckning (BOM, *bill of materials*) som kan användas. Dessa kan hittas i LCA-databaser så som ELCD eller ecoinvent.

Koncentrationen av kritiska råmaterial i olika avfall är oftast svårt att få tag på. Vissa avfallsslag som är extra relevanta ur kritiska råmaterial-synpunkt går att hitta mätningar på via internationella vetenskapliga tidskrifter, rapporter eller ibland direkt från företaget/avfallslämnaren. Med hjälp av uppskattade livslängder av olika produkter, kombinerat med den information som inhämtats historiskt om import/export/produktion av samma produkter, så är det också möjligt att göra en uppskattning av avfallets sammansättning. Som exempel så går det att göra en uppskattning som säger att av den it- och telekomutrustning som samlades in år 2022 bestod till en viss andel av mobiltelefoner från 2017 och en annan andel av mobiltelefoner från 2018 och motsvarande för andra årtal. Samma sak går då att göra för bärbara respektive stationära datorer. Dessa uppskattningar av vad avfallet innehåller går att kombinera med exempelvis plockanalyser och enkätundersökningar. Uppgifter om farligt avfall rapporteras kontinuerligt in till Avfallsregistret hos Naturvårdsverket, både för det avfall som har uppkommit och det avfall som har behandlats. Även import och export av anmälningspliktigt avfall rapporteras till Naturvårdsverket. Farligt avfall registreras på en sexsiffrig avfallskod som ger en indikation om vilka uttjänta produkter (eller delar av produkter) avfallet kan innehålla. För elutrustning redovisas även ytterligare detaljer så att det exempelvis går att särskilja mellan stora hushållsapparater, små hushållsapparater samt it- och telekomutrustning. Det går däremot inte att särskilja mellan mobiltelefoner och datorer. Det går även att få fram lite detaljer om batterier som gör att det går att särskilja mellan exempelvis alkaliska/brunstensbatterier och litium-, litiumjon- och litiumpolymerbatterier. Det går dock inte att exempelvis särskilja mellan batterier baserat på olika litiumkemi, så som litiumjärnfosfat eller nickel-mangan-kobolt-oxid (vilket i och för sig inte går att utläsa ur KN-koderna heller). För avfall i form av uttjänta fordon och vindkraftverk kan det gå att få ut mer detaljerad information, så som tillverkare och modell, från Transportstyrelsens vägtrafikregister och Vindbrukskollen.

[4] Under rubriken Utrikeshandel med varor publicerar SCB statistik som visar Sveriges utrikeshandel med varor fördelat efter länder och olika typer av varuindelningar.

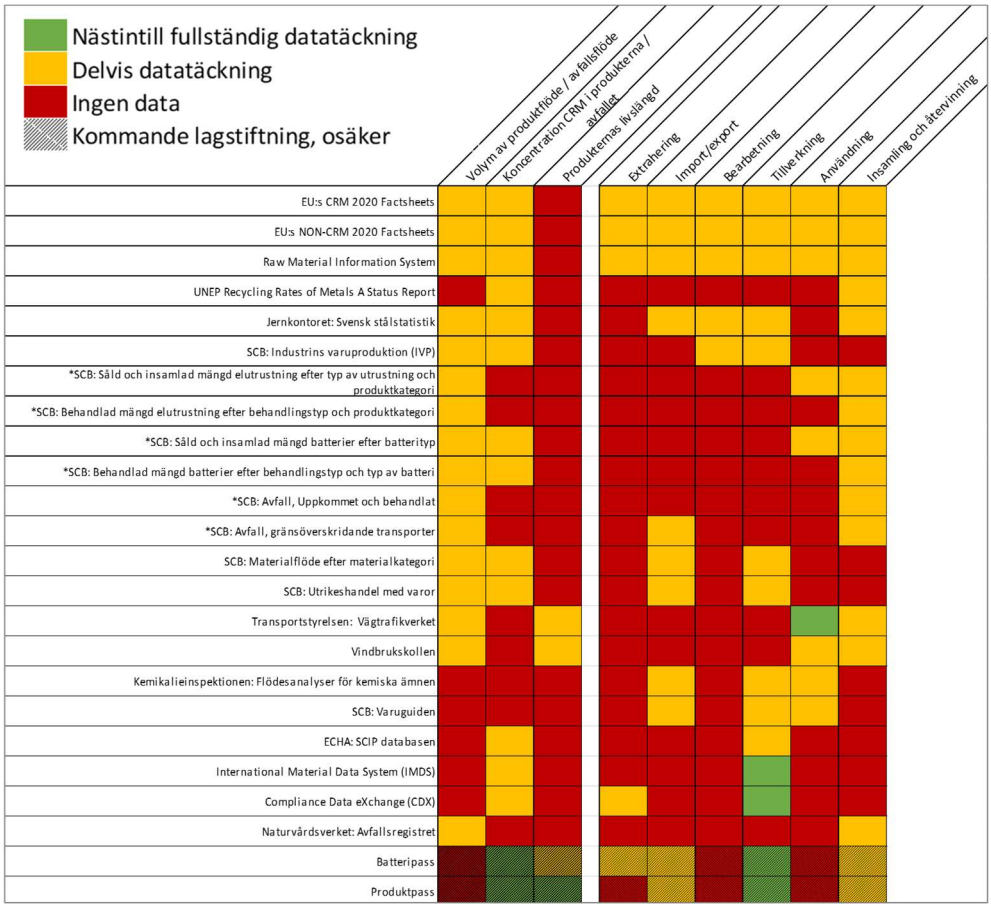
Olika produkters livslängd

Livslängd och uppehållstid går att uppskatta utifrån en kombination av flera metoder. För fordon går det att inhämta data direkt från Transportstyrelsens vägtrafikregister. För de varor där det är möjligt att göra en uppskattning av hur många (eller hur stor total vikt) som finns i Sverige vid en specifik tidpunkt, förutsatt att det antalet (eller den vikten) är någorlunda konstant och känd, så går det att göra en uppskattning av medellivslängd utifrån hur många (eller hur stor vikt) som konsumeras varje år (import + produktion - export). Som exempel så går det att utläsa från import/export/produktion att Sverige konsumerar ca 3 miljoner mobiltelefoner per år. Om det finns ca 10 miljoner mobiltelefoner i användning i Sverige så innebär det att en mobiltelefon har en medellivslängd på ungefär 3,3 år. Det går också att göra uppskattningar av varors livslängd utifrån vilka garantier som ges för typiska produkter inom en viss kategori, eller utifrån enkätundersökningar eller expertutlåtande. På lite längre sikt går det förhoppningsvis att få in ytterligare detaljer om produkters förväntade livslängd på ett sätt som är lättare att automatisera, i första hand via de digitala produktpass och batteripass som håller på att arbetas fram på EU-nivå.

Databehov och datakällor för kartläggning och spårbarhet

Som framgår i beskrivningen av kartläggningssystemet ovan, saknas i dagsläget data för innehåll av olika kritiska råmaterial i olika produkter. Mängden kritiska råmaterial i teknosfären behöver därför skattas och räknas fram. Det kräver data om material och produktflöde i olika steg av kretsloppet.

Statistik finns redan idag för inhemsk produktion av varor samt import och export av varor, samt uppkomst och behandling av avfall. Men det går inte direkt att koppla dessa data till mängden kritiska råmaterial eftersom vi inte vet innehållet av kritiska råmaterial i olika produkter. Figur 3 visar en sammanställning av befintliga datakällor som skulle kunna användas för att uppskatta mängden av kritiska råmaterial i teknosfären.



Figur 3. Översikt av datakällor och deras respektive nivåer av datatäckning för olika typer av data (volymer, koncentrationer av kritiska material och livslängder) samt delar av kretsloppen. Raderna längst ner (batteripass och produktpass) är datakällor som är planerade för framtiden. *Naturvårdsverket är statistikansvarig myndighet men data finns på SCB:s webbplats. Se Bilaga 3 för en förstoring.

Beskrivning befintliga datakällor

EU:s Critical Raw Material 2020 Factsheets (Europeiska kommissionen, 2020c) innehåller sammanställningar om hela värdekedjan från Eurostat, andra EU-rapporter, indikatorer, och expertinput för olika kritiska råmaterial med data på EU nivå. Rapporten sammanfattar bland annat de största användningsområde för olika kritiska råmaterial samt innehåller uppskattningar av mängden kritiska råmaterial i olika material.

EU:s Non-Critical Raw Material 2020 Factsheets (Europeiska kommissionen, 2020d) inkluderar liknande information som EU:s kritiska råmaterial 2020 factsheets, men för icke kritiska råmaterial som till exempel koppar, nickel, mangan och många andra material som kan bli kritiska i framtiden.

Raw Material Information System (EU Science Hub, 2022) innehåller ett flertal rapporter med data för alla livscykelsteg, främst för kritiska material.

UNEP Recycling Rates of Metals A Status Report (UNEP, 2011) innehåller en livscykelmodell och uppgifter om återvinningsbarhet för metaller.

Jernkontoret (2019) redovisar statistik- och aktörssammanställningar av stål- och järnproduktion, konsumtion och import/export.

SCB:s statistikdatabas (2022a) innehåller flera datasammanställningar som kan vara relevant för att uppskatta mängden kritiska råmaterial i teknosfären i Sverige. Underlaget som används för att ta fram tabellerna nedan är oftast mer detaljerade och kan innehålla data på företagsnivå. På grund av sekretesslagstiftning publicerar SCB dock aldrig data som kan röja ett enskilt företag.

SCB: Industrins varuproduktion (2022b) innehåller årliga data om total produktion och leveranser av produkter i Sverige enligt KN koder.

SCB: Såld och insamlad mängd elutrustning efter typ av utrustning och produktkategori (2022c) innehåller årliga data om mängden såld och insamlad elutrustning i Sverige.

SCB: Behandlad mängd elutrustning efter behandlingstyp och produktkategori (2022d) innehåller årliga data om mängden elutrustning som har behandlats i Sverige.

SCB: Såld och insamlad mängd batterier efter batterityp (2022e) innehåller årliga data om mängden batterier som har sålts och samlats in i Sverige.

SCB: Behandlad mängd batterier efter behandlingstyp och typ av batteri (2022f) innehåller årliga data om mängden batterier som har behandlats i Sverige.

SCB: Avfall, uppkommet och behandlat (2022g) innehåller data om uppkommet avfall inom olika näringsgrenar. Den visar även behandlat avfall efter typ av behandling.

SCB: Avfall, gränsöverskridande transporter (2022h) innehåller data om import och export av anmälningspliktigt avfall

SCB: Materialflöde efter materialkategori (2022i) innehåller data om import, export, inhemsk utvinning och inhemsk materialkonsumtion i olika materialkategorier.

SCB: Utrikeshandel med varor (2022j) innehåller data om import och export av varor till och från Sverige. Data finns på olika detaljerade nivåer utifrån så kallade KN koder.

Notera att Naturvårdsverket är statistikansvarig myndighet för de avfallsrelaterade datakällorna, men data finns på SCB:s webbplats. Figuren ovan specificerar vilka datakällor som Naturvårdsverket är ansvarigt för.

Transportstyrelsen: Vägtrafikregistret (2022) är ett register över landets alla fordon och körkortsinnehavare. Registret inkluderar bland annat information om fordonsstatus, fabrikat, fordonsbeteckning och tillverkningsår.

Vindbrukskollen (2022) är en nationell karttjänst om etablering av vindkraftverk som ges ut av länsstyrelserna. Det är en frivillig tjänst, vilket innebär att data inte är fullständig. De data som tillhandahålls är bland annat status (uppfört, nedmonterat, handläggs, beviljat osv), datum då det uppfördes, maxeffekt, fabrikat och modell.

Kemikalieinspektionen (2022) har flera statistikdatabaser som kan vara relevanta för att uppskatta mängden kritiska råmaterial i samhället och för kritiska råmaterial som används i olika kemiska sammanställningar.

Kemikalieinspektionen: Flödesanalyser för kemiska ämnen innehåller fakta om ämnen och ämnesgrupper, till exempel framställningsmetoder, användningsmönster och fysikaliska data.

SCB: Varuguiden (2010) innehåller data om förekomst och koncentrationer av vissa ämnen i material och av vissa material i produkter. Data lämpar sig inte till nya elektroniska produkter. Databasen innehåller också en förenkling av KN-koderna från 10 000 till 1 000 och är därmed ett bra exempel av hur arbetet med KN-koder kan förenklas. Varuguiden finns inte längre kvar online, men en del av dess data har byggts in i Prioguiden. Genomfördes av SCB på uppdrag av Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen

European Chemicals Agency: SCIP databasen (2022) lanserades i januari 2021 under avfallsdirektivet med syftet att få information om innehållet av särskilt farliga ämnen i artiklar från producenter till avfallsföretag. Det är obligatoriskt för alla företag som sätter på EU:s gemensamma marknad artiklar som innehåller särskilt farliga kemikalier (så kallade SVHC) över 0,1 %, att rapportera in i systemet. SCIP databasen kan vara ett bra exempel av hur ett system för att spåra kritiska råmaterialen genom kretsloppet skulle kunna tas fram på EU-nivå.

International Material Data System (IMDS) (Material Data System, 2022) är ett datasystem som används av fordonsbranschen för lagkravupplevnad och dess standardisering för flera företag. Leverantörer till fordonsproducenter rapporterar in innehåll och mer information om deras produkter i Material Data Sheets (MDS). Systemet utvecklades som resultat på End-of-Life Vehicle Directive men används idag för att fordonsproducenter, till exempel, ska kunna rapportera farligt innehåll av substanser i REACH. I teorin är det möjligt att få ut en detaljerad innehållsförteckning för varje fordonsmodell (och även för alla komponenter i dessa fordon). I praktiken är det desto svårare då IMDS inte är en öppen databas.

Compliance Data eXchange (CDX) (IMDS Advanced Solutions, 2022) är ett datasystem som utvecklats av samma företag och på liknande sätt som IMDS (se ovan). CDX skiljer sig från IMDS i att systemet riktar sig mot producenter som inte nödvändigtvis måste vara fordonsproducenter och även samlar data för att kunna spåra och rapportera due diligence-lagkrav för konfliktmineraler.

Naturvårdsverket har flera statistikdatabaser som kan vara relevant för att uppskatta mängden kritiska råmaterial i avfallshanteringen, exempelvis registren

för producentansvar samt registret över gränsöverskridande transporter. Data över dessa publiceras i alla fall delvis via SCB:s webbplats.

Naturvårdsverket: Avfallsregistret (2022) är en databas som har tagits fram med syftet att kunna spåra farligt avfall i Sverige hela vägen från där det uppkommer till behandlingen. Alla som producerar, samlar in, transporterar, behandlar, mäklar eller handlar med farligt avfall i Sverige ska anteckna och rapportera in i systemet. Avfallsregistret används idag också för att ta fram Sveriges officiella statistik om mängden farligt avfall som uppkommer i tjänstebranschen, där det tidigare har varit svårt att hitta tillförlitligt data.

Beskrivning av framtida datakällor

Batteripass och informationsplattformen Electronic Exchange System (ESS) kommer enligt det nuvarande förslaget till nya batteriförordningen att börja gälla från 2026 för stora industriella batterier och elbilsbatterier. Företag åläggs att ge information om bland annat andel återvunnet material i och koldioxidavtrycket vid tillverkning av sina batterier som i sin tur får en unik kod. Informationen ska kunna sorteras och vara sökbar och förväntas göras tillgänglig av kommissionen via en nättjänst. Till exempel lutar de pågående förhandlingarna inom EU mot att det inte blir någon central databas för batteripassen, utan bara decentraliserad information.

Enligt förslaget kommer även innehållet av kritiska råmaterial att kunna läsas av för alla batterikategorier och förväntad livslängd ska finnas tillgänglig för elektronikbatterier. Se även *Förslag till ny förordning om batterier* nedan.

Produktpass är tänkt att tillgängliggöra information om ekodesignaspekter för produkter som sätts på marknaden i EU. Produktpassen ska innehålla information om ovanstående ekodesignkrav inklusive information om skadliga ämnen och följa med produkten längs hela dess livscykel och på så vis utgöra en databärare som ska finnas på produkten, dess förpackning eller i tillhörande dokumentation. I det här sammanhanget är det värt att notera att innehåll av kritiska råmaterial inte ingår i förslaget. Syftet med produktpassen är att alla aktörer längs en produkts livscykel ska få relevant information i olika delar av dess värdekedja för att kunna hantera produkten, förenkla marknadskontroll och säkerställa spårbarhet.

Slutliga bestämmelser om utformningen av och innehållet i produktpassen kommer regleras i den delegerade akten för respektive produktgrupp. Se även *Förslag till ny förordning om ekodesign för hållbara produkter* nedan.

Urval av system och regleringar av särskild relevans för kartläggningssystemet

Vid utformningen av ett nytt system för spårbarhet eller kartläggning behöver hänsyn tas till regleringar som redan finns på plats och de förslag till nya regleringar som är på gång.

Som en del av den europeiska handlingsplanen för cirkulär ekonomi så har det under senare tid kommit ett antal nya förslag till regleringar med syfte att uppnå mer resurseffektiva flöden och för att hushålla med jordens naturresurser varav de kritiska råmaterialen är en del. Bland dessa kan nämnas förslaget till en ny förordning om ekodesign för hållbara produkter där de digitala produktpassen ingår, förslaget till en ny batteriförordning, Europeiska kommissionens initiativ till ny rättsakt om kritiska råvaror, taxonomiförordningen som syftar till att säkerställa en hållbar finansiering och FN:s system för klassificering och förvaltning av energi- och mineralresurser (United Nations Framework Classification for Resources, UNFC). Av redan etablerade system pekar flera aktörer på OECD Due Diligence Guidance som en användbar grund för ett standardiserat arbetssätt för hållbarhetsarbete (UN Global Compact, 2014; Tillväxtanalys, 2019).

Flertalet av de här systemen och regleringarna kommer att påverka näringslivet direkt eller indirekt. Det gäller kanske i särskilt hög grad införandet av digitala produktpass. Flera svenska företag har arbetat med spårbarhetssystem av olika slag under längre tid och därigenom skaffat sig erfarenheter som kan nyttjas när de digitala produktpassen konkretiseras. Sedan en tid tillbaka finns också ett antal svenska näringslivsinitiativ för att agera proaktivt inför införandet av digitala produktpass i synnerhet och omställningen till en cirkulär ekonomi i allmänhet[5]. SMED gör bedömningen att det här är en positiv utveckling, både för svenskt näringslivs konkurrensförmåga på den gemensamma marknaden och för att underlätta och tidigarelägga införandet av digitala produktpass och därmed tillgången på värdefulla grunddata. Ökad kunskap om förekomst och flöden av kritiska råmaterial inom den svenska teknosfären skulle ge värdefull marknadsinformation och sannolikt kunna bidra till nya affärsmöjligheter och affärsmodeller för de svenska branscher som hanterar kritiska råmaterial, till exempel gruv-, metall- och mineralindustrier, återvinningsbranschen samt industrin för elfordon och elfordonsbatterier. Delegationen för cirkulär ekonomi är en central aktör som arbetar för att främja omställningen av hela Sverige. Delegationen tar för närvarande fram en ny strategisk planering för kommande år.

[5] Två exempel är Trace4Value som driver flera projekt för hållbar systemtransformation och ProPare som satsar på att utveckla den underliggande infrastrukturen för digitala produktpass.

Förslag till ny förordning om batterier

Märkningskrav, både i form av fysisk märkning och information på internet, föreslås införas för batterier. För industribatterier och batterier till elektrifierade vägfordon föreslås att ett elektroniskt register och ett produktpass införs från 2026. Avsikten är att informationen ska underlätta återbruk och återvinning av dessa batterier. De flesta typer av batterier innehåller ofta kritiska råmaterial och andra råmaterial av högt värde. Som exempel ingår koppar och grafit i ett flertal batterityper, kobolt, litium, nickel och mangan går att hitta i litiumjonbatterier, nickel, kobolt och sällsynta jordartsmetaller går att hitta i nickelmetallhydridbatterier, antimon är vanligt i blybatterier och i alkaliska batterier finns mangan och små mängder av indium.

Förslag till ny förordning om ekodesign för hållbara produkter

Den europeiska kommissionen presenterade den 30 mars 2022 sitt förslag till förordning om ekodesign för hållbara produkter. Initiativet är ett flaggskepp i EU:s gröna giv och en central del av den europeiska handlingsplanen för cirkulär ekonomi[6]. I korthet syftar förslaget till att möjliggöra en reglering av produkters hållbarhet genom hela livscykeln. Förslaget innebär mer konkret att kommissionen ges befogenhet att sätta ekodesignkrav för produktgrupper på hållbarhet och tillförlitlighet, återanvändbarhet, uppgraderbarhet, reparerbarhet, underhåll och renovering, innehåll av skadliga ämnen, energi- och resurseffektivitet, innehåll av återvunnet material, återtillverkning och återvinning, koldioxid- och miljöavtryck samt förväntad mängd avfall som produkten ger upphov till.

Förslaget innehåller krav på att digitala produktpass tas fram för de produktgrupper som regleras. Syftet med produktpassen är att alla aktörer längs en produkts livscykel ska få relevant information i olika delar av dess värdekedja för att kunna hantera produkten, förenkla marknadskontroll och säkerställa spårbarhet. Förslaget specificerar också vem i värdekedjan som ansvarar för att produktspecifika regler efterlevs. Huvudansvaret ligger på tillverkaren men även importörer, distributörer, återförsäljare och näthandelsplatser omfattas i olika mån av kraven.

Den föreslagna förordningen är en ramförordning. Utformningen av och innehållet i produktpassen kommer regleras i den delegerade akten för respektive produktgrupp, där det bland annat kommer att anges på vilken nivå (individ, batch, modell) de ska implementeras. Detta innebär att det enbart är produktgrupper med delegerade akter som kommer ha produktpass. Ett antal produktgrupper kommer att väljas ut som de första där produktpassen ska införas. I dagsläget pekas elektronisk utrustning, batterier, textil samt möbler och heminredning ut som några av de första produktgrupperna. Först år 2025 eller senare väntas de första

[6] Kommissionens initiativ till en ny ekodesignförordning benämns ofta initiativet för hållbara produkter, på engelska *Ecodesign for Sustainable Products Regulation* (ESPR). Tidigare också kallat *Sustainable Products Initiative* (SPI).

produktpassen vara framtagna enligt den tidplan som idag föreligger. I dagsläget finns ingen specifik skrivning med kring information om kritiska råmaterial i förslaget. Beroende på vilka produktgrupper eller branscher som kommer att omfattas så är det ändå troligt att viss information om kritiska råmaterial kan komma via de digitala produktpassen och i framtiden bör det system som förslås i denna rapport sammankopplas med produktpassen.

Initiativ till ny rättsakt om kritiska råvaror

Europeiska kommissionen har tagit initiativ till en ny rättsakt om kritiska råvaror (*European Critical Raw Materials Act*, Europeiska kommissionen, 2022). Initiativet syftar till att stärka EU:s övervakningskapacitet och dess värdekedja genom att kartlägga projekt för mineralresurser och råvaror i EU:s strategiska intresse, som också har ett starkt miljöskydd. Även EU:s internationella politik för viktiga råvaror ska stärkas. Rättsakten ska bli en del i EU:s arbete för att klara den gröna och digitala omställningen genom att avsevärt öka tillgången till kritiska råvaror, diversifiera sin försörjning och stödja forskning och innovation.

Initiativet har varit på konsultation under hösten 2022 och ett förslag till förordning väntas komma från kommissionen under första kvartalet 2023. Eftersom förslaget fortfarande varken är slutligt formulerat eller förhandlat är mycket ännu osäkert om utfall och tidplan.

Vägar framåt för utveckling och införande av rekommenderat kartläggningssystem

Utifrån de möjligheter till beräkning och de tillgängliga och troligtvis kommande datakällor som presenterades i föregående avsnitt, så rekommenderar SMED att ett livscykelbaserat system för kartläggning av flöden av omställningskritiska råmaterial i den svenska teknosfären utvecklas. SMED:s uppfattning är det skulle innebära ett värdefullt komplement till de informations- och spårbarhetssystem som byggs upp inom EU. Genom att samla in mer grunddata direkt, i stället för att förlita sig på aggregerad eller syntetiserade data från till exempel EU, kommer kännedom om osäkerheter och antaganden att öka och med det möjligheterna att identifiera förbättrings- och utvecklingsbehov samt tillåta anpassade och fördjupade specialanalyser. Sannolikt kan materialflödesberäkningarna därmed bli mer exakta. Även om mycket fortfarande är oklart kommer de digitala produktpassen sannolikt att på sikt ge kraftigt förbättrade möjligheter att kartlägga produkt- och materialflöden.

SMED förordar att kartläggningssystemet utvecklas med en så kallad bottom-up-ansats. Det innebär ett mer komplext system som ställer större krav på datainsamlingen. Samtidigt lägger det grunden för ett system som kan bli varaktigt över tid och som fullt ut kan dra fördel av den dramatiska ökningen av tillgängliga produktdata som de digitala produktpassen troligtvis kommer att innebära. Utformningen av och innehållet i produktpassen kommer regleras i den delegerade akten för respektive produktgrupp. Begränsad tillgång till produktdata har hittills varit det främsta argumentet för en top-down-ansats. Den pågående och samhällsgenomgripande omställningen av det svenska och europeiska energisystemet kommer att innebära ett växande materialberoende. SMED anser därför att kartläggningssystemet med stor sannolikhet kommer att vara relevant under lång tid framöver, vilket väl motiverar en hög inledande ambitionsnivå för att från början utveckla ett system att växa i. Systemet blir av nödvändighet mycket dataintensivt, men bygger i hög grad på data som samlas in centralt. Det föreslagna systemet är också förenligt med såväl EU Raw Material Information System (RMIS) och EU:s föreslagna ekodesigndirektiv, särskilt de digitala produktpassen. Ytterligare inspiration kan hämtas från SCIP-databasen och den process som föregick dess utveckling. I det fallet identifierades ett behov av bättre kännedom om flöden av farliga ämnen i samhället, vilket nu har lett fram till ett system där det är obligatoriskt för alla företag som sätter artiklar på EU:s gemensamma marknad som innehåller särskilt farliga ämnen över 0,1 %, att rapportera in i systemet.

Under den inledande fasen kommer begränsningar i datatillgång att innebära att systemet i högre grad måste vila på antaganden och sekundära data, det vill säga data insamlade eller framtagna i annat syfte och av andra aktörer. Efterhand

kommer andelen primärdata att öka och ersätta antaganden och sekundärdata. Systemet kommer därmed successivt att få allt högre riktighet och precision. Primärdata syftar här på kvalitetssäkrade data som kan användas av systemet i sin grundform. Det betyder inte att primärdata rapporteras in exklusivt för att tillgodose det här systemets behov. Tvärtom bygger systemet, som framgår ovan, på att så långt som möjligt dra nytta av data som samlas in för andra ändamål. Notera att majoriteten av data med största sannolikhet kommer att rapporteras in till andra system (till exempel import-, export- och produktionsstatistik, SCIP-databasen samt Avfallsregistret) som det här kartläggningssystemet ges administrativa och tekniska möjligheter att läsa från, på sikt med hög grad av automatik. Medan data rapporteras in fortlöpande är systemets antaganden och algoritmer konstanta mellan återkommande uppdateringstillfällen. Bland annat på grund av att det sker en bred och snabb utveckling inom kritiska råmaterial-området i Europa ser SMED att systemet behöver vara levande för att bibehålla sin ändamålsenlighet och öka sin användbarhet. Förslagsvis sker det kontinuerliga förbättringsarbetet med hjälp av så kallad hotspot-analys där fokus läggs på de detaljer som bedöms få störst effekt. Det är ett angreppssätt som används inom många olika tillämpningar, bland annat livscykelanalyser. I takt med att allt fler datakällor har kvalitetssäkrats och integrerats i systemet bör inläsning och hantering av data automatiseras. Givet de senaste årens omvälvande utveckling inom digitalisering och AI kommer det också möjliggöra avancerade felkontroller och utvärderingar av rimlighet och konsistens av data.

Det finns, såvitt SMED kan bedöma, inget som i sak hindrar att det föreslagna systemet i något skede skalas upp till EU-nivå, till exempel som en utvidgning av RMIS. Ett samarbete på EU-nivå har god potential att förbättra de antaganden och algoritmer som behöver byggas upp och även förenkla det arbete som behöver läggas på de data som trots allt behöver matas in manuellt. Det är också fullt möjligt att utöka systemet för att inkludera andra ämnen och råmaterial av intresse, vilket exempelvis kan inkludera plast, farliga ämnen eller råmaterial som inte är kritiska i dagsläget men eventuellt blir så i framtiden.

Rekommendation att gå vidare med ett koncepttest

Givet det föreslagna kartläggningssystemets komplexitet är det lämpligt att först låta SMED (eller annan lämplig aktör) genomföra ett koncepttest (*proof of concept*). Koncepttest är vanliga tidigt i en innovationsprocess för att demonstrera genomförbarheten av en viss metod eller idé, eller för att verifiera att något teoretiskt funkar som tänkt. Ett koncepttest genomförs i liten skala och behöver inte vara fullständigt. I det här fallet skulle ett urval av de befintliga datakällorna kopplas ihop och data om innehållet av kritiska råmaterial i prioriterade material och produkter kartläggs med hjälp av litteraturdata samt intervjuer med relevanta aktörer för att kunna uppskatta flöden och mängder av kritiska råmaterial genom

den svenska teknosfären. Jämfört med den översiktliga kartläggning som genomförts i den här studien bör ett sådant koncepttest fokusera på att testa en automatiserad inhämtning av data för ett mindre antal produkter, systematisera antaganden och generalisera beräkningar samt omfatta fler kritiska råmaterial. Det skulle samtidigt ytterligare öka kunskapen om mängder och flöden av kritiska råmaterial i den svenska teknosfären och ge värdefulla designerfarenheter om hur effektiv processen kan göras. Utöver detta kan statistiska analyser för modellen per material vara ett sätt att utvärdera och jämföra hur säkra resultaten är, samt för att peka på var förbättringar i indata behövs mest. Till exempel kan en regressionsanalys visa på att ett flöde av ett godtyckligt material i teknosfären ligger inom 100–150 ton årligen med 95-procentigt konfidensintervall.

Då litiumjonbatterier och permanentmagneter (baserade på neodym och andra sällsynta jordartsmetaller) bedöms vara viktiga för den svenska omställningen av energi- och transportsektorn, samtidigt som de har en god potential för återvinning, så rekommenderas att följande produktkategorier prioriteras:

- Fordon
- Batterier
- Elmotorer och generatorer (inklusive vindturbiner)
- Övrig elektronik

Dessutom rekommenderas att koncepttestet inkluderar några av de kritiska råmaterial som krävs för de föreslagna produktkategorierna samt det avfall som uppstår från produkterna, alltså alla steg i livscykeln inom Sveriges gränser. De kritiska råmaterial som rekommenderas som prioritet är:

- Koppar
- Nickel
- Mangan
- Kobolt
- Litium
- Neodym
- Dysprosium
- Praseodym

Koncepttestet skulle kunna genomföras i följande steg:

1. Val av prioriterade produktkategorier
2. Kartläggning av relevanta KN-koder för de utvalda produktkategorierna samt vilka återvinningstekniker som finns tillgängliga för dessa, med fokus på materialseparation

3. Kartläggningen av innehållet av kritiska råmaterial i varje produkt och produktens uppskattade livslängd med hjälp av intervjuer och litteraturstudie, med en utvärdering om huruvida flera KN-koder kan buntas ihop
4. Kartlägg de råvaror som krävs för de utvalda produktkategorierna
5. Koppla ihop produktkategorierna med relevanta avfallskoder och kartlägg det avfall som uppstår, samlas in och återvinns
6. Skapa en beräkningsmodell för mängder och flöden av kritiska råmaterial enligt bottom-up-ansatsen som beskrivits i den här studien
7. Beräkna end of life-flöden för tre av råmaterialen för vilka storleken, osäkerheten och konfidensintervallet är kända
8. Utvärdera resultatet, gör en uppskattning av hur väl det illustrerar det totala flödet av de utvalda råvarorna genom svenska teknosfären

SMED har erfarenhet av liknande projekt inom framtagningen av Sveriges officiella avfallsstatistik där data om uppkomst och behandling av flera avfallsslag från många verksamhetsbranscher, sammanställs från olika datakällor. Metoden har byggts upp under många år och utvecklas kontinuerligt genom att se över och testa nya datakällor och beräkningsmetoder.

Rekommendationer för en förbättrad datainsamling

För att på sikt förbättra kvalitén på insamlade data och på så vis göra systemet mindre beroende av antaganden och öka riktigheten och precisionen i beräknade mängder och flöden lämnar SMED följande fem förslag. Förslag 1 och 2 bör genomföras oberoende av koncepttestet, medan förslag 3 och 4 blir aktuella om koncepttestet faller väl ut:

1. **Sverige** bör verka för att de digitala produktpassen också ska deklarera innehåll av kritiska råmaterial. En möjlig väg skulle kunna vara via det aktuella initiativet till ny rättsakt om kritiska råvaror. Exakt vilka råmaterial som i så fall ska redovisas i produktpassen bör rimligtvis diskuteras med övriga EU-medlemmar. En utgångspunkt är den lista över kritiska råmaterial som EU uppdaterar åtminstone vart tredje år, vilket alltså blir en dynamisk lista. En annan utgångspunkt är att det väljs ut några specifika råmaterial baserat på vad som är vanligt förekommande inom varje produktgrupp för sig. Enligt gällande förslag till en förordning om ekodesign för hållbara produkter ska innehåll av skadliga ämnen redovisas. Det innebär att produktpassen kommer att utformas så att materialinnehåll kan redovisas. Tillverkarna skulle då bli skyldiga att redovisa innehållet av vissa ämnen. Sammantaget framstår det därför som att steget är kort till att också inkludera kritiska råmaterial. SMED bedömer

att detta skulle innebära den enskilt största förbättringen av insamling av kritiska råmaterial-data för användarfasen. Analogt med betydelsen av att öka kunskapen om förekomst av skadliga ämnen för att kunna fasa ut dem ur den cirkulära ekonomin är det nödvändigt att öka kunskapen om förekomst av kritiska råmaterial för att kunna få en cirkularitet för kritiska råmaterial.

2. **Naturvårdsverket** bör utreda möjligheterna att kräva att import och export av avfall enbart rapporteras med avseende på mängd per avfallskod (LoW) och per behandlingstyp till Naturvårdsverket[31]. I så fall skulle redovisningsgrupperna ”Kombination av olika avfallsslag” och ”Kombination av olika behandlingstyper” försvinna vilket skulle ge mycket högre kvalitet på data. Samma rekommendation har tidigare lämnats i SMED PM – Metod för plastkartläggning, daterad 2022-09-27. Förslaget skulle, om det genomförs, med andra ord innebära fördelar bortom kartläggning och spårning av enbart kritiska råmaterial.

3. **Naturvårdsverket** bör få i uppdrag att utreda förutsättningarna för att kräva att verksamheter som producerar, transporterar, samlar in, mäklar, handlar eller behandlar vissa typer av avfall som identifierats som viktiga med hänsyn till sitt innehåll av kritiska råmaterial rapporterar in detta. Utredningen bör bland annat utvärdera om det bäst hanteras genom att utvidga Avfallsregistret för farligt avfall, genom systemet för produkter med producentansvar eller genom att ta fram ett nytt inrapporteringssystem. Särskilt bör Avfallsregistrets befintliga krav på kvartalsvis rapportering av behandlingsresultat, inklusive hur mycket produkter och material som upphört att vara avfall till följd av förberedelse för återanvändning, materialåtervinning, eller annan återvinning beaktas, samt att det även finns en anteckningsskyldighet för icke-farligt avfall för behandlare. Till synes rymmer Avfallsregistret mycket av den struktur och funktionalitet som det föreslagna kartläggningssystemet efterfrågar. Därför vore det lämpligt att utvärdera erfarenheter hos både rapportörer och systemhandläggare av systemets användbarhet och funktionalitet. Inrapporterade data över kritiska råmaterial behöver sedan kunna läsas av kartläggningssystemet. En sådan avfallsrapportering skulle väsentligt förbättra insamlingen av kritiska råmaterial-data för återvinningsfasen. Efterfrågade data skulle i så fall omfatta halter och mängder av kritiska råmaterial som hanteras och med vilken metod de behandlas. Sedan 2020 finns liknande krav och system för rapportering av farligt avfall, med stöd av Avfallsförordningen (SFS 2020:164). Bland de delfrågor som behöver utredas är om det nuvarande avfallsregistret kan utvidgas för rapportering av kritiska råmaterial-data eller om det är lämpligare att utveckla ett parallellt register, hur registret kan synkroniseras med kartläggningssystemet för kritiska råmaterial samt för vilka halter och mängder av kritiska råmaterial som rapporteringskravet ska gälla. Det är uppenbart att en ny rapportering av kritiska råmaterial innebär en stor

uppgiftslämnarbörda, som behöver ställas i relation till nyttan för en ökad cirkulär ekonomi för kritiska råmaterial. Det bör därför också utredas om rapporteringen kan ske i någon annan form som är enklare att samla in, exempelvis genom att det redan ligger som en anteckningsskyldighet, men som samtidigt går att nyttiggöras av kartläggningssystemet för att beräkna mängder av kritiska råmaterial. I de fall de digitala produktpassen kommer att omfatta kritiska råmaterial (se förslag 1) så flyttas en stor del av det här förslagets uppgiftslämnarbörda till produktpassen.

4. **SCB** bör få i uppdrag att utreda om det är möjligt att grunddata från den officiella statistiken över Utrikeshandel med varor och Industrins varuproduktion kan göras tillgänglig för systemet på ett säkert vis. Uppgifter om vilka företag som har rapporterat på en viss KN-kod och vilka branscher de tillhör styrs av offentlighets- och sekretesslagstiftningen och lämnas inte ut utan en juridisk prövning[32]. En effektiv och kvalitativ återkommande kartläggning av kritiska råmaterial-flöden förutsätter att datadelningen kan automatiseras, vilket sannolikt ställer särskilda krav på det tekniska systemets utformning samt hur och av vem indata och kanske även resulterande utdata får hanteras.

Designaspekter att beakta

I likhet med fullständiga spårbarhetssystem förutsätter en ändamålsenlig design av ett kartläggningssystem både ett administrativt system, med regler om hur bland annat beräkningar, rapportering och verifiering ska gå till, och ett tekniskt system för hantering av data. Det ligger utanför det här uppdraget att ta fram en detaljerad specifikation på ett fungerande kartläggningssystem för kritiska råmaterial. Däremot finns det anledning att peka på ett par centrala frågeställningar och några av det aktuella förslagets styrkor.

System för kartläggning och spårbarhet kan baseras på olika så kallade chain of custody-modeller[33]. Det finns ett samband mellan vilka krav modellen ställer på utformningen av ett kartläggningssystem och vilka egenskaper som systemet kan spåra. Det system som föreslås här bygger på en massbalansmodell. Massbalans innebär att mängden material/produkt med en viss egenskap måste vara densamma in i ett processteg som ut ur detsamma, men egenskapen måste inte följa samma fysiska enheter in och ut. Däremot är det inte möjligt att spåra enskilda produkter och därmed inte heller en produkts ursprung eller hur dess hållbarhetsparametrar förändras under livscykeln. Fördelarna överväger dock, eftersom nassbalansmodellen dels uppfyller syftet med systemet, dels kan använda data av det slag som finns tillgänglig i befintliga datakällor under det inledande skedet. De digitala produktpassen, som bland annat ska innehålla information om ursprungsmärkning och klimatavtryck, kommer att behöva tillämpa en annan modell. Massbalansmodeller kan använda data som spåras i och med sådana modeller trots att det motsatta inte gäller fullt ut. Det är ytterligare en fördel med

valet av massbalansmodell. Avslutningsvis talar marknadslogiken för att använda massbalans eftersom både primära och sekundära metaller och mineral från olika gruvor och återvinnare blandas i smältverken (Svemin, 2019).

En annan fördel med det föreslagna kartläggningssystemet jämfört med ett spårbarhetssystem är att det föreslagna kartläggningssystemet inte heller behöver direkt engagera alla de aktörer som behöver bidra med indata och det faktum att de har olika (starka) drivkrafter att delta och dessutom asymmetrisk information om nyttan av att dela data. Samarbete mellan värde-/försörjningskedjans olika aktörer är helt avgörande för varje fungerande spårbarhetssystem (UN Global Compact, 2014; IVL, 2021; Hemmelberg & Hanna, 2021). Det förutsätter acceptans i bred mening och tillräcklig tillit både mellan aktörerna och hos varje aktör för systemets design. Det här är i många fall en stor utmaning eftersom råmaterial och produkter flödar i komplexa, ofta globala nätverk (UN Global Compact, 2014; Hemmelberg & Hanna, 2021). Det gäller inte minst metaller, som handlas internationellt (Svemin, 2019) där antalet aktörer är potentiellt mycket stort. Genom att inledningsvis utnyttja olika nationella datakällor för att i ett senare skede dra nytta av data från de digitala produktpassen eliminerar SMED:s förslag behovet av att övervinna denna utmaning. Det kommer i stället att ske genom EU:s försorg och med de delegerade akter som ska driva igenom produktpassen.

En begränsning med att det föreslagna systemet inte spårar enskilda produkter genom livscykeln är att det inte tillhandahåller produktspecifik information (utöver materialinnehåll per produkt eller produktkategori). Kartläggningssystemet kan därför inte användas för att till exempel ska säkerställa en råvaras ursprung eller vilka reparationer och andra förändringar en produkt har genomgått fram till insamling för återanvändning och återvinning. Ursprungsmärkning är vanligt för allt från konfliktmineral till ekologiskt producerade livsmedel. Det är jämförelsevis enkelt att spåra i linjära värde-/försörjningskedjor med en lämpligt vald chain of custody-modell. Att spåra produktinformation som ändras under tillverknings- eller användarfasen är en stor utmaning jämfört med att spåra statisk information.

Andra egenskaper att beakta är om systemet ska hantera kvalitativ eller kvantitativ respektive statisk eller dynamisk information, om systemet ska spåra råmaterial eller produkt och hur koppling görs mellan fysisk produkt/material och information. Som har framgått ovan ska systemet spåra kvantitativ statisk information om kritiska råmaterial-mängder. Kopplingarna mellan fysiskt material och digital information säkerställs på olika vis i de datakällor som systemet ska utnyttja. SMED vill i sammanhanget poängtera värdet av standardisering när data ska genereras och delas av många olika aktörer (Carlsson, 2021). Standardisering är också en viktig komponent för att skapa acceptans för systemet genom att skapa transparens för hur systemet är designat och hur det ska användas, vilket kan främjas ytterligare genom extern verifiering.

Det finns flera exempel på befintliga nationella system för rapportering och redovisning av olika typer av produkt- och materialflödesdata som kan tjäna som inspiration under framtagandet av en designspecifikation. Därutöver finns

ytterligare ett antal näringslivsinitiativ med olika mognadsgrad. Northvolt är ett intressant exempel på en aktör som bygger upp en helt ny värde-/försörjningskedja för att säkerställa en hög återvinningsgrad av de material som bolaget kommer att vara beroende av för sin produktion. Volvo Cars har utvecklat ett blockkedjesystem för att spåra kobolt i sina elbilsbatterier (Volvo Car Sverige, 2019). Svemins pilotsystem TraceMet har undersökt möjligheterna att spåra klimatavtryck och andel återvunnet råmaterial från gruva till varumärkestillverkare (IVL, 2021). Vinnova-finansierade Trace4Value är en plattform för flera projekt inom olika branscher som arbetar för hållbar systemtransformation inklusive spårbarhet.

Avslutande reflektioner

Den här studien försöker besvara delar av strecksats 4 i regeringens uppdrag till SGU och Naturvårdsverket att öka möjligheterna till hållbar utvinning och återvinning av mineral och metall från sekundära resurser. Det framgår tydligt av regeringsuppdraget att det övergripande och långsiktiga behovet som arbetet ska bidra till att uppfylla är att säkra tillgången på omställningskritiska material. Ökad cirkularitet och resurseffektiv ekonomi, bland annat genom att flytta kritiska råmaterial från linjära till cirkulära flöden i den svenska teknosfären, är medel för att nå det målet. Det av regeringen identifierade behovet är strategiskt och nationellt. Det är fullt möjligt, men inte nödvändigt, att det sammanfaller med andra aktörers intressen. Idag ser vi visserligen flera exempel på att europeiskt näringsliv tar stora steg för att säkra försörjnings- och värdekedjor för omställningskritiska material och tekniker, inte minst elfordonsbatterier. Samtidigt råder det konkurrens mellan olika sektorer och mellan olika företag inom olika sektorer. Privata aktörer har också möjlighet att bland annat flytta produktion eller fokusera på marknader utanför EU där förutsättningar och råvarutillgång kan vara annorlunda. Med andra ord är det inte nödvändigt att näringslivets strategiska intressen kommer att fortsätta sammanfalla med Sveriges eller EU:s övergripande.

Behovsanalysen har under studiens gång lett till att det är ett antal centrala myndigheter, främst Naturvårdsverket och SCB men i förlängningen även SGU (om sekundära flöden från utvinningsindustrin inkluderas i systemet), som kommer att utgöra de primära aktörerna, det vill säga kartläggningssystemets användare. Regeringen utgör sekundär användare, i egenskap av kravställare. Kartläggningssystemet ska tillhandahålla nödvändig information om aktuella, framtida och potentiella sekundära flöden av kritiska råmaterial för regeringens fortsatta politikutveckling på området. Informationen kan vara till nytta även för andra aktörer, men deras behov är underordnade inom den här studiens ramar. De tertiära, stödjande, aktörerna kommer huvudsakligen att utgöras av de näringslivsaktörer som rapporterar in data direkt eller indirekt till systemet. Aktörernas mognadsgrad, vad gäller rapportering och sammanställning av materialflödesdata, får anses vara god. Det finns sedan lång tid flera olika rapporteringssystem hos de primära aktörerna som omfattar det absoluta flertalet av de tertiära aktörer som kommer att beröras av det föreslagna

kartläggningssystemet. I stora delar ska den föreslagna dataförsörjningen av kartläggningssystemet rentav ske genom dessa befintliga system. Den största utmaningen bedöms i stället ligga på den strategiska nivån. Många frågor återstår att besvara, både om hur klimatomställningen ska genomföras och hur beroende omställningen är av kritiska råmaterial (liksom av basmaterial och marktillgång, som dock ligger utanför den här studien). Det är därför i hög grad okänt hur politiken och regleringen för det här området kommer att utvecklas. Kartläggningssystemet är en bit i det här stora pusslet.

Den strategiska utmaningen att säkra en långsiktig tillgång på kritiska råmaterial uppmärksammas sedan ett antal år av många aktörer på flera nivåer ur olika perspektiv. Det har lett till att det har tagits och med all säkerhet kommer att tas många olika initiativ inom området. Som framgått i flera avsnitt i den här rapporten har kartläggningssystemet utformats för att vara förenligt med de initiativ som SMED bedömer vara de viktigaste initiativen. Särskild uppmärksamhet ges åt batteriförordningen och ekodesignförordningens produktpass på EU-nivå och Avfallsregistret på nationell nivå. Initiativet till ny rättsakt om kritiska råmaterial framstår dessutom som en möjlighet att inkludera information om just kritiska råmaterial i produktpassen och på så vis säkerställa en dramatiskt förbättrad datatillgång. En framgångsfaktor för det föreslagna kartläggningssystemet blir att fortlöpande bevaka utvecklingen på området för att både säkerställa att Sveriges nationella system blir konsistent med de framväxande systemen på EU-nivå, och att identifiera och utnyttja de möjligheter till synergier mellan olika system och olika aktörer som kartläggningssystemet kommer att medföra. Inte minst har det potentialen att lindra uppgiftslämnarbördan för näringslivet, eftersom delar av den data som kartläggningssystemet behöver efterfrågas för andra ändamål.

SMED gör bedömningen att de tekniska och metodologiska hindren för att kartlägga flöden av omställningskritiska råmaterial är måttliga. Det viktigaste gapet utgörs i dagsläget av bristande data över koncentration av kritiska råmaterial i produkt- och avfallsflöden. Förslaget visar hur det under en uppbyggnadsfas går att kompensera för det genom att använda data från stickprov, avgränsade studier och olika typer av antaganden om fördelningar. För att tillgodose det övergripande och långsiktiga behovet av en säker och hållbar tillgång på omställningskritiska material framstår det alternativet som otillräckligt. För att kunna staka ut tydlig väg framåt krävs en tillförlitligare kartläggning som bygger på att aktörerna gemensamt överbryggar de rådande gapen i data och system.

Sammantaget kommer SMED till slutsatsen att mycket talar för att gå vidare med en utveckling av ett kartläggningssystem enligt vad som rekommenderas ovan. För det fall de digitala produktpassen implementeras i en nära framtid och kan tillhandahålla den data som idag förespeglas kommer utvecklingskostnader och uppgiftslämnarbördor att hållas nere väsentligt. Å andra sidan, om data över flöden av kritiska råmaterial av ett eller annat skäl inte kommer att tillhandahållas av produktpassen ökar värdet av ett svenskt kartläggningssystem ytterligare, eftersom det då (så vitt vi kan förutse idag) inte kommer att finnas något annat system som kan teckna den nödvändiga kartan.

Referenser

BIO by Deloitte, 2015. Study on Data for a Raw Material System Analysis: Roadmap and Test of the Fully Operational MSA for Raw Materials. Prepared for the Europeiska kommissionen, DG GROW.

Carlsson, R. (RISE), 2021. Personlig kommentar från Spårning och spårbarhet, ett rundabordssamtal arrangerat av Sustainability Circle, 2021-11-10.

EU Science Hub, 2022. Raw Materials Information System (RMIS). https://rmis.jrc.ec.europa.eu/.

European Chemicals Agency, 2022. SCIP. https://echa.europa.eu/sv/scip.

Europeiska kommissionen, 2020a. Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study. ISBN 978-92-76-15337-5. DOI 10.2873/865242.

Europeiska kommissionen, 2020b. COM(2020) 474 final. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0474&from=EN. 2020-09-03.

Europeiska kommissionen, 2020c. Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020). Critical Raw Materials Factsheets (Final). ISBN 978-92-76-21054-2.

Europeiska kommissionen, 2020d. Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020). Non-Critical Raw Materials Factsheets. ISBN 978-92-76-21052-8.

Europeiska kommissionen, 2022. EU-rättsakt om kritiska råvaror. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-EU-rattsakt-om-kritiska-ravaror_sv.

Hemmelberg, S. & Hanna, J., 2021. Product and material traceability from managerial perspective. Stockholm Business School. Master's Degree Thesis in Management.

IMDS Advanced Systems, 2022. CDX – Material Reporting. https://public.mdsystem.com/en/web/imds-public-pages/cdx-material-reporting

International Energy Agency, 2021. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. World Energy Outlook Special Report.

IRP, 2019. Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya.

IVL, 2021. TraceMet Report: Outlook. https://www.ivl.se/download/18.5bcd43b91781d2f501cc59/1616072443945/TraceMet%20WP2%20Outlook.pdf.

Jernkontoret, 2019. Branschfakta och statistik. https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/.

Kemikalieinspektionen, 2022. Databaser. https://www.kemi.se/databaser

Material Data System, 2022. IMDS Information Pages. https://public.mdsystem.com/en/web/imds-public-pages.

Naturvårdsverket, 2022. Rapportera till avfallsregistret. https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall-farligt-avfall/rapportera-till-avfallsregistret/

Näringsdepartementet, 2021. Uppdrag att öka möjligheterna till hållbar utvinning och återvinning av mineral och metall från sekundära resurser. Regeringsbeslut N2021/01038, 2021-03-24.

SCB, 2010. Varuguiden och dess användning i arbetet mot giftfria och resurssnåla kretslopp. http://share.scb.se/ov9993/data/publikationer/statistik/_publikationer/mi1304_2009a01_br_mi73br1001.pdf

SCB, 2022a. Statistikdatabasen. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/

SCB, 2022b. Industrins produktion efter varugrupp enligt KN. År 1996 – 2021. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__NV__NV0119/IVPKNAr/

SCB, 2022c. Såld och insamlad mängd elutrustning efter typ av utrustning och produktkategori. År 2010 – 2018. https://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/MI0309T01

SCB, 2022d. Behandlad mängd elutrustning efter behandlingstyp och produktkategori. År 2010 – 2018. https://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/MI0309T02

SCB, 2022e. Såld och insamlad mängd batterier efter batterityp. År 2010 – 2018. https://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/MI0309T03

SCB, 2022f. Behandlad mängd batterier efter behandlingstyp och typ av batteri. År 2010 – 2018. https://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/MI0309T04

SCB, 2022g. Avfall, uppkommet och behandlat. https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/avfall/avfall-uppkommet-och-behandlat/

SCB, 2022h. Avfall, gränsöverskridande transporter. https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/avfall/avfall-gransoverskridande-transporter/

SCB, 2022i. Materialflöde efter materialkategori. År 1998 – 2020. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI1301__MI1301C/MI1301MFTA01N/

SCB, 2022j. Utrikeshandel med varor. https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor/

Svemin, 2019. Traceability of sustainable metals – a blockchain-based solution. https://www.ivl.se/download/18.3caf9fbe174fee4974b25ec/1603289493500/Traceability%20of%20sustainable%20metals%20%20slutrapport%20f%C3%B6rstudie%20(002).pdf.

Tillväxtanalys, 2019. Spårbarhet och märkning av hållbara metaller och mineral – insatser för ökad transparens, trovärdighet och efterfrågan. PM 2019:01.

Transportstyrelsen, 2022. Vägtrafikregistret. www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/fordon/vagtrafikregistret

Torres de Matos, Cristina, Wittmer, Dominic, Mathieux, Fabrice, Pennington, David, 2020. Revision of the material system analyses specifications, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-10734-7, doi:10.2760/374178, JRC118827

UN Global Compact, 2014. A Guide to Traceability – A Practical Approach to Advance Sustainability in Global Supply Chains. https://d306pr3pise04h.cloudfront.net/docs/issues_doc%2Fsupply_chain%2FTraceability%2FGuide_to_Traceability.pdf.

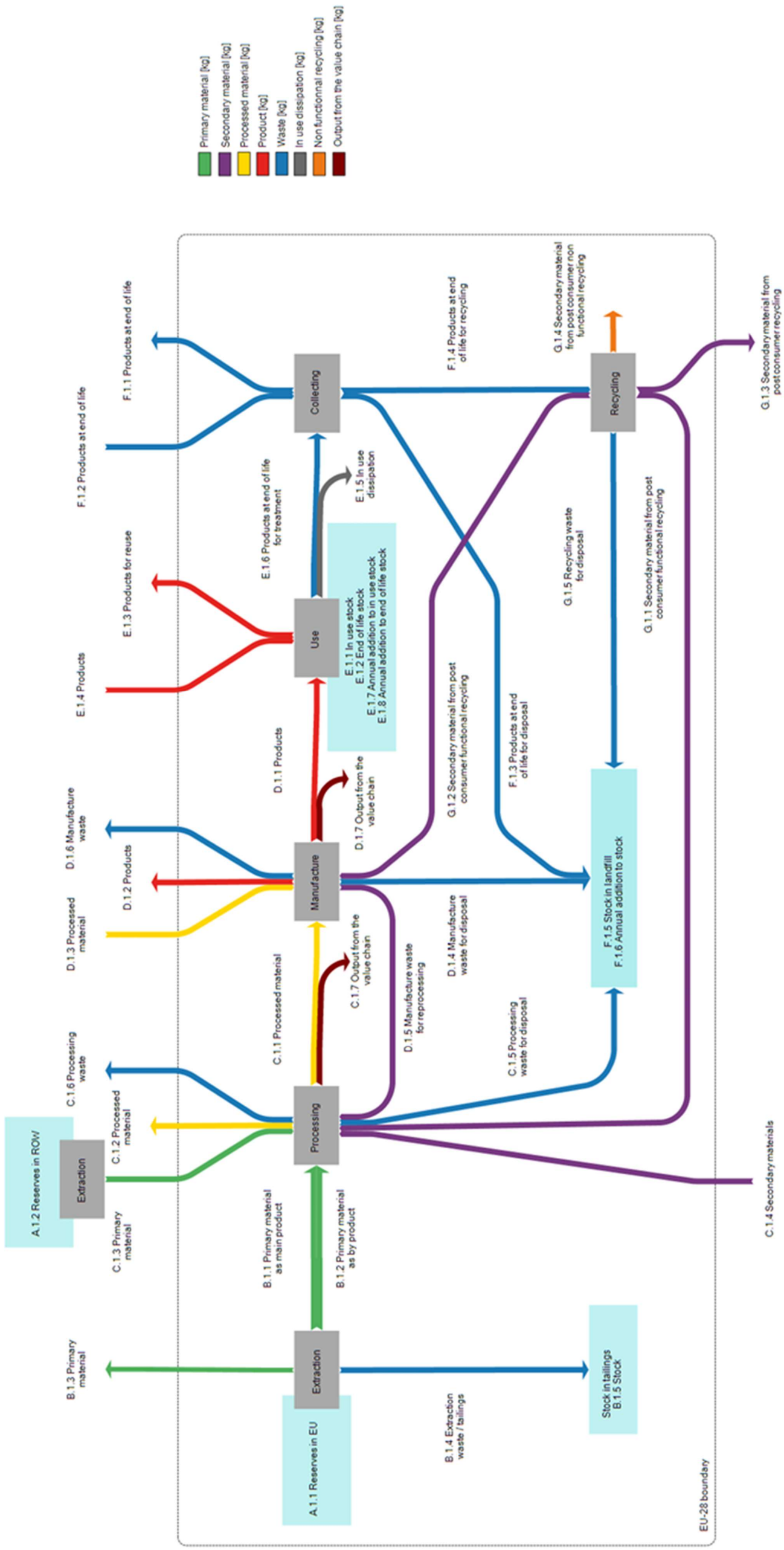
UNEP, 2011. Recycling Rates of Metals A Status Report. ISBN: 978-92-807-3161-3.

Vindbrukskollen, 2022. https://vbk.lansstyrelsen.se

Volvo Car Sverige AB, 2019. Volvo Cars inför blockchain-spårbarhet för kobolt i elbilsbatterier. https://www.media.volvocars.com/se/sv-se/media/pressreleases/260242/volvo-cars-infor-blockchain-sparbarhet-for-kobolt-i-elbilsbatterier. Besökt 2022-10-19.

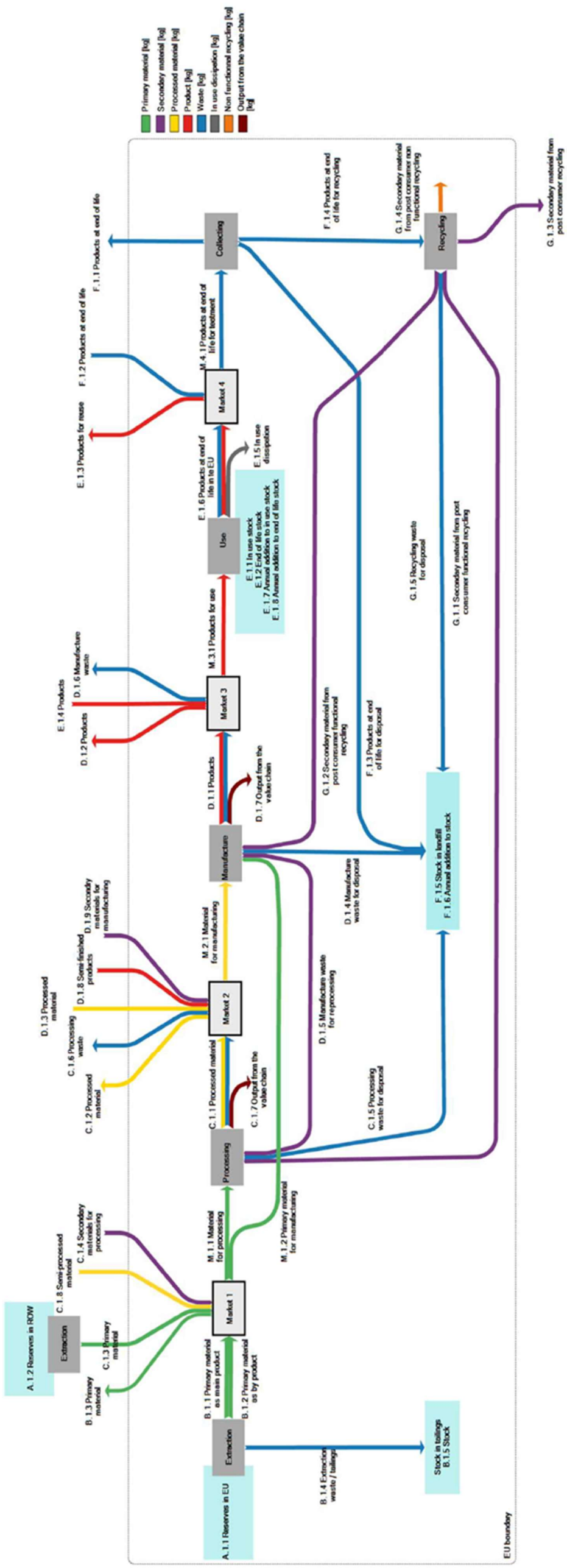
World Bank Group, 2020. Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition.

Bilaga 1. Materialsystem enligt Bio by Deloitte, 2015



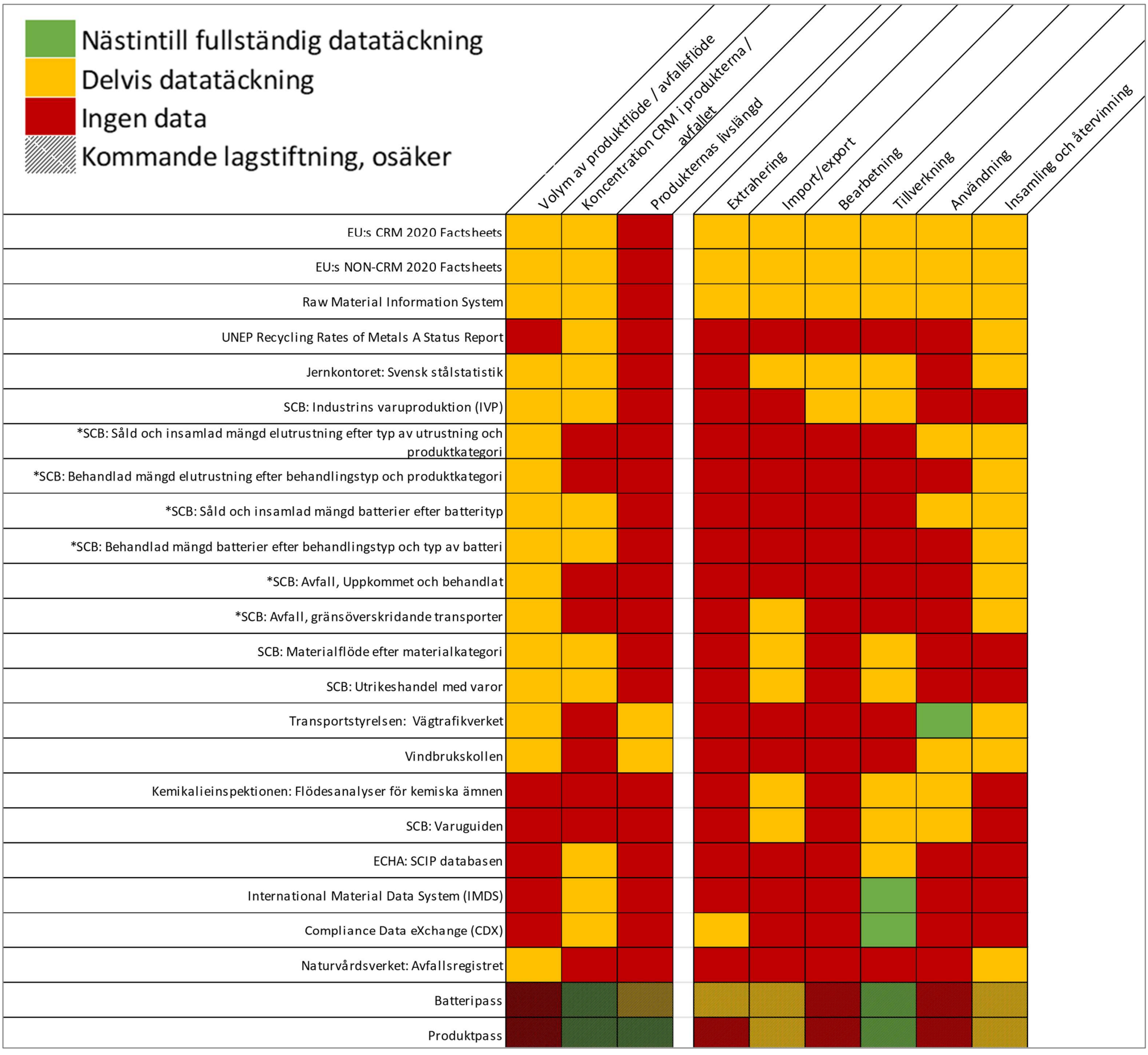
MSA-system med alla processer (materiallivscykelstadier), flöden och lager som beaktas i en MSA. Systemgränsen är EU:s geografiska gräns. (Bio by Deloitte, 2015)

Bilaga 2. Materialsystem enligt Torres de Matos et al., 2020



MSA-system med alla processer (materiallivscykelstadier), flöden och lager som beaktas i en MSA, inklusive marknadssteg. Systemgränsen är EU:s geografiska gräns. (Torres de Matos et al., 2020)

Bilaga 3. Översikt av datakällor



Översikt av datakällor och deras respektive nivåer av datatäckning för olika typer av data (volymer, koncentrationer av kritiska material och livslängder) samt delar av kretsloppen. Raderna längst ner (batteripass och produktpass) är datakällor som är planerade för framtiden. *Naturvårdsverket är statistikansvarig myndighet men data finns på SCB:s webbplats.