

Beställt av

Naturvårdsverket

Utfört av

Katarina Lorentzon, Matthias Schmitz, Fredrik Hildor, Ingrid Nyström, CIT Renergy

Linnea Lindkvist, Blerina Gjoka, Liam Mistry, Chalmers Industriteknik

Datum

2026-05-29

Version

Slutrapport

Cirkularitet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer och pumpar

Sammanfattning

Som en del i arbetet med att ta fram förslag till ett nationellt program för cirkularitet av kritiska råmaterial i enlighet med artikel 26 i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1252 har Naturvårdsverket gett CIT Renergy och Chalmers Industriteknik i uppdrag att utreda nuläget för cirkularitet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer och pumpar och, utifrån nulägesbeskrivningen, föreslå konsekvensutredda åtgärder för att öka denna.

Konsultteamet har inhämtat kunskaper hos berörda aktörer genom intervjuer med representanter för näringslivet och med myndigheter. Konsultteamet har också tagit fram material till analyser och förslag genom ”desktop”-arbete och ett rundabordsamtal med de organisationer som intervjuats. Drivkrafter, beteenden och hinder för cirkularitet har identifierats, varefter hindren har prioriterats och prioriteringarna motiverats. För att åtgärda de prioriterade hindren har förslag till åtgärder tagits fram enligt nedanstående tabell. Åtgärderna tar hänsyn till nationell rådighet, förväntad effekt, kostnadseffektivitet, industrins behov av råmaterial och påverkan på försörjningstrygghet och till huruvida förslaget innebär en implementering av artikel 26 på miniminivå.

Prioriterade förslag	CRMA artikel 26.1 b	CRMA artikel 26.1 c
Industriella katalysatorer		
Utreda tillgång till information via Produktregistret		x
Fördjupad analys av materialåtervinningssystemets funktionalitet för industriella katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller		x
Nya krav på tillståndspliktiga verksamheter	x	
Informationsinsats för ökad sortering av inbyggda katalysatorer		x
Stödja forskning och innovation	x	x
Industriella pumpar		
Stöd till utveckling av ”product as a service”	x	
Utredning kring tre alternativa förslag: pant, återvinningspremie och producentansvar	(x)	x
Investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter		x
Stöd till Fol-projekt för utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter		x

Innehåll

Sammanfattning	3
Innehåll	5
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Uppdragsbeskrivning	7
2 Metoder och tillvägagångssätt	9
2.1 Intervjuer	9
2.2 "Desktop"-arbete	10
2.3 Rundabordssamtal	10
2.4 Avstämningar och beslutspunkter	10
3 Projektgenomförande	11
3.1 Analys av nuläge och utmaningar	11
3.2 Identifiering av prioriterade hinder	11
3.3 Analys av prioriterade hinder	11
3.4 Preliminär utformning av förslag	12
3.5 Synpunkter på preliminära förslag	12
3.6 Slutlig utformning av förslag och konsekvensanalys	12
3.7 Förankring	12
4 Nulägesbeskrivning industriella katalysatorer	13
4.1 Introduktion	13
4.2 Kritiska råmaterial i industriella katalysatorer – översikt	15
4.3 Design, tillverkning och användning av industriella katalysatorer	16
4.4 Katalysatorers "End-of-Life"	20
5 Nulägesbeskrivning industriella pumpar	26
5.1 Introduktion	26
5.2 Kritiska råmaterial i industriella pumpar – översikt	27
5.3 Design och tillverkning av pumpar	31
5.4 Pumpen under användningsfasen	35
5.5 Service av pumpar	36
5.6 Pumpen i slutet av dess tekniska livslängd	37
5.7 Avfallsförebyggande och återanvändning	37
5.8 Insamling och sortering	38

6 Existerande drivkrafter och beteenden för cirkularitet _____	40
6.1 Industriella katalysatorer _____	40
6.2 Industriella pumpar _____	41
7 Hinder för ökad cirkularitet och prioriteringar _____	42
7.1 Industriella katalysatorer _____	42
7.2 Industriella pumpar _____	47
8 Åtgärdsförslag för ökad cirkularitet _____	51
8.1 Tidigare arbeten _____	51
8.2 Industriella katalysatorer _____	52
8.3 Industriella pumpar _____	65
9 Konsekvensanalyser av prioriterade förslag _____	79
9.1 Industriella katalysatorer _____	80
9.2 Industriella pumpar _____	86
9.3 Samlad bedömning av kostnader för förslagen enligt 8.2.6, 8.3.1, 8.3.3 och 8.3.4 _____	90
9.4 Förslagens bidrag till andra delar av Critical Raw Materials Act (CRMA) _____	90
Referenser _____	92
Bilaga 1: Intervjufrågor katalysatorer _____	96
Bilaga 2: Intervjufrågor pumpar _____	98
Bilaga 3: Förslag till åtgärder för icke prioriterade hinder - pumpar _____	100
Om CIT Renergy _____	102

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Naturvårdsverket har fått ett regeringsuppdrag att ta fram förslag till ett nationellt program för cirkularitet av kritiska råmaterial i enlighet med artikel 26 i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1252 om inrättande av en ram för säkerställande av trygg och hållbar försörjning av kritiska råmaterial. Målsättningen är att åtgärderna i det nationella programmet ska bidra till ökad cirkularitet av kritiska råmaterial i samhället i stort, i syfte att dämpa den förväntade ökningen av förbrukningen av kritiska råmaterial i unionen. Uppdraget ska redovisas till Klimat- och näringslivsdepartementet den 16 januari 2027.

Naturvårdsverket har ett behov av att, inom sitt regeringsuppdrag, utreda nuläget för cirkularitet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer och pumpar. Utifrån nulägesbeskrivningen ska konsekvensutredda åtgärder föreslås.

1.2 Uppdragsbeskrivning

Uppdraget omfattar cirkularitet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer och pumpar. Beskrivningen nedan ska avgränsas till dessa områden.

Arbetet skulle inledas med en konceptuell analys av nuläget och vilka utmaningar det finns för att åstadkomma det som beskrivs i artikel 26.1 b-c (se nedan) ur ett svenskt perspektiv. Det inkluderade att identifiera vilka hinder, drivkrafter och beteenden som finns i dag samt hur möjligheterna att styra i riktning mot artikel 26.1 b-c ser ut. Leverantören skulle analysera och bedöma vilka hinder som är mest angelägna och lämpliga att adressera i ett första nationellt program för cirkularitet av kritiska råmaterial. Resonemang som leder fram till bedömningen skulle redovisas tydligt. Bedömningen skulle baseras på rådighet, huruvida hindret är lämpligt att lösas med statlig intervention, om kommande eller befintlig styrning saknas, om allvarliga brister finns i befintlig styrning samt om hindret har potential att minska i närtid.

De hinder som utifrån ovan nämnda bedömning är prioriterade skulle undersökas djupare. Olika handlingsalternativ för att åtgärda prioriterade hinder, eller förstärka befintliga drivkrafter skulle identifieras och analyseras för att identifiera, konsekvensanalysera (enligt §6 och §7 punkt 1–3 i förordning (2024:183) om konsekvensutredningar) och föreslå lämpliga åtgärder för att uppfylla punkterna b och c i artikel 26.1 i EU-förordningen om kritiska råmaterial:

Varje medlemsstat ska anta och genomföra nationella program som innehåller åtgärder eller i nationella program införa åtgärder för att:

b) främja avfallsförebyggande åtgärder och öka återanvändning och reparation av produkter och komponenter med relevant potential för återvinning av kritiska råmaterial,

c) öka insamlingen, sorteringen och bearbetningen av avfall med relevant potential för återvinning av kritiska råmaterial, inbegripet metallskrot, och se till att de förs in i ett lämpligt system för materialåtervinning, i syfte att maximera tillgången till och kvaliteten på återvinningsbart material som insatsvara till anläggningar för materialåtervinning av kritiska råmaterial

De huvudsakliga kriterierna för urvalet av åtgärdsförslag skulle vara rådighet, förväntad effekt av förslaget, kostnadseffektivitet, industrins behov av råmaterial och påverkan på försörjningstrygghet. Detta innebar att åtgärder kunde fokusera på olika delar av värdekedjan såsom avfallsförebyggande och återanvändning såväl som återvinning. I urval och utformning av åtgärdsförslagen skulle hänsyn även tas till huruvida förslaget innebär en implementering av artikel 26 på miniminivå samt konsekvenser i form av kostnader för företag och påverkan på företagens konkurrenskraft.

2 Metoder och tillvägagångssätt

2.1 Intervjuer

Konsultteamet har inhämtat kunskaper om nuläget och de utmaningar som finns för cirkularitet av kritiska råmaterial som förekommer i industriella katalysatorer och pumpar hos berörda aktörer genom intervjuer med representanter för näringslivet och med myndigheter. Intervjuerna har handlat om förekomsten av kritiska råmaterial i typiska materialsammansättningar, om möjligheterna och hindren för design för cirkularitet, om aktuella metoder för återtillverkning, reparation och återanvändning samt rutiner för återtag, insamling och sortering i dessa syften.

Konsultteamet har tagit fram frågor till intervjuerna (se bilaga 1–2). Vid intervjuerna används en semistrukturerad intervjumetod, med öppna frågor och flexibel dialog. De organisationer som har intervjuats återfinns i Tabell 1

Tabell 1 Organisationer som har intervjuats

Organisation	Plats i värdekedjan
Boliden	Smältverk. Cu, Zn, Pb, Ni och ädelmetaller.
Catacon Recycling AB	Framför allt bilkatalysatorer, men även industri-katalysatorer. Förbereder för återvinning av ädelmetaller.
Catacor AB	Katalysatorsystem + engineering, ffa kring småskalig H ₂ -produktion.
Catalyco	Start-up inom katalysatorer. Använder industriella restprodukter, satsar på gummiindustrin.
Chalmers Kompetenscentrum Katalys	Medlemsfinansierad forskningsorganisation
Hulteberg AB	FoU och produktion av katalysatorer
VAROPreem	Producerar fossila och förnybara bränslen.
INEOS Inovyn	Producerar klorvinyl, special-PVC, natriumhydroxid.
Kommerskollegium	Sektorsansvarig beredskapsmyndighet. Handelsflöden kopplade till återvinning.
KSB Mörck	Pump- och ventiltillverkare
Protoma	Service på pumpar
Stena Recycling	Insamling, sortering, återvinning och förberedelse för återvinning
Stonemill AB	VOC-katalysatorer (ädelmetall, andra metaller) för olika typer av utsläpp.
Swepump	Branschorganisation för pumptillverkare
Tillväxtverket	Beredskapsmyndighet industri och handel
Xylem	Pumptillverkare

2.2 "Desktop"-arbete

Konsultteamet har också tagit fram material till analyser och förslag utifrån vetenskapliga och tekniska rapporter/webbsidor, branschforum, europeisk och svensk lagstiftning, nationella planer och branschstandarder. Utgångspunkterna för desktop-arbetet har varit desamma som frågeställningarna i intervjuerna enligt ovan.

2.3 Rundabordssamtal

För att få inspel till den slutliga utformningen av åtgärdsförslag och för att ge möjlighet för olika delar av värdekedjorna att ta del av varandras perspektiv anordnade konsultteamet ett rundabordssamtal med de intervjuade organisationerna.

2.4 Avstämningar och beslutspunkter

Projektet har genomförts i nära kontakt med Naturvårdsverket. Regelbundna (digitala) avstämningar har genomförts varannan till var tredje vecka för rapportering av status och uppföljning av föregående möte, eventuella hinder, preliminära resultat och kommande steg.

Även avstämning av intervjufrågor, förslag till prioriterade hinder, slutliga förslag till åtgärder före konsekvensanalys har stämts av med Naturvårdsverket.

3 Projektgenomförande

3.1 Analys av nuläge och utmaningar

Konsultteamet inledde arbetet med en analys av nuläget med avseende på förekomsten av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer och pumpar som används i Sverige. Den inledande analysen omfattade också utmaningarna för att åstadkomma det som beskrivs i artikel 26.1 b-c i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1252 om inrättande av en ram för säkerställande av trygg och hållbar försörjning av kritiska råmaterial, detta ur ett svenskt perspektiv. Detta inkluderade att identifiera vilka hinder, drivkrafter och beteenden som finns i dag samt hur möjligheterna att styra i riktning mot artikel 26.1 b-c ser ut:

b) främja avfallsförebyggande åtgärder och öka återanvändning och reparation av produkter och komponenter med relevant potential för återvinning av kritiska råmaterial,

c) öka insamlingen, sorteringen och bearbetningen av avfall med relevant potential för återvinning av kritiska råmaterial, inbegripet metallskrot, och se till att de förs in i ett lämpligt system för materialåtervinning, i syfte att maximera tillgången till och kvaliteten på återvinningsbart material som insatsvara till anläggningar för materialåtervinning av kritiska råmaterial.

Materialet till analysen inhämtades framför allt via **intervjuer**, men också genom **”desktop”-arbete**.

Med utgångspunkt i nulägesanalysen och interna workshops tog konsultteamet fram förslag till prioriterade hinder.

3.2 Identifiering av prioriterade hinder

Konsultteamet presenterade ett förslag till prioriterade hinder för Naturvårdsverket, som fastställde vilka hinder som är mest angelägna och lämpliga att adressera i ett första nationellt program för cirkularitet av kritiska råmaterial. De hinder som utifrån Naturvårdsverkets beslut bedömdes som prioriterade undersöktes djupare i nästa steg.

3.3 Analys av prioriterade hinder

Konsultteamet identifierade olika handlingsalternativ för att åtgärda prioriterade hinder och/eller förstärka befintliga drivkrafter, samt identifierade och konsekvensanalyserade lämpliga åtgärder för att uppfylla punkterna b och c i artikel 26.1 i EU-förordningen om kritiska råmaterial.

3.4 Preliminär utformning av förslag

Konsultteamet utformade preliminära förslag till åtgärder för de två produktgrupperna. De huvudsakliga kriterierna för urvalet av åtgärdsförslag var rådighet, förväntad effekt av förslaget, kostnadseffektivitet, industrins behov av råmaterial och påverkan på försörjningstrygghet. I urval och utformning av åtgärdsförslagen tog konsultteamet hänsyn till huruvida förslagen skulle innebära en implementering på miniminivå (genom att befintlig lagstiftning justeras, endast ett fåtal nya regler införs och liknande) av artikel 26 i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1252 samt konsekvenser i form av kostnader för företag och påverkan på företagets konkurrenskraft.

3.5 Synpunkter på preliminära förslag

Vid ett **rundabordssamtal** med de som tidigare intervjuats presenterade konsultteamet de olika åtgärdsförslagen som identifierades ovan och redogjorde för de konsekvenser som bedöms kunna uppstå. Vid samtalet och i workshopformat gav deltagarna sina synpunkter på förslagen, vilka konsultteamet tog med sig till den slutliga utformningen av åtgärdsförslagen.

3.6 Slutlig utformning av förslag och konsekvensanalys

Utifrån synpunkter på de preliminära förslagen till åtgärder som framfördes vid rundabordssamtalet ovan utformade konsultteamet slutliga förslag och beskrev dem utifrån de vägledande frågorna i upphandlingsunderlaget.

Åtgärdsförslagen konsekvensanalyserades enligt 6§ och 7§ punkt 1–3 i förordning (2024:183) om konsekvensutredningar. Under genomförandet togs hänsyn till Statskontorets vägledning om konsekvensutredningar.

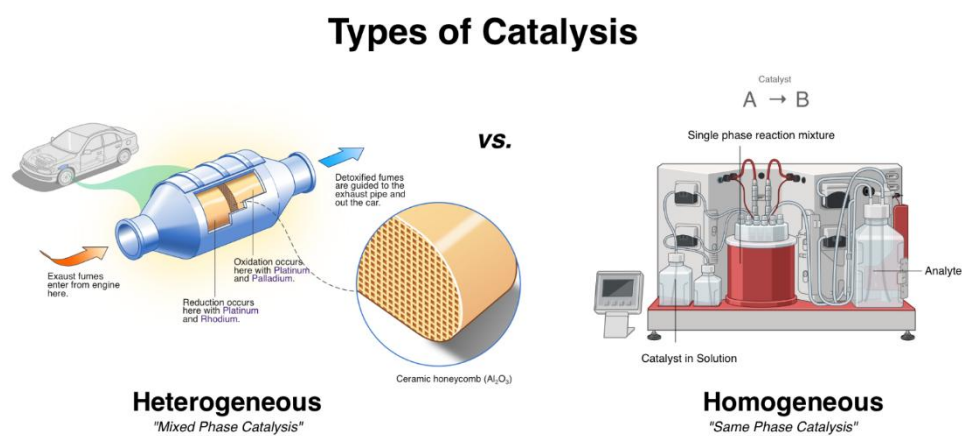
3.7 Förankring

De förslag som Naturvårdsverket väljer att ta vidare kommer att förankras med berörda myndigheter.

4 Nulägesbeskrivning industriella katalysatorer

4.1 Introduktion

En katalysator definieras som ”ett ämne eller en kemisk förening, vanligtvis metallisk, som möjliggör en alternativ reaktionsväg med lägre aktiveringsenergi för en specifik kemisk reaktion utan att själv förbrukas i processen”.



Figur 1 Heterogen respektive homogen katalys

Industriella katalysatorer kan enklast delas upp i homogena, heterogena och biokatalytiska system, där heterogena katalysatorer ofta klassificeras vidare utifrån deras aktiva komponent, bärare och fysiska form. I praktiska tillämpningar är de vanligaste industriella katalysatorerna metallinbäddade substrat eller metalloxider. De tillverkas som pellets, extrudat, kulor, monoliter, skumstrukturer eller andra strukturerade geometrier för att anpassas till deras användningsområden.

4.1.1 Klassificering av industriella katalysatorer

Industriella katalysatorer kan klassificeras på flera grundläggande sätt baserat på fas, aktivt material, bärare och fysisk form.

- Fas: homogena, heterogena eller biokatalytiska system
- Aktivt material: metaller, metalloxider, metallsulfider, syra-/baskatalysatorer, zeoliter, organometalliska komplex eller system baserade på kolföreningar
- Konstruktion: utan bärare (bulkkatalysatorer) eller med bärare
- Bärare: keramiskt, metalliskt eller kolbaserat

- Fysisk form: pulver, pellets, kulor, granulat, extrudat, ringar, tabletter, honeycombmonoliter, skumstrukturer, nät/gasväv, plattor samt andra strukturerade geometrier

En grundläggande indelning görs mellan homogena och heterogena katalysatorer. Homogena katalysatorer har samma fas som reaktanterna. Det vanligaste exemplet är två ämnen lösta i en vätska, vilket inkluderar lösta syror, baser, salter och metallkomplexbaserade katalysatorer. Heterogena katalysatorer befinner sig istället i en annan fas än reaktanterna, vanligen i fast fas där reaktanterna är i gas- eller vätskeform. Heterogena katalysatorer är den mest använda typen i storskaliga industriella processer. En tredje kategori är biokatalysatorer, såsom enzymer eller helcellssystem, vilka kan användas antingen i löst tillstånd eller immobiliserade på fasta bärare.

Industriella katalysatorer kan även grupperas utifrån karaktären hos de aktiva materialen. Vanliga kategorier omfattar metalliska system, metalloxider, metallsulfider, syra- eller bas-katalysatorer, zeoliter, organometalliska samt kolbaserade katalytiska system. Dessa kan användas antingen som själva huvudkatalysatorn eller som en aktiv fas deponerad på ett annat material eller substrat.

En annan viktig indelning är mellan katalysatorer utan bärare (bulkkatalysatorer) och med bärare. I bulkkatalysatorer utgörs katalysatorkroppen i huvudsak av det aktiva materialet. I katalysatorer med bärare är den aktiva fasen i stället deponerad på ett separat bärare eller substrat. Bärare är vanligtvis keramiska, metalliska eller kolbaserade. Typiska keramiska bärare omfattar aluminiumoxid, silika, silika–aluminiumoxid, titandioxid, zirkoniumdioxid, kordierit och kiselkarbid. Metalliska bärare inkluderar rostfritt stål, FeCrAl-legeringar, metallnät och metallskum. Kolbaserade bärare omfattar aktivt kol, kolfiberduk och kolfilt.

Industriella katalysatorer tillverkas i många olika fysiska former beroende på reaktordesign och processkrav. Vanliga former inkluderar pulver, pellets, kulor, granulat, extrudat, ringar, ihåliga cylindrar samt tabletter. Många industriella system använder även strukturerade katalysatorer, såsom honeycombmonoliter, skumstrukturer, nät eller gasväv samt belagda plattor eller laminerade strukturer. Honeycomb- och monolitstrukturer kan tillverkas av keramik eller metall och är ofta belagda med ett katalytiskt ytskikt.

Sveriges industriella katalysatorsektor består av en kombination av globala företag med lokala produktionsanläggningar och svenskbaserade specialistföretag. De huvudsakliga aktörerna omfattar multinationella katalysatortillverkare med verksamhet i Sverige (i synnerhet Johnson Matthey och W. R. Grace), flera svenskgrundade företag med inriktning på katalysatorteknik (såsom Hulteberg, Catator och Stonemill) samt ett antal aktörer inom ädelmetallkatalysatorer och

återvinning (till exempel BASF:s nyligen förvärvade enhet, Umicore och K.A. Rasmussen).

4.2 Kritiska råmaterial i industriella katalysatorer – översikt

De mest relevanta kritiska råmaterialen i industriella katalysatorer utgörs av metaller i platinagruppen (Pt, Pd, Rh och ibland Ru/ Ir), följt av nickel, kobolt, sällsynta jordartsmetaller, volfram, vanadin samt i vissa fall titanbaserade material. Dessa material kan integreras i katalysatorn som den aktiva katalytiska fasen, som promotorer, dopmedel, komponenter i stödmaterialet eller som delar av strukturerade katalysatorer såsom monoliter eller skumstrukturer. Integrationen av dessa material skiljer sig avsevärt mellan olika katalysatortyper. I homogena katalysatorer förekommer det kritiska råmaterialet vanligen som ett löst molekyllärt komplex. I bärarbaserade heterogena katalysatorer förekommer det typiskt som en tunn, dispergerad aktiv fas på ett keramiskt, metalliskt eller kolbaserat stödmaterial. I bulkbaserade oxidkatalysatorer kan det vara fördelat genom hela katalysatorkroppen, medan det i strukturerade katalysatorer kan vara lokaliserat i ett ytbeläggningsskikt (washcoat) eller i vissa fall utgöra det strukturbärande elementet. Som en följd av detta beror den strategiska betydelsen hos en katalysator ofta mer på den begränsade mängden aktiva kritiska råmaterialet än på den totala bulkmassan av bäraren.

Generellt bestäms användningen av strategiska råmaterial i katalysatortillverkning av en avvägning mellan **prestandakrav, effektivitet, kostnader och försörjningsbegränsningar:**

- Krav på katalytisk prestanda (aktivitet, selektivitet och stabilitet) samt den totala produktionsvolymen
- Katalysatordesign (högre effektivitet, mindre mängd aktiv katalysator), längre livslängd, högre återvinningsbarhet samt substitution med mer tillgängliga metaller
- Ekonomiska faktorer: råmaterialpriser och skalan av industriell användning



Figur 2 Exempel på kritiska råmaterial som förekommer i katalysatorer i Sverige

4.3 Design, tillverkning och användning av industriella katalysatorer

Industriella katalysatorer är av avgörande betydelse inom nästan alla storskaliga processindustrier globalt och idag nyttjar över 90 % av alla kemiska tillverkningsprocesser katalysatorer i någon form. Katalysatorer spelar en central roll vid produktion av baskemikalier såsom svavelsyra, ammoniak, salpetersyra och metanol. Katalys är även avgörande för förädling av kolväteföreningar, exempelvis vid hydrokrackning, hydroavsvavling och katalytisk reformering. Generellt dominerar heterogena katalysatorer den tunga industrin, såsom raffinering, produktion av baskemikalier och emissionsrening, medan homogena katalysatorer främst används inom mer högvärdig och precisionskrävande kemi, exempelvis inom läkemedels- och polymerindustrin. Därutöver växer användningen av biokatalysatorer och elektrokatalysatorer snabbt i Europa och globalt, till följd av ökade hållbarhetskrav och klimatmål.

Katalysatordesign kan betraktas som en logisk tillämpning av tillgänglig information för att välja en katalysator för en given kemisk reaktion. När den aktuella kemiska reaktionen har identifierats behöver den beskrivas i kemiska termer för att möjliggöra en bedömning av dess termodynamiska genomförbarhet. Om reaktionen bedöms vara genomförbar kan lämpliga katalysatorer därefter utformas, framställas och testas experimentellt. I nuläget sker detta fortfarande i stor utsträckning baserat på erfarenhet och försök-och-misstag-metodik. Idag läggs betydande resurser på att etablera en mer vetenskapligt grundad och rationell bas

för katalytiska processer som tidigare till stor del har utvecklats empiriskt. Det är även av hög vikt att bygga upp databaser som kopplar katalysatorers aktivitetsmönster till olika typer av målmolekyler. Vid utformningen av katalysatorer måste utöver den katalytiska aktiviteten även andra faktorer övervägas, såsom flödesförhållanden, temperatur, begränsningar av tryckfall samt katalysatorns hållbarhet. Strävan efter att minska produktionskostnader och energianvändning inom industrin har varit en viktig drivkraft för utvecklingen av nya katalysatorer och katalytiska processer. Under de senaste decennierna har dessutom ett ökat fokus på miljöskyddsåtgärder skapat ett behov av nya katalysatorer för rening av svaveldioxid (SO₂), kväveoxider (NO_x) och organiska föreningar från rökgaser inom den kemiska industrin, kraftverk, raffinaderier samt från fordonsavgaser.

I Sverige finns endast ett begränsat antal aktörer som producerar eller säljer industriella katalysatorer. Ekosystemet är litet men specialiserat och innovationsdrivet, med fokus på hållbara tekniker. Aktörer som Hulteberg och Catator arbetar nära forskning och utveckling, ofta från labb- till pilotskala, och riktar sig mot vätgas, biobränslen och e-bränslen. Produktionsvolymerna är generellt små till medelstora, med växande kapacitet och internationalisering via partnerskap. Företaget Stonemill AB kompletterar genom specifika tillämpningar inom emissionskontroll. Produktionen är småskalig och sker via outsourcing. Därutöver har även multinationella företag som Johnson Matthey och W. R. Grace verksamhet på den svenska marknaden. Utifrån intervjuer som har genomförts med nämnda de tre förstnämnda företagen kan det fastställas att huvuddelen av deras produktion exporteras till samarbetspartners globalt, medan endast en begränsad del når den svenska marknaden.

Sveriges industriella användning av katalysatorer är kopplad till huvudsakligen fyra områden, vilka inkluderar kemiindustrin, energiomställningen, emissionskontroll inom fordonssektorn samt gröna teknologier. Baserat på genomförda intervjuer och andra statistiska källor kan det sammanfattas att Sverige i huvudsak importerar industriella katalysatorer som används i kemiska processer till en andel på upp till cirka 97 %. Preem, St1 och Nynas, Sveriges tre huvudsakliga oljeraffinaderier, importerar katalysatorer för hydrobehandling och naftareformering baserade på platina eller palladium på stödmaterial av zeolit- och aluminiumoxid. Dessa katalysatorer används för avsvavling och höjning av oktantal, med en uppskattad årlig användning om cirka 10–40 ton. AstraZeneca, en av Sveriges största exportörer, är en betydande användare av homogena palladiumkatalysatorer (såsom palladium-fosfinkomplex och Buchwald–Hartwig-system) inom läkemedelssyntes. Specialkemikaliesektorn, där bland annat Perstorp och Nouryon ingår, använder vanadinpentoxidkatalysatorer för produktion av svavelsyra samt silverkatalysatorer för syntes av etylenoxid. Borealis importerar Ziegler–Natta-katalysatorsystem baserade på titan och magnesium för polyolefinproduktion vid anläggningen i Stenungsund. Volvo Cars, Volvo Trucks

och Scania gör sammantaget Sverige till en av Europas mest betydande användare av trevägskatalysatorer (palladium, platina och rodium på stödmaterial av aluminiumoxid/kordierit) för fordon, både för montering i nya fordon och för eftermarknaden. Den årliga användningen uppskattas till cirka 400–1 200 kg. I Tabell 2 presenteras en strukturerad översikt över olika typer av katalysatorer, deras huvudsakliga användningsområden samt var de används i Sverige och vilka aktörer som är involverade. Som tidigare nämnts är de fyra första företagen katalysatorproducenter, medan övriga aktörer använder industriella katalysatorer i sina tillverkningsprocesser.

Tabell 2 Svenska företag som producerar och använder katalysatorer i kemiska processer

Företag	Typ av katalysator	Exempel på CRM-baserad katalysator	Huvudsaklig funktion
Tillverkare			
Stonemill	Heterogena katalysatorer (Ni, ädelmetaller, metalloxider)	Pt (på Al ₂ O ₃)	Rening av VOC i industriella avgaser
Hulteberg	Heterogena katalysatorer	Ädelmetaller (PGM), Ni, Co, Ce, La (sällsynta jordartsmetaller), basmetaller på oxidstöd	Vätgasproduktion, biodrivmedel, kemisk processindustri
Catacor	Heterogena katalysatorer	Pt, Pd, Ru, Rh (PGMs); även Ni, Cu, metalloxider	Vätgasproduktion, katalytisk bränslereformering, förbränning
Grace Catalysts AB	Polymerkatalysatorer	Övergångsmetaller: Cr; metallocenmetaller (t.ex. Ti, Zr – organometalliska system)	Polyolefinkatalysatorer för polyeten och polypropen (Ziegler–Natta, metallocen)
PQ Sweden AB	Heterogena katalysatorer		Silika (används i katalysatorstrukturer)
Användare			
Preem	Heterogena katalysatorer	Ni–Mo, zeoliter	Bränsleraffinering, avsvavling
Volvo Cars	Heterogena katalysatorer	Pt/Pd/Rh	Avgasrening för personbilar
Volvo Group	Heterogena katalysatorer	V ₂ O ₅ -baserade SCR-katalysatorer	NO _x -reduktion (tungt fordon)
SSAB / HYBRIT	Elektrokatalysatorer	Ni, Pt	Vätgasbaserad ståltillverkning
PowerCell	Elektrokatalysatorer	Pt	Bränsleceller

Företag	Typ av katalysator	Exempel på CRM-baserad katalysator	Huvudsaklig funktion
Perstorp	Homogena och heterogena katalysatorer	Rh, Cu	Specialkemikalier
Borealis	Polymerkatalysatorer	Ziegler–Natta	Plastproduktion
Novozymes	Biokatalysatorer	Enzymer	Biodrivmedel, livsmedel

4.3.1 Återvunna kritiska råmaterial

Som tidigare har nämnts är modern industri i hög grad beroende av katalysatorer som innehåller platinagruppens metaller (Pt, Pd, Rh, Ir och Ru), liksom kritiska basmetaller och sällsynta jordartsmetaller (Ni, Co, Mo, W, V, La och Ce). Kemiska processer utformas därför inte enbart med fokus på prestanda, utan även med hänsyn till katalysatorns inneslutning, livslängd och möjligheten till eventuell återanvändning. Av den anledningen betraktas industriella katalysatorsystem, innehållande kritiska råmaterial, inte enbart som verktyg för kemiska reaktioner utan även som materiella tillgångar. I intervjuer och i litteratur beskrivs affärsmodellen mellan användare (industrin) och producent som tjänstebaserad, där producenten tillhandahåller tjänster i form av utbyten och återtag/återvinning av uttjänt katalysator. För katalysatorer innehållande ädelmetaller finns tydliga ekonomiska incitament för affärsmodellen, som kopplar till det höga ekonomiska värdet på ädelmetaller. Efterfrågan på återvunnen ädelmetall är hög och det finns system som garanterar 100% återvunnen råvara, vilket säljs som en premiumprodukt. Det här gör att det i fallet med just ädelmetallkatalysatorer rapporteras om återvinningsgrader omkring 80–90% och att en mycket hög andel av den återvunna råvaran kan användas i katalysatorproduktionen. En forskningsöversikt (Sveriges Riksdag 2022) visar att 83% av platinaanvändningen inom oljeraffinaderisektorn kommer från återvunna råvaror. För andra kritiska råmaterial (än ädelmetaller) kan det inte påvisas en lika utvecklad marknad för återvunnen råvara och inga tillförlitliga uppgifter om hur stor andel av behovet för katalysatorproduktionen som fylls av återvunnen råvara har hittats.

I intervjuer med användare av industriella katalysatorer framkommer att det inte finns någon nytta kopplad till att katalysatorerna har återvunnen råvara och det verkar därför saknas incitament för användaren att **efterfråga** återvunnen råvara vid köp av katalysatorer. I och med att det saknas externa krav på användning av återvunnen råvara i tillverkningen av industriella katalysatorer verkar användningen helt styras av ekonomiska incitament och i konkurrens med jungfruliga råvaror.

4.3.2 Nästa generations katalysatorer

Katalysforskningen går nu in i en ny fas, driven av en sammanstrålning av beräkningskemi, maskininlärning och avancerad materialsyntes. Katalytiska legeringar (flerkomponentsystem av metaller där samspelet mellan angränsande atomer styr reaktionens selektivitet och aktivitet) utgör ett av de mest lovande forskningsområdena. Särskilt högentropilegeringar (high-entropy alloys, HEA), som innehåller fem eller fler huvudelement i nära ekvimolära proportioner, erbjuder ett närmast obegränsat antal kompositioner att utforska. Tidiga resultat visar att dessa material uppvisar en anmärkningsvärd motståndskraft mot sintring och förgiftning jämfört med konventionella katalysatorer baserade på enskilda metaller.

4.4 Katalysatorers "End-of-Life"

Hantering av katalysatorer är alltid processspecifik och beror i hög grad på katalysatorns egenskaper, användningsområde och den övergripande kemiska processen. Även om katalysatorer i grunden förblir kemiskt oförändrade under en reaktion är de känsliga för katalytisk förgiftning och degradering, vilket försämrar deras funktion över tid. Förgiftning uppstår vanligtvis gradvis genom exponering för föroreningar i den omgivande miljön, vilket kan leda till ytoxidation eller beläggningar som minskar reaktanternas möjlighet att interagera med katalysatorn. Katalytisk urlakning är en annan vanlig degraderingsmekanism som framför allt förekommer hos inbäddade katalysatorer och som successivt leder till minskad reaktivitet över tid.

När det är möjligt föredrar industrin fasta och återvinningsbara katalysatorformer som möjliggör enkel borttagning vid processens slut. När prestandakraven däremot kräver mer avancerade katalysatorsystem blir återvinning en integrerad del av processdesignen snarare än ett enkelt mekaniskt steg. Som nämnts i inledningen utformas katalysatorer redan från början med hänsyn till möjligheten till återanvändning. Under senare år har design för återvinningsbarhet fått en allt större betydelse, vilket har gett ett tydligt skifte mot: a) immobiliserade katalysatorer i stället för homogena system, b) strukturerade bärare som minimerar materialförluster och c) processer som undviker urlakning av metaller.

Generellt sett är katalysatorns fysiska form avgörande för möjligheterna till återanvändning. Som exempel kan katalysatorer i form av pellets, monoliter eller belagda bärare avlägsnas, hanteras och bearbetas som solida materiella tillgångar. För fluidiserade partiklar är återanvändning i stället inbyggd i kontinuerliga cirkulationssystem, medan lösta katalysatorer kräver kemiska separationssteg. Slutligen är de mest effektiva industriella systemen utformade för att maximera antalet regenereringscykler, samtidigt som de säkerställer en närmast fullständig återanvändning av metaller när återvinning slutligen blir nödvändig.

I praktiken, när katalysatorer innehåller värdefulla eller sällsynta metaller (såsom Pt, Pd, Rh, Ni, Co och sällsynta jordartsmetaller), strävar industrin efter att utnyttja katalysatorns funktionella livslängd så långt som möjligt innan fullständig materialåtervinning blir aktuell. Det är i detta sammanhang som skillnaden mellan återanvändning och återvinning blir särskilt viktig, eftersom dessa åtgärder tillämpas i olika skeden av katalysatorns livscykel och adresserar olika typer av problem.

Generellt finns tre huvudsakliga End-of-Life-vägar för katalysatorer: regenerering, rejuvenation (föryngring)/reaktivering, vilka är en form av återanvändning, samt slutlig återvinning/raffinering.

Regenerering innebär att en använd katalysator behandlas så att den återfår sin katalytiska aktivitet samtidigt som den behåller (eller i stort sett behåller) sin ursprungliga form. Syftet är att avlägsna det som blockerar katalysatorernas aktiva centrum, inte att återvinna metallen i sig. Det finns flera orsaker till att katalysatorer deaktiveras, däribland deponering av kolföreningar, förgiftning (till exempel av svavel eller kväve), sintring (där metallpartiklar klumpar ihop sig) samt nedsmutsning till följd av föroreningar.

Regenerering är ett förstahandsval som tillämpas när det är tekniskt möjligt och omfattar vanligtvis åtgärder såsom avlägsnande av koks och svavel, tvättning, kemisk behandling för att ta bort förgiftning, samt omdispersering av metallpartiklar eller andra beläggningar så att katalysatorn kan tas i drift på nytt. Ett välkänt exempel är fluidiserad katalytisk krackning (FCC) inom oljeraffinering, där katalysatorpartiklar kontinuerligt regenereras under drift genom att koks bränns bort.

I praktiken är det detta som möjliggör att system med pellets eller cirkulerande partiklar kan drivas under långa perioder utan driftstopp eller behov av utbyte. Till exempel, inom raffinaderiprocesser såsom hydroavsvavling, regenereras katalysatorer innehållande kobolt och molybden flera gånger under drift, och när de slutligen deaktiveras behandlas de för att återvinna värdefulla metaller.

Rejuvenation (föryngring) är en mer omfattande återställande åtgärd och kan innefatta återimpregnering eller reaktivering av katalysatorn. Till exempel erbjuder industriella katalysatorserviceföretag såsom Eurecat både regenerering och rejuvenation för raffinaderikatalysatorer baserade på NiMo, CoMo, NiCoMo och NiW samt förbehandling av ädelmetallkatalysatorer inför metallåtervinning. Dessa aktörer är dock inte verksamma i Sverige.

Slutligen, när den katalytiska prestandan inte längre kan återställas på ett ekonomiskt rimligt sätt, skiftar fokus från prestanda till materialåtervinning, vilket är särskilt viktigt för ädelmetaller. Återvinning omfattar vanligtvis insamling av

uttjänta katalysatorer (pellets, monoliter, pulver) varefter de behandlas som en sekundär råvara. Detta sker, som tidigare nämnts, genom processer såsom högttemperatursmältning (pyrometallurgi) eller kemisk lakning (hydrometallurgi). Till följd av dessa processer förstörs den ursprungliga katalysatorstrukturen, samtidigt som metallerna återvinns för användning i nya katalysatorer eller i andra tillämpningar. Dessa steg är ekonomiskt viktiga för ädelmetaller och andra kritiska material, även om återvinning är betydligt mer energikrävande jämfört med regenerering.

I praktiken tillämpar industrier såsom petroleumraffinering och avgasrening inom fordonssektorn slutna kretsloppssystem (closed loop recycling). Metallerna i fordonskatalysatorer baserade på platinagruppens metaller (Pt, Pd, Rh) betraktas inte som förbrukningsmaterial, utan som resurser som kan återvinnas. Efter användning samlas uttjänta katalysatorer in och skickas till specialiserade återvinningsanläggningar, där över 90 % av metallerna kan återvinnas och återanvändas i nya katalysatorer. Dessa katalysatorer samlas regelbundet in och bearbetas, eftersom värdet av ädelmetallerna är mycket högt, även vid låga halter. Specialiserade raffinaderiföretag, såsom Johnson Matthey, beskriver etablerade industriella processer för återvinning av platinagruppens metaller från uttjänta katalysatorer. Dessa omfattar haltbestämning, pyrometallurgisk behandling (smältning), kemisk lakning samt kemisk flerstegsseparation för att framställa kommersiella metallföreningar eller metallsvamp.

Hydroprocesskatalysatorer såsom CoMo-, NiMo- och NiW-system efterfrågas också för återvinning, men de är generellt mer komplexa att behandla än ädelmetallkatalysatorer. Dessa katalysatorer tas vanligtvis ur drift i sulfiderad form och kan dessutom innehålla koks, arsenik, metallföreningar från råvaran samt andra föroreningar. Återvinning omfattar därför typiskt avkoksning, oxidativ rostning eller annan förbehandling, lakning samt efterföljande selektiv separation av metaller såsom Co, Ni, Mo, W och V. Dessa katalysatorströmmar klassificeras som farligt avfall, och måste hanteras genom kontrollerade återvinningsprocesser eller via specialiserade avfallshanteringssystem. Specialiserade återvinningsaktörer såsom Eurocat anger att de återvinner uttjänta katalysatorer innehållande Ni, Co, W, V, Pt och Pd, vilket stämmer väl överens med de metallflöden som återfinns i raffinaderikatalysatorer.

Till skillnad från hydroprocesskatalysatorer är FCC-katalysatorer (fluidiserad katalytisk krackning) i regel svårare att återvinna på ett ekonomiskt effektivt sätt för att utvinna metaller. Även om de kan innehålla sällsynta jordartsmetaller är dessa ofta utspädda och distribuerade i zeolitbaserade mikrosfärer, vilket försvårar separationen och gör den mindre fördelaktig jämfört med återvinning av exempelvis platina från reformeringskatalysatorer. Som en följd av detta är det vanligare att uttjänta FCC-katalysatorer, beroende på grad av kontaminering och

lokala regelverk, återanvänds, nedgraderas till mindre krävande tillämpningar (downcycling) eller bortskaffas under kontrollerade former, i stället för att skickas till högvärdiga metallraffineringsprocesser. SCR-katalysatorer (Selective Catalytic Reduction) hamnar någonstans däremellan; vanadin och volfram kan vara attraktiva mål för återvinning, men den ekonomiska lönsamheten beror på föroreningsgrad, katalysatorns utformning och tillgänglig återvinningsinfrastruktur.

I dagsläget kan det tydligt påvisas att materialåtervinning fungerar för ädelmetaller, men för katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial kan dock inte samma välfungerande system påvisas. I intervjuer beskrivs exempelvis brist på mottagare för materialåtervinning och brist på ekonomiska incitament. Det har heller inte kunnat påvisas information om andel som återvinns, eller andel återvunnet material i nya katalysatorer som stöd för att säga att materialåtervinning sker i någon större omfattning för annat än ädelmetaller. I Tabell 3 jämförs centrala aspekter av regenerering och återvinning.

Tabell 3 Karakteristik av regenerering och återvinning

Aspekt	Regenerering	Återvinning
Syfte	Återställa katalytisk aktivitet	Återvinna värdefulla material
Användning	Under driftens livslängd	Vid slutet av livscykeln (End-of-life)
Katalysatorstruktur	Bevaras	Förstörs
Metaller (Pt, Pd, etc.)	Förblir på plats	Extraheras och renas
Kostnad	Lägre	Högre, men värde återvinns
Frekvens	Flera cykler möjliga	Vanligtvis en gång per livscykel (metallerna kan dock återvinnas multipla gånger)

4.4.1.1 Återvinning av nästa generations katalysatorer

I jämförelse med konventionella katalysatorer är nästa generations katalysatorer mycket mer komplexa. Högentropilegeringar utgör en särskild utmaning; samma kemiska komplexitet som gör dem katalytiskt intressanta försvårar i hög grad selektiv återvinning av enskilda grundämnen. Dessa material består av en fast lösning av fem eller fler grundämnen där metallerna uppträder kollektivt snarare än individuellt vilket försvårar separationen. Frågan om hur dessa nya typer av katalysatorer ska återvinnas har inte fått tillräcklig uppmärksamhet, speciellt i jämförelse till själva utvecklingen av dessa material.

4.4.2 Insamling och avfallshantering

Industriella katalysatorer utvecklas för unika förutsättningar och materialsammansättningen uppvisar en mycket stor variation samt har ett starkt IP-skydd. Kritiska råmaterial ingår generellt sett i låga halter och är inbäddat på ett

komplext sätt i katalysatorerna. Ökad insamling och sortering skulle kräva hantering av mycket små flöden och sannolikt långa lagringstider. För att utvinna kritiska råmaterial från uttjänta katalysatorer krävs dessutom hög grad av specialiserade återvinningssystem och processer samt kunskap om innehållet. Detta hindrar möjligheten att utforma ett system för insamling, sortering och bearbetning för materialåtervinning, baserad på en affärslogik för open loop recycling, vilket oftast råder för avfallshantering. Återvinning i closed loop och med utgångspunkt i den tjänstebaserade affärsmodellen kan göra att tröskeln för att utveckla materialåtervinningssystemet blir lägre.

Nuvarande styrning/regelverk är inte utformat för särskilda katalysatorflöden baserat på specifika kritiska råmaterial. Katalysatorer återfinns under rubrik 16 08 i Avfallsförordningen, se Tabell 4. Det kan sägas vara ett ganska välutvecklat system, med ett flertal koder för olika typer av katalysatorer, men det är inte tillräckligt för att ge statistik för det specifika innehållet av kritiska råmaterial.

Tabell 4 Avfallsförordningens koder för förbrukade katalysatorer

16 08	Förbrukade katalysatorer
16 08 01	Förbrukade katalysatorer som innehåller guld, silver, renium, rodium, palladium, iridium eller platina (utom 16 08 07).
16 08 02*	Förbrukade katalysatorer som innehåller farliga övergångsmetaller eller farliga föreningar av övergångsmetaller och som enligt 2 kap. 3 § ska anses vara farligt avfall.
16 08 03	Förbrukade katalysatorer som innehåller övergångsmetaller eller föreningar av övergångsmetaller som inte anges på annan plats.
16 08 04	Förbrukade katalysatorer från fluidiserad katalytisk krackning (utom 16 08 07).
16 08 05*	Förbrukade katalysatorer som innehåller fosforsyra.
16 08 06*	Förbrukade vätskor använda som katalysatorer.
16 08 07*	Förbrukade katalysatorer som är förorenade av farliga ämnen och som enligt 2 kap. 3 § ska anses vara farligt avfall.

Flera av de s.k övergångsmetallerna, som är vanligt förekommande i katalysatorer, har farliga egenskaper och uttjänta katalysatorer innehållande dessa klassas därför som farligt avfall. Samma sak gäller om katalysatorn innehåller andra farliga ämnen (t.ex i bärsubstansen) eller har förorenats med farliga ämnen, och ska då hanteras på en anläggning som har tillstånd för hantering av farligt avfall.

Därutöver ska transporter av avfallet inom Sverige rapporteras till avfallsregistret. Att avfallet klassificeras som farligt avfall hindrar emellertid inte att kritiska råmaterial och annat material bearbetas och återvinns.

Återvinningskapaciteten i Sverige för det här avfallsflödet är dock begränsad, vilket leder till att majoriteten exporteras och omhändertas av aktörer såsom exempelvis Heraeus (Tyskland), Umicore (Belgien) och Eurecat (Frankrike). Det

visas också av statistik (erhållen av Naturvårdsverket) över avfallshantering av uttjänta katalysatorer. I Sverige hanteras majoriteten av uttjänta katalysatorer som klassificeras som farligt avfall via deponering eller förbränning. Endast för avfallskoden 160801 rapporteras att annan återvinning sker. Enligt statistik över avfallsexport av uttjänta katalysatorer för perioden 2010–2025 (Tabell 5), utgörs 62% av uttjänta katalysatorer innehållande farliga övergångsmetaller eller farliga föreningar av övergångsmetaller (EWC 160802*, och med Tyskland som mottagarland), 0% av uttjänta katalysatorer innehållande ädelmetaller och endast 4% av uttjänta katalysatorer förorenat med farliga ämnen. Den tillhandahållna statistiken är av flera skäl inte komplett, men ger ändå en indikation av hur avfallsexporten förhåller sig mellan olika typer av katalysatorer.

Tabell 5 Exporterade mängder uttjänta katalysatorer 2010–2025

EWC-kod	Summa (2010–2025)*	Andel, %
160801	0	
160802*	9956	62
160803	0	
160804	0	
160805*	3430	21
160806*	854	5
160807*	561	4
160802*, 160807* (Not. koder samrapporterade)	1169	7

*Inrapporterade mängden stämmer inte på grund av byte av system och när inrapportering sker. År 2024 saknas under perioden 2010–2025. 2025 är inkomplett fram till sista december 2026.

Junestedt et al (2023) beskriver hanteringen av farligt avfall som administrativt krångligt och ett hinder för möjligheterna att utveckla en konkurrenskraftig återvinning av metaller eftersom många aktörer i olika EU-länder behöver samverka för att hitta en lönsam process. Detta har också framkommit i intervjuerna med svenska tillverkare, vilka också återtar uttjänta katalysatorer för fortsatt materialåtervinning utanför Sverige. Transporter av små mängder av dessa katalysatorer mellan godkända aktörer skulle kunna ges lättnader i transportreglerna för att underlätta utvecklingen av återvinning, eller som minst erbjudas ett tydligare stöd för att minska den administrativa bördan och påskynda hanteringen

5 Nulägesbeskrivning industriella pumpar

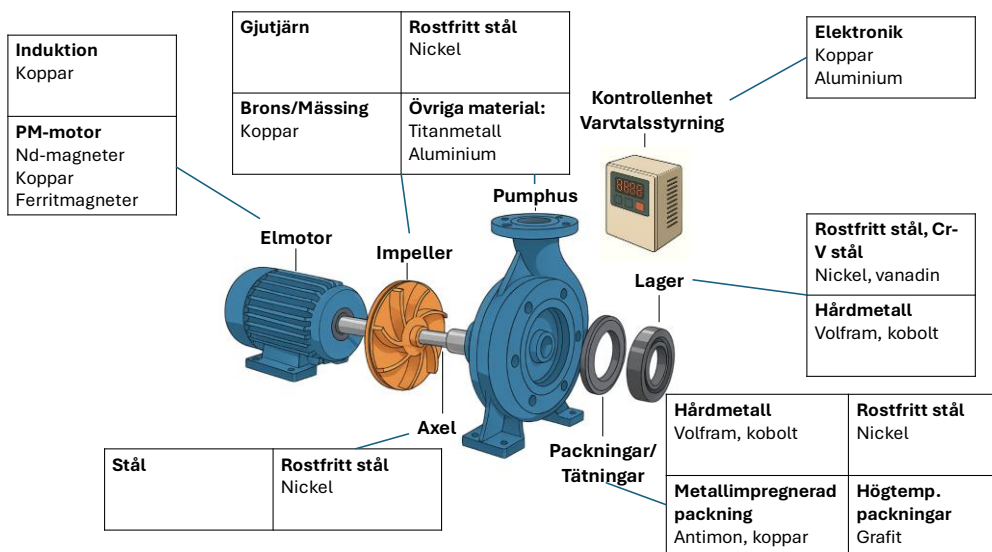
5.1 Introduktion

En industriell pump är i grunden en maskin som flyttar vätskor — till exempel vatten, olja eller kemikalier — genom mekanisk eller fysisk påverkan. Pumpar kan ha många utföranden beroende på vilket medium de skall pumpa och vad som är lämpligt för den specifika processen. Exempel på pumputföranden är centrifugalpumpar och förträngningspumpar, där centrifugalpumpar utgör den absoluta majoriteten i industrin.

I många industriella pumpar ingår komponenter av högvärdiga material, som permanentmagneter i motorerna och avancerade metallegeringar. Dessa material och komponenter förekommer också i andra prioriterade avfallsströmmar, till exempel elutrustning (WEEE) och fordon (både elfordon och fordon med förbränningsmotorer har elmotorer till bland annat fönsterhissar, vindrutetorkare och fläktar), vilket gör det motiverat att inkludera industriella pumpar i analyser av materialflöden och återvinning.

Pumpens beståndsdelar kan kategoriseras enligt följande (se Figur 3):

- **Motor** (oftast en elmotor) som sätter pumpen i rörelse. Det finns även mekaniskt drivna pumpar eller sådana som drivs av ångturbiner eller dieselmotorer, oftast i tillämpningar som nöddrift.
- **Axel**, som överför rörelsen från motorn till själva pumpdelen.
- **Impeller/pumphjul** som sätter vätskan i rörelse.
- **Pumphus** som faciliterar och riktar vätskans rörelse/tryckförändring från impellerns/pumphjulets rörelse från ett inlopp till ett utlopp
- **Packningar/tätningar** mellan samtliga ytor som gör att vätskan inte läcker ut från pumpen. Pumpen innehåller både statiska packningar mellan två stationära ytor och tätningar mellan rörliga delar såsom mellan axel och pumphus.
- **Lager** för att minska friktion och slitage mellan rörliga ytor.
- Eventuell **kontrollenhet** för varvtalsstyrning av elmotorn vilken kan användas för att reglera flödet genom pumpen.



Figur 3. Översiktsbild av huvudsakliga komponenter i en centrifugalpump. Vid varje komponent finns en ruta med vanliga materialval och vilket kritiskt råmaterial som dessa kan innehålla.

Både materialval, typ och storlek på pumpen anpassas till den efterfrågade applikationen. Detta innebär många undervarianter när pumpen designas för en dedikerad uppgift, och att den därmed inte passar särskilt bra för andra användningar, vilket i sin tur försvårar återanvändningen.

5.2 Kritiska råmaterial i industriella pumpar – översikt

Nedan följer en beskrivning av de olika delarna av pumpen och vilka kritiska råmaterial som förekommer samt i vilken omfattning som kan förväntas.

5.2.1 Pumphus och impeller

Pumphus och impeller utgör generellt majoriteten av pumpens totala vikt. Utifrån intervjuer med producenter framkommer det tydligt att majoriteten av pumphus och impellar tillverkas av gjutjärn. Gjutjärn förekommer i många olika kvaliteter, men innehåller inga kritiska råmaterial i betydande halter.

Näst vanligast är att pumphus och impellar tillverkas av brons, som innehåller **koppar**, eller av rostfritt stål, som innehåller **nickel**. Brons och rostfritt stål är legeringar, och det finns många olika kvaliteter och sammansättningar för att uppnå önskade egenskaper i den färdiga produkten samt i tillverkningsprocessen. Legeringar förekommer både som branschstandarder och som företagsspecifika varianter, framtagna av producenterna själva. Enligt de intervjuade finns det ett skrotvärde på komponenter tillverkade av brons och rostfritt stål, och dessa sorteras därför ut och återvinns som kopparlegeringar respektive rostfritt stål.

I vissa applikationer används även **aluminium** som material för pumphjul och pumphus. Producenterna kunde inte ange i vilken omfattning detta förekommer för industriella pumpar, men är enligt Pumphandboken (2010) mer vanligt i applikationer där låg vikt premieras, såsom byggnadsläns-pumpar. Det finns även legeringar baserad på aluminium kallad aluminiumbrons som innehåller både **koppar** och **aluminium**. Dessa används vanligtvis i applikationer där ökad beständighet mot korrosion krävs såsom i saltvatten.

I vissa specialfall, där det medium som ska pumpas är särskilt korrosivt eller på annat sätt problematiskt, kan pumpar tillverkade av **titan** användas. Detta förefaller dock vara mycket ovanligt, och antalet sådana pumpar som köps in per år är begränsat enligt de intervjuade.

Ingen av de intervjuade nämnde det under intervjuerna, men pumpar kan även beklädas invändigt med material för att öka korrosionsresistens. Pumphandboken (2010) lyfter bland annat **tantal** och **hafnium** som alternativ för inre beklädnad då dessa har väldigt hög korrosionsbeständighet. Dock är det från intervjuer och litteratur svårt att uppskatta hur vanligt detta är samt hur mycket av dessa material som används för beklädnaden. En av de intervjuade sa att det istället är vanligare med en tvåkomponentbeläggning eller att man byter till ett mer korrosionsbeständigt material såsom rostfritt istället för gjutjärn.

5.2.2 Axlar

Axeln till pumpar är oftast tillverkade i stål eller rostfritt stål. Inga kritiska råmaterial utöver **nickel** i rostfritt stål finns i dessa material i några väsentliga mängder.

Trasiga axlar från pumpar på service eller axlar från förbrukade pumpar återvinns som skrot (eventuellt uppdelat på material). Mindre verkstäder kan också behålla axlar i viss utsträckning för att kunna svarva till en ny axel om snabba service behov krävs och om ny reservdel kan ta lång tid att få från leverantör.

5.2.3 Packningar och tätningar

Packningar och tätningar är enligt de intervjuade serviceföretagen och producenterna de komponenter som oftast först uppvisar fel i pumpar, vilket typiskt yttrar sig som läckage av det pumpade mediet. Det finns ett stort antal konstruktioner och materialval för dessa komponenter, beroende på vilket medium som hanteras samt vilka tryck- och temperaturförhållanden som råder. Packningar och tätningar har generellt låg vikt i förhållande till pumpens metallkomponenter och utgör endast en mycket liten del av pumpens totala massa.

Mekaniska tätningar och boxpackningar är de vanligaste lösningarna för att tätat gränssytan mellan pumpaxeln och pumphuset. Mekaniska tätningar består i regel av

ståldelar och hårda motytor i exempelvis kiselkarbid eller kolbaserade material, medan boxpackningar (ser ut som en liten box, därav namnet) typiskt utgörs av fibrösa material som tätar genom friktion mot axeln. Det tätande materialet i boxpackningar, liksom i tätningar mellan flänsar och segment i pumphuset, kan tillverkas av en rad olika material beroende på pumpens konstruktion och det medium som ska pumpas. Exempel på sådana material är PTFE (teflon), impregnerat papper eller **grafit**baserade tätmaterial, där grafiten kan impregneras med plast eller olika metaller. Metaller som används för impregnering inkluderar exempelvis **koppar, nickel, antimon** och silver. Grafitens egenskaper varierar dock avsevärt mellan olika kvaliteter och impregneringstyper, vilket gör det svårt att generalisera om dess materialinnehåll.

Gemensamt för dessa packningar och tätningar är att delar av metall såsom exempelvis mekaniska tätningar återvinns som skrot (eventuellt utsorterat i kvalitet om de är rostfria) och att allt mjukt material går som brännbart.

5.2.4 Lager

Lager i pumpar kan utgöras av konventionella kullager av stål, vilka generellt inte innehåller några större mängder kritiska råmaterial, eller Cr-V stål innehållande mindre mängder **vanadin**. Lager, såsom kullager eller glidlager, kan även tillverkas av hårdmetall för att uppnå högre slitstyrka samt motståndskraft mot korrosion och höga temperaturer. Vanliga hårdmetallmaterial är kiselkarbid (ej en metall utan ett keramiskt material) och tungstenskarbid, där tungstenskarbid innehåller **wolfram**. Dessa lager används på grund av sin extremt höga hårdhet; enligt en av de intervjuade kan lagret av kiselkarbid ibland (i bildlig mening) vara den ”enda” komponenten som återstår i en kraftigt nedsliten pump.

Under intervjuerna framkom inga uppgifter om att hårdmetallager hanteras på annat sätt än övriga metallkomponenter vid återvinning.

5.2.5 Elmotor

Den allra vanligaste metoden enligt de intervjuade är att generera en rotation som driver pumpar genom att omvandla elektrisk energi till rörelse med en elmotor. Det finns undantag där man i stället driver pumpar mekaniskt (exempelvis med rem från motoraxeln av en dieselmotor) eller med turbiner. I industriella sammanhang är detta exempelvis säkerhetspumpar som ska kunna vara verksamma i exempelvis kärnkraftverk även om de är utan ström. Eftersom mekaniska pumpar är ovanliga i sammanhanget så utsluts dessa för särskild analys och hanteras som en pump utan elmotor.

Elmotorn till en pump kan vara monterad på många olika sätt och tillverkas av många olika fabrikat. Vissa producenter av pumpar producerar egna motorer till en

andel av olika storlekar av sina produkter. Andra köper motorer av olika fabrikat som monteras på pumpen där val av motor anpassas efter pumpens egenskaper.

Vanligen används trefasmotorer, och för stora industriella pumpar är den dominerande typen asynkronmotorer; enligt en av de intervjuade är över 90% asynkronmotorer. Dessa består av både en rotor och en stator av järn och lindningar av **koppar**. För mindre pumpar för vilka det finns ekodesignkriterier är det vanligare med synkronmotorer eftersom dessa har lite högre energieffektivitet. Även synkronmotorer har en stator som består av järn och lindningar av **koppar**, men rotorn består vanligtvis av en uppsättning permanentmagneter. Motorer med permanentmagneter kallas ofta PM-motorer. Permanentmagneter i PM-motorer kan antingen vara ferritiska (kallas också keramiska magneter och är gjorda av järnoxid och keramiskt pulver) men för att öka effektivitet ytterligare är det vanligt att använda mycket starkare så kallade supermagneter som innehåller **REE** såsom **neodym**. En av de intervjuade hade en egen kollektion av PM-motorer med ferritmagneter för att just undvika de kritiska råmaterialen som finns i supermagneter. Det finns emellertid många olika sorter ferritiska magneter och vissa av dem kan innehålla kritiska råmaterial, exempelvis **kobolt**, **nickel**, **strontium** och **REE** såsom **samarium** (Harris & Jewell 2012).

Elmotorer separerade från sina pumpar eller små pumpar där motorn fortfarande är monterad sorteras vanligtvis som elavfall i enlighet med WEEE-direktivet. Sorteringen kan ske antingen i verkstäder när pumpar är på service eller ute på anläggningar när pumparna servas eller byts ut på plats.

Det verkar inte finnas någon speciell marknad för andrahandsmotorer. Mindre verkstäder kan eventuellt lagerhålla en fungerande motor som reserv, men vanligare är att industrier som har standardiserat sin pumppark för att lättare hushålla själva med reservdelar kan spara på fungerande elmotorer som reserv. När själva pumpen går sönder men motorn fungerar bra kan de då byta pumpen men behålla motorn. Om elmotorn har blivit överhettad och lindningen har gått sönder kan de själva byta ut elmotorn om de har en i reserv på hyllan.

5.2.6 Kontrollenhet för varvtalsstyrning

Traditionellt, enligt Energimyndigheten (2024a), så har det varit vanligt att man reglerar flödet genom en pump genom strypning. En asynkronmotor till en pump utan reglering opererar nämligen vid konstant varvtal och det kan finnas behov av att reglera flödet i processen. Strypning är inte energieffektiv, därför är det vanligare idag att använda elektronik för att kunna varvtalsstyra elmotorer. Denna kontrollenhet är antingen monterad på pumpen eller exempelvis på en vägg intill pumpen som regleras.

Kontrollenheten är generellt en låda av järn med elektronik inuti. Elektroniken innehåller flera olika komponenter för frekvensreglering samt kablage och kopplingar av **koppar**. Hjärtat i denna elektronik är frekvensomvandlaren som omvandlar växelström (AC) först till likström (DC) och sedan från DC till önskad frekvens i AC. För att jämna ut belastningen i elektroniken, minska risk för läckspänningar och öka kvaliteten hos den genererade AC:n, så kan många olika komponenter användas. Vanligt är att använda kondensatorer för att hantera variationen i den inkommande sinuskurvan (Canroon 2026). Kondensatorer kan vara tillverkade av många olika material, men idag är exempelvis **tantal**-kondensatorer sannolikt ovanligt (Kyocera u.å.) då det är ett känt konfliktmineral och inte lämpar sig för applikationer med stark ström. Mer sannolikt är istället exempelvis **aluminium**-elektrolytkondensatorer som är vanliga på marknaden och fungerar för stark ström (Cornell Dubilier Electronics u.å.).

Vid återvinning ska kontrollenheten hanteras som elektronikavfall. Dock noterades det av flera intervjuade serviceverkstäder att lådan med kontrollenheten ibland gick som vanlig skrot trots att det fanns lite elektronik kvar. Det var däremot otydligt ifall det i dessa verkstäder ingick någon eftersortering av skrotet efter insamling inför återvinning.

5.3 Design och tillverkning av pumpar

Eftersom pumpar är modulärt uppbyggda – vad gäller komponentval, konstruktion, storlek och material – finns ett mycket stort antal kombinationsmöjligheter för att anpassa en pump till en specifik applikation. En av de intervjuade pumpstillverkarna påpekade dessutom att många företag tillämpar interna föreskrifter kring materialkvalitet och standardisering, vilket innebär att pumpdesignen i hög grad blir kundspecifik och lösningsorienterad.

En central designparameter är att dimensionera pumpens storlek och kapacitet i relation till dess faktiska driftförhållanden för att minimera energianvändningen. Både Energimyndigheten (2024a) och Pumphandboken (2010) beskriver att en pumps energianvändning under driftfasen vida överstiger energianvändningen vid såväl tillverkning som återvinning. Detta är också skälet till att det, framför allt för mindre vatten- och cirkulationspumpar, finns EU-krav på energieffektivitet genom Ekodesigndirektivet. Det pågår diskussioner om att införa liknande krav för större pumpar och för andra medier än rent vatten, men några sådana krav finns ännu inte implementerade. Ekodesigndirektivet behandlas mer utförligt i nästa avsnitt.

Avseende omhändertagande av kritiska råmaterial vid tillverkningen så har det inte varit möjligt att bedöma utifrån de intervjuade parterna, detta eftersom de huvudsakliga källorna till kritiska råmaterial är komponenter som produceras hos underleverantörer till pumpstillverkarna, exempelvis delar till elmotorer, elektroniken till kontrollenheten och lager.

5.3.1 Ekodesigndirektivet

Vattenpumpars, elmotorers och cirkulationspumpars energieffektivitet regleras i Ekodesigndirektivet¹ och måste överstiga en lägsta nivå för att få säljas på EU-marknaden. Utgångspunkten för Ekodesigndirektivet är att produkter som presterar sämst på marknaden ur ett energiperspektiv successivt kommer att sällas bort. Det bör påpekas att Ekodesigndirektivet för pumpar endast appliceras på cirkulationspumpar och rotordynamiska vattenpumpar som pumpar rent vatten. Detta betyder att övriga industriella pumpar som pumpar andra vätskor än vatten inte ingår i detta direktiv om energieffektivitet. Dock omfattas fortfarande elmotorerna som används till pumparna av sina egna ekodesignkrav för effekter från 0,12 kW till 1000 kW (Energimyndigheten 2024a).

Det är värt att notera att elförbrukningen respektive energieffektiviteten i användningsfasen är den enda betydande ekodesignparametern för produktdesignen. Energiåtgången för produktion och återvinning av produkten regleras inte här.

Ekodesigndirektivet för pumpar omfattar i dag vattenpumpar för rent vatten samt cirkulationspumpar med en märkeffekt upp till 2,5 kW. Förordningen är utformad som ett prestandakrav snarare än ett teknikkrav. I praktiken innebär detta dock att många pumpar som omfattas av dessa krav använder synkronmotorer med permanentmagneter, vilka innehåller **kritiska råmaterial**, för att uppnå den energieffektivitet som krävs.

En av de intervjuade producenterna uppgav att i samband med tidigare skärpningar av Ekodesigndirektivet försvann många motortyper från marknaden och att det under en period var svårt att få tillgång till produkter som uppfyllde kraven. Respondenten uppgav också att det under de perioder då Kina haft restriktioner på export av sällsynta jordartsmetaller varit svårt att få tag på **neodym**-magneter. Om Ekodesigndirektivet skulle utvidgas till att även omfatta cirkulationspumpar med högre effekter eller pumpar för andra applikationer är det sannolikt att fler pumpar skulle komma att utrustas med permanentmagnetmotorer för att klara kraven på ökad energieffektivitet. Omfattningen och de aktuella volymerna av en sådan utveckling skulle dock vara helt beroende av hur ett utvidgat direktiv utformas, inklusive gränsvärden för motoreffekt samt vilka pumpkategorier och applikationer som omfattas.

Under 2024 ersattes Ekodesigndirektivet av Ekodesignförordningen (EU) 2024/1781 Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR). Vissa delar av direktivet fortsätter att dock att gälla tills vidare och alla referenser till Ekodesigndirektivet i annan lagstiftning ska anses referera till

¹ Måtten för energieffektivitet är MEI för vattenpumpar, EEI för cirkulationspumpar och IE-klassen för elmotorer

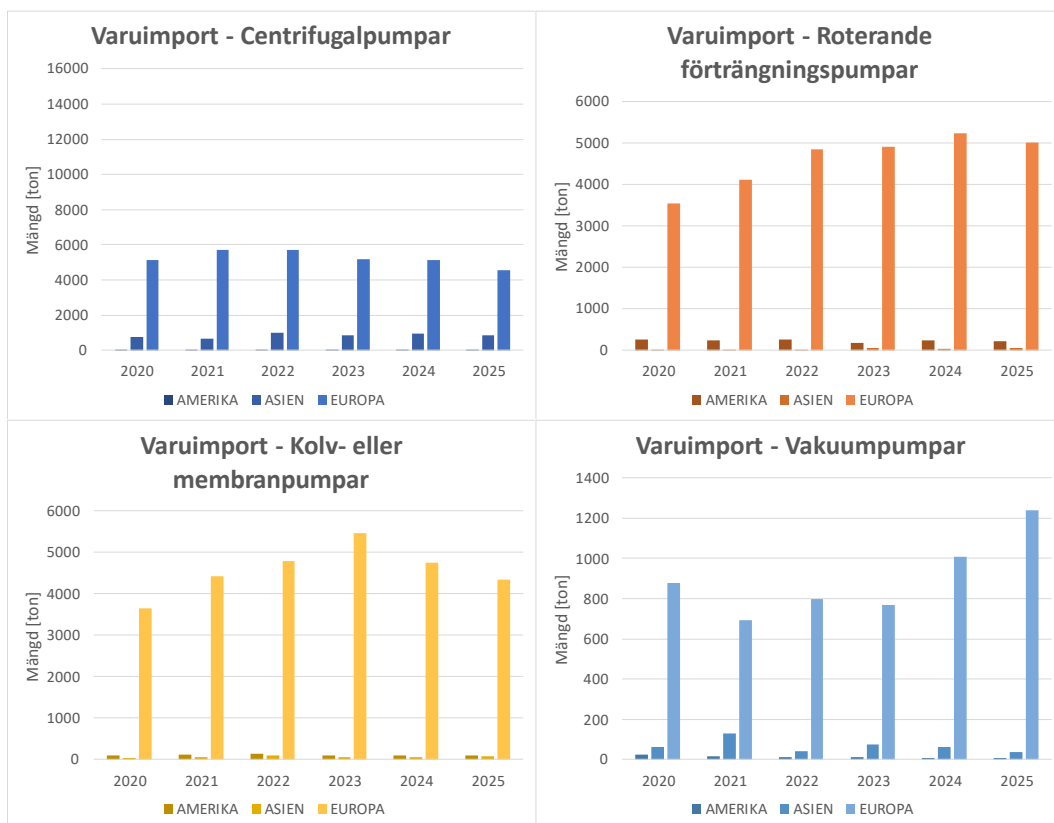
Ekodesignförordningen. Förordningen är en revidering och utvidgar det tidigare ekodesigndirektivet till att omfatta fler produkter (Energimyndigheten 2026). Krav på reparerbarhet kommer att införas i samband med översynen av produktförordningen för pumpar (se 5.7)

5.3.2 Produktion, import och export

Det förekommer en viss inhemsk produktion av pumpar, vilket även kan utläsas ur import- och exportdata som presenteras nedan. Intervjuerna genomfördes med både producenter som tillverkar pumpar i Sverige och producenter med produktion i Tyskland. Exempel på producenter som är aktiva i Sverige är Xylem (produktion i Sverige) samt KSB Sverige och Grundfos (produktion i Tyskland och Danmark m.fl.). Det är sannolikt dessa tre företag som bidrar mycket till import- och exportstatistiken.

Någon fullständig kvantifiering av produktionen i vikt har dock inte kunnat sammanställas, eftersom statistik för olika pumpkategorier saknas hos Statistiska centralbyrån (SCB). Däremot finns statistik tillgänglig avseende produktionsvärde i SEK. Exempelvis uppgick egen produktion av pumpar inom kategorin centrifugalpumpar (KN-nummer 841370) till cirka 3,6 miljarder SEK år 2024. Det är dock inte möjligt att utläsa var specifika komponenter eller ingående råmaterial har sitt ursprung.

Idag sker import av pumpar framför allt från Europa som ”avsändarland” enligt SCB. Detta gäller inom samtliga pumpkategorier: centrifugalpumpar, roterande förträngningspumpar, kolv- eller membranpumpar och vakuumpumpar, som alla är aktuella i industriella applikationer. Som går att utläsa från Figur 4 är den enda betydande importen av pumpar till Sverige bortsett från Europa från Asien och då inom kategorin centrifugalpumpar. Det finns även andra kategorier av pumpar som skulle kunna räknas in som industriella (ej pumpar som är till för bränslesystem för förbränningskolvsmotorer), såsom betongpumpar som vi lämnat utanför denna analys.



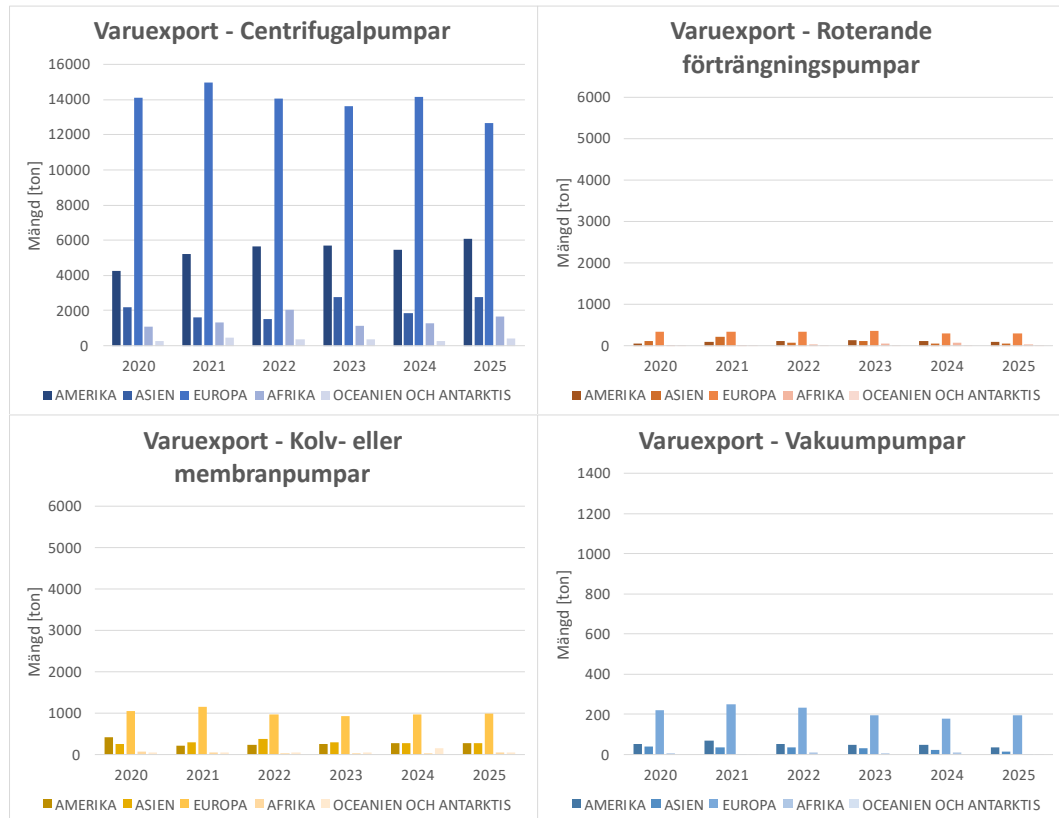
Figur 4. Importdata² från SCB inom olika pumpkategorier årsvis från regionerna Asien, Amerika och Europa. Inom dessa kategorier importeras pumpar framför allt från Europa och en betydligt mindre andel från Asien och då framför allt centrifugalpumpar. Amerika hade endast en ytterst liten andel av importen. Afrika och Oceanien+Antarktis är ej inkluderade då det inte sker betydande import inom dessa kategorier från dessa världsdelar. Notera att storlekarna på axlarna är olika för de olika kategorierna, men att de är i samma storlek som för export (Figur 5) för lättare jämförelse.

Det är viktigt att påpeka att statistiken från SCB inte omfattar delar eller komponenter till pumpar. Delar innehållande kritiska råmaterial skulle alltså kunna vara levererade från exempelvis Asien, men pumpen monteras i Europa för att sedan skickas till Sverige. Då skulle det i denna statistik rapporteras som att produkten kommer från Europa då det är ”avsändarlandet”.

SCB har ingen egen statistik för elmotorer som används till pumpar. Därför går det inte att dra några konkreta slutsatser utifrån importdata om var elmotorer till pumpar importeras ifrån och därför presenteras ingen data om detta.

² Utdrag från SCB januari 2020 – december 2025. Utdraget gäller för varor importerade under KN-nr. 841370 Centrifugalpumpar (exkl. handpumpar, pumpar enligt nr 8413 11 eller 8413 19, bränsle-, smörjmedels- eller kylmedelspumpar för förbränningskolvmotorer samt betongpumpar) 841360 Roterande förträngningspumpar (exkl. handpumpar, pumpar enligt nr 8413 11 eller 8413 19 samt bränsle-, smörjmedels- eller kylmedelspumpar för förbränningskolvmotorer) 841350 Kolv- eller membranpumpar (exkl. handpumpar, pumpar enligt nr 8413 11 eller 8413 19, bränsle-, smörjmedels- eller kylmedelspumpar för förbränningskolvmotorer samt betongpumpar) 841410 Vakuumpumpar

Med avseende på export av pumpar, se Figur 5, så exporteras det till störst utsträckning till andra länder inom Europa inom samtliga kategorier. Med avseende på centrifugalpumpar är Sverige nettoexportör då exporten vida överstiger importen av pumpar inom denna kategori. Inom de övriga kategorierna så är importen betydligt större än exporten.



Figur 5. Exportdata³ från SCB inom olika pumpkategorier årsvis från regionerna Asien, Amerika, Europa, Afrika samt Oceanien och Antarktis. Inom dessa kategorier exporterades framför allt centrifugalpumpar där Sverige är nettoexportör. Framför allt exporteras varor inom dessa kategorier till Europa, därefter Amerika och Asien i betydligt lägre utsträckning, följt av Afrika samt Oceanien och Antarktis till mycket liten utsträckning. Notera att storlekarna på axlarna är olika för de olika kategorierna, men att de är i samma storlek som för import (Figur 4) för lättare jämförelse.

5.4 Pumpen under användningsfasen

Pumpar av olika slag finns i nästan alla industrier för att exempelvis transportera flytande råvaror och produkter eller vatten för kylning och värmning. Man kan

³ Utdrag från SCB januari 2020 – december 2025. Utdraget gäller för varor exporterade under KN-nr. 841370 Centrifugalpumpar (exkl. handpumpar, pumpar enligt nr 8413 11 eller 8413 19, bränsle-, smörjmedels- eller kylmedelspumpar för förbränningskolvmotorer samt betongpumpar) 841360 Roterande förträngningspumpar (exkl. handpumpar, pumpar enligt nr 8413 11 eller 8413 19 samt bränsle-, smörjmedels- eller kylmedelspumpar för förbränningskolvmotorer) 841350 Kolv- eller membranpumpar (exkl. handpumpar, pumpar enligt nr 8413 11 eller 8413 19, bränsle-, smörjmedels- eller kylmedelspumpar för förbränningskolvmotorer samt betongpumpar) 841410 Vakuumpumpar

hitta pumpar nere i gruvor för att pumpa ut inläckande grundvatten eller vid kraftverk för att trycksätta vattnet i ångpannan. De kan användas för att tömma stora oljetankers på olja, transportera pappersmassa inom processen på pappersbruket eller pumpa runt vatten i stadens fjärrvärmenät. Överallt där vätskor förflyttas är det sannolikt en pump som åstadkommer detta arbete.

Pumpar av hög kvalitet som är korrekt dimensionerade och anpassade till det specifika mediet uppvisar i regel en mycket lång teknisk livslängd. Flera av de intervjuade beskrev fall där pumpar från 1930- och 1950-talet inkommit för service och därefter kunnat återföras till drift efter nödvändigt underhåll. Felaktig dimensionering, olämpligt materialval eller exponering för slitande medier kan däremot leda till markant reducerad livslängd och i vissa fall tidigt haveri. Ett av de mest extrema exemplen som framkom i intervjuerna var ett haveri som inträffade redan efter två månaders drift.

5.5 Service av pumpar

Som tidigare nämnts är pumpar uppbyggda på ett modulärt sätt, vilket underlättar demontering, inspektion och utbyte av komponenter som är skadade eller utslitna. Reparationer utförs antingen efter att ett fel har uppstått – vilket enligt de intervjuade vanligast innebär läckage från packningar – eller som en del av ett förebyggande underhållsprogram. Vid förebyggande underhåll byts komponenter med känd eller förväntad hög slitgrad oavsett deras aktuella skick. Denna strategi tillämpas framför allt i industriella verksamheter där oplanerade driftstopp medför betydande kostnader på grund av avbrott i produktionen. Valet mellan avhjälpande och förebyggande underhåll baseras således på en avvägning mellan risk och kostnad.

Det finns ett stort antal serviceverkstäder i Sverige, både sådana som är direkt knutna till pumptillverkare och fristående aktörer utan koppling till någon specifik producent. Dessa verkstäder utför service och reparationer antingen i sina egna faciliteter eller, i vissa fall, direkt ute på industrins anläggningar när driftförutsättningarna kräver det.

Enligt de intervjuade präglas pumpindustrin av långa produktionscykler, där en specifik pumpmodell ofta tillverkas under uppemot tre decennier. Utöver detta är det branschstandard för maskinleverantörer att tillhandahålla reservdelar under ytterligare tio år efter att produkten har avvecklats från sortimentet. Det är också ett vanligt krav i upphandlingar. Detta indikerar ett tydligt hållbarhetsperspektiv inom branschen, där möjligheten att ersätta enskilda komponenter vid service prioriteras framför att byta ut hela pumpen.

Äldre pumpar saknar i vissa fall både tekniska ritningar och tillgängliga reservdelar. Enligt de intervjuade förekommer det ändå att kunder efterfrågar

service av dessa pumpar, exempelvis när det är svårt att hitta en modern ersättningsmodell som passar i den befintliga installationen. Producenterna uppgav att utslitna komponenter, såsom pumphjul, kan 3D-skannas och därefter rekonstrueras digitalt. Efter mindre geometriska justeringar kan delarna tillverkas som 3D-printade metallkomponenter. Denna möjlighet gör det praktiskt och ekonomiskt rimligt att producera reservdelar i små serier eller som unika exemplar, utan att kostnaderna blir oskäligt höga.

5.6 Pumpen i slutet av dess tekniska livslängd

Enligt de intervjuade kasseras en pump i regel när kostnaden för service överstiger ungefär hälften av kostnaden för en ny pump. Det finns dock undantag, men tumregeln används ofta av säljare som ett praktiskt beslutsunderlag. Ett tydligt undantag som framkom under intervjuerna rör situationer med långa leveranstider på nya pumpar. I vissa fall kan leveranstiden för en ersättningspump vara avsevärt längre än för motsvarande reservdelar. Om pumpen är kritisk för processen kan det därför vara ekonomiskt motiverat att renovera pumpen, även när kostnaden närmar sig eller till och med överstiger priset på en ny enhet, för att minimera processens stilleståndstid. Som en av de intervjuade uttryckte det är det väldigt dyrt att bygga en hel pump endast utifrån reservdelar.

Utifrån intervjuerna var det inte möjligt att kvantifiera mängden pumpar som helt eller delvis kasseras i Sverige. Detta beror på att kasseringen sker hos många olika typer av aktörer, däribland producenter som erbjuder service, specialiserade serviceverkstäder som kasserar antingen i sina egna lokaler eller hos kund, samt användare som själva kasserar uttjänta pumpar hos återvinnare.

Avfallsströmmen från pumpar ser sannolikt också olika ut beroende på aktör. Den kan omfatta allt från separerade komponenter som uppkommer vid renovering till pumpar som kasseras i sin helhet.

5.7 Avfallsförebyggande och återanvändning

Som nämnts ovan designas en pump för en specifik uppgift och passar därför dåligt för de flesta andra uppgifter. Andrahandsvärdet av en fungerande pump är därför begränsad. Det förefaller också saknas en marknad för begagnade motorer till pumpar, men enligt intervjuerna kan användare och serviceföretag lagerhålla äldre men fungerande motorer och vissa reservdelar själva. Ett undantag utgörs emellertid av Grundfos som sedan flera år har ett samarbete med NIBE och som under 2022 levererade 10 000 cirkulationspumpar till NIBE utrustade med elmotorer med rotorerna som samlats in via Grundfos återtagssystem (Grundfos u.å.) (se 5.8). ABB har ett system för återtag av motorer och drivenheter (ABB 2024, ABB 2026) (se 5.8).

När Ekodesigndirektivet infördes hade det stort fokus på energieffektivisering, medan det nu är resurseffektivitet ur ett helhetsperspektiv som är eftersträvansvärt. Några styrmedel för ökad återanvändning, lång livslängd och/eller materialåtervinning av kritiska råmaterial saknas emellertid ännu. Krav på reparerbarhet kommer dock att införas i samband med översynen av produktförordningen för pumpar (Energimyndigheten 2024b).

På frågan om huruvida Miljöbalken används idag för att ställa krav på tillverkare att hushålla med kritiska råmaterial svarade Naturvårdsverket⁴ att Miljöbalkens portalparagraf om resurshushållning i olika sammanhang har diskuterats utifrån perspektivet avfallsförebyggande, men det görs inte idag. Det är inte tydligt vilka krav som skulle vara möjliga att ställa, men om det utreds skulle Naturvårdsverket till exempel kunna yttra sig i prövningar för att skapa sådan praxis, eller eventuellt vägleda tydligare om tillämpning av hänsynsreglerna i 2:5 MB.

5.8 Insamling och sortering

En pump som inte anses lämplig att repareras (framförallt av ekonomiska skäl) eller vars delar skall kasseras sorteras vanligtvis som skrot och elavfall och samlas in av kommersiella aktörer som Stena Recycling, RagnSells och Remondis. Mindre pumpar, såsom små cirkulationspumpar, pumpar med integrerade eller påmonterade motorer samt mindre motorer som inte kan eller är ekonomiskt försvarbara att reparera verkar vanligen sorteras som elavfall i sin helhet. När det gäller skrot är det vanligt att man sorterar järnhaltigt, icke-järnhaltigt och rostfritt skrot, men någon sortering i fraktioner med avseende på innehåll av kritiska råmaterial förekommer inte. Grundfos erbjuder emellertid ett återtagssystem av produkterna i flera produktserier. Innehavaren av pumpen som har nått slutet av sin livslängd kan lämna in den till sin lokala grossist eller beställa hämtning av den. Grundfos demonterar dem manuellt och omhändertar relevanta material och komponenter för återanvändning och/eller återvinning via för närvarande gängse avfallskategorier. Under 2025 hämtades 83 ton pumpar från företagets kunder (Grundfos 2026).

Utifrån majoriteten av de material som förekommer i pumpar finns det idag etablerade metoder och processer som gör metallåtervinning tekniskt möjlig och ekonomiskt motiverad. Detta gäller framför allt för separerade materialströmmar såsom rostfritt stål, **koppar** och **aluminium**, där återvinningen ofta kan motiveras av minskade skrotkostnader eller positiva skrotvärden hos producenter och servicebolag. Dessa materialströmmar från företag som hanterar pumpar sammanstrålar dessutom med motsvarande strömmar från andra industrier som använder liknande material, vilket bidrar till att uppnå volymer som är attraktiva

⁴ Daniel Berlin, Naturvårdsverket, e-post den 27 mars 2026

för återvinnare. Ett alternativ till sortering hos företagen själva är betald eftersortering hos återvinnaren, där metallerna sorteras ur grövre fraktioner.

I induktionsmotorer utgör **koppar**-lindningen den primära komponenten med innehåll av kritiskt råmaterial, medan permanentmagnetmotorer (PM-motorer) innehåller permanentmagneter, exempelvis baserade på **neodym** eller ferritiska magneter av olika kvaliteter som kan innehålla exempelvis **strontium**. I PM-motorer är permanentmagneterna monterade på rotorn, den roterande delen av elmotorn. En aktör i återvinningsbranschen beskriver att det för närvarande inte finns någon lönsamhet i återvinningen av neodym eftersom det, trots FoI-insatser, saknas tekniker som klarar demontering av permanentmagneter och priset på jungfrulig neodym är lågt, så lågt att återvinning inte kan försvaras i ett kommersiellt perspektiv.

Enligt Naturvårdsverkets vägledning för tillämpning av föreskrifterna (2018:11) om yrkesmässig lagring och behandling av elavfall som omfattas av producentansvar (Naturvårdsverket 2019) omfattas inte storskaliga, fasta installationer av WEEE-direktivet, men de omfattas av avfallsdirektivet. Även den europeiska WEEE-register-organisationen European WEEE registers network skriver i sina vägledningar (EWRN 2016) att exempelvis storskaliga, permanent installerade pumpar undantas från WEEE-direktivet.

Naturvårdsverket (2024) rapporterar att återvinning av elavfall sker både i Sverige och i norra Europa och att förbehandlingen, då farliga komponenter, som vissa batterier och kondensatorer, och värdefulla komponenter, som kretskort, plockas bort, sker i Sverige och i viss del i Norge. En stor del av elavfallet fragmenteras för att kunna återvinna metaller, plast och glas, antingen i Sverige eller i norra och centrala Europa, men en stor del andel kritiska råmaterial återvinns inte alls ur elektronikavfallet idag (Naturvårdsverket 2024). Naturvårdsverket⁵ meddelar att återvinningskrav som är specifika för olika material, inklusive kritiska råmaterial, kan få en central roll revideringen av WEEE-direktivet enligt EU-kommissionens underlag inför revideringen.

Enligt Naturvårdsverkets kartläggning av elavfallsströmmar enligt WEEE-direktivet (Naturvårdsverket 2026a) är det framför allt annat elavfall än konsumentelavfall som inte fångas in i dagens måluppföljning; aktörerna som behandlar annat elavfall än konsumentelavfall lämnar inte alltid in uppgifterna till producentansvarsregistret.

⁵ Daniel Berlin, Naturvårdsverket, e-post den 27 mars 2026

6 Existerande drivkrafter och beteenden för cirkularitet

I följande avsnitt ges en kort beskrivning av befintliga drivkrafter och beteenden för cirkularitet av industriella katalysatorer och pumpar via avfallsförebyggande, återanvändning och substitution.

6.1 Industriella katalysatorer

Catalyst-as-a-Service: En tjänstebaserad affärsmodell, brukar vara en bidragande faktor för att stimulera en cirkulär ekonomi. Affärsmodellen innebär generellt sett att leverantören/tillverkaren behåller ansvaret för produkten, säkerställer dess funktion och har ett återtag på förbrukad produkt, vilket gynnar möjligheterna till materialåtervinning genom att den aktör som har mest kunskap om produkten är den som utför, eller uppdrar åt annan att utföra, diverse livslängdsförlängande åtgärder och återvinning. I fallet med ädelmetallkatalysatorer verkar det här fungera mycket bra, och i olika litteratur beskrivs återvinningsgraden på ca 80–90% av metallerna. Att branschen redan har en etablerad tjänstebaserad affärsmodell för katalysatorer bör kunna gynna cirkularitet även för icke-ädelmetaller. Här behöver man inte ställa om till nya affärsmodeller, vilket kan vara utmanande för aktörerna i värdekedjan, utan vad som behövs är stimulans för att utveckla konkurrenskraftiga återvinningsprocesser och för att motverka låga ekonomiska incitament i konkurrens med (importerad) jungfrulig råvara.

Högvärdiga produkter: Katalysatorn är inget ”slit och släng”, varken för användare eller producenter. Industrin/användaren vill använda katalysatorn så länge som möjligt och regenererar på plats om det är möjligt utifrån förutsättningarna i produktionen. Särskilt för ädelmetaller, som har ett högt värde, finns det intresse för särskilt, återtag och aktörer som utför avancerad reaktivering och materialåtervinning med utvinning av CRM. Det verkar även finnas aktörer som reaktiverar och säljer katalysatorer med lägre kvalitet än nya och lösningar där nya kombineras med reaktiverade, men inom ramen för denna studie har det inte kunnat påvisas en tydligt fungerande marknad för detta. Det tyder dock på att om de ekonomiska incitamenten blir tillräckliga för att konkurrera med jungfrulig råvara, så finns det inom EU viss kapacitet för omställning och uppskalning till cirkularitet.

Global infrastruktur: Stora företag har vanligtvis interna globala försörjningsnätverk.

Nästa generations katalysatorer: Dessa utvecklas för att bli mer effektiva och mer motståndskraftiga mot exempelvis förgiftning, vilket ger en längre livslängd. De är dock mer komplexa, och kan bli svårare att återvinna selektivt.

6.2 Industriella pumpar

Produktkvalitet och service: Pumpar av hög kvalitet som är korrekt dimensionerade och anpassade till det specifika mediet och som får adekvat service uppvisar i regel en lång teknisk livslängd, med undantag för väldigt smutsiga och abrasiva flöden som sliter ut pumpar snabbt.

Eftermarknadshantering : Tillverkare tillhandahåller reservdelar under minst tio års tid efter att produkten, efter ett ofta långt liv i produktion, har avvecklats från sortimentet. Det finns alltså goda möjligheter att ersätta enskilda komponenter vid service.

Tjänsteutbud: Det finns ett stort antal företag i Sverige (fristående eller producentanknutna) som servar och reparerar industriella pumpar, antingen hos industrin eller i egna verkstäder. Många industrier har också egna sådana verkstäder, där en viss lagerhållning av reservdelar och fungerande elmotorer kan förekomma.

Alternativkostnad: Kostnaderna för ett längre driftstopp på grund av långa leveranstider för en ny pump kan ibland motivera en renovering med en komponent med kortare leveranstid och därmed kortare driftstopp. Dessutom är en producerande verksamhet väldigt obenägen att göra ändringar i ett fungerande system.

Additiv tillverkning: 3D-skanning och -printing av en utsliten komponent förekommer i installationer där det är svårt att hitta passande ersättare till en utsliten pump.

7 Hinder för ökad cirkularitet och prioriteringar

7.1 Industriella katalysatorer

I Tabell 6 beskrivs de identifierade hindren för cirkularitet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer. De bedöms som prioriterade eller icke prioriterade baserat på rådighet, huruvida de är lämpliga att lösa med statlig intervention, om kommande eller befintlig styrning saknas, om allvarliga brister finns i befintlig styrning samt om hindret har potential att minska i närtid.

Tabell 6 Industriella katalysatorer – hinder med motivering för prioritering. (CRM = kritiska råmaterial)

Beskrivning av hinder		Prioritering, motivera
Avfallsförebyggande, återanvändning och substitution	Efterfrågan på katalysator med lägre andel CRM, eller substituerat till mindre kritisk, drivs av råvarukostnaden, inte av miljöhänsyn eller annan extern styrning. För att stödja efterfrågan från användare till tillverkare kan man skapa incitament genom både stödjande och tvingande åtgärder.	Prioriterat. Nationell rådighet finns för åtgärder riktade till svenska aktörer, vilket primärt är användare av katalysatorer. Dessa aktörer kan bidra till en ökad efterfrågan på andra typer av katalysatorer, och på vis stödja utvecklingen av nya katalysatorer som bättre uppfyller målet om ökad cirkularitet av kritiska råmaterial. Statlig intervention kan vara lämpligt för att stödja utvecklingen där marknaden inte har tillräckliga ekonomiska incitament för att själva arbeta för att uppnå samhällsmålet om ökad cirkularitet och ett minskat importberoende (från icke-EU land) av CRM.
	En industriell katalysator har utvecklats för unika förutsättningar, vilket hindrar återanvändning hos annan användare som en prioriterad cirkulär strategi. Det förekommer dock att aktörer reaktiverar och säljer till nya användare, men det saknas information om hur stor marknaden är.	Ej prioriterat. Aktörer som reaktiverar finns primärt utanför den svenska marknaden.
	Återvunnen CRM-råvara i katalysatorer har ingen tydlig nytta för användaren av katalysatorer och det verkar därför saknas incitament för användaren att efterfråga återvunnen CRM-råvara vid köp av katalysatorer. En ökad efterfrågan skulle stödja marknaden att utveckla materialåtervinning, men det behövs åtgärder för att tillföra en nytta till användaren.	Prioriterat. Nationell rådighet finns för att skapa incitament till svenska aktörer, vilket primärt är användare av katalysatorer, för att stödja efterfrågan av återvunnen CRM-råvara i katalysatorer.
	Användning av återvunnen råvara vid tillverkning av katalysatorer saknar externa krav/styrning och verkar endast styras av ekonomiska incitament.	Ej prioriterat. Låg nationell rådighet, dock lämpligt för statlig intervention i EU-samverkan.

Beskrivning av hinder		Prioritering, motivera
Ökad insamling, sortering och återvinning	<p>Industriella katalysatorer utvecklas för unika förutsättningar och materialsammansättningen uppvisar en mycket stor variation. CRM ingår generellt sett i låga halter och är inbäddat på ett komplext sätt i katalysatorerna. Ökad insamling och sortering skulle kräva hantering av mycket små flöden och sannolikt långa lagringstider. För att utvinna CRM krävs dessutom hög grad av specialiserade återvinningssystem och processer samt kunskap om innehållet. Katalysatorernas unika karaktär, samt att materialsammansättningen har ett starkt IP-skydd, hindrar möjligheten att utforma ett system för insamling, sortering och bearbetning för materialåtervinning, baserad på en affärslogik för open loop recycling, vilket oftast råder för avfallshantering.</p>	<p>Ej prioriterat.</p> <p>Nuvarande styrning/regelverk är inte utformat för särskilda katalysatorflöden baserat på specifika CRM. Att införa ett sådant system i Sverige skulle innebära en ökad börda på näringslivet, och sannolikt utan att ge någon större nytta i form av ökad materialåtervinning. Denna studie indikerar att det saknas avsättning till materialåtervinning för annat än ädelmetallkatalysatorer, men det har inte kunnat påvisas entydiga resultat (se nedan beskrivet hinder).</p> <p>Katalysatorernas unika karaktär och sekretess kring materialsammansättningen gör att closed loop recycling kan vara att föredra. Branschens erfarenheter av catalyst-as-a-service kan också vara en drivkraft till utveckling av materialåtervinning enligt closed loop.</p> <p>OBS! Om samma hinder finns för andra produktkategorier och är prioriterat att lösa på grund av hög nationell rådighet, kan flöden från uttjänta katalysatorer bli stödjande i framväxten av en nationell hantering för materialåtervinning. Denna studie har dock inte omfattat att utreda om det finns andra avfallsflöden som är lämpliga för konsolidering med uttjänta katalysatorer, men är något som Naturvårdsverket möjligen kan undersöka inom ramen för regeringsuppdraget.</p>
	<p>Välfungerande system för materialåtervinning (med utvinning av CRM) verkar bara finnas delvis utvecklat. För katalysatorer innehållande ädelmetaller finns välfungerande closed loop recycling, som drivs av tydliga ekonomiska incitament. För andra CRM än ädelmetaller har det inte kunnat påvisas lika tydligt att välfungerande system för materialåtervinning finns. Det finns återvinningsaktörer inom EU, men det saknas uppgifter om återvinningsgrader för annat</p>	<p>Prioriterat.</p> <p>Det finns nationell rådighet för åtgärder som syftar till fördjupad analys och att efterfråga information från myndigheter i andra EU-länder för att kunna dra bättre slutsatser om funktionaliteten av materialåtervinningssystemet och de faktiska bristerna i systemet. Det prioriterade hindret är i första hand av informativ karaktär och bör kunna lösas i närtid.</p>

Beskrivning av hinder	Prioritering, motivera
<p>än ädelmetaller. Sannolikt är det inte en fråga om tekniska hinder för closed loop recycling, utan att det i dagsläget saknas tillräckliga ekonomiska incitament för annat än ädelmetaller och det blir svårt att konkurrera med priset på jungfruliga råvaror. Studien har dock inte gett entydiga resultat och har inte heller kunnat visa omfattningen på flöden av uttjänta katalysatorer som inte efterfrågas eller tillgängliggörs för materialåtervinning. Av den anledningen är det svårt att dra slutsatser om de faktiska brister som föreligger i systemet för materialåtervinning. Här finns ett hinder av informativ karaktär, vilket behöver lösas för att därefter kunna föreslå verkningfulla åtgärder för att utveckla ett välfungerande system för materialåtervinning och förstå Sveriges roll.</p>	<p>För åtgärder som syftar till att motverka faktiska brister i systemet behövs ett samarbete inom EU för att nå olika aktörsled.</p>
<p>Befintliga EWC-koder för uttjänta katalysatorer är inte tillräckligt omfattande för att kunna sortera efter innehållet av specifika CRM.</p>	<p>Ej prioriterat. Låg nationell rådighet, måste lösas EU-gemensamt.</p>
<p>Uttjänta industriella katalysatorer hanteras primärt som farligt avfall, på grund av inneboende egenskaper eller föroreningar. Materialåtervinning kan ändå utföras, men sker i välutvecklade och specialiserade återvinningsprocesser samt av aktörer med tillstånd för hantering av farligt avfall. Dessa aktörer finns primärt utanför Sverige, vilket gör att avfallet måste exporteras. Administrationen kring gränsöverskridande transport av farligt avfall är omfattande och tidskrävande, och ej heller helt lika mellan olika EU-länder. För avfallsproducenten kan den administrativa bördan vara ett större hinder än nyttan (ekonomisk ersättning för ädelmetallerna) som återvinning i ett specifikt flöde ger.</p>	<p>Prioriterat. Hög nationell rådighet för att inom ramarna för befintligt regelverk stödja svenska aktörer i frågor kring administrationen gällande farligt avfall och gränsöverskridande transporter. (Eventuella regelförändringar måste dock harmoniseras inom EU och blir därmed en större fråga.)</p>
<p>Bristande kunskap hos både användare och återvinnare om produkter/utrustning, inkl. ingående komponenter och ämnen, vilket leder till att produkter innehållande katalysatorer inte blir</p>	<p>Prioriterat. Det finns hög nationell rådighet att arbeta med kunskaphöjande insatser i syfte att stödja en ökad demontering utrustning och separat</p>

Beskrivning av hinder	Prioritering, motivera
<p>demonterade och därmed till att katalysatormaterialet inte blir separat utsorterat. Följden blir att CRM blir utspritt i olika avfallsflöden, sannolikt primärt metallskrot, där processen inte är optimerad för utvinning av olika CRM. Det kan också leda till att avfall med miljö- och hälsorisker inte hanteras korrekt. Detta hinder gäller primärt när användaren inte är aktiv i hantering av katalysatorn, exempelvis genom regelbunden funktionskontroll eller utbyten, och därmed kan sakna kännedom om innehållet i utrustningen.</p>	<p>utsortering av inbyggda katalysatorer. Genom att katalysatormaterialet sorteras ut ökar möjligheten till materialåtervinning.</p>
<p>Det finns ett tydligt informationsgap om vilka CRM och mängder (i användningen katalysatorer) som används på den svenska marknaden. Statistik över handelsflödet (import/export) av produkter och avfall finns delvis, men är långt ifrån heltäckande och inte sökbar till specifika CRM. Det finns stora osäkerheter i statistik på EWC-koder (uppkomst och export av avfall) och inte heller möjligt att spåra specifika CRM. Området är också omgärdat av en hög grad av sekretess från tillverkare, vilket hindrar möjligheten att få en tydlig bild av flödet och spårbarheten till innehåll av CRM.</p>	<p>Prioriterat. Låg nationell rådighet för att lösa helheten, men i samarbete inom EU blir rådigheten för att genomföra förändringar för att öka tillgången till statistik över flödet av kritiska råmaterial hög. Hög nationell rådighet finns för att tillsammans med andra svenska myndigheter utreda vilken data som finns tillgänglig genom att kombinera olika datakällor, inklusive de källor som hanterar produktinformation under sekretess.</p>

7.2 Industriella pumpar

I Tabell 7 beskrivs de identifierade hindren för cirkularitet av kritiska råmaterial i industriella pumpar. De bedöms som prioriterade eller icke prioriterade baserat på rådighet, huruvida de är lämpliga att lösa med statlig intervention, om kommande eller befintlig styrning saknas, om allvarliga brister finns i befintlig styrning samt om hindret har potential att minska i närtid.

Tabell 7 Industriella pumpar - hinder med motivering för prioritering (CRM = kritiska råmaterial)

Beskrivning av hinder	Prioritering, motivera	
Avfallsförebyggande, återanvändning och substitution	<p>1. Pumpar är modulärt uppbyggda och anpassas till en specifik applikation - de är alltså i hög grad kundspecifika. Det finns därför inte någon större andrahandsmarknad för pumpar.</p>	<p>Ej prioriterad. Initiativ för styrning av andrahandsmarknaden eller incitament för ökad efterfrågan på denna bedöms inte nämnvärt kunna bidra till ökad cirkularitet av industriella pumpar i närtid eftersom behov och utbud sällan skulle matcha varandra.</p>
	<p>2. Förebyggande underhåll är ett vedertaget sätt att undvika oplanerade driftstopp, något som all producerande verksamhet vill förhindra. Den innebär ibland att CRM-innehållande komponenter med känt eller förväntat högt slitage byts ut oavsett aktuellt skick. Det saknas emellertid metoder och standarder för kvalitetssäkring av sådana begagnade komponenter, vilket krävs för att eventuellt kunna låta dem gå in i en ny produkt.</p>	<p>Ej prioriterad. Standardisering är ofta tidskrävande och brukar inte genomföras via statlig intervention. Eventuella initiativ för standardisering av kvalitetssäkring i återtillverkning bör drivas av näringslivet. Därutöver finns begränsningar i potentialen för återtillverkning som hör ihop med punkt 1.</p>
	<p>3. Substitution av innehållet av CRM i pumpar strider mot nuvarande krav på/önskemål om design och energieffektivitet.</p>	<p>Ej prioriterad. EU:s nuvarande ekodesignkrav gör energieffektivitet till en viktig designparameter, men omöjliggör alternativa eller kompletterande nationella designkrav.</p>
	<p>4. Kostnaden för service av en gammal pump kan vara hindrande – i stället köps en ny.</p>	<p>Prioriterad Det bör finnas möjligheter att via nationell finansiering ge stöd till utvecklings- och demonstrationsprojekt som testar och utvärderar värdet av "product-as-a-service" för industriella pumpar. Åtgärden bedöms kunna ge en viss potential för ökad cirkularitet av CRM i närtid, men pumpar har i allmänhet långa livslängder varför omsättningen är låg.</p>

Beskrivning av hinder	Prioritering, motivera	
Ökad insamling, sortering och bearbetning för materialåtervinning	<p>5. Elmotorer går ofta som elavfall och krossas varpå den största källan till CRM i en industriell pump, elmotorn, förlorar sitt värde.</p>	<p>Prioriterad Eftersom stora installationer som industriella pumpar inte ingår i WEEE bör det finnas nationell rådighet att reglera återvinningen av dessa. Beroende på utformning finns möjligheter att öka cirkulariteten i närtid, även om just industriella pumpar har långa livslängder. Bör kombineras med punkt 6 och 7.</p>
	<p>6. Det är svårt och arbetsintensivt att demontera och separera permanentmagneter (innehåller CRM) eftersom de är väldigt inbyggda i vissa motorer. Det är också avsevärda krafter som ska övervinnas i demonteringen varför den också är farlig utan rätt teknik och arbetsmiljö.</p>	<p>Prioriterad. Det finns nationell rådighet, och det bör finnas möjligheter för ett statligt program för att finansiera tjänsteutveckling och investeringsstöd. Låg potential för ökad cirkularitet av CRM i närtid. Bör kombineras med punkt 5 och 7.</p>
	<p>7. Tekniker, metoder och utrustning för demontering och separation av permanentmagneter är outvecklade.</p>	<p>Prioriterad Enligt Bergfald (2024) finns det outnyttjad återvinningskapacitet i Europa för neodym från skrotade magneter, vilket beror på flaskhalsar i insamling och sortering av magneter, varför riktade nationella FoU-insatser i utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter bör prioriteras. (De betydligt större volymerna av elmotorer från skrotning av elbilar som väntas inom några år ger också motiv till sådana satsningar.) Låg potential för ökad cirkularitet i närtid eftersom tekniker och metoder tar tid att bygga upp. Bör kombineras med punkt 5 och 6.</p>
	<p>8. Arbetsinsatsen för att demontera pumpar och särskilt CRM-innehållande men mindre komponenter (lager, packningar) är hög och svår att motivera eftersom många pumpar är integrerade och innehåller endast lite CRM. Dessutom saknas efterfrågan på många sekundära CRM-flöden (se punkt 10).</p>	<p>Ej prioriterad. Det finns nationell rådighet, men en statlig intervention för ökad demontering och sortering för särskilt CRM-innehållande men mindre komponenter från just industriella pumpar bedöms ge liten cirkularitetshöjande effekt per satsad krona. Kan vara aktuell om fler produktgrupper</p>

Beskrivning av hinder		Prioritering, motivera
		omfattas och i kombination med efterfrågestimulerande åtgärder för återvunnet CRM-material (se punkt 10).
	9. Befintliga EWC-koder för avfall från elektrisk och elektronisk utrustning är inte utformade för att kunna sortera efter innehållet av specifika CRM från pumpar och deras motorer. Utrustningen tas därför inte omhand för bästa CRM-återvinning. Dessutom saknas efterfrågan på många sekundära CRM-flöden (se punkt 10).	Ej prioriterad. Den nationella rådigheten är låg. Insatser bör ske gemensamt inom EU. I övrigt samma motivering som punkt 8 ovan
	10. Det saknas efterfrågan på många sekundära CRM-flöden, eftersom det för närvarande inte är ekonomiskt (återvinning är dyrare än nytvinning) eller marknadsmässigt (marknaden frågar inte efter återvunnen råvara) intressant.	Ej prioriterad. Den nationella rådigheten är låg, effekten av statlig intervention mycket begränsad.
Övergripande (samma som för industriella katalysatorer)	11. Det finns ett tydligt informationsgap om vilka CRM och i vilka mängder som förekommer i industriella pumpar på den svenska marknaden. Statistik över utrikeshandeln (import/export) av produkter och avfall finns delvis, men är långt ifrån heltäckande och inte sökbart till specifika CRM. Det finns stora osäkerheter i rapporteringen av elavfall (se Naturvårdsverket 2026), i statistik på EWC-koder (uppkomst och export av avfall), och det är inte heller möjligt att spåra specifika CRM. Informationsgapet försvårar för myndigheter och marknader att vidta kostnads- och resurseffektiva åtgärder.	Ej prioriterad. Den nationella rådigheten är låg. Insatser bör ske gemensamt inom EU. Utrymmet för statlig intervention är litet.

8 Åtgärdsförslag för ökad cirkularitet

8.1 Tidigare arbeten

I en forskningsöversikt från Riksdagsförvaltningens utvärderings- och forskningssektariat (Sveriges Riksdag 2022) ges en bild av kunskapsläget när det gäller Sveriges tillgång till innovationskritiska metaller och mineral från brytning, sekundäravfall och återvinning. I översikten belyses också forskningsrön som rör styrmedel och teknik för åtkomst av innovationskritiska metaller och mineral via återvinning. Några av de slutsatser som dras med avseende på framgångsfaktorer för val och utformning av styrmedel för återvinning är att kombinationen av styrmedel med två olika men viktiga incitament har visat sig framgångsrikt, nämligen kombinationen av en outputeffekt (t ex skatt eller avgift på de produkter som genererar avfall i senare led) och en substitutionseffekt (t ex tillhandahållande av infrastruktur för återlämning och/eller krav på sortering). Producentansvars- och pantsystem ger upphov till både en output- och en substitutionseffekt, och det bör, enligt författarna, finnas utrymme för att utveckla sådana system vidare i Sverige. Det ges också exempel på cirkulära affärsmodeller, bland annat från industriella katalysatorer, där användare av produkter som innehåller innovationskritiska material behåller äganderätten över materialet som omhändertas av en återvinnare, vilket skapar incitament för förbättrad produktdesign och minskar företagets exponering för kraftiga variationer i materialpriser. Slutligen framhåller forskningen vikten av pilot- och demoanläggningar för att främja teknikutvecklingen för återvinning, offentlig upphandling som föregångare och plattformar för aktörssamverkan.

I Nordic Innovation (2024) diskuteras potentiella åtgärder och instrument som bör övervägas när man formulerar en nationell strategi för hur man ska nå EU:s mål för återvinning av kritiska råmaterial, såsom anges i Critical Raw Materials Act. Huvudmålet med denna strategi bör vara att bygga robusta värdekedjor för återvinning av enskilda kritiska råmaterial, även om det inte anses realistiskt att bygga återvinningskapacitet för alla kritiska råmaterial inom de nordiska länderna. I stället bör ett partnerskap för fördelning av återvinningsansvaret för alla kritiska råmaterial eftersträvas med europeiska länder utanför Norden för att säkerställa en nödvändig skala för återvinningskapaciteten som kan uppnå kostnads konkurrenskraft med liknande industrier utanför Europa. Strategin bör dock syfta till att bygga system för insamling och sortering av återvinningsbara avfallsströmmar för alla enskilda kritiska råmaterial i varje nordiskt land. Följande fem kriterier anses avgörande för att framgångsrikt bygga dessa värdekedjor:

1. Ett system som gör det möjligt att identifiera avfallsströmmar med potential för återvinning av kritiska råmaterial.
2. Ett system för kostnadseffektiv insamling av avfallsströmmar med potential för återvinning av kritiska råmaterial.
3. Ett system för att separera material berikade med kritiska råmaterial från andra material i avfallsströmmen.
4. En återvinningsteknik som möjliggör återvinning av alla relevanta kritiska råmaterial till acceptabla återvinningsgrader.
5. Marknadsförhållanden som är ekonomiskt hållbara för alla länkar i värdekedjan

Sedan EU publicerade den första CRM-listan 2011 har ytterligare kritiska råmaterial lagts till. Nationella program som krävs enligt Critical Raw Materials Act (CRMA) bör ta hänsyn till och ge beredskap för ytterligare kritiska råmaterial som kan komma att läggas till i framtiden. Det är också viktigt att ta hänsyn till förväntade tekniskiften som kan förändra sammansättningen av kritiska råmaterial och produkter som följer dessa skiften.

8.2 Industriella katalysatorer

För de prioriterade hindren i Tabell 6 har olika handlingsalternativ tagits fram. Vägledande för formulering av dessa har varit att formulera vad som skulle behöva göras för att åtgärda hindret och för varje hinder finns minst ett handlingsalternativ med nationell rådighet. I flera fall är det dock tydligt att hindret inte kan lösas på ett effektivt sätt genom enbart nationella åtgärder och det presenteras även förslag som måste genomföras i samarbete mellan olika EU-länder. Prioriterade hinder och handlingsalternativ har också diskuterats vid rundabordssamtal med branschaktörer och berörda myndigheter. I Tabell 8 presenteras handlingsalternativen översiktligt med koppling till respektive hinder.

Tabell 8 Prioriterade hinder med handlingsalternativ för industriella katalysatorer (CRM = kritiska råmaterial)

Prioriterat hinder		Handlingsalternativ
Avfallsförebyggande, återanvändning och substitution	Efterfrågan på katalysator med lägre andel eller återvunnen CRM, eller substituerat till mindre kritisk, drivs av råvarukostnaden, inte av miljöhänsyn eller annan extern styrning. För att stödja efterfrågan från användare till tillverkare kan man skapa incitament genom både stödjande och tvingande åtgärder.	Införa krav för tillståndspliktiga verksamheter att i miljökonsekvensbeskrivningen beskriva användningen av kritiska råmaterial och att analys görs av möjlighet till substitution, regenerering och materialåtervinning. Ett liknande exempel finns för resurshushållning (Miljöbalken 2 kap. 5§ och 6 kap. 35§)
		Stödja forskning och innovation för design och utveckling av katalysatorer, där låg andel CRM, lång livslängd, möjlighet att regenerera och återvinna är prioriterat. Koppla till strategiska projekt enligt CRMA
	Återvunnen CRM-råvara i katalysatorer har ingen tydlig nytta för användaren av katalysatorer och det verkar därför saknas incitament för användaren att efterfråga återvunnen CRM-råvara vid köp av katalysatorer. En ökad efterfrågan skulle stödja marknaden att utveckla materialåtervinning, men det behövs åtgärder för att tillföra en nytta till användaren.	Införa ekonomiska incitament till användare som kan påvisa att de använder katalysator med återvunnen CRM. Åtgärden främjar en ökad efterfråga på verifierad återvunnen CRM och stödjer utveckling av marknaden även för andra CRM än ädelmetaller. Åtgärden kan genomföras med riktade insatser på nationell nivå, genom exempelvis skatteavdrag. Verka för införande av krav på användning av återvunnen CRM-råvara i produktionen av katalysatorer. Det skulle exempelvis kunna göras genom ett kvotpliktssystem. Den här åtgärden verkar på aktörer som primärt finns utanför Sverige, och måste göras gemensamt med andra länder.
Ökad insamling, sortering och bearbetning för materialåtervinning	Välfungerande system för materialåtervinning (med utvinning av CRM) verkar bara finnas delvis utvecklat. För katalysatorer innehållande ädelmetaller finns välfungerande closed loop recycling, som drivs av tydliga ekonomiska incitament. För andra CRM än ädelmetaller har det inte kunnat påvisas lika	Naturvårdsverket bör fördjupa analysen av funktionaliteten i materialåtervinningssystemet, med särskilt fokus på industriella katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller. Information bör efterfrågas från relevanta myndigheter i andra EU-länder, primärt de länder som har primärproducenter av katalysatorer och de som

Prioriterat hinder	Handlingsalternativ
<p>tydligt att välfungerande system för materialåtervinning finns. Det finns återvinningsaktörer inom EU, men det saknas uppgifter om återvinningsgrader för annat än ädelmetaller. Sannolikt är det inte en fråga om tekniska hinder för closed loop recycling, utan att det i dagsläget saknas tillräckliga ekonomiska incitament för annat än ädelmetaller och det blir svårt att konkurrera med priset på jungfruliga råvaror. Studien har dock inte gett entydiga resultat och har inte heller kunnat visa omfattningen på flöden av uttjänta katalysatorer som inte efterfrågas eller tillgängliggörs för materialåtervinning. Av den anledningen är det svårt att dra slutsatser om de faktiska brister som föreligger i systemet för materialåtervinning. Här finns ett hinder av informativ karaktär, vilket behöver lösas för att därefter kunna föreslå verkningsfulla åtgärder för att utveckla ett välfungerande system för materialåtervinning och förstå Sveriges roll.</p>	<p>är primära mottagare av uttjänta katalysatorer, för att få tillräckligt underlag för analys av de faktiska bristerna systemet.</p> <p>Det är dock sannolikt att det kommer att behövas åtgärder för att stödja marknaden i utveckling av systemet för materialåtervinning, men dessa bör tas fram sekundärt efter en fördjupad analys av materialåtervinningsmarknaden i en EU-kontext. Sådana åtgärder behöver riktas till flera aktörsled och vara en kombination av stödjande och styrande för att ge effekt i materialåtervinningssystemet.</p> <p>Införande av åtgärder som stödjer en ökad efterfrågan på materialåtervinning av uttjänta katalysatorer.</p> <p>Exempelvis genom införande av ekonomiska incitament riktade till användaren av katalysatorer, för hantering som leder till materialåtervinning och det kan påvisas. Åtgärden kan vara riktad till andra typer än ädelmetallkatalysatorer.</p> <p>Införa ekonomiska incitament till användare som kan påvisa att de använder katalysator med återvunnen CRM. Ökad efterfrågad på verifierad återvunnen CRM, stödjer utveckling av marknaden för andra CRM än ädelmetaller och ger starkare ekonomiska incitament för closed loop recycling.</p>
<p>Uttjänta industriella katalysatorer hanteras primärt som farligt avfall, p.g.a inneboende egenskaper eller föroreningar. Materialåtervinning kan ändå utföras, men sker i välutvecklade och specialiserade återvinningsprocesser samt av aktörer med tillstånd för hantering av farligt avfall. Dessa aktörer finns primärt utanför Sverige, vilket gör att avfallet måste exporteras. Administrationen kring gränsöverskridande transport av farligt avfall är omfattande och tidskrävande, och ej heller helt lika mellan olika EU-länder. För avfallsproducenten kan den</p>	<p>Genomföra åtgärder såsom rådgivning och vägledning för att inom ramarna för befintligt regelverk stödja svenska aktörer med frågor kring administrationen gällande farligt avfall och gränsöverskridande transporter, i syfte att stödja att materialet omhändertas via materialåtervinning.</p>

Prioriterat hinder	Handlingsalternativ
<p>administrativa bördan vara ett större hinder än nyttan (ekonomisk ersättning för ädelmetallerna) som återvinning i ett specifikt flöde ger.</p>	
<p>Bristande kunskap hos både användare och återvinnare om produkter/utrustning, inkl. ingående komponenter och ämnen, leder till att produkter innehållande katalysatorer inte blir demonterade och därmed till att katalysatormaterialet inte blir separat utsorterat. Följden blir att CRM blir utspritt i olika avfallsflöden, sannolikt primärt metallskrot, där processen inte är optimerad för utvinning av olika CRM. Det kan också leda till att avfall med miljö- och hälsorisker inte hanteras korrekt. Detta hinder gäller primärt när användaren inte är aktiv i hantering av katalysatorn, exempelvis genom regelbunden funktionskontroll eller utbyten, och därmed kan sakna kännedom om innehållet i utrustningen.</p>	<p>Information och utbildningsinsatser riktade till användare och återvinnare för att stödja demontering och separat hantering av katalysatorer.</p> <p>Verka för införande av krav på design för demonterbarhet och demontering för att separera katalysator från metallskrot.</p> <p>Verka för införande av krav kring information om innehåll av CRM i olika källor till produktinformation. Exempelvis Säkerhetsdatablad, CE-märkning, Digitala Produktpass. Behöver utredas var det bäst införs och på vilket sätt. Beakta behovet av sekretess</p>
<p>Det finns ett tydligt informationsgap om vilka CRM och mängder (i användningen katalysatorer) som används på den svenska marknaden. Statistik över handelsflödet (import/export) av produkter och avfall finns delvis, men är långt ifrån heltäckande och inte sökbar till specifika CRM. Det finns stora osäkerheter i statistik på EWC-koder (uppkomst och export av avfall) och inte heller möjligt att spåra specifika CRM. Området är också omgärdat av en hög grad av sekretess från tillverkare, vilket hindrar möjligheten att få en tydlig bild av flödet och spårbarheten till innehåll av CRM.</p>	<p>Införa krav på rapportering av användning av CRM-innehållande material och avfallshantering. Exempelvis via miljötillstånd och miljörapporter. Kan kompletteras med tillsynsåtgärder. (Se även åtgärdsförslag om nya krav i miljökonsekvensbeskrivningen för tillståndspliktiga verksamheter.)</p> <p>Verka för införande av krav kring information om innehåll av CRM i olika källor till produktinformation. Exempelvis Säkerhetsdatablad, CE-märkning, Digitala Produktpass. Behöver utredas var det bäst införs och på vilket sätt. Beakta behovet av sekretess.</p> <p>Samarbeta med andra svenska myndigheter för att ta fram information om användning på den svenska marknaden. Det bör utredas om information som finns utspridd i olika datakällor går att sammanlänka. För katalysatorer</p>

Prioriterat hinder		Handlingsalternativ
		<p>är Kemikalieinspektionen en särskilt viktig myndighet och Produktregistret kan vara en viktig källa till information. Informationen är omfattad av sekretess, och det bör utredas om information om CRM kan bli undantagen sekretesskravet.</p> <p>Verka för bättre statistik kartlagda flöden för ökad transparens om flödet av CRM inom EU. En viktig stödjande åtgärd för att lägga grunden för ökad återvinningskapacitet.</p>

En översiktlig analys av genomförbarhet och förväntad effekt av presenterade handlingsalternativ visar att:

- en del handlingsalternativ bör genomföras sekundärt till annat handlingsalternativ.
- flera handlingsalternativ bidrar gemensamt till att motverka hinder. Att genomföra ett enskilt handlingsalternativ som fristående åtgärd ger sannolikt en mycket begränsad effekt och bör istället genomföras samtidigt med andra åtgärder.
- flera handlingsalternativ på nationell nivå sannolikt behöver kombineras med åtgärder som utförs i samarbete mellan olika EU-länder för att tydligt bidra till ökad cirkularitet.
- ett och samma handlingsalternativ kan bidra till att motverka flera av de prioriterade hindren
- flera av handlingsalternativen primärt är av informativ karaktär

Med hänsyn till ovanstående har handlingsalternativen grupperats under rubrikerna nedan, för att tydliggöra vem förslaget riktar sig till och vilket problem de avser att lösa. Under dessa rubriker har några av handlingsalternativen slagits samman och beskrivs inom ett och samma åtgärdsförslag. Beskrivningen innehåller även en prioritering som görs utifrån en bedömning av nationell rådighet, förväntad effekt, kostnadseffektivitet, industrins behov av råmaterial och påverkan på försörjningstrygghet samt diskussioner under rundabordssamtal. I urval och utformning av åtgärdsförslagen har hänsyn även tagits till huruvida förslaget innebär en implementering av artikel 26 på miniminivå.

8.2.1 Ökad kunskap och information

Denna studie har visat att det finns tydliga brister vad gäller tillgång till data och information om flödet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer på den svenska marknaden. Av den anledningen har det tagits fram ett antal handlingsalternativ för att motverka bristen på information. Dessa handlingsalternativ, som i första hand är av informativ karaktär bör genomföras före flera andra åtgärder, då utfallet av en fördjupad analys skulle kunna bli att behovet av ytterligare åtgärder inte finns. Detta gäller särskilt de åtgärdsförslag som riktas till användare av katalysatorer, med införande av incitament för att stödja en ökad efterfrågan på materialåtervinning och återvunnen råvara.

Nedan beskrivna åtgärdsförslag riktar sig framför allt till Naturvårdsverket själva, men arbetet bör genomföras i samarbete med andra svenska myndigheter och tillsammans med sin motsvarighet i andra EU-länder. De två förstnämnda handlingsalternativen kan genomföras på kort sikt och skulle bidra till viktig information om kritiska råmaterial i industriella katalysatorer och dess användning och hantering på den svenska marknaden, vilket skulle bidra till att fatta

välinformerade beslut om ytterligare åtgärder. Det tredje handlingsalternativet bidrar på längre sikt tillökad kunskap om kritiska råmaterial i produkter (ej avgränsat till industriella katalysatorer) och bättre tillgång till statistik inom EU.

8.2.1.1 Utreda tillgång till information via Produktregistret

Under studien har det framkommit att information om innehåll av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer finns utspridd i olika datakällor, men det har inte kunnat göras en kartläggning av flödet via varken en enskild källa, eller genom att kombinera olika källor. Mycket pekar på att Kemikalieinspektionens Produktregister kan innehålla viktig information, men denna är inte publikt tillgänglig.⁶ Naturvårdsverket föreslås därför samarbeta med Kemikalieinspektionen och utreda om information i Produktregistret kan användas för att skapa en tydligare bild om användning av katalysatorer innehållande kritiska råmaterial på den svenska marknaden, hur sekretesskravet påverkar denna möjlighet och om information som finns utspridd i olika datakällor går att sammanlänka.

Detta handlingsalternativ kan genomföras till en låg kostnad och det finns full nationell rådighet. Effekten ur ett cirkulärt perspektiv blir marginell, men det bidrar till att ge en tydlig bild av vilken information som redan finns tillgänglig (om än sekretessbelagd) via befintliga krav på rapportering.

8.2.1.2 Fördjupad analys om materialåtervinningssystemets funktionalitet för andra kritiska råmaterial än ädelmetaller

Nulägesanalysen har visat att för katalysatorer innehållande ädelmetaller finns ett väl uppbyggt system för materialåtervinning, det finns efterfrågan på material och andelen återvunnen råvara som används i produktion av katalysatorer är mycket hög. För andra typer av katalysatorer, ej innehållande ädelmetaller, kan det inte påvisas samma välfungerande system med tydliga ekonomiska incitament. Denna studie har dock inte resulterat i entydiga resultat eller kunnat visa omfattningen på flöden av uttjänta katalysatorer (innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller) som inte efterfrågas eller tillgängliggörs för materialåtervinning. Det finns indikationer på att materialåtervinning utförs även för andra typer av katalysatorer, men under intervjuerna har det också framkommit att avsättning till materialåtervinning saknas. Av den anledningen rekommenderas att fördjupa analysen för att förstå om hindret är av informativ karaktär eller om det finns faktiska brister i materialåtervinningen för katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller.

⁶ Produktregistret är en databas som innehåller information om kemiska produkter och biotekniska organismer i Sverige. Om den årliga volymen per produkt är minst 100 kg ska produktnmälan göras. <https://www.kemi.se/stod-till-foretag/anmala-ansoka-registrera/produktregistret>

Under denna studie har det gjorts upprepade försök att komma i kontakt med storskaliga producenter av katalysatorer (som ofta återvinner i en closed loop process), men tyvärr har dessa kontaktförsök varit utan framgång. Materialsammansättningen i katalysatorer råder under starkt sekretesskydd, och det är inte förvånande att dessa aktörer är ovilliga att delta i intervjuer. Om frågeställaren istället är en myndighet i det egna landet blir producenterna förmodligen mer tillmötesgående. Naturvårdsverket rekommenderas därför att i samarbete med sina kollegor i EU-länder, primärt de som har primärproducenter på sin marknad, utreda frågan om materialåtervinnningssystemets funktionalitet för andra kritiska råmaterial än ädelmetaller. Den ökade kunskapen är nödvändig för att bedöma om vidare insatser behövs och formulera träffsäkra åtgärder för att stödja en ökad materialåtervinning. Handlingsalternativet bör kunna genomföras till en låg kostnad och avsevärt minska risken för att fatta beslut om åtgärder på fel grunder.

8.2.1.3 Krav på information om kritiska råmaterial i produktinformation

Studien har tydligt visat att det finns ett informationsgap och bristande tillgång till data för att kartlägga flöden av kritiska råmaterial. Även om fokus här har varit industriella katalysatorer, har det framkommit att hindret inte är avgränsat till denna typ av produkt. För att på längre sikt öka kunskapen i flera aktörsled om kritiska råmaterial i produkter och successivt verka för bättre statistikföreslås att utreda hur information om innehåll av kritiska råmaterial i produkter kan krävas i olika typer av obligatorisk produktinformation, exempelvis säkerhetsdatablad (relevant för industriella katalysatorer, i och med att de är kemiska produkter), CE-märkning, och digitala produktpass. Av samma skäl behövs även en översyn av regler för tullstatistik och det befintliga systemet med EWC-koder, för att möjliggöra för bättre statistik och ökad transparens om flödet av kritiska råmaterial inom EU.

En utredning skulle kunna göras av Naturvårdsverket, men för faktiska ändringar i regelverk för produktinformation, tullstatistik och EWC-koder är den nationella rådigheten låg, och bör därför genomföras gemensamt inom EU. Primärt av den anledningen har handlingsalternativet inte prioriterats för införande i ett nationellt program för ökad cirkularitet, men det bedöms som en viktig åtgärd och Naturvårdsverket rekommenderas att se över möjligheter att driva frågan. Detta handlingsalternativ är inte unikt för industriella katalysatorer och sannolikt inte heller ett unikt resultat för den svenska kartläggningen av avfallsflöden som innehåller kritiska råmaterial. Förutom att bidra till ökad kunskap blir effekten av en EU-gemensam insats på området en viktig åtgärd för att lägga grunden för ökad återvinningskapacitet.

8.2.2 Tillföra ekonomiska incitament som stöd för ökad efterfrågan på återvunna kritiska råmaterial och utveckling av materialåtervinning

För katalysatorer innehållande ädelmetaller finns det ett väl uppbyggt system för materialåtervinning, det finns efterfrågan på material och andelen återvunnen råvara som används i produktion av katalysatorer är mycket hög. För andra typer av katalysatorer, ej innehållande ädelmetaller, kan det inte påvisas samma välfungerande system med tydliga ekonomiska incitament. Nulägesanalysen har visat att det finns aktörer som erbjuder materialåtervinning, som också arbetar under licens för flera varumärken, men det har inte kunnat påvisas data som stöd för att kunna konstatera att materialåtervinning fungerar även för andra kritiska råmaterial än ädelmetaller. I intervjuer har det framkommit att avsättning till materialåtervinning inte kan erbjudas och i Naturvårdsverkets statistik för inhemsk hantering av avfall av uttjanta katalysatorer sker majoriteten via deponering eller förbränning. Detta tyder på att systemet för materialåtervinning har vissa brister och som minst är ojämnt utvecklat, vilket sannolikt beror på att det för annat än ädelmetaller finns bristande ekonomiska incitament och svårigheter att konkurrera med jungfrulig råvara.

Under intervjuer med både användare och producenter har det också framkommit att det saknas efterfrågan på katalysatorer innehållande återvunnen råvara av kritiska råmaterial. Det bedöms bero på att det saknas en tydlig nytta för användaren; det finns varken ekonomiska incitament eller en teknisk nytta, och det finns heller ingen extern styrningsmekanism som tvingar in återvunnen råvara i systemet.

I båda de ovan beskrivna fallen finns således en diskrepans mellan marknadsaktörernas agerande i frågan och med EU:s mål om ökad cirkularitet och ett minskat importberoende. Det är därför fall där statlig intervention är lämpligt för att öka incitamenten för marknadsaktörer att agera i linje med samhällsmålet. På den svenska marknaden finns endast ett fåtal producenter av industriella katalysatorer, men användare finns desto fler. Av den anledningen har handlingsalternativ med nationell rådighet fokuserats på hur användare kan stödjas till en ökad efterfrågan på dels återvunnen råvara av kritiska råmaterial i katalysatorer, dels efterfrågan på omhändertagande via materialåtervinning av uttjanta katalysatorer. Att skapa incitament för användaren och på så vis konstruera en ökad efterfråga, stödjer marknaden att utveckla effektiva processer för materialåtervinning.

Föreslagna handlingsalternativ innebär att ekonomiska incitament tillförs användare av katalysatorer för att 1) stödja ökad efterfrågan på att återvunnen råvara av kritiska råmaterial används vid produktion av katalysatorer och 2) stödja ökad efterfrågan på materialåtervinning, där detta kan påvisas. Dessa ekonomiska

incitament skulle kunna utgöras exempelvis av skatteavdrag eller kompensation för kostnader för avfallshantering. Risken är dock att dessa handlingsalternativ ger en mycket begränsad effekt i förhållande till kostnaden, särskilt om de införs som fristående åtgärder, och det rekommenderas att avvakta resultatet av ovan beskrivet åtgärdsförslag *Fördjupad analys om materialåtervinningsystemets funktionalitet* (8.2.1.2) innan vidare åtgärd. Handlingsalternativet bör därför i nuläget inte prioriteras för ett nationellt program för ökad cirkularitet av kritiska råmaterial.

För att stödja marknaden till en utvecklad materialåtervinning är det gynnsamt, för att inte säga nödvändigt, att arbeta med åtgärder riktade till flera aktörsled samtidigt och därför ges även handlingsalternativ som riktar sig till tillverkare. En sådan åtgärd skulle kunna vara att utreda möjligheten att införa ett system med kvotplikt för att främja användning av återvunnen råvara vid produktion av katalysatorer och stödja utvecklingen av välfungerande materialåtervinning. Denna typ av system kombinerar ett krav (kvot) på lämplig aktör, kombinerat med införande av certifikat som blir del i ett handelssystem. Ett befintligt exempel är kvotplikt på förnybar energi, där energibolag är skyldiga att uppfylla en bestämd kvot (bestäms av staten). Företagen kan själva producera det som krävs eller köpa certifikat från andra aktörer som har ett överskott. Om ett företag inte uppfyller sin kvot kan det bli tvunget att betala avgifter eller böter. Fördelen med ett sådant system jämfört med enskilt införande av en kravnivå är att det skapas en marknad där det lönar sig att producera mer av det önskade och att de ekonomiska incitamenten förstärks genom certifikaten. Här bedöms dock den nationella rådigheten vara låg då åtgärder behöver genomföras i ett samarbete inom EU. I det svenska aktörslandskapet finns också begränsat med tillverkare av industriella katalysatorer och handlingsalternativet prioriteras därför inte för att drivas inom ramen för ett nationellt program, om fokus för ett kvotpliktssystem är avgränsat till just industriella katalysatorer. Om det inom ramen för Naturvårdsverkets uppdrag däremot framkommer ett liknande förslag för andra typer av produkter, och åtgärdsförslaget har prioriterats, finns skäl att även inkludera industriella katalysatorer i åtgärden

8.2.3 Nya krav på tillståndspliktiga verksamheter

Ett alternativt, eller kompletterande, handlingsalternativ för att stödja en ökad efterfrågan på katalysatorer innehållande en lägre andel eller återvunnet kritiskt råmaterial CRM, är att införa krav för tillståndspliktiga verksamheter att i miljökonsekvensbeskrivningen beskriva användningen av industriella katalysatorer innehållande kritiska råmaterial och att analys görs av möjlighet till substitution till mindre kritisk, lägre andel eller återvunnen råvara, samt analyserar möjligheterna till regenerering och materialåtervinning. Ett liknande exempel finns i Miljöbalkens principer för resurshushållning och i bestämmelser om miljökonsekvensbeskrivningen (MB 2 kap. 5§ och 6 kap. 35§, samt i Miljöbedömningsförordningen (2017:966), 16 §). Här nämns specifikt att

förnybara energikällor ska väljas i första hand och att det i miljökonsekvensbeskrivningar ska beskrivas användningen av mark, vatten och andra resurser, såsom energi. Det innebär att verksamheter behöver redogöra för och motivera användningen av resurser som avviker från principer för resurshushållning, exempelvis användning av icke-förnybara energikällor och uppkomst av spillvärme som inte omhändertas. Ett införande av krav att redogöra för användningen av kritiska råmaterial skulle följa samma principiella upplägg, och kanske kan det argumenteras för att både Miljöbalken och Miljöbedömningsförordningen redan innehåller stöd för detta, utan att ändringar behöver göras. I sådana fall handlar detta snarare om införande av ny praxis för tillståndsgivande myndighet att uttalat efterfråga denna information.

Användare av katalysatorer har en begränsad möjlighet att själva bestämma över materialsammansättningen i katalysatorn, då det är producenten som ansvarar för design och utveckling och levererar en katalysator optimerad för den specifika processen. Det är därför viktigt att poängtera att åtgärden inte skulle utgöra en restriktion för användaren att nyttja de katalysatorer som erbjuds på marknaden. Åtgärden skulle dock bidra till att användare av katalysatorer behöver ta ställning till om deras verksamheter kan bedrivas under mer resurseffektiva principer och i förlängningen bidra till en ökad efterfrågan på katalysatorer innehållande lägre andel, mindre kritiska eller återvunna kritiska råmaterial. På sikt skulle det också bidra till en tydligare bild om möjligheterna för cirkularitet av kritiska råmaterial ser olika ut i de olika sektorer som använder industriella katalysatorer, och på vis kunna formulera ytterligare och mer specifika åtgärder. Åtgärden borde inte innebära en stor ökad börda, varken för näringslivet eller tillståndsgivande myndighet. Kostnaden bedöms som låg, då det inte kräver omfattande regeländringar eller utbildningsinsatser, och åtgärden bör kunna prioriteras i ett nationellt program.

Ovanstående handlingsalternativ skulle kunna kompletteras med krav på rapportering av användning av material som innehåller kritiska råmaterial och avfallshantering, på en mer detaljerad nivå än befintliga EWC-koder. Risken är dock stor att det skulle bli administrativt betungande för de svenska aktörerna, inklusive tillsynsmyndighet, och sannolikt skulle åtgärden också ha en begränsad nytta. Användarna har omfattande sekretesskrav att förhålla sig till och det är inte säkert att de givet detta har möjlighet att rapportera information om avfall som går utöver det EU-gemensamma regelverket med EWC-koderna. Det här handlingsalternativet bör inte prioriteras i ett nationellt program, särskilt inte att genomföras som en fristående del, utan bör som minst avvakta resultatet på genomförda åtgärder under ovanstående rubrik 8.2.1, innehållande åtgärder av informativ karaktär.

8.2.4 Informationsinsats för ökad sortering av inbyggda katalysatorer

Intervjustudien visade att det i fall då katalysatorer finns inbyggda i utrustning och inte kräver regelbundna utbyten för att säkra funktionen, finns det ofta en okunskap i både användarledet och hos återvinnare om hur uttjänt utrustning bör omhändertas vid skrotning. Anledningarna kan vara flera, exempelvis att varken användare eller återvinnare känner till att det finns en inbyggd katalysator, att medföljande produktinformation saknas eller inte innehåller nödvändig information eller att utrustningen inte ingår i ett frekvent avfallsflöde och det därmed saknas erfarenhet av ett korrekt omhändertagande. Följden blir att den inbyggda katalysatorn inte demonteras, utan hanteras tillsammans med den övriga utrustningen och sorteras mest troligt som metallskrot där processen inte är optimerad för utvinning av olika kritiska råmaterial. Okunskap om inbyggda katalysatorer medför också en risk att avfall med miljö- och hälsorisker inte hanteras korrekt och separat som farligt avfall.

För att öka sortering för materialåtervinning föreslås att det under Naturvårdsverkets ledning genomförs informations- och utbildningsinsatser riktade till användare och återvinnare för att stödja demontering av utrustning innehållande katalysatorer och separat utsortering av katalysatormaterialet. Utrustning som är relevant att titta på är exempelvis olika typer av system för luft- eller vattenrening, luktreduktion och ”självrengörande” utrustning/produkter. Bland dessa typer av produkter är det även vanligt förekommande med användning i konsumentledet (hushåll), men förslaget riktar sig till primärt till industriella användare

Det här förslaget bör betraktas som en åtgärd enligt miniminivå och bör kunna genomföras till en låg kostnad. Effekten av förslaget är på kort sikt sannolikt ganska liten, men genom att fler blir medvetna om vilken slags utrustning som kan innehålla inbyggda katalysatorer ökar möjligheterna för separat sortering och det byggs erfarenheter i återvinningsledet. Det bör också finnas en naturlig koppling till andra avfallsströmmar innehållande kritiska råmaterial, primär elektronik och metallskrot samt utsorterade bilkatalysatorer, vilket skapar utrymme för att integrera åtgärdsförslaget i handlingsalternativ för andra avfallsströmmar om det är bedöms som lämpligt. Det skapar även möjligheter till konsolidering med liknande avfallsflöden, vilket gynnar de ekonomiska förutsättningarna för materialåtervinning med utvinning av kritiska råmaterial.

Ett annat hinder som ger samma dåliga förutsättningar för sortering för materialåtervinning är att utrustningen inte alltid är designad för att enkelt demonteras. För att åtgärda det behövs dock andra åtgärder än information och utbildning riktat till användare och återvinnare. Här krävs förändringar i regelverket kring produktinformation (se även 8.2.1) och att det införs krav på design för demonterbarhet samt krav på att demontering utförs. För ingen av dessa

åtgärder finns nationell rådighet, utan rekommendationen är att samarbeta med övriga EU-länder för gemensamma lösningar.

8.2.5 Stödja forskning och innovation

Ett viktigt åtgärdsområde för att öka cirkulariteten av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer är att stärka forskning, innovation och riktad utveckling. Genom att främja projekt som fokuserar på design av nästa generations katalysatorer, med högre prestanda och längre livslängd samt lägre andel CRM, ges möjligheter till minskat användning av kritiska råmaterial och är en avfallsförebyggande åtgärd.

En central aspekt är att stödja utvecklingen av katalysatorer med längre livslängd och högre stabilitet under industriella driftförhållanden. Genom att minska degradering och förgiftning (t.ex. från svavel eller andra föroreningar) kan behovet av frekventa materialbyten reduceras, vilket direkt minskar resursuttaget. Samtidigt bör det riktas uppmärksamhet och stöd till att utveckling av nästa generations katalysatorer tidigt integrerar återvinningsmöjligheter i designen, vilket kan bli ett särskilt fokusområde i forskningsutlysningar och innovationsstöd på grund av den ökande komplexiteten i materialsammansättning med kombination av fler ämnen än traditionella katalysatorer.

Parallellt bör insatser göras för att stödja tekniker och marknadsuppskalning för regenerering, där katalysatorer kan återaktiveras genom kemiska eller termiska processer istället för att helt ersättas.

Dessa åtgärder bör även kopplas till strategiska initiativ inom EU:s Critical Raw Materials Act (CRMA). Genom att samverka med europeiska partners och stödja svenska aktörers deltagande i utpekade strategiska projekt kan Sverige både bidra till och dra nytta av gemensamma satsningar på råmaterialsäkerhet och resurseffektivitet. Detta stärker inte bara cirkulariteten, utan även försörjningstryggheten och den industriella konkurrenskraften på lång sikt.

På kort sikt förväntas dessa åtgärder främst leda till ökad kunskapsuppbyggnad, stärkt innovationskapacitet och fler pilot- och demonstrationsprojekt inom svenska företag och forskningsmiljöer. Effekterna i form av minskad användning av kritiska råmaterial kommer till en början vara begränsade till specifika tillämpningar, men kan bidra till sänkta tekniska och ekonomiska trösklar för bredare implementering. På längre sikt, och givet europeisk samverkan, kan satsningen ge betydande nytta genom minskat beroende av importerade kritiska råmaterial, ökad återvinningsgrad samt en mer resurseffektiv industri med lägre miljöpåverkan. Kostnaden för åtgärden är svår att överblicka, men blir sannolikt hög i ett kortsiktigt perspektiv. På längre sikt bedöms kostnadseffektiviteten som

god och åtgärden har stor potential att bidra till stärkt konkurrenskraft, ökad försörjningstrygghet och hållbar resursanvändning.

8.3 Industriella pumpar

För de prioriterade hindren för ökad cirkularitet av industriella pumpar föreslås åtgärder enligt Tabell 9. Nationell rådighet, förväntad effekt, kostnadseffektivitet, industrins behov av råmaterial och påverkan på försörjningstrygghet har varit vägledande för förslagen. I urval och utformning av åtgärdsförslagen har hänsyn även tagits till huruvida förslaget innebär en implementering av artikel 26 på miniminivå. I de följande avsnitten beskrivs förslagen ytterligare.

I bilaga 3 återfinns några förslag till åtgärder för ej prioriterade hinder för ökad cirkularitet av industriella pumpar, där ett flertal handlar om att Naturvårdsverket bör verka för åtgärder på EU-nivå.

Tabell 9 Prioriterade förslag med handlingsalternativ för industriella pumpar. Numreringen motsvarar hindren i Tabell 7 (CRM = kritiska råmaterial)

Prioriterat hinder		Handlingsalternativ
Avfallsförebyggande, återanvändning och substitution	4. Kostnaden för service av en gammal pump kan vara hindrande – i stället köps en ny	Nationella utvecklings- och demonstrationsprojekt för att testa och utvärdera värdet av "product as a service" för industriella pumpar och för att undersöka vilka företagsekonomiska för- och nackdelar sådana lösningar ger. Kan ingå i ett "cirkularitetskliv" (se punkt 7).
Ökad insamling, sortering och bearbetning för materialåtervinning	5. Elmotorer går som elavfall och krossas varpå den största källan till CRM i en industriell pump, elmotorn, förlorar sitt värde	Utredning kring pant, återvinningspremie eller producentansvar för hela eller delar av elmotorn.
	6. Det är svårt och arbetsintensivt att demontera och separera permanentmagneter (innehåller CRM) eftersom de är väldigt inbyggda i vissa motorer. Det är också avsevärda krafter som ska övervinnas i demonteringen varför den också är farlig utan rätt teknik och arbetsmiljö	Nationellt investeringsstöd och/eller stöd till insatser för att främja svenskt deltagande i europeiska samarbeten för att kunna investera i anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter i elmotorer för vidare bearbetning i europeiska anläggningar.
	7. Tekniker, metoder och utrustning för demontering och separation av permanentmagneter är outvecklade.	Nationella Fol-insatser och/eller insatser för att främja svenskt deltagande i europeiska samarbeten för att utveckla metoder och tekniker för demontering och separering av permanentmagneter i elmotorer. IVA (2025) ger förslag på nationella åtgärder exempelvis en cirkularitetsmiljard i Fol-propositionen, ett "cirkularitetskliv" (motsvarande Industriklimatet och Klimatklivet), samt en statlig utredning för att se över möjligheterna att ge stöd till återvinningssatsningar som minskar klimatpåverkan, även om det sker utanför svenskt territorium.

Prioriterat hinder	Handlingsalternativ
	Åtgärden bör kombineras med det statliga handlingsprogrammet för utveckling av tjänster och anläggningar enligt punkt 6.

8.3.1 Stöd till utveckling av “product as a service”

Enligt sammanställningen i Tabell 7 kan kostnaden verka hindrande för service och reparation av en gammal pump. I stället köper användaren en ny, som regel om servicekostnaden överstiger halva inköpspriset. Det innebär att en industriell pump ibland skrotas trots att det kan finnas återstående livslängd i delar av den. Med “product as a service” (paas) avses en affärsmodell där användaren betalar för en funktion i stället för en produkt och tillverkaren/importören ombesörjer att denna funktion upprätthålls. Paas-systemets utformning måste ta hänsyn till den aktuella applikationen eftersom förslitning av komponenter beror av vilken miljö pumpen används i, det pumpade mediet, driftmönster, drifttimmar osv.

Förslaget innebär att svenska tillverkare och importörer och användare av industriella pumpar i svenska anläggningar ska kunna söka finansiering för utvecklings- och demonstrationsprojekt för att gemensamt testa och utvärdera värdet av paas och för att undersöka vilka aktörer och förutsättningar som behövs för att få ett paas-system att fungera. Projekten ska fokusera på komponenter som innehåller kritiska råmaterial, men bör (bland annat för att få ekonomin i en faktisk paas-lösning att gå ihop) omfatta även andra komponenter och material. Finansieringen kan ingå i ett ”cirkularitetskliv” med regelbundet återkommande utlysningar (se 8.3.3 och 8.3.4).

8.3.1.1 Rådighet

Det bör finnas nationell rådighet förutsatt att projektfinsieringen sker enligt en förordning som tar hänsyn till statsstödsreglerna.

8.3.1.2 Förväntad effekt

Tjänstebaserade affärsmodeller brukar kunna stimulera en cirkulär ekonomi eftersom leverantören behåller ansvaret för produkten och upprätthåller dess funktion. Åtgärden är avfallsförebyggande genom att tillverkaren får ett incitament att i designstadiet underlätta reparation och uppgradering. Tillverkaren får också kontroll över produkten vid livscykelns slut. Eftersom även enskilda komponenter i en industriell pump kan ha långa livslängder är effekten på cirkularitet av kritiska råmaterial i närtid dock troligen begränsad.

8.3.1.3 Kostnadseffektivitet

Normalt sett har demonstrationsprojekt krav på hög industriell medfinansiering och kan därmed sägas säkra näringslivets nytta av projektet. Kostnadseffektiviteten i det avseendet bör vara god, men det är svårt att bedöma vilken ”cirkularitet av kritiska råmaterial per satsad krona” som projekten kan ge.

8.3.1.4 Industrins behov av råmaterial

Om erfarenheterna från projekten blir goda kommer utvecklings- och demonstrationsprojekten ge incitament att förlänga livslängden hos industriella pumpar och därmed minska industrins behov av nytt kritiskt råmaterial.

8.3.1.5 Påverkan på försörjningstrygghet

Förlängd livslängd och reparationer bör kunna ge en viss ökad robusthet mot störningar i internationella handelskedjor.

8.3.1.6 Implementering på miniminivå?

Förslaget innebär inga tvingande åtgärder eller ny reglering för tillverkare/importörer eller användare av industriella pumpar. En förordning som reglerar finansieringssystemet för ett ”cirkularitetskliv” (se 8.3.3 och 8.3.4) måste emellertid tas fram. Alternativt kompletteras befintliga förordningar för Industriklivet och/eller Klimatklivet.

8.3.1.7 Förslagets bredd med avseende på artikel 26.1 i CRMA

Förslaget ger incitament att främja avfallsförebyggande åtgärder genom att förlänga livslängden, öka återanvändning och reparation av komponenter i industriella pumpar där kritiska råmaterial ingår.

8.3.2 Utredning kring tre alternativa förslag: pant, återvinningspremie och producentansvar

Den största potentiella källan till kritiska råmaterial återfinns i de elmotorer som används i pumpar. Enligt sammanställningen i Tabell 7 går elmotorer som elavfall och krossas varpå elmotorn förlorar sitt värde. Mycket integrerade pumpar, såsom mindre cirkulationspumpar, sorteras dock också som elavfall trots att en stor andel av vikten utgörs av pumphuset i exempelvis järn. Om elmotorerna i stället skulle separeras från resten av flödet skulle de kunna hanteras på andra sätt och med olika strategier för ökad separering och koncentrerings av kritiska råmaterial inför vidare återvinning. Baserat på sådan hantering skulle olika åtgärder kunna tillämpas för att öka återvinningen och stimulera ytterligare materialseparering.

Förslaget innebär att en utredning kring styrmedel för hela eller delar av elmotorer genomförs. Utredningen skulle föreslå en effektiv utformning och bedöma konsekvenserna av tre olika modeller: pant, återvinningspremie och producentansvar. Nedan beskrivs tre fraktioner för insamling för vidare återvinning som utredningen bör beakta med avseende på elmotorer och effekterna av en eventuell separat hantering av dessa:

Hela elmotorn

Fördelar:

- Lätt att hantera och oftast relativt enkel att separera från andra pumpkomponenter.
- Återvinningen kan systematiseras tillsammans med elmotorer från andra branscher för att öka volym, exempelvis omrörare, bilmotorer och annan mindre elektronik.
- Underlättar ett eventuellt ökat återbruk av elmotorer för olika applikationer.
- Information finns ofta redan på motorn (elmotorer omfattas av produktinformationskrav) i form av en textbricka innehållande information såsom effekt, producent, effektivitet m.m. Artikel 28 i Critical Raw Materials Act ställer krav på att elmotorer (även sådana som ingår i andra produkter) ska bära eller hänvisa till information om eventuellt innehåll av vissa typer av permanentmagneter (börjar gälla senast november 2028). Om hela motorn hanteras kan information om innehåll följa med motorn till senare steg i återvinningen. Vid rundabordssamtalet uttryckte en aktör som erbjuder specialinsamling av elmotorer stöd för ett informationskrav som ger möjligheter att utforma särskilda lösningar.

Nackdelar:

- Vid materialåtervinning genom krossning erhålls en låg koncentration av kritiska råmaterial. För högre koncentrationer fordras nya tekniker för demontering av rotor och/eller magneter och separation enligt nedan.
- Kräver sannolikt manuell sortering för att separera induktionsmotorer från synkronmotorer som innehåller permanentmagneter.

Rotorn

Fördelar:

- Högre koncentration av kritiska råmaterial jämfört med hantering av hela elmotorn.
- Kräver begränsad demontering jämfört med separation av enskilda komponenter.
- Återtagssystem av pumpar och återanvändning av rotorn till nya elmotorer erbjuds av en aktör idag (Grundfos).

Nackdelar:

- Kräver demontering av elmotorn. Denna nivå av demontering sker sannolikt redan för motorer som ska undersökas för eventuell renovering.
- Risk finns att permanentmagneter monterade på rotorn kan skada eller skadas samt interagera med omgivande magnetiska material och utrustning.

Permanentmagneter

Fördelar:

- Ger den högsta möjliga renheten av kritiska råmaterial i materialströmmen.
- Kan lättare blandas med andra rena strömmar av permanentmagneter av samma sort.
- Utsorterade permanentmagneter har ett högre värde i nästa led.

Nackdelar:

- Kräver omfattande demontering och är i många fall svår eller nästintill omöjlig att genomföra utan specialkompetens och specialutrustning.
- Betydande risker finns för person- och materialskador till följd av starka magnetfält och interaktion med magnetisk omgivning.

Sammanfattningsvis är det sannolikt inte insamling som är det största problemet för elmotorer till pumpar. Hinder för ökad återvinning av kritiska råmaterial är idag snarare att de blir ”utspädda”, antingen med annan elektronik eller med andra lågvärdiga metaller. Därför bör styrmedel riktas för att uppmuntra till mer selektiv separation vilket leder till koncentration av kritiska råmaterial. Analysen av olika separationsgrader hos den som vill kassera en pumpmotor visar en tydlig avvägning mellan praktisk genomförbarhet och koncentrationen av kritiska råmaterial:

- Hantering av hela elmotorer är logistiskt enkel, möjlig att samordna med andra branscher och kan stödja återbruk, men leder vid materialåtervinning till låg koncentration av kritiska råmaterial.
- Separering på rotornivå framstår som en mellannivå med tydligt förbättrad koncentration av kritiska råmaterial samtidigt som demonteringskraven är hanterbara i jämförelse med full separation av permanentmagneter. Dock kräver denna nivå av separation incitament för att kunna bli motiverade och ekonomiskt rimliga.
- Direkt utvinning av permanentmagneter ger högst möjlig renhet av kritiska råmaterial, men är förenad med betydande tekniska, arbetsmiljömässiga och ekonomiska hinder, vilket kraftigt begränsar dess praktiska tillämpbarhet i större skala. Separation till denna grad inför insamling är därför orimlig att förvänta sig.

Mot denna bakgrund varierar lämpligheten hos olika styrmedel tydligt beroende på separationsgrad. Som nämnts ovan skulle den föreslagna utredningen jämföra tre olika styrmedel:

Pant. I priset för en pump ingår ett belopp, en pant, som skulle kunna vara en andel av priset för permanentmagneterna. Panten återbetalas till köparen vid skrotning av motorn som återgår till pumptillverkaren/producenten, som ombesörjer selektiv återvinning av kritiska råmaterial hos tjänsteleverantörer. Den faktiska hanteringen

och de ekonomiska transaktionerna sker genom att tjänsteleverantören intygar både hämtning av motorn hos ägaren av pumpen och selektiv återvinning av permanentmagneter. Med intyget kan pumpägaren begära utbetalning av panten. Under förutsättning att tjänsteleverantören får täckning för sina kostnader att upprätthålla systemet är det självfinansierande. Pant fungerar för hela elmotorer genom att det säkerställer flöden och minskar bortfall, men saknar precision för att driva selektiv återvinning om magneterna inte i nästa nivå separeras. Därför måste tjänsteleverantören intyga att magneterna omhändertas av återvinnare av just detta flöde. Problemet skulle vara tillämpningen på exempelvis mindre cirkulationspumpar som idag har störst sannolikhet att innehålla permanentmagneter (till följd av ekodesignkrav) och kan vara svåra att separera då motor och pump är mer integrerade. I ett sådant fall måste det klargöras om återbetalning av pant sker på separerad motor eller hela pumpen och, i det senare fallet, om tjänsteleverantörens intyg gäller för en återvinnare som dessutom kan separera motorn från pumpen. Därutöver måste panten vara utformad för att vara effektiv för återvinning av kritiska råmaterial från just PM-motorer, från olika branscher, i många utföranden och storlekar, för att volymmässigt vara ett intressant flöde att samla in. Det är också viktigt att de följande leden i kedjan finns på plats. Ett avgörande hinder för ett pantsystem är emellertid produkternas långa livslängder och att det för närvarande inte är ekonomiskt motiverat att återvinna kritiska råmaterial i permanentmagneter.

Återvinningspremie. Innehavare av en motor (separerad från pump) eller en rotor erhåller en summa pengar förutsatt att den hämtas av eller lämnas in hos en auktoriserad tjänsteleverantör (jämför skrotning av fordon hos auktoriserad bilskrotare) som intygar förekomsten av permanentmagneter och selektiv återvinning av kritiska råmaterial, antingen i egen regi eller hos annan tjänsteleverantör. Återvinningspremien finansieras via statsbudgeten (jämför skrotningspremie för att stimulera elbilsköp). Den auktoriserade tjänsteleverantören förutsätts kunna sälja det inlämnade materialet och har därför ett incitament till sårhållning. Styrmedlet belönar faktiska åtgärder som ökar koncentrationen av kritiska råmaterial inför vidare bearbetning och återvinning, samtidigt som det lämnar flexibilitet i hur demonteringen och insamlingen organiseras. Liksom i pantsystemet måste en återvinningspremie vara utformad för att vara effektiv för återvinning av kritiska råmaterial från just PM-motorer, från olika branscher, i många utföranden och storlekar, för att volymmässigt vara ett intressant flöde. Viktigt är dock hur det kommuniceras mot samtliga aktörer (ägare, tillverkare/producenter, serviceverkstäder och återvinnare) som hanterar PM-motorer och hur stort incitament premien ger för att öka separationen för vidare återvinning riktat just mot kritiska råmaterial. Det är också väsentligt att kapaciteten i nästa led (återvinning) finns tillgänglig. Vid rundabordssamtalet var återvinningspremie det alternativ av de tre styrmedlen som en aktör i återvinningsbranschen föredrog.

Producentansvar. På samma sätt som för uttjänta fordon skulle producentansvaret för industriella pumpar vara ett ekonomiskt ansvar för skrotning och återvinning. Det innebär att en producent (yrkesmässig tillverkare eller yrkesmässig importör) ansvarar för att ombesörja att en industriell pump skrotas på ett regelmässigt korrekt sätt. En pumpägare ska ha rätt att kostnadsfritt lämna in sin pump till skrotning. Producenterna står för kostnaderna för att skrota och återvinna pumpen. Under förutsättning att avgifterna är differentierade baserat på demonteringskomplexitet skulle systemet premiera producenter som tillverkar enheter som är lättare att demontera och öka koncentrationen av kritiska råmaterial i en enskild ström. Då elmotorer idag redan har en viss mängd information skulle denna kunna kompletteras med information såsom motortyp, innehåll av kritiska råmaterial och standardiserad demonteringsinformation, allt för att göra vidare separering och hantering enklare. Ett producentansvar ska på sikt påverka produktdesign och demonterbarhet, men har begränsad effekt på befintliga installerade produkter som kan ha en lång livslängd.

Enligt IVA (2025) är nuvarande producentansvar primärt inriktat på att samla in de produkter som sätts på marknaden snarare än att säkerställa att återvunnet material används vid framställningen av nya produkter. Om något ytterligare producentansvar införs bör det utformas för **både** insamling **och** användning av det insamlade materialet. Författarna rekommenderar att lärdomar från den nya batteriförordningen används vid utformningen av regelverk för nya produktgrupper. Det finns även lärdomar att hämta från den historiska framväxten av metallskrotmarknader och forskning om politisk styrning på miljö- och naturresursområdet, bland annat att produktfokus är viktigare än materialfokus och att olika typer av problem och barriärer måste hanteras med större precision.

8.3.2.1 Rådighet

Att införa en återvinningspremie på separerad motor eller rotor bör kunna ske på nationell nivå och vara förenlig med EU-rätten. En pant på just den svenska marknaden skulle principiellt kunna vara förenlig med EU-rätten, men utan ekonomiska incitament för tillverkare/importörer och användare vore detta svårigenomförbart.

Ekodesigndirektivet reglerar vattenpumpar, elmotorer och cirkulationspumpar, men inte andra industriella pumpar, vilka det därför kan finna nationell rådighet för att reglera. Eftersom storskaliga, fasta installationer inte omfattas av WEEE-direktivet bör ett nationellt producentansvar för denna produktgrupp vara förenlig med EU-rätten.

8.3.2.2 Förväntad effekt

Återvinningspremie av antingen PM-motorer i delar eller enbart rotorerna framstår som ett träffsäkert styrmedel för att öka cirkulariteten av kritiska råmaterial i

närvid. Däremot ger ett pantsystem för elmotorer från industriella pumpar små effekter inom överskådlig tid med tanke på att det tar tid innan pantbelagda PM-motorer kommer i fråga för insamling, sortering och bearbetning. Även ett nationellt producentansvar för industriella pumpar ger lite effekt på cirkulariteten av kritiska råmaterial i närvid av samma anledning.

8.3.2.3 Kostnadseffektivitet

De självfinansierande systemen med pant och producentansvar innebär ökad cirkularitet av kritiska råmaterial utan finansiering via statsbudgeten, medan återvinningspremien förutsätter statlig finansiering. Vilket av systemen som ger bäst cirkularitet per krona, oavsett finansiär, bör bedömas inom utredningen.

8.3.2.4 Industrins behov av råmaterial

Den svenska industrins behov av neodym idag yttrar sig framför allt i importen av elmotorer och komponenter till sådana. Fordonsindustrin (både förbränningsmotor- och elmotorfordon), tillverkare av vindkraftsverk och försvarsindustrin är stora användare av elmotorer, i viss mån också av neodym till elmotorer.

8.3.2.5 Påverkan på försörjningstrygghet

Eftersom det i Europa finns anläggningar för återvinning av neodym (Bergfeld et al 2024) torde alla tre alternativen kunna öka tillgången på sekundär neodym. Det finns en mindre anläggning för tillverkning av neodymmagneter i Estland (Ny Teknik 2025) men för att skapa en ökad försörjningstrygghet och säkrare värdekedjor i ett europeiskt perspektiv krävs storskalig produktion

8.3.2.6 Implementering på miniminivå?

En **återvinningspremie** innebär en viss ökad arbetsbörda för innehavaren av en elmotor (eller rotor eller permanentmagnet, beroende på hur premien utformas) som ska kasseras, eftersom det måste ske via en auktoriserad och därmed förmodligen mindre förekommande skrotare. Det innebär också en ökad börda för en auktoriserad skrotare som får ersättning från statsbudgeten först efter inskickat skrotningsintyg. Innehavaren och skrotaren får emellertid kompensation för sina insatser, innehavaren genom premien, skrotaren genom att sälja det insamlade materialet. En frivillig återvinningspremie kan troligen betraktas som implementering av Critical Raw Materials Act på miniminivå.

Ett **pantsystem** för elmotorer från industriella pumpar innebär en ekonomisk börda för både tillverkare/importör och för användaren genom tillkommande kostnader för att ombesörja ökad cirkularitet av kritiska råmaterial i ett egenfinansierat system och administrativt komplicerat genom de långa avtal som måste kunna förvaltas och eventuellt överföras till ny ägare. Det innebär också bokföringsmässiga svårigheter att hantera panten för både tillverkare/importör och

för användare. Ett pantsystem kan inte betraktas som en implementering av Critical Raw Materials Act på miniminivå.

Ett nationellt **producentansvar** fordrar att tillverkare/importörer och användare gemensamt finansierar en ny producentansvarsorganisation som ansvarar för att användaren kostnadsfritt kan skrota sin pump, en kostnad som någonstans tas ut av tillverkaren/importören. Ett producentansvar kan inte heller betraktas som en implementering av Critical Raw Materials Act på miniminivå.

8.3.2.7 Förslagets bredd med avseende på artikel 26.1 i CRMA

En pant, en återvinningspremie eller ett producentansvar adresserar framför allt insamling och sortering av material som innehåller kritiska råmaterial, men påverkar också andra delar genom att öka sårhållningen av strömmar som innehåller kritiska råmaterial och därmed göra bearbetning intressantare ur ekonomisk synvinkel. Ett producentansvar ska på sikt också driva på design för ökad cirkularitet genom att tillverkare måste finansiera omhändertagandet.

8.3.3 Investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter

Ett prioriterad hinder enligt Tabell 9 är att det är svårt och arbetsintensivt att demontera och separera permanentmagneter eftersom de är väldigt inbyggda i vissa motorer. Det är också avsevärda krafter som ska övervinnas i demonteringen varför den också är farlig utan rätt teknik och arbetsmiljö. En del av ett ”cirkularitetskliv” ska kunna medfinansiera anläggningar för att hantera insamlade strömmar av hela elmotorer och/eller rotorerna där tekniker och metoder som utvecklats i den FoU-inriktade delen av ”cirkularitetsklivet” (se 8.3.4) demonstreras och implementeras. De tekniker som tas i bruk vid projektstart inom ramen för investeringsstödet ska, tillsammans **och** var för sig, befinna sig på nivån 6 eller högre på den så kallade TRL-skalan.

För att ett företag ska få stöd via ”cirkularitetsklivet” ska det vara registrerat i Sverige och ha åtminstone ett arbetsställe i Sverige. Stödberättigande kostnader följer av statsstödsregler. Högsta tillåtna stödnivå fastställs utifrån de kostnader som är stödberättigade.

”Cirkularitetsklivet” administreras av Naturvårdsverket, som har ett uppdrag att samordna genomförandet av Ekodesignförordningen, med stöd av en ny eller ändrad förordning och med stöd av ett programråd med företrädare för näringslivet och andra myndigheter, bland annat Energimyndigheten som har fortsatt ansvar för de energirelaterade produktgrupperna som sedan tidigare reglerades av Ekodesigndirektivet.

I syfte att underlätta utvärderingarna av ”cirkularitetsklivet” som helhet bör erfarenheter från andra stödprogram inhämtas och rekommendationerna som återfinns i utvärderingen av Klimatklivet (Naturvårdsverket 2025) och i granskningen av Industriklivet (Riksrevisionen 2024) beaktas.

8.3.3.1 Rådighet

Det bör finnas nationell rådighet förutsatt att projektfinansieringen sker enligt en förordning som tar hänsyn till statsstödsreglerna.

8.3.3.2 Förväntad effekt

Enbart ett investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter kommer förmodligen inte att öka cirkulariteten av dessa, varken i närtid eller på längre sikt - stödet måste kombineras med FoI-insatser enligt 8.3.4 för att öka tillgången på teknik att implementera, eventuellt också en pant, återvinningspremie eller producentansvar av någon modell enligt utredningen som föreslås i 8.3.2 för att öka tillgången på material att demontera och separera. Ett investeringsstöd bör alltså införas förskjutet i tiden med några år så att FoI-insatser enligt 8.3.4 kunnat avslutas och för att en eventuell pant/återvinningspremie/producentansvar enligt utredningen som föreslås i 8.3.2 ska ha gett effekt.

8.3.3.3 Kostnadseffektivitet

Investeringsstöd ges upp till en viss nivå, medan återstoden finansieras av en industriell aktör och kan därmed sägas säkra näringslivets nytta av projektet, återigen under förutsättning att tekniker att implementera finns tillgängliga. Kostnadseffektiviteten i det avseendet bör vara god, men det är svårt att bedöma vilken ”cirkularitet av kritiska råmaterial per satsad krona” som projekten kan ge.

8.3.3.4 Industrins behov av råmaterial

En av de intervjuade aktörerna uppgav att det under de perioder då Kina haft restriktioner på export av sällsynta jordartsmetaller varit svårt att få tag på neodym-magneter. En anläggning för demontering och separering ger förutsättningar för att utnyttja befintlig men för närvarande outnyttjad kapacitet hos återvinningsanläggningar i övriga Europa (Bergfald 2024) och förse den europeiska marknaden med råvara för permanentmagneter.

8.3.3.5 Påverkan på försörjningstrygghet

Tillsammans med övriga insatser under ”cirkularitetsklivet” enligt förslagen i 8.3.2 och 8.3.4 kommer ett investeringsstöd kunna ge ökad försörjningstrygghet och säkrare värdekedjor i ett europeiskt perspektiv.

8.3.3.6 Implementering på miniminivå?

Förslaget innebär inga tvingande åtgärder eller ny reglering för tillverkare/importörer eller användare av industriella pumpar. En förordning som reglerar finansieringssystemet för ”cirkularitetsklivet” måste emellertid tas fram. Alternativt kompletteras befintliga förordningar för Industriklivet och/eller Klimatklivet.

8.3.3.7 Förslagets bredd med avseende på artikel 26.1 i CRMA

Förslaget adresserar framför allt insamling och sortering av material som innehåller kritiska råmaterial, men påverkar också andra delar genom att öka sårhållningen av strömmar som innehåller kritiska råmaterial och därmed göra fortsatt bearbetning och återvinning intressantare ur ekonomisk synvinkel.

8.3.4 Stöd till FoI-projekt för utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter

Ett prioriterad hinder enligt Tabell 9 är att tekniker, metoder och utrustning för demontering och separation av permanentmagneter är outvecklade. Enligt Bergfeld (2024) finns det outnyttjad återvinningskapacitet i Europa för neodym från skrotade permanentmagneter, vilket beror på flaskhalsar i insamling och sortering av magneter, varför riktade nationella FoI-insatser i utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter bör prioriteras. En del av ett ”cirkularitetskliv” ska kunna finansiera FoI-projekt för tekniker och metoder som kan demonstreras och implementeras i anläggningar för demontering och separering.

De tekniker och metoder som utvecklas inom ramen för FoI-stödet bör högst uppnå nivå 6 på den så kallade TRL-skalan.

För att få stöd ska sökanden vara ett svenskt universitet/högskola eller forskningsinstitut alternativt ett företag registrerat i Sverige med åtminstone ett arbetsställe i Sverige. Stödberättigande kostnader följer av statsstödsregler. Högsta tillåtna stödnivå fastställs utifrån de kostnader som är stödberättigade.

Se även 8.3.3 ovan.

8.3.4.1 Rådighet

Det bör finnas nationell rådighet förutsatt att projektfinansieringen sker enligt en förordning som tar hänsyn till statsstödsreglerna.

8.3.4.2 Förväntad effekt

På motsvarande sätt som ett investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter förmodligen inte ensamt kommer att öka

cirkulariteten av dessa, varken i närtid eller på längre sikt, kommer enbart FoI-stödet inte ge stora effekter på cirkulariteten av kritiska råmaterial i permanentmagneter. På sikt måste det kombineras med investeringsstöd enligt 8.3.3 för att öka tillgången på faktiska anläggningar, eventuellt också en pant, återvinningspremie eller producentansvar enligt någon modell enligt utredningen som föreslås i 8.3.2 för att öka tillgången på material att demontera och separera. FoI-insatserna bör alltså påbörjas några år innan investeringsstödet enligt 8.3.3 införs.

8.3.4.3 Kostnadseffektivitet

FoI-stöd innebär vanligtvis att en större andel av projektfinansieringen ska täckas av offentliga medel. Det är svårt att bedöma vilken ”cirkularitet av kritiska råmaterial per satsad krona” som projekten kan ge.

8.3.4.4 Industrins behov av råmaterial.

Se 8.3.3.4

8.3.4.5 Påverkan på försörjningstrygghet

Se 8.3.3.5

8.3.4.6 Implementering på miniminivå?

Se 8.3.3.6

8.3.4.7 Förslagets bredd med avseende på artikel 26.1 i CRMA

Se 8.3.3.7

9 Konsekvensanalyser av prioriterade förslag

De prioriterade förslagen till åtgärd har sammanställts i Tabell 10 och konsekvensanalyseras i detta kapitel.

Tabell 10 Sammanställning av prioriterade förslag

Prioriterade förslag	Avfallsförebyggande, återanvändning och substitution	Ökad insamling, sortering och bearbetning för materialåtervinning
Industriella katalysatorer		
Utreda tillgång till information via Produktregistret		x
Fördjupad analys av materialåtervinningssystemets funktionalitet för industriella katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller		x
Nya krav på tillståndspliktiga verksamheter	x	
Informationsinsats för ökad sortering av inbyggda katalysatorer		x
Stödja forskning och innovation	x	x
Industriella pumpar		
Stöd till utveckling av "product as a service"	x	
Utredning kring tre alternativa förslag: pant, återvinningspremie och producentansvar	(x)	x
Investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter		x
Stöd till Fol-projekt för utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter		x

9.1 Industriella katalysatorer

9.1.1 Ökad kunskap och information

Under denna rubrik görs en samlad konsekvensanalys för de prioriterade åtgärdsförslagen 1) Utredda tillgång till information via Produktregistret och 2) Fördjupad analys om materialåtervinningssystemets funktionalitet för industriella katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller. Förslagen analyseras gemensamt då båda åtgärderna är av informativ karaktär, med syftet att bidra till välinformerade beslut om åtgärder för ökad cirkularitet.

Utredda tillgång till information via Produktregistret

Naturvårdsverket föreslås samarbeta med Kemikalieinspektionen och utreda om information i Produktregistret kan användas för att skapa en tydligare bild av flödet av kritiska råmaterial i industriella katalysatorer på den svenska marknaden, hur sekretesskravet påverkar denna möjlighet och om information som finns utspridd i olika datakällor går att sammanlänka.

Fördjupad analys av materialåtervinningssystemets funktionalitet för industriella katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller

Naturvårdsverket bör i samarbete med relevanta myndigheter i andra EU-länder (primärt de länder som har primärproducenter av katalysatorer och de som är primära mottagare av uttjänade katalysatorer) utreda hur utvecklat materialåtervinningssystemet för industriella katalysatorer innehållande andra kritiska råmaterial än ädelmetaller är, samt att baserat på utredningens resultat föreslå åtgärder för att motverka de faktiska bristerna.

9.1.1.1 Konsekvenser av förslagen

Förslagen syftar till att öka kunskapen om kritiska råmaterial i industriella katalysatorer genom utredningar och att undersöka möjligheter till förbättrad datatillgång genom att kombinera befintliga datakällor, inkluderat sådana under sekretess. Åtgärderna är i huvudsak av informativ och analyserande karaktär och bedöms bidra till ett mer ändamålsenligt beslutsunderlag för framtida styrning. Konsekvenserna är därmed främst indirekta och uppstår huvudsakligen på längre sikt.

Direkt berörda aktörer utgörs av Naturvårdsverket, Kemikalieinspektionen samt andra relevanta myndigheter på nationell och EU-nivå. Indirekt berörs producenter (tillverkare och andra aktörer som sätter en produkt på marknaden i Sverige) av

katalysatorer, industriföretag som använder katalysatorer samt aktörer inom avfalls- och återvinningssektorn.

Berörda myndigheter påverkas genom ett ökat behov av samordning, analysarbete samt genomförande av utredningar. Företag påverkas i nuläget i begränsad utsträckning, men kan på sikt beröras genom förändrade krav på informationsdelning och transparens. Återvinningsaktörer bedöms kunna påverkas positivt genom att förbättrad information kan bidra till ökad efterfrågan på materialåtervinning.

Förslaget är utformat med beaktande av att minimera administrativ och ekonomisk belastning för företag. Fokus ligger på att utnyttja befintliga informationskällor samt genomföra utredande insatser snarare än att införa nya bindande krav. Eventuella förändringar som kan medföra ökad rapporteringsbörda bedöms aktualiseras först på längre sikt och förutsätter samordning på EU-nivå. Vidare beaktas behovet av att skydda affärskänslig information.

Förslaget bedöms medföra försumbara kostnader för företag på kort sikt. På längre sikt kan kostnader uppstå till följd av eventuella nya krav på produktinformation. Samtidigt bedöms en ökad transparens kunna stärka konkurrenskraften för företag som tillämpar cirkulära affärsmodeller. En harmonisering på EU-nivå är av betydelse för att säkerställa konkurrensneutralitet.

9.1.1.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Förslaget bedöms bidra till ett förbättrat kunskapsläge, vilket i sin tur möjliggör mer träffsäkra och effektiva styrmedel. Detta stärker förutsättningarna för en resurseffektiv och cirkulär ekonomi samt minskar risken för felaktiga eller ineffektiva åtgärder.

De direkta klimat- och miljöeffekterna, såväl som effekter på arbetsmarknaden, bedöms på kort sikt vara obefintliga. På längre sikt kan åtgärderna bidra till ökad materialåtervinning av kritiska råmaterial, minskat behov av primärutvinning samt därigenom minskad miljö- och klimatpåverkan. Effekten på arbetsmarknaden kan på längre sikt vara en ökad efterfrågan på kompetens inom analys, datahantering och återvinning uppstå till följd av utvecklingen mot en mer cirkulär ekonomi.

Förslaget bedöms ge förutsättningar för att stärka försörjningstryggheten genom att öka kunskapen om flöden av kritiska råmaterial. Detta kan bidra till en förbättrad överblick av resursanvändning och minska sårbarheter i leveranskedjor, vilket är av betydelse ur ett beredskapsperspektiv.

Integritets- och sekretessaspekter behöver beaktas i samband med hantering och delning av företagsdata. Förslaget främjar digitalisering genom utveckling av

informationssystem och datadelning. Någon tydlig påverkan på jämställdhet har inte identifierats.

9.1.2 Nya krav på tillståndspliktiga verksamheter

Förslaget innebär att tillståndspliktiga verksamheter som använder industriella katalysatorer innehållande kritiska råmaterial, i miljökonsekvensbeskrivningen i samband med ansökan om miljötillstånd ska beskriva sin användning av dessa produkter och att analys görs av möjligheter till substitution till mindre kritiskt råmaterial, lägre andel eller återvunnen råvara, samt analyserar möjligheterna till regenerering och materialåtervinning av katalysatorn. Åtgärden bygger på Miljöbalkens principer för resurshushållning men medför en förändrad praxis där information om kritiska råmaterial specifikt efterfrågas.

9.1.2.1 Konsekvenser av förslaget

Åtgärden är styrande till sin karaktär och syftar till att påverka beteenden genom ökade informationskrav. Konsekvenserna bedöms uppstå både direkt, genom förändrade krav i tillståndprocesser, och indirekt över tid genom förändrade efterfrågemönster.

Direkt berörda aktörer är tillståndspliktiga verksamheter som använder industriella katalysatorer innehållande kritiska råmaterial, vilka påverkas genom behovet av att inkludera ytterligare analyser i MKB-processen. Därutöver är även tillståndsgivande myndigheter, såsom länsstyrelser och mark- och miljödomstolar, direkt berörda av åtgärdsförslaget och dessa aktörer påverkas genom att de behöver efterfråga och bedöma informationen som lämnas av de tillståndspliktiga verksamheterna. Indirekt berörs producenter av katalysatorer genom förändrade efterfrågemönster, aktörer inom avfalls- och återvinningssektorn, som kan påverkas positivt genom ökad efterfrågan på cirkulära lösningar, samt andra relevanta myndigheter.

Förslaget utgår från befintliga bestämmelser i miljöbalken och tillhörande förordningar och innebär i stor utsträckning en utveckling av praxis snarare än införande av helt nya krav. Detta begränsar den administrativa belastningen. Kravet avser redovisning och analys och innebär inte en begränsning i val av teknik eller produkter. Mer långtgående krav på detaljerad rapportering har bedömts kunna innebära en oproportionerlig börda och har därför inte prioriterats.

Förslaget bedöms medföra begränsade kostnader, huvudsakligen kopplade till ökad arbetsinsats vid framtagande av MKB. På längre sikt kan åtgärden bidra till att gynna företag med resurseffektiva och cirkulära lösningar. Det finns en viss risk

för påverkan på konkurrenskraften om motsvarande krav inte införs på EU-nivå, men denna bedöms som begränsad.

9.1.2.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Åtgärden bedöms bidra till ett ökat fokus på resurseffektivitet och en mer cirkulär användning av kritiska råmaterial. Den kan också förbättra kunskapsunderlaget och därmed möjliggöra mer träffsäkra styrmedel på sikt.

Förslaget kan bidra till positiva klimat- och miljöeffekter på längre sikt genom att stimulera substitution, materialåtervinning och minskat behov av primärutvinning. De direkta effekterna bedöms dock vara begränsade initialt.

Åtgärden bedöms bidra till stärkt försörjningstrygghet genom ökad medvetenhet om användning och hantering av kritiska råmaterial. Detta kan minska sårbarheter i leveranskedjor över tid.

Förslaget bedöms ha begränsad påverkan på arbetsmarknaden på kort sikt, men kan på längre sikt bidra till en ökad efterfrågan på kompetens inom miljöanalys, resurseffektivitet och cirkulära flöden.

Integritets- och sekretessaspekter behöver beaktas, särskilt vid hantering av affärskänslig information. Åtgärden kan även främja digitalisering i tillståndsprocesser. Ingen tydlig påverkan på jämställdhet har identifierats.

9.1.3 Informationsinsats för ökad sortering av inbyggda katalysatorer

Under Naturvårdsverkets ledning genomförs informations- och utbildningsinsatser riktade till industriella användare och återvinnare av utrustning innehållande inbyggda katalysatorer, för att stödja demontering och separat utsortering av katalysatormaterialet.

9.1.3.1 Konsekvenser av förslaget

Åtgärden är av informativ karaktär och syftar till att påverka beteenden genom ökad medvetenhet. Konsekvenserna bedöms främst vara indirekta och uppstå successivt över tid genom förbättrade sorteringsrutiner och ökad materialåtervinning.

Direkt berörda aktörer är användare av utrustning som innehåller inbyggda katalysatorer, vilka påverkas genom att de får ökad kunskap om förekomsten av katalysatorer och behovet av korrekt hantering vid skrotning, samt aktörer inom avfalls- och återvinningssektorn som påverkas genom att de får förbättrade förutsättningar att identifiera och separera katalysatorer från övrigt avfall. Även

myndigheter med ansvar för avfall och resurshantering berörs direkt av förslaget genom att ha ansvaret för informationsinsatsen. Producenter påverkas indirekt genom att ökad uppmärksamhet kan leda till krav på bättre produktinformation och design för demonterbarhet.

Åtgärden utgörs av informations- och utbildningsinsatser och innebär därmed inga bindande krav. Detta medför att den administrativa och ekonomiska belastningen för företag bedöms vara låg. Insatsen syftar till att underlätta korrekt hantering snarare än att införa nya skyldigheter.

Kostnaderna för företag bedöms som mycket begränsade och består främst av eventuell tid för att ta del av information och anpassa rutiner. På längre sikt kan åtgärden bidra till ökad resurseffektivitet och bättre tillvaratagande av värdefulla material, vilket kan ha en positiv påverkan på konkurrenskraften.

9.1.3.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Åtgärden bedöms bidra till förbättrad sortering och ökad materialåtervinning av kritiska råmaterial. Den kan också bidra till att bygga upp kunskap och erfarenhet inom återvinningsledet samt skapa bättre förutsättningar för framtida systemlösningar.

Förslaget bedöms kunna ge positiva miljöeffekter genom ökad materialåtervinning av kritiska råmaterial och potentiellt ett minskat behov av primärutvinning. Det kan även bidra till att farligt avfall hanteras på ett mer korrekt sätt. Genom att öka materialåtervinningen av kritiska råmaterial kan åtgärden bidra till förbättrad resurshushållning och stärkt försörjningstrygghet på sikt. Effekterna bedöms dock vara mycket begränsade på kort sikt.

Förslaget bedöms ha begränsade effekter på arbetsmarknaden. Viss ökning av efterfrågan på kompetens inom avfallshantering och återvinning kan uppstå på längre sikt.

Åtgärden kan indirekt bidra till minskad miljöpåverkan globalt genom ökad återvinning av kritiska råmaterial. Den kan även stödja utvecklingen av mer strukturerad informationsspridning. Integritetsaspekter bedöms vara försumbara. Ingen tydlig påverkan på jämställdhet har identifierats.

9.1.4 Stöd till forskning och innovation

Naturvårdsverket får i uppdrag att utforma ett ”cirkularitetskliv”, ett FoI-program som bland annat ger stöd till FoI-projekt vid svenska universitet, högskolor, forskningsinstitut och företag för utveckling av industriella katalysatorer innehållande kritiska råmaterial, med längre livslängd, högre prestanda och lägre innehåll av kritiska råmaterial. Det omfattar även stöd till design för återvinning och uppskalning av regenereringstekniker, så att katalysatorer kan återanvändas istället för att bytas ut. Genom samverkan på EU-nivå ska insatserna bidra till ökad resurseffektivitet, minskat råmaterialberoende och stärkt konkurrenskraft på lång sikt.

9.1.4.1 Konsekvenser av förslaget

Förslaget innebär att stärka forskning, innovation och utveckling kopplat till industriella katalysatorer, med fokus på minskad användning av kritiska råmaterial, ökad livslängd, förbättrad återvinningsbarhet samt utveckling av regenereringstekniker. Åtgärden är i huvudsak främjande och strategisk till sin karaktär. Konsekvenserna bedöms främst uppstå på längre sikt genom teknikutveckling, förändrade affärsmodeller och ökad resurseffektivitet.

Direkt berörda aktörer är forskningsorganisationer, universitet, innovationsaktörer samt företag inom katalysatorutveckling och processindustri. Indirekt berörs användare av katalysatorer, återvinningsaktörer samt myndigheter.

Forsknings- och innovationsaktörer påverkas genom ökade möjligheter till finansiering och samverkan. Företag påverkas genom möjligheten att utveckla nya tekniska lösningar med förbättrad prestanda och resurseffektivitet. Användare av katalysatorer kan på sikt få tillgång till mer hållbara och kostnadseffektiva produkter. Återvinningsaktörer påverkas genom att nya konstruktioner kan förbättra möjligheterna till materialåtervinning och regenerering.

Åtgärden är frivillig och incitamentsbaserad och innebär inga nya bindande krav på företag. Den administrativa belastningen bedöms därför vara begränsad och främst kopplad till deltagande i forsknings- och innovationsprogram. Fokus ligger på att möjliggöra utveckling snarare än att införa regleringar.

Åtgärden medför på kort sikt ökade kostnader i form av investeringar i forskning, utveckling och pilotprojekt. Samtidigt kan deltagande i innovationsprogram innebära tillgång till finansiering och samverkansmöjligheter. På längre sikt bedöms åtgärden kunna stärka företagets konkurrenskraft genom teknologiska förspång, ökad resurseffektivitet samt anpassning till en cirkulär ekonomi.

9.1.4.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Förslaget bedöms bidra till stärkt innovationskapacitet, teknikutveckling och industriell omställning. Det kan även bidra till ökad cirkularitet av kritiska råmaterial samt stärkt konkurrenskraft och hållbar tillväxt i ekonomin.

Åtgärden bedöms kunna bidra till positiva klimat- och miljöeffekter genom minskat behov av primärutvinning av kritiska råmaterial, förbättrad resurseffektivitet samt utveckling av mer hållbara material och processer. Effekterna förväntas dock uppstå gradvis över tid.

Åtgärden bedöms kunna ha positiva effekter på arbetsmarknaden genom ökad efterfrågan på högkvalificerad arbetskraft inom forskning, utveckling och avancerad industriell produktion. Effekterna bedöms uppstå successivt.

Förslaget kan indirekt bidra till förbättrade arbetsvillkor globalt genom minskat behov av råvaruutvinning i regioner med bristande arbetsvillkor. Åtgärden kan även främja digitalisering genom utveckling av avancerade analys- och produktionsmetoder. Någon tydlig påverkan på integritet eller jämställdhet har inte identifierats.

9.2 Industriella pumpar

9.2.1 Stöd till utveckling av ”product as a service”

Naturvårdsverket får i uppdrag att utforma ett ”cirkularitetskliv”, ett FoI-program (se 9.2.4) som bland annat ger stöd till svenska tillverkare, importörer och användare av industriella pumpar som inom ramen för utvecklings- och demonstrationsprojekt vill testa och utvärdera värdet av att använda affärsmodellen ”product as a service” (paas) på industriella pumpar. Uppdraget ges i tidigast möjliga budgetproposition. Tjänstebaserade affärsmodeller brukar kunna stimulera en cirkulär ekonomi eftersom leverantören behåller ansvaret för produkten och upprätthåller dess funktion. Åtgärden är avfallsförebyggande genom att tillverkaren får ett incitament att i designstadiet underlätta reparation och uppgradering.

9.2.1.1 Konsekvenser av förslaget

Förslaget påverkar svenska tillverkare, importörer och användare av industriella pumpar direkt genom att de får möjlighet att inom ramen för ett ”cirkularitetskliv” söka stöd till utvecklings- och demonstrationsprojekt för att testa och utvärdera värdet av affärsmodellen ”product as a service” (paas). Indirekt och på sikt kan också andra typer av aktörer, som behövs för att få ett paas-system att fungera, påverkas, men vilka dessa är blir ett resultat av projekten.

Det finns erfarenheter från liknande finansieringsprogram (till exempel Impact Innovation) som bör utnyttjas för att underlätta projektansökningar, projektgenomförande och rapportering.

9.2.1.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Stödets syfte är avfallsförebyggande, men ansökningarna om stöd till paas-projekt bör utvärderas även med avseende på klimatpåverkan och annan miljöpåverkan för en god avvägning mellan resurseffektivitet och miljöpåverkan.

Förslaget ger troligen en begränsad ökning av försörjningstrygghet, säkerhet och beredskap eftersom nuvarande skrotning av industriella pumpar med ett visst innehåll av fungerande delar trots allt är begränsad.

I ett arbetsmarknadsperspektiv och på sikt kan stödet innebära en viss ökning av antalet arbetstillfällen inom service och reparationer av industriella pumpar. Stödet bedöms inte få några konsekvenser för mänskliga rättigheter, integritet, digitalisering och jämställdhet.

9.2.2 Utredning kring tre alternativa förslag: pant, återvinningspremie och producentansvar

Naturvårdsverket får i uppdrag att genomföra en utredning kring styrmedel för att öka cirkulariteten hos hela eller delar av elmotorer enligt de alternativ som presenterats i 8.3.2.. Utredningen ska föreslå en utformning som effektivt får näringslivet att öka separeringen, koncentrereringen och återvinningen av kritiska råmaterial i elmotorer, framför allt permanentmagneter, och bedöma konsekvenserna av tre olika modeller: pant, återvinningspremie och producentansvar. Uppdraget ges i tidigas möjliga regleringsbrev.

En analys av konsekvenserna av ett eventuellt införande av en pant eller en återvinningspremie på hela eller delar av elmotorer eller av ett producentansvar för industriella pumpar ska ingå i den utredning som föreslås i 8.3.2. Utredningen bör ta hänsyn till de drivkrafter och beteenden för cirkularitet av industriella pumpar som beskrivs i 6.2.

Ett eventuellt införande av en pant, återvinningspremie eller producentansvar kan bidra till att göra det möjligt att uppfylla artikel 29 i förordning (EU) 2024/1252. Ett producentansvar skulle möjligen också kunna bidra till att uppfylla artikel 28 i samma förordning.

9.2.3 Investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter

Naturvårdsverket får i uppdrag att utforma ett ”cirkularitetskliv”, ett FoI-program (se 9.2.4) som bland annat ger stöd till svenska företag för att medfinansiera anläggningar för att hantera insamlade strömmar av hela elmotorer och/eller rotorerna, anläggningar där tekniker och metoder för demontering av elmotorer demonstreras och implementeras. Uppdraget ges i tidigast möjliga budgetproposition. Ett investeringsstöd ska kombineras med FoI-insatser enligt 8.3.4 och införs förskjutet i tiden med några år så att FoI-insatserna kunnat avslutas och för att en eventuell pant/återvinningspremie/producentansvar enligt utredningen som föreslås i 8.3.2. ska ha gett effekt.

9.2.3.1 Konsekvenser av förslaget

Direkt berörda av förslaget om ett investeringsstöd inom ramen för ett ”cirkularitetskliv” är befintliga eller nya återvinningsaktörer på den svenska marknaden, befintliga eller nya teknikutvecklare och teknikleverantörer samt entreprenörer som arbetar på deras uppdrag. ”Cirkularitetsklivet” administreras av Naturvårdsverket som därför direkt berörs av förslaget.

Indirekt och efter hand berörs innehavare av elmotorer och/eller rotorerna, bland annat men inte enbart från industriella pumpar; för att demonterings- och separeringsanläggningar ska bli ekonomiskt bärkraftiga behövs även elmotorer och/eller rotorerna från andra produktkategorier och behoven av att omhänderta elmotorer kommer att öka. Innehavarna av elmotorer och/eller rotorerna förutsätts kunna anlita tjänsteföretag för särskilda hämtning av just dessa komponenter, ytterligare en kategori aktörer som påverkas av förslaget.

Därutöver berörs också företag som äger anläggningar för behandling och återvinning av det demonterade och separerade materialet. Dessa anläggningar återfinns för närvarande i övriga Europa. Ytterligare nedströms ska de återvunna materialet hitta tillbaka till tillverkare av permanentmagneter och elmotorer, förhoppningsvis på den europeiska marknaden så att syftet med investeringsstödet uppnås.

Det finns erfarenheter från investeringsstöd, bland annat från Industriklivet och Klimatklivet, som bör utnyttjas för att göra investeringsstödet enkelt att förstå, söka och rapportera.

9.2.3.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Investeringsstödet syftar till att öka cirkulariteten hos permanentmagneter, men ansökningarna om investeringsstöd bör utvärderas även med avseende på klimatpåverkan och annan miljöpåverkan för en god avvägning mellan resurseffektivitet och miljöpåverkan.

Tillsammans med övriga insatser som föreslås ingå i ”cirkularitetsklivet” kommer ett investeringsstöd kunna ge ökad försörjningstrygghet och säkrare värdekedjor i ett europeiskt perspektiv.

I ett arbetsmarknadsperspektiv och på sikt kan investeringsstödet innebära en viss ökning av antalet arbetstillfällen, men sannolikt kommer demontering och separering inte bli personalintensiv utan bygga på arbetsmiljömässigt säkra tekniker, automatisering och bildigenkänning. Investeringsstödet bedöms inte få några konsekvenser för mänskliga rättigheter, integritet, digitalisering och jämställdhet.

9.2.4 Stöd till FoI-projekt för utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter

Naturvårdsverket får i uppdrag att utforma ett ”cirkularitetskliv”, ett FoI-program som bland annat ger stöd till FoI-projekt vid svenska universitet, högskolor, forskningsinstitut och företag för utveckling av metoder och tekniker för demontering och separering av permanentmagneter. Uppdraget ges i tidigast möjliga budgetproposition. FoI-projekten kombineras på några års sikt med investeringsstöd enligt 8.3.3 för att öka tillgången på faktiska anläggningar, eventuellt också en pant, återvinningspremie eller producentansvar enligt någon modell enligt utredningen som föreslås i 8.3.2 för att öka tillgången på material att demontera och separera. FoI-insatserna bör alltså påbörjas några år innan investeringsstödet enligt 8.3.3 införs.

9.2.4.1 Konsekvenser av förslaget

Direkt berörda av förslaget om ett FoI-insatser inom ramen för ett ”cirkularitetskliv” är svenska universitet, högskolor och forskningsinstitut, liksom forsknings- och utvecklingsmiljöer inom företag som utvecklar och levererar ny teknik. Som nämnts ovan administreras ”cirkularitetsklivet” av lämplig myndighet vilken också blir direkt berörd av förslaget.

Indirekt och efter hand berörs aktörerna som berörs av investeringsstödet inom ”cirkularitetsklivet” (se 9.2.3.1) i takt med att resultat från FoI-satsningarna kan tas vidare upp för TRL-skalan.

Erfarenheter från andra FoI-program vid Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Vinnova m fl bör inhämtas för att göra det enkelt att förstå, söka och rapportera.

9.2.4.2 Övergripande konsekvenser på samhällsnivå

Precis som investeringsstödet är syftet med FoI-projekten att öka cirkulariteten hos permanentmagneter. Även dessa ansökningar bör utvärderas med avseende på klimatpåverkan och annan miljöpåverkan för att åstadkomma en god balans mellan resurseffektivitet och miljöpåverkan.

Som nämndes ovan kan de samlade insatserna som möjliggörs av ”cirkularitetsklivet” ge ökad försörjningstrygghet och säkrare värdekedjor i ett europeiskt perspektiv.

I ett arbetsmarknadsperspektiv kan FoI-projekten möjliggöra en viss ökning av antalet arbetstillfällen, men i sig är effekten av projekten sannolikt begränsad. FoI-projekten bedöms inte få några konsekvenser för mänskliga rättigheter, integritet, digitalisering och jämställdhet.

9.3 Samlad bedömning av kostnader för förslagen enligt 8.2.6, 8.3.1, 8.3.3 och 8.3.4

Stöd till forskning och innovation, demonstrations- och utvecklingsprojekt samt investeringar enligt förslagen i 8.2.6, 8.3.1, 8.3.3 och 8.3.4 kan samlas inom ett ”cirkularitetskliv” så som har föreslagits av IVA (2024). Hur stor budget denna satsning bör få är svårbedömd. Vid en jämförelse med Klimatklivet och Industriklivet som har funnits i många år och med budgetar för 2026 på ca 4,5 miljarder respektive drygt 650 miljoner kronor bör ett ”cirkularitetskliv” inledningsvis ha ett litet antal utlysningar med en total budget om ca 100 miljoner för att därefter växa successivt med fler utlysningar per år och med en ökande budget.

9.4 Förslagets bidrag till andra delar av Critical Raw Materials Act (CRMA)

I Tabell 11 och Tabell 12 sammanställs förslagets bidrag till att uppfylla någon annan punkt under artikel 26 och/eller någon annan artikel i CRMA.

Tabell 11 Bidrag till andra delar av CRMA från förslagen kring industriella katalysatorer

Industriella katalysatorer	Artikel i CRMA eller annan punkt i artikel 26
Ökad kunskap och information	26.1f
Nya krav på tillståndspliktiga verksamheter	26.1d
Ökat stöd för administrativ hantering av farligt avfall och gränsöverskridande transporter	(26.1h)
Informationsinsats för ökad sortering av inbyggda katalysatorer	26.1e, f
Stöd till forskning och innovation	26.1a, e, f

Tabell 12 Bidrag till andra delar av CRMA från förslagen kring industriella pumpar

Industriella pumpar	Artikel i CRMA eller annan punkt i artikel 26
Stöd till utveckling av "product as a service"	26.1d, e
Utredning kring pant, återvinningspremie och producentansvar	Potentiellt 26.1e, 26.1g, 26.3 och 28
Investeringsstöd för anläggningar för demontering och separering av permanentmagneter	26.1a, d, e, f, 29
Stöd till Fol-projekt för utveckling av tekniker för demontering och separering av permanentmagneter	26.1a, d, e, f, 29

Referenser

ABB 2024. *ABB Motion Take-Back and Recycling. Your old motors and drives are worth more than you think.*

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AAU0000000097>, besökt den 26 maj 2026

ABB 2026. *End-of-Life Program.*

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=4TLB000755&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>, besökt den 26 maj 2026

Bergfald, B., Kristensen, K. & Lystad, H. 2024. *Recycling of Critical Raw Materials in the Nordics.* Nordic Council of Ministers TemaNord 2024:513.
<https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1840493/FULLTEXT01.pdf>

Björkner, M., 2010, *Pumphandboken*, Process Contact Scandinavia AB, Åtkomst via Pumpportalen.se.

Canroon 2026. *Frequency Converter Explained: What It Is and How It Works*”,
<https://www.canroon.com/Industry-Insights/frequency-converter-explained-what-it-is-and-how-it-works>, besökt den 31 mars 2026

Cenelec 2017. *European Standards for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Collection, Transport, Re-use, Treatment.*

https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC_Topics/Environment%20and%20Sustainability/Quicklinks%20General/Documentation%20and%20Materials/weee-brochure.pdf

Cornell Dubilier Electronics (u.å.) *Aluminum Electrolytic Capacitor Application Guide.* https://www.cde.com/resources/technical-papers/KNO_CD_AEappGuide_R2.pdf, hämtad den 14 maj 2026

Energimyndigheten 2024a. *Krav på pumpar*, ER 2024:17,
<https://energimyndigheten.a-w2m.se/System/TemplateView.aspx?p=Arkitektkopia&id=adad7c6ae6b24e8d9d6097096142fe99&l=t&cat=/Effektiv%20energianv%C3%A4ndning&lstqty=1>

Energimyndigheten 2024b. *Vattenpumpar*,
<https://www.energimyndigheten.se/effektiv-energianvandning/saljare-och-tillverkare-av-produkter/produktgrupper-a-o/produkter/vattenpumpar/>

Energimyndigheten 2026. *Ekodesignförordningen.*
<https://www.energimyndigheten.se/effektiv-energianvandning/saljare-och->

tillverkare-av-produkter/ekodesign-energimarkning-och-ce-markning/ekodesign/ekodesignforordningen/, besökt den 14 maj 2026

EU-dokument COM(2023) 451. *Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om cirkularitetskrav för fordonskonstruktion och hantering av uttjänta fordon, om ändring av förordningarna (EU) 2018/858 och 2019/1020 och om upphävande av direktiven 2000/53/EG och 2005/64/EG*

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/eu-dokument/forslag-till-europaparlamentets-och-radets_hbb6451/html/, besökt den 16 april den 2026

EWRN 2016. *WEEE2 guidance document: Large-scale stationary industrial tools ("LSSIT")*.

https://www.ewrn.org/fileadmin/ewrn/documents/161028_EWRN_LSSIT_WEEE2_Guidance_fin.pdf

Grundfos 2026. *Grundfos Annual Report 2025*.

<https://www.grundfos.com/media/reports-and-publications/grundfos-annual-report-2025>

Grundfos (u.å.). *Grundfos Take Back*.

<https://www.grundfos.com/se/support/takeback>, besökt den 18 maj 2026

Harris, I.R. & Jewell, G.W. 2012, *Functional Materials for Sustainable Energy Applications, 19 - Rare-earth magnets: properties, processing and applications*, s. 600-639 Woodhead Publishing, ISBN 9780857090591

IVL 2026. *Nationellt kartläggningssystem för sekundära kritiska råmaterial för rapportering och hållbar råvaruförsörjning*. IVL-rapport C11144. <https://ivl.diva-portal.org/smash/get/diva2:2033095/FULLTEXT01.pdf>

Junestedt, C., Emilsson, E., Romson, Å. & Wu, A. 2023. *Förutsättningar för en ökad återvinning av kritiska råmaterial i Sverige*. IVL rapport C757.

<https://recycling.se/wp-content/uploads/2025/01/Forutsattningar-for-en-okad-atervinning-av-kritiska-ramaterial-i-Sverige.pdf>

Klimat- och näringslivsdepartementet 2025. *Förändrat producentansvar för elustrustning och nya rapporteringsregler för insamling av elavfall*. Promemoria. KN2025/02346.

Kyocera (u.å.). *Technical Summary and Application Guidelines*.

<https://www.kyocera-avx.com/docs/techinfo/Tantalum-NiobiumCapacitors/TechSumAppGuide.pdf>, hämtad den 14 maj 2026

Naturvårdsverket 2019. *Vägledning för tillämpning av föreskrifterna (2018:11) om yrkesmässig lagring och behandling av elavfall som omfattas av producentansvar*.

<https://www.naturvardsverket.se/4ac23b/globalassets/vagledning/avfall-och-kretslopp/vagledning-behandling-elavfall.pdf>

Naturvårdsverket (odaterad). *Tillsynsvägledning: Klassificering och kodning*.
<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall-farligt-avfall/klassificering-och-kodning/>, besökt den 7 april 2026

Naturvårdsverket 2024. *Avfall i ett cirkulärt samhälle – Nationell Avfallsplan 2024-2030*. Naturvårdsverket Rapport 7171.
<https://www.naturvardsverket.se/4ad992/globalassets/media/publikationer-pdf/7100/978-91-620-7171-4.pdf>

Naturvårdsverket (2025). *Effekter av klimatinvesteringsstöd på svenska företag. Slutrapport från projektet "Utvärdering av Klimatklivet: Nuvarande vetenskapliga bevis och framtida utformning"*. NV rapport 7172. Tillgänglig vid:
<https://www.naturvardsverket.se/492a4b/globalassets/media/publikationer-pdf/7100/978-91-620-7172-1.pdf>

Naturvårdsverket 2026a. *Kartläggning av elavfallsströmmar enligt EU:s WEEE-direktiv. Redovisning av regeringsuppdrag KN2025/01775*.
<https://www.naturvardsverket.se/4924fc/contentassets/527f203c2b214459972eca7449f7edca/redovisning-kartlaggning-elavfallsstrommar.pdf>

Naturvårdsverket 2026b. *Yttrande över promemorian Förändrat producentansvar för elutrustning och nya rapporteringsregler för insamling av elavfall (KN2025/02346)*. <https://www.naturvardsverket.se/492c60/globalassets/om-oss/yttranden/2026/2026-02-26-nv-yttrande-pm-forandrat-producentansvar-elutrustning-nya-rapporteringsregler-insamling-elavfall.pdf>

Ny Teknik 2025. *Europas första: permanentmagneter till en miljon elbilar – nära ryska gränsen*. <https://www.nyteknik.se/energi/europas-forsta-permanentmagneter-till-en-miljon-elbilar-nara-ryska-gransen/4395495> (bakom betalvägg), besökt den 26 maj 2026

Pumphandboken 2010. Process Contact Scandinavia AB. www.pumpportalen.se

Riksrevisionen 2024. *Industriklivet – planering, genomförande och uppföljning*. RiR 2024:17.
https://www.riksrevisionen.se/download/18.2cedde2f1921d75956ebb675/1727704299248/RiR_2024_17_rapport.pdf

SGU 2023. *Hållbar utvinning och återvinning av metaller och mineral från sekundära resurser*. Rapportering av regeringsuppdrag SGU RR 2023:01.
<https://resource.sgu.se/dokument/publikation/rr/rr202301rapport/RR2301.pdf>

Sveriges riksdag 2022. *Innovationskritiska metaller och mineral - en forskningsöversikt*. Rapport från riksdagen 2021/22:RFR10.

<https://data.riksdagen.se/fil/50082AF1-58DE-4F2B-9FF8-A121ABBC88D3>

Bilaga 1: Intervjufrågor katalysatorer

Material Composition & Design

- Critical Materials:
 - How would you describe the typical material compositions of the industrial catalysts you handle, and specifically, which critical raw materials are most prevalent?
 - Quantities?
 - Where does the production take place?
 - Development towards substitution (or introduction) of CRM based techniques? What kind of instruments, drivers and barriers lie behind this approach? Are there any industry standards to comply with?
- Design for Circularity:
 - What do you see as the current possibilities and the main barriers when it comes to designing catalysts for circularity?
 - To what extent do you use recycled CRM containing materials? Why?

Lifespan, Reuse, & Repair

- Current Practices:
 - What are the current methods used in industry for remanufacturing, repairing, and reusing industrial catalysts? What kind of instruments, drivers and barriers lie behind this approach? Are there any industry standards to comply with?
- Waste Prevention:
 - What measures could be taken to promote waste prevention and further increase the reuse or repair of these components? What kind of instruments, drivers and barriers lie behind this approach? Are there any industry standards to comply with?

Collection, Sorting, & Recycling

- Take-back Routines:
 - Can you walk me through your current routines and systems for the take-back, collection, and sorting of used catalysts? What services do you buy for this? From whom? What kind of instruments, drivers and barriers lie behind this approach? Are there any industry standards to comply with?
- Recycling Technologies:

- What existing or new recycling technologies do you utilise for CRM containing material? What qualities are achieved? What kind of instruments, drivers and barriers lie behind this approach? Are there any industry standards to comply with?
- What new recycling technologies do you see a potential in, particularly regarding cascade recycling or pre-industry recycling, for CRM containing material?
- Maximising Quality:
 - What steps are necessary to increase the collection and processing of catalyst waste to maximise both the availability and quality of recyclable and recycled secondary materials?
 - What is the outcome of CRM-containing material that is not collected for regeneration or recycling?
 - What is the outcome of CRM-containing material that is collected but rejected in the regeneration or recycling steps?

Drivers, Barriers, & Policy Solutions

- Market Dynamics: What are the primary drivers, obstacles, and market behaviours currently impacting the circularity of critical raw materials in your sector?
- Proposed Interventions: From your specific perspective in the value chain, what kind of policy proposals or measures would be most suitable and effective to overcome the barriers we've discussed?

Rundabord-samtal och referens

- Skulle ni kunna tänka er att vara med i rundabordsamtal om ökad cirkularitet inom området? (Rundabordsamtal med Naturvårdsverket och andra aktörer inom en värdekedja för cirkularitet av industriella katalysatorer).
- Får vi lov att använda det vi pratat om som referens i NV rapporten (ej direkta citat) och ange ert företag/organisation som en av de som vi intervjuat?

Bilaga 2: Intervjufrågor pumpar

Design och materialval

- Vad är det som är huvudsakligen avgörande för materialval i pumpar och dess elmotor (framför allt när PM motorer, mässing och titan används)?
 - Specifikt med avseende på material och legeringar som innehåller kritiska råmaterial.
 - Lagstiftning eller CE-märkning som påverkar materialval?
- Var tillverkas pumpar och elmotorer samt övriga ingående komponenter?
- I vilken utsträckning designas pumparna för cirkularitet, till exempel återanvändning och materialåtervinning? Används recyclade CRM?
- Finns planer att substituera (eller introducera) CRMs i kommande designval?
- Vilken typ av regleringar, hinder och drivkrafter påverkar design och materialval med hänsyn till CRM?
- Finns det branschstandarder som påverkar design och materialval?
- Vilken typ av regleringar, hinder och drivkrafter påverkar reparation/demontering/sortering (alltså hur lätt de går att reparera/demontera/sortera)? Finns det branschstandarder som påverkar detta?
- Vilka komponenter kan repareras i högre utsträckning än idag? Vad krävs för att det ska ske?

Livslängd, reparationer och återanvändning

- Metoder för återanvändning/reparation:
 - Tar ni/andra företag tillbaka förbrukade produkter i dag?
 - Finns det en marknad idag för återbruk av pumpar? Hur påverkar till exempel CE-märkning reparationer och återbruk?
 - I vilken utsträckning tas det tillvara på reservdelar?
 - Hur ser tillgången till reservdelar ut över tid?
- Minskning av avfallsmängden:
 - Vilka åtgärder görs för att minska mängden avfall? Påverkar dessa åtgärder möjligheten till ökad cirkularitet, såsom återanvändning och materialåtervinning, i senare led av värdekedjan?
- Hur ser det "vanliga" slutet av livslängden ut i industrin?
Drivkrafter/barriärer?
- Vilken typ av regleringar, hinder och drivkrafter påverkar dessa tillvägagångssätt? Finns det branschstandarder för detta?

Återvinning

- Vilka återvinningsrutiner har branschen idag? Hur ser värdekedjan ut och vem köper ni olika services av (samt vilka)?
- Vilka delar sorteras ut för materialåtervinning respektive försäljning?

- Vilken särhållning av olika metaller sker idag?
- Skiljer sig olika pumptyper (t ex vattenpumpar vs cirkulationspumpar) åt när det gäller principer och metoder för återvinning?
- Vilken typ av regleringar, hinder och drivkrafter påverkar dessa tillvägagångssätt, nu och i framtiden? Finns det branschstandarder för detta?
- Vilka möjligheter har ni eller andra aktörer i värdekedjan att öka tillgången till och kvaliteten på återvinningsbart material? Ser ni potential i nya recyclingteknologier?
- Vet ni något om CRM-flödena i produktion och återvinning av pumpar? Hur mycket samlas in och återvinns, i vilken kvalitet, hur mycket rejekt etc.

Barriärer och policylösningar

- Vad är avgörande för ökad återvinnings-/återanvändningsgrad? Vilka drivkrafter och hinder finns idag?
- Från ert perspektiv: vilka typer av policy/lagstiftning skulle vara lämplig och effektiv för att överbygga barriärer?

Rundabord-samtal och referens

- Skulle ni kunna tänka er att vara med i rundabordsamtal om ökad cirkularitet inom området? (Rundabordsamtal med Naturvårdsverket och andra aktörer inom en värdekedja för cirkularitet inom pumpar). Preliminärt datum 24 eller 25 april (ca 1,5h). Klockslag inte fastställt.
- Får vi lov att använda det vi pratat om som referens i NV rapporten (ej direkta citat) och ange ert företag/organisation som en av de som vi intervjuat?

Bilaga 3: Förslag till åtgärder för icke prioriterade hinder - pumpar

- Naturvårdsverket och Energimyndigheten bör arbeta för att Ekodesigndirektivet omarbetas så att även innehåll av CRM och design för återanvändning/återvinning införlivas. Myndigheterna bör då också arbeta för införande av informations- och cirkularitetskrav på permanentmagneter i elmotorerna och på materialspecifika krav på minimiandelar av återvunnet CRM-material vid tillverkning av dessa. (Fordon är en produktgrupp, vars volymer förvisso är betydligt större och vars elmotorer mer homogena än industriella pumpar, för vilken det nu finns förslag till cirkularitetskrav (EU-dokument COM (2023))).
- Naturvårdsverket bör undersöka vilka andra produktgrupper där mindre CRM-innehållande komponenter är vanligt förekommande för att kunna bedöma potentialen för demontering och särhållning av dessa och eventuellt inkludera dem i handlingsprogrammet för cirkularitet.
- Naturvårdsverket bör arbeta för att EWC-koderna omarbetas och möjliggör omhändertagande och särhållning av CRM vid kodning av avfall från elektrisk och elektronisk utrustning.
- Naturvårdsverket bör arbeta för att avfallsstatistik och (via andra myndigheter) utrikeshandelsstatistiken för bland annat industriella pumpar utvecklas så att myndigheter får information om CRM-innehåll i produkt- och avfallsflöden. Vissa av de förslag som återfinns i Klimat- och näringsdepartementet (2025) kan bidra till bättre statistik om hänsyn tas till synpunkterna från Naturvårdsverkets remissvar (Naturvårdsverket 2026b) angående förändrade rapporteringsskyldigheter.

Om CIT Renergy

CIT Renergy AB är ett helägt dotterbolag till Stiftelsen Chalmers Industriteknik med energirelaterad konsultverksamhet inom de fyra affärsområdena Industri, Byggd Miljö, Samhälle och Inomhusmiljö. CIT Renergy har totalt ca 35 medarbetare.

Vår unika kompetens består av att kombinera detaljerad teknisk kunskap med ett övergripande energisystemperspektiv. Vi är specialiserade på analyser och utredningar av energisystem och energitekniker samt energieffektivisering och inomhusmiljö. Vi har lång erfarenhet av att arbeta med den energiintensiva industrin såväl som med bebyggelsens energibehov samt med strategiska frågor kring energiplanering och energisystem generellt. Vi har också stor vana vid att arbeta med uppdrag från olika myndigheter, näringsliv samt offentligfinansierade projekt. En stor andel av våra medarbetare har disputerat.

Vi är certifierade enligt ISO 9001 för kvalitet och ISO 140001 för miljö.