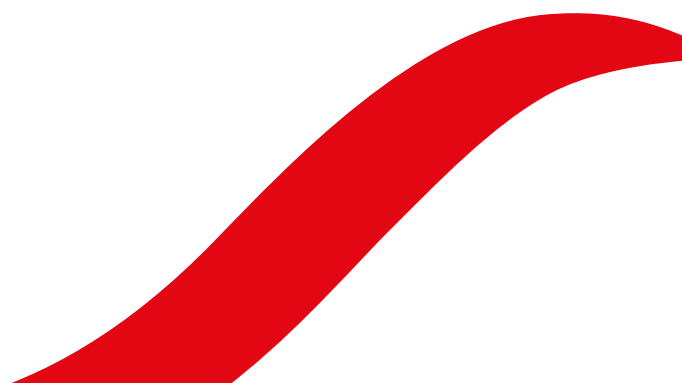


A vertical strip on the left side of the page featuring a bokeh light effect with out-of-focus yellow and orange lights against a dark background.

Industrin – nuläge och förutsättningar för omställning

En nulägesanalys inom Industriklivet

ER 2023:22



Energimyndighetens publikationer kan laddas ner eller
beställas via www.energimyndigheten.se

Statens energimyndighet, oktober 2023

ER 2023:22

ISSN 1403-1892

ISBN (pdf) 978-91-7993-141-4

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

Svensk industri ligger i framkanten när det gäller utvecklingen av fossilfria lösningar och ett mer cirkulärt nyttjande av material, vilket innebär nya värkedjor och nya sätt att driva företag. Den här utvecklingen är viktig för både sysselsättning och den svenska och europeiska konkurrenskraften. Industrin satsar främst på fem olika teknikspår för att fasa ut växthusgasutsläppen och dessa utgörs av elektrifiering, biomassa, vätgas, CCS/bio-CCS och CCU. Omställningen är drivande för den kraftiga elektrifiering vi kan se under de kommande 20–25 åren.

Statligt stöd till forskning och innovation har en avgörande betydelse för att företag ska kunna ta fram och utveckla nya lösningar vilket initialt involverar hög risk. Flera av de tekniska lösningar som aktörerna satsar på börjar nå högre mognadsgrad och främjande åtgärder är nödvändiga för att snabba på teknikspridningen. Förutom innovations- och tekniskrisker finns risk att investeringar inte blir av till följd av utmaningar så som till exempel bristande kapacitet i elnätet, begränsad tillgång på kritiska råmaterial samt kortsiktiga förändringar av styrmedel som påverkar efterfrågan på fossilsnåla produkter. För att investeringar ska komma till stånd krävs ett helhetsgrepp på omställningen och långsiktiga spelregler i politiken för att minska riskerna för aktörerna och samtidigt klara av de framtida utmaningarna.

På EU-nivå har det varit ett händelserikt år då flera rättsakter på energi- och klimatområdet reviderats eller tillkommit i syfte att uppnå de nya striktare klimatmålen. Samtidigt som EU höjer ambitionsnivån har geopolitiska händelser förändrat spelplanen för svensk industri. Även frågan om kärnkraftens framtid har plockats upp i EU-arbetet. Sammantaget innebär det ett ökat tryck på industrin att ställa om för att både uppnå klimatmålen och främja konkurrenskraften.

Inom ramen för Industriklivet har Energimyndigheten ett årligt uppdrag av regeringen att göra en sammanställning och analys över nuläget och förutsättningar vad gäller industrins olika sektors utsläpp, deras respektive potential till utsläppsreduktion och teknisk utveckling på området. Analysen ska även inkludera nuläge och förutsättningar för negativa utsläpp och strategiskt viktiga insatser som bidrar till klimatomställningen i övriga samhället. Denna rapport är redovisningen för år 2023. I årets upplaga finns ett extra fokus på den förändrade styrningen på EU-nivå som förväntas påverka industrins omställning.

Eskilstuna i oktober 2023

Robert Andrén
Generaldirektör

Innehåll

Sammanfattande slutsatser	3
Executive summary (English)	10
1 Inledning	17
1.1 Metodbeskrivning	18
1.2 Avgränsningar	18
1.3 Rapportens upplägg	18
2 Huvudspår för omställningen	20
2.1 Biomassa	21
2.2 Vätgas	23
2.3 Elektrifiering	26
2.4 Avskiljning, transport och lagring av koldioxid (CCS)	30
2.5 Avskiljning och användning av koldioxid (CCU)	36
2.6 Cirkulär ekonomi och materialeffektivitet	38
3 Insatser för att nå målet om nettonollutsläpp	41
3.1 Industrins insatser för att reducera fossila koldioxidutsläpp	42
3.2 Insatser för att uppnå negativa utsläpp	68
4 Förändrade spelregler för omställningen	79
4.1 EU:s förhöjda klimatambitioner i en föränderlig värld	79
4.2 Ett högre omställningstryck till följd av EU:s ambitionshöjning	84
4.3 Förändrade förutsättningar att tillämpa huvudspåren för omställning till följd av den nya EU-styrningen	94
5 Referenser	111
Bilaga 1. Utsläppsdefinitioner	124
Bilaga 2. Bearbetning och tolkning av statistik	127
Bilaga 3. Bransch-, varu-, och produktindelning	129
Bilaga 4. Innovativa lösningar	133
Bilaga 5. Handel- och marknad	136

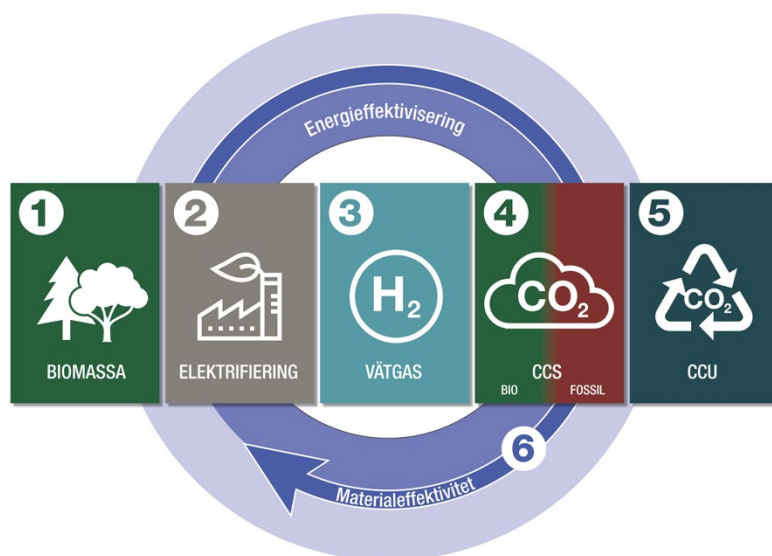
Sammanfattande slutsatser

Sverige har som mål att senast 2045 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Enligt målet ska utsläppen reduceras med minst 85 procent jämfört med 1990 medan de resterande 15 procenten kan uppnås genom kompletterande åtgärder såsom negativa utsläpp eller utsläppsminskningar i andra länder. Industrin står för cirka en tredjedel av Sveriges totala territoriella fossila växthusgasutsläpp och majoriteten av utsläppen är tätt förknippade med befintliga processer. Det innebär att det krävs ny teknik och nya lösningar för att minska utsläppen.

I den här nulägesanalysen presenteras industrins väg mot nettonollutsläpp, vilket, förutom forskning och utveckling av nya tekniker, även täcker in frågor kopplade till teknikspridning, systemlösningar och policyutveckling på området. Årets rapport är indelad i tre delar där en del (kapitel 2) beskriver industrins huvudspår för omställningen och de tekniska och systemrelaterade utmaningar som finns för att komma hela vägen fram till en storskalig tillämpning av dem. Den andra delen (kapitel 3) beskriver pågående insatser inom industrin för att nå målet om nettonollutsläpp med ett fokus på de mest utsläppstunga branscherna. Som en del av EU:s *gröna giv* håller ett stort antal rättsakter på energi- och klimatområdet att revideras och nya att antas inom *fit for 55*-paketet för att säkerställa att EU uppnår de uppstramade klimatmålen. Flertalet av dessa förväntas påverka svensk industris omställning, och relevanta förändringar och nya krav har därför kartlagts i rapportens sista del (kapitel 4). Innehållet i rapporten sammanfattats inte utifrån ovan indelning utan i stället i ett par övergripande slutsatser i ett försök att zooma ut och skapa en bättre överblick av var industrin befinner sig i nuläget och vilka förutsättningar och utmaningar som utmärker vägen framåt mot nettonollutsläpp. I år finns ett extra fokus på policy till följd av den förändrade styrningen på EU-nivå.

Svensk industri satsar främst på fem olika teknikspår

Gemensamt för de mest utsläppsintensiva branscherna är att de främst satsar på fem olika tekniska huvudspår för omställningen. Dessa illustreras i figuren nedan och utgörs av **biomassa, elektrifiering, vätgas, avskiljning, transport och lagring av koldioxid (CCS)** tillämpat på både fossila och biogena utsläpp (**bio-CCS**), samt **avskiljning och användning av koldioxid (CCU)**.



Figur S1. Huvudspår för omställningen för svensk industri.

Källa: Energimyndighetens egen illustration.

Som ett komplement till de tekniska huvudspåren behövs även en övergång till en **cirkulär ekonomi** och ökad **materialeffektivitet** som kan bidra till att omställningen nås till en lägre kostnad samt till försörjningstrygghet av material, fossilfri energi och fossilfria insatsråvaror (läs mer om de olika huvudspåren i kapitel 2). I tabellen nedan illustreras vilka teknikspår som de mest utsläppstunga branscherna satsar på.

Tabell S1. Aktuella huvudspår för omställning för industrins mest utsläppstunga branscher.

	1 BIOMASSA	2 ELEKTRIFIERING	3 VÄTGAS	4 CCS BIO FOSSIL	5 CCU	6 MATERIALEFFEKTIVITET
Järn- och stålindustrin	●	●	●			●
Raffinaderi- och kemiindustri	●	●	●	● ●	●	●
Mineralindustri	●	●		● ●		●
Övrig metall	●	●	●			●

Omställningen har kommit olika långt i olika branscher

Av de utsläppsintensiva branscherna har **järn- och stålindustrin** kommit längst med vätgasbaserad direktreduktion som är ett av de teknikspår som branschen fokuserar på. Storskalig produktion förväntas komma igång runt 2026–2027. Det gäller dels SSABs, LKABs och Vattenfalls satsning på en fullskalig demonstrationsanläggning inom HYBRIT, dels H2 Green Steel som investerar direkt i en fullskaleanläggning. Även ett vätgaslager i pilotskala har driftsatts och som hittills har haft positiva resultat (läs mer om järn- och stålindustrin omställning i avsnitt 3.1.2 och om vätgas i avsnitt 2.2.).

Raffinaderi- och kemiindustrin fokuserar på flera tekniska lösningar för att minimera utsläppen såsom en övergång till fossilfri vätgas, förnybara råvaror, elektrobränslen och elektrokemikalier samt kemisk återvinning av plast. En stor utmaning för branschen är tillgång på eleffekt i södra Sverige, där majoriteten av företagen är belägna, samt tillgång på biogena kolatomer. Regeringens aviserade nedsättning av reduktionsplikten innebär en högre investeringsrisk för att ställa om till biodrivmedelsproduktion. Det riskerar att innebära pausade investeringar i Sverige. I de fall investeringar fortfarande görs är det möjligt att en större andel av produktionen exporteras för konsumtion i andra länder (läs mer om raffinaderi- och kemiindustrins omställning i avsnitt 3.1.3 och förändrad styrning i kapitel 4).

Inom **mineralindustrin** har Sveriges största cementproducent Heidelberg Materials Cement Sverige (f.d. Cementa) annonserat att företaget kommer att vara klimatneutralt till 2030. I brist på alternativ lösning för att eliminera de fossila utsläppen planerar företaget att använda CCS på sin fabrik på Gotland. För att det ska vara möjligt förutsätts tillgång på tillräcklig eleffekt och fossilfri el samt en fungerande marknad för transport och lagring av koldioxid. Andra satsningar inom branschen för att minska utsläppen inkluderar exempelvis nya typer av bindemedel, elektrifiering och en övergång till bio-bränslen (läs mer om mineralindustrins omställning i avsnitt 3.1.4).

För **övrig metallindustri** befinner sig de tekniska lösningar som branschen fokuserar på fortfarande på forskningsstadiet och inkluderar bl.a. vätgasbaserad reduktion i smälta samt alternativa reduktionsmedel såsom biokol för att ersätta kol- och koksanvändningen i tillverkningsprocesserna. Redan idag sker en hög grad av återvinning av metaller, men även den står inför utmaningen att bli fossilfri till följd av bl.a. svårseparerade plastdelar i elektronikskrot (läs mer om övrig metallindustrins omställning i avsnitt 3.1.5).

Industrin har en strategisk roll i omställningen

Genom att implementera ny teknik och lösningar kan industrin, förutom att minska sina egna utsläpp, fungera som möjliggörare för klimatomställningen i övriga samhället genom att skapa förutsättningar för utsläppsminskningar i andra delar av värdekedjan. Exempelvis har Stena Recycling invigt Europas första återvinningsanläggning för litiumjonbatterier med en tidigare obeprövad teknik som inte bara minskar utsläppen från batteriåtervinningen utan också bidrar till att minska batteriernas koldioxidintensitet över livscykeln. Internationellt har de senaste årens geopolitiska händelser såsom covidpandemin och Rysslands anfallskrig i Ukraina satt fokus på att säkerställa försörjningskedjorna för samhällsviktiga produkter. Under 2022 antog USA sitt rekordstora energi- och klimatpaketet *Inflation Reduction Act* (IRA) och i början på 2023 föreslog EU-kommissionen två rättsakter, *förordningen om nettonollindustrin* (NZIA) och *kritiska råmaterialakten* (CRMA), som syftar till att främja inhemsk produktion av utpekade nyckeltekniker och utvinning och förädling av kritiska råmaterial för omställningen. Parallellt har EU:s statsstödsregler luckrats upp, vilket innebär snabbare och förenklade möjligheter att ge stöd till insatser som bidrar till industrins omställning (läs mer i nästa slutsats). Industrin har därmed en strategisk roll i omställningen både i ett nationellt och EU-perspektiv. Nationellt som möjliggörare av omställningen i andra delar av ekonomin och på EU-nivå som nyckelaktör för en bibehållen eller stärkt konkurrenskraft och ökad självförsörjningsgrad i omställningen (läs mer om industrin som möjliggörare för omställningen i avsnitt 3.1.6 och förändrade spelregler för omställningen i kapitel 4)

Den geopolitiska utvecklingen och en ökande grad av överlapp mellan klimat- och industripolitik i många länder har bidragit till förenklade möjligheter inom EU att ge statsstöd till insatser som bidrar till industrins omställning. Exempelvis har sedan 2022 flera stora statsstöd godkänts till investeringar i vätgasbaserad ståltillverkning i Tyskland och Frankrike, men även i länder utanför EU. En ökad konkurrens kan bidra till att accelerera omställningen inom industrin, samtidigt finns en potentiell risk för att svensk industris konkurrenskraft påverkas av industrisatsningar i resursstarka länder som finansierats av stora statsstöd (läs mer om förändrade spelregler för omställningen i kapitel 4).

De uppstramade klimatmålen och reviderade rättsakterna inom energi- och klimatområdet innebär allt striktare krav och målsättningar på EU-nivå. I tabellen nedan illustreras de rättsakter som kartlagts i kapitel 4 samt om de förväntas påverka svensk industris omställning på en mer övergripande nivå (såsom omställningstrycket) och/eller påverka tillämpningen av ett eller flera huvudspår för omställning. De mest centrala rättsakterna för svensk industri utgörs av *utsläppshandelsdirektivet* (EU ETS-direktiv), *förnybartdirektivet* (RED III) och *direktivet för energieffektivitet* (EED) vars revideringar innebär ökar trycket på att minska utsläppen samt tydligare ramar för hur omställningen får gå till.

				Påverkan tillämpning av huvudspåren							
◆ Inom den gröna given ◆ Inom Fit för 55-paketet ● Påverkar direkt N Ny rättsakt R Reviderad rättsakt ○ Påverkar indirekt D Direktiv F Förordning				Generell påverkan	1	2	3	4	5	6	
		BIOMASSA	ELEKTRIFIERING		VÄTGAS	CCS	CCU	MATERIALEFFEKTIVITET			
R	D	◆	◆	EU ETS - EU:s utsläppshandelssystem	●	○	○	○	○	○	○
N	F	◆	◆	CBAM - Gränsjusteringsmekanism för koldioxid	●	○	○	○	○	○	○
R	F	◆	◆	LULUCF - Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk	●	○	○	○	○	○	○
R	D	◆	◆	EED - Energieffektivisering	●	○	○	○	○	○	○
R	D	◆	◆	RED III - Förnybar energi	●	○	○	○	○	○	○
N	F	◆	◆	REFuelEU Aviation - Hållbara flygbänslen	●	○	○	○	○	○	○
N	F	◆	◆	FuelEU Maritime - Förnybara bränslen sjöfart	●	○	○	○	○	○	○
R	F	D	◆	Gasmarknadspaketet	●	○	○	○	○	○	○
R	F	D	◆	Reform av EU:s elmarknadsdesign	●	○	○	○	○	○	○
R	D	◆	◆	IED - Industriutsläpp	●	○	○	○	○	○	○
N	F	◆	◆	NZIA - Nettonollindustrin	●	○	○	○	○	○	○
N	F	◆	◆	CRMA - Kritiska råmaterialakten	●	○	○	○	○	○	○
R	F	◆	◆	ESPR - Ekodesign för hållbara produkter	●	○	○	○	○	○	○
N	D	◆	◆	Green Claims - Verifiering och kommunikation om uttryckliga miljöpåståenden	●	○	○	○	○	○	○
R	F	◆	◆	Batteriförordningen	●	○	○	○	○	○	○

EU ETS utgör det enskilt viktigaste styrmedlet för att minska utsläppen inom den utsläppstunga industrin. Revideringen av EU ETS-direktivet innebär en skärpning av målet till 2030, ett mer teknikneutralt regelverk som främjar övergång till fossilsnåla tekniker. I kombination med införandet av en *gränsjusteringsmekanism* (CBAM) fasas den fria tilldelningen ut för den utsläppstunga industrin. Sammantaget innebär det högre (förväntade) koldioxidpriser, vilket ökar trycket på industrin att minska utsläppen, samtidigt som det främjar innovativa fossilsnåla tekniker då de blir mer lönsamma i jämförelse med de fossila. Enligt EU-kommissionen¹ är dock skärpningen inte tillräcklig för att minska prisriskerna och att skapa incitament för långsiktiga investeringar i fossilsnåla tekniker, och det satsas därför ytterligare på teknikspridning och kommersialisering av fossilsnål teknik.

I de reviderade **RED III** och **EED** sker en ambitionshöjning av samtliga befintliga mål om andel förnybar energi, energieffektivisering och det nationella energisparbetinget, samtidigt som nya industrispecifika mål introduceras i RED III. Eftersom medlemsstaterna själva väljer hur de vill nå målen är effekterna i industrin till viss del beroende av om och hur regeringen väljer att förändra den nationella styrmedelsfloran. Vissa ändringar påverkar industrin mer direkt, så som att det i EED införs högre och mer långtgående krav på energikartläggningar som omfattar fler företag. I EU ETS villkoras även en viss andel av den fria tilldelningen av energieffektiviseringsåtgärder i linje med EED.

Även de rättsakter och åtgärder som härrör från *industriplanen för den gröna given* innebär att EU tar en mer aktiv roll att driva en gemensam industripolitik för omställningen. På hemmaplan har regeringen tillsatt en snabbutredning för att se över hur den svenska klimatpolitiken kan utvecklas för att ligga i linje med fit for 55-paketet som presenterades i mitten på oktober 2023 (läs mer i avsnitt 4.1 om förändrad styrning som förväntas påverka omställningstrycket).

Skärpt styrning på EU-nivå påverkar förutsättningarna för tillämpning av industrins huvudspår för omställning

Produktion och användning av förnybar el främjas starkt

Fossilfri el utgör både ett eget tekniskt huvudspår och en förutsättning för att tillämpa flera av de andra huvudspåren. I RED III främjas produktion och användning av förnybar el starkt. Det pågår även en översyn av ett flertal regelverk för att reformera den europeiska elmarknaden i syfte att påskynda övergången till fossilfri el, att minska konsumenters sårbarhet för höga och volatila priser samt att stärka industrins konkurrenskraft. Utöver detta revideras/föreslås ytterligare rättsakter som kan bidra till att skapa förutsättningar för en omfattande elektrifiering, såsom *kritiska råmaterialakten*, *batteriförordningen* och *förordningen om ekodesign* (ESPR) (läs mer om elektrifiering som huvudspår i avsnitt 2.3 och om förändrad styrning som påverkar elektrifiering i avsnitt 4.3.3).

Förändrade regler för uttag av biomassa kan komma att påverka tillgänglig mängd biogena kolatomer inom industrin

¹ EU-kommissionen, *Impact assessment report of amending directive 2003/87/EC*, SWD(2021) 601 final of 14 June 2021. Part 4, s. 62ff.

Även **biomassa** utgör både ett eget huvudspår för industrins omställning och en förutsättning för tillämpning av andra huvudspår. I RED III sker vissa ändringar av vilken biomassa som får klassas som förnybar, och fler anläggningar omfattas av hållbarhetskriterierna. De skogliga hållbarhetskriterierna justeras och utökas, men inte i den utsträckning som föreslagits i förhandlingarna och som skulle ha fått långtgående effekter på användningen av biomassa i Sverige. Biogena kolatomer förväntas bli en bristvara i framtiden, och ytterligare inskränkningar i markanvändning kan reducera potentialen för uttag. Den reviderade *förordningen om markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk* (LULUCF) innebär striktare krav på inlagring i naturliga kolsänkor, vilket förutsätter fler åtgärder för att Sverige ska nå upp till målen. Även förslaget på en ny *naturrestaureringslag* kan komma att innebära inskränkningar som påverkar potentialen av tillgänglig biomassa beroende på slutlig utformning (läs mer om biomassa som huvudspår i avsnitt 2.1 och om förändrad styrning som påverkar biomassaanvändning i avsnitt 4.3.1).

Stora satsningar på att etablera en europeisk vätgasmarknad

Vätgas får en alltmer utpräglad nyckelroll i omställningen och det sker stora satsningar för att få till en europeisk vätgasmarknad. Detta märks bl.a. i den pågående revideringen av *gasmarknadspaketet* och i *REPowerEU*-planen som sätter gemensamma regler för utvecklingen av en vätgasinфраstruktur och innehåller uppstramade mål för produktion och import av förnybar vätgas och instiftandet av en europeisk vätgasbank. Samtidigt tydliggörs förutsättningarna för när vätgas och elektrobränslen (som kan framställas via CCU) får klassas som förnybara i RED III och i delegerade akter till direktivet. Det inkluderar metodik för att beräkna utsläppsminskningar, vilket förväntas reducera osäkerheter kring bedömning av elektrobränslens klimatnytta och främja tillämpningar som går i linje med direktivet. Sammantaget borde förändringarna främja vätgasbaserade lösningar inom svensk industri, inte minst då el från det svenska nätet år 2021 uppfyllde kraven för att användas vid framställning av förnybar vätgas och elektrobränslen i samtliga elprisområden (läs mer om vätgas som huvudspår i avsnitt 2.2 och om förändrad styrning som påverkar vätgas i avsnitt 4.3.2).

Oklarheter kring hur negativa utsläpp genom bio-CCS ska bokföras

I dagsläget utgör systemfrågor den största barriären för tillämpning av CCS. På EU-nivå pågår arbetet med att ta fram både en strategi för CCS och CCU och ett regelverk för bokföring och certifiering av inlagring i kolsänkor. Regelverket omfattar även **bio-CCS** och kan potentiellt främja framväxten av en marknad för negativa utsläpp. Det råder dock fortfarande oklarheter kring inom vilket EU-regelverk som negativa utsläpp ska bokföras, och det finns risk för att det inte blir klart innan de första utsläppen ska bokföras (läs mer om CCS/bio-CCS som huvudspår i avsnitt 2.4 och om förändrad styrning som påverkar bio-CCS i avsnitt 4.3.4).

Betydligt striktare regler för cirkularitet är under förhandling

På området **cirkulär ekonomi och materialeffektivitet** föreslås nya och reviderade regelverk som kan främja en ökad materialeffektivitet inom industrin, men i vilken utsträckning beror på den slutliga utformningen. I förslag på en ny *förordning om ekodesign* finns uppstramade krav längs hela värdekedjan för att främja ett cirkulärt användande och för fler produktgrupper än tidigare. För batterier har liknande regler antagits i en ny *batteriförordning*. I förslag på nytt *direktiv för certifiering av miljöpåståenden* föreslås även krav på att aktörer som marknadsför sina produkter mot konsument måste certifiera sina miljöpåståenden, vilket kan förväntas ha effekt även högre upp i värdekedjorna och påverka industrin (läs mer om cirkulär ekonomi och materialeffektivitet i avsnitt 2.6 och om förändrad styrning som påverkar cirkulär ekonomi och materialeffektivitet i avsnitt 4.3.6)

Executive summary (English)

Sweden has set a target to reach net zero emissions of greenhouse gases (GHGs) to the atmosphere by 2045, and thereafter achieve negative emissions. The target requires an emission reduction of at least 85 percent compared to 1990, while the remaining 15 percent can be achieved through complementary measures such as carbon sequestration and emission reductions in other countries. Swedish industry is currently responsible for about one third of national fossil GHG emissions. A large share of the sector's remaining emissions are closely interlinked with current manufacturing processes, which implies that innovation is necessary to decrease them.

This report presents Swedish industry's path towards reaching the net zero emissions target. In addition to research and development of new technologies, the report also covers topics related to technology deployment, system solutions and policy development. The report is divided into three parts where the first part (Chapter 2) focuses on industry's main transition pathways and the key challenges to the large-scale implementation of them. The second part (Chapter 3) describes ongoing initiatives within industry that are contributing to achieving the net zero target. As a part of the EU's *Green Deal*, most legal acts within the energy and climate area are being revised, and new ones adopted, within the *Fit for 55* package. This is to ensure that the Union achieves the more ambitious climate targets. Many of the revisions can be expected to affect the transition of Swedish industry and therefore the relevant alterations and new requirements have been mapped in the final part of this report (Chapter 4). The content of this summary is not structured in line with the report. Instead, it is summarised in a couple of overarching conclusions intended to provide an overview of where Swedish industry is currently situated on this transition, as well as the conditions and challenges that characterise the path ahead towards reaching net zero emissions. With the changes in governance at EU-level, this year's report has an extra focus on policy-related issues.

Swedish industry is mainly focusing on five different technology pathways

A common denominator among the hard-to-abate industries in Sweden is focus on five technology pathways to transition. These are illustrated in the figure below and include **hydrogen, biomass, electrification, carbon capture, transport and storage (CCS)** applied to both fossil and biogenic emissions (**bio-CCS**), and **carbon capture and use (CCU)**.

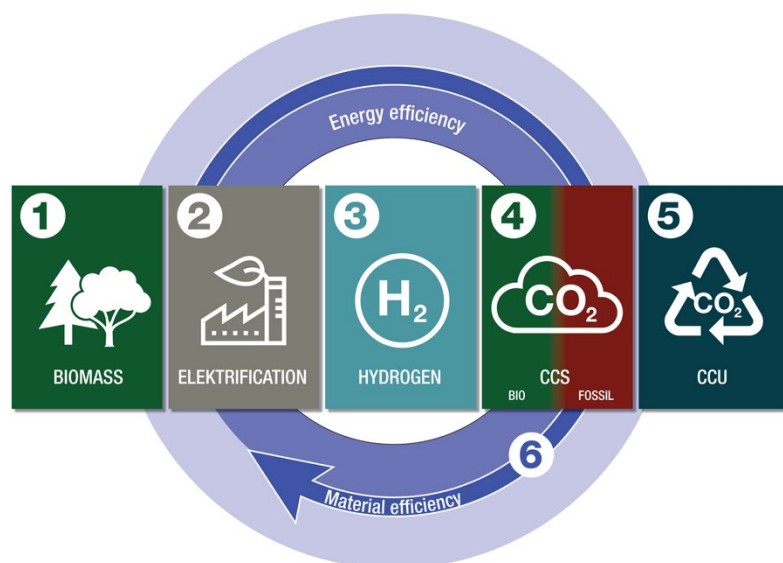


Figure S1. Main transition pathways for Swedish industry.

Source: The Swedish Energy Agency's own illustration.

As a complement to the technology pathways, an adoption of a **circular economy and increased material efficiency** is also needed. In doing so contributing to a lowered cost for the climate transition as well as a more secure supply of critical materials and fossil-free energy. The table below illustrates which technological pathways hard-to-abate industries are investing in.

Table S1. Main transition pathways for the hard-to-abate sectors within industry.

	1 BIOMASS	2 ELEKTRIFIKATION	3 HYDROGEN	4 CCS	5 CCU	6 MATERIAL EFFICIENCY
Iron and steel industry	●	●	●	●	●	●
Refinery and chemical industry	●	●	●	●	●	●
Mineral industry	●	●	●	●	●	●
Other metals	●	●	●	●	●	●

The progress is varying across subsectors

Of the hard-to-abate subsectors, the **iron and steel industry** has come furthest towards climate neutrality with hydrogen direct reduction, one of the technology pathways that the industry is focusing on. Large-scale production is expected to be up and running around 2026–2027 for SSAB, LKAB and Vattenfall's investment in a full-scale demonstration plant within the joint initiative HYBRIT, as well as H2 Green Steel's full-scale plant. Furthermore, a pilot-scale hydrogen storage facility has also been inaugurated with positive results so far.

The **refinery and chemical industry** focus on several technical solutions to minimize emissions, such as fossil-free hydrogen, renewable raw materials, e-fuels and e-chemicals, and chemical recycling of plastics. One of the major challenges for the subsectors is the access to sufficient electrical power in southern Sweden where most of the companies are located. Another challenge is the limited supply of biogenic carbon. The government's announcement to decrease the Swedish GHG reduction mandate implies higher investment risks for converting to biofuel production. This risks halting investments in Sweden, and where investments are made it is likely that a larger share of production is exported for consumption in other countries.

Within the **mineral industry**, Sweden's sole producer of cement Heidelberg Materials Cement Sverige (formerly Cementa) has declared to be climate neutral by 2030. In the absence of alternative solutions to eliminate the fossil GHG emissions, the company plans to deploy CCS at its factory located on the island of Gotland. For this to be possible, access to sufficient electrical power and fossil-free electricity is required, as well as a functioning market for the transportation and storage of carbon dioxide. Other emission reduction initiatives within the subsector include, for example, new types of binders, electrification, and a transition to biofuels.

For the subsector that encompasses all **other metals** than steel, technical solutions are still in the research phase of development. These solutions include hydrogen-based reduction in smelters and alternative reduction agents (such as biochar) to replace the use of coal and coke in manufacturing processes. Recycling levels are high; however, recycling processes also face challenges to reduce emissions, among other things, due to difficulties in separating plastics from metal in electronic waste.

Industry has a strategic role in the climate transition

By applying new technologies and solutions, industry can contribute to the climate transition in other sectors through enabling emission reductions in other stages of the value chain. As an example, Stena Recycling has inaugurated Europe's first recycling facility for lithium-ion batteries. The previously untested technology does not only lower emissions from the battery recycling process, but also reduces the carbon footprint of batteries across their entire lifecycle. From an international perspective, the recent geopolitical events such as the COVID-19 pandemic and Russia's war in Ukraine have put focus on securing essential supply chains. In 2022, the USA adopted a record-breaking energy and climate package, the Inflation Reduction Act (IRA). In early 2023, the European Commission proposed two new legislations, the Net-Zero Industry Act (NZIA) and the Critical Raw Materials Act (CRMA), aimed at promoting domestic production of identified key technologies and the extraction and processing of critical raw materials. At the same time, the EU's state aid rules were relaxed, which implies faster and simpler access to support measures that contribute to decarbonising industry (see below). Hence, industry has a strategic role in the transition in both a national and EU perspective. Nationally as an enabler to other parts of the economy, and at EU level as a key player in maintaining or strengthening competitiveness and increasing self-sufficiency.

Large subsidies may impact the competitiveness of Swedish industry

Geopolitical developments and increasing overlap between climate and industrial policy in many countries have increased the possibility to provide state aid within the EU for measures that contribute to decarbonising industry. As an example, since 2022 several governments have paid out large subsidies for investments in hydrogen-based steel production in Germany and France. Same tendencies can be seen outside of the EU as well. Whilst increased competition can contribute to accelerating the industrial transition, there is a risk that the competitiveness of Swedish industry will be negatively affected by investments in resource-rich countries financed by large subsidies.

EU-level governance is increasingly crucial for the transition of Swedish industry

More strict climate targets and the revised legal acts in the field of energy and climate change imply increasingly stringent requirements and targets at EU level. The table below illustrates the legal acts identified in Chapter 4 and whether they are expected to affect the overall transition of Swedish industry and/or one or more of the main transition pathways.

Table S2. EU legislation and its expected effect on the industry.

				Påverkan tillämpning av huvudspårerna						
				Generell påverkan	1	2	3	4	5	6
					BIOMASSA	ELEKTRIFIERING	VÄTGAS	CCS	CCU	MATERIALEFFEKTIVITET
R	D	◆	◆	EU ETS - EU:s utsläppshandelssystem	●	○	○	○		○
N	F	◆	◆	CBAM - Gränsjusteringsmekanism för koldioxid	●	○	○			
R	F	◆	◆	LULUCF - Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk	●	○		○		
R	D	◆	◆	EED - Energieffektivisering	●	○	○	○	○	
R	D	◆	◆	RED III - Förnybar energi	●	○	○	○	○	
N	F	◆	◆	REFuelEU Aviation - Hållbara flygbänslen	●	○	○		○	
N	F	◆	◆	FuelEU Maritime - Förnybara bränslen sjöfart	●	○	○		○	
R	F	D	◆	Gasmärknadspaketet	●	○	○			
R	F	D	◆	Reform av EU:s elmarknadsdesign	●	○	○	○	○	
R	D	◆	◆	IED - Industriutsläpp	●	○	○			
N	F	◆	◆	NZIA - Nettonollindustrin	●	○	○	○	○	
N	F	◆	◆	CRMA - Kritiska råmaterialakten	●	○	○			○
R	F	◆	◆	ESPR - Ekodesign för hållbara produkter		○	○			○
N	D	◆	◆	Green Claims - Verifiering och kommunikation om uttryckliga miljöpåståenden				○	○	○
R	F	◆	◆	Batteriförordningen		○	○			○

For Swedish industry, the key legislative acts are the Emissions Trading Directive (EU ETS Directive), the Renewable Energy Directive (RED III) and the Energy Efficiency Directive (EED). Together they apply a greater pressure to reduce emissions while providing a clearer framework for how the transition should be carried out.

The EU ETS is the single most important policy instrument for reducing emissions within the hard-to-abate industries. The revision entails a stricter emissions reduction target for 2030 and takes a technology-neutral approach that promotes adoption of low-carbon technologies. In combination with an introduction of a carbon border adjustment mechanism (CBAM), the free allocation of emission allowances will be phased out for hard-to-abate industries. Overall, this implies higher (expected) prices on carbon emissions, which in turn increases pressure on industries to reduce emissions, whilst promoting the uptake of innovative low-carbon technologies as they become more profitable compared to carbon-intensive equivalents.

Despite the more stringent EU ETS-system, the European Commission² concludes that it alone is not sufficient to reduce price risks and create incentives for long-term investments in low-carbon technologies. Therefore, further efforts are being made to promote diffusion and commercialisation of low-carbon technologies.

The revised RED III and EED increase the ambition of all existing targets for the share of renewable energy, energy efficiency and the national energy savings obligation, while introducing new industry-specific targets for renewable energy. Since member states can choose how they want to achieve these targets, the impact on Swedish industry is to some extent contingent upon any changes of the national policy mix by the government. However, some revisions have a more direct impact, such as heightened and more far-reaching requirements for energy audits introduced in the EED, that will also affect a larger subset of companies than previously. Furthermore, the EU ETS also makes a share of the free allocation conditional upon energy efficiency measures, in line with the EED.

The legal acts and initiatives resulting from the Green Deal Industrial Plan also implies the EU is taking a more active role in pursuing a common industrial policy for the climate transition. Nationally, the Swedish government undertook a rapid investigation to review Swedish climate policy in light of the Fit for 55-package that was presented in October 2023.

Stricter governance at EU level affects the conditions for applying the main transition pathways

Production and use of renewable electricity is strongly promoted

Fossil free **electricity** is both a main technological pathway of its own and a pre-requisite for applying several of the other pathways. The use of renewable electricity is strongly promoted in RED III. There is also an ongoing reform of the European electricity market with the aim to accelerate the transition towards fossil free electricity, reduce consumer vulnerability to high and volatile prices, and strengthen industrial competitiveness. Some additional legal acts have been revised or proposed that can contribute to the enablers of widespread electrification, such as the Critical Raw Materials Act (CRMA), the Battery Regulation and the Ecodesign Regulation (ESPR).

² EU Commission, *Impact assessment report of amending directive 2003/87/EC*, SWD(2021) 601 final of 14 June 2021. Part 4, s. 62ff.

Changes in requirements for biomass extraction may affect the availability of biogenic carbon within the industry

Biomass also constitutes both a main technology pathway and a prerequisite for the application of several of the other pathways. Some alterations are made in RED III that could impact the use of biomass, such as which biomass can be classified as renewable and that more installations must comply with the sustainability criteria. The forestry sustainability criteria have been adjusted and increased, but not to the extent set out in one of the proposals in the negotiations that would have had far-reaching effects on the use of biomass in Sweden. Biogenic carbon is expected to be in shortage in the future and further restrictions on land use may reduce the amount available for extraction. The revised Regulation on Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) introduces more stringent requirements for sequestration in natural carbon sinks. To reach the new Swedish targets, further measures will be necessary. The proposal for a new Nature Restoration Act may also result in restrictions on the amount of available biomass for extraction, dependent on the final wording of the act.

Major initiatives to establish a European hydrogen market

Hydrogen is increasingly acknowledged as having a key role in the climate transition and major initiatives are being implemented to promote a European hydrogen market. This can, for example, be seen in the ongoing reform of the gas market, by the establishment of a European hydrogen bank, as well as the REPowerEU plan that sets out common rules for the development of a hydrogen infrastructure and stricter targets for the production and import of renewable hydrogen. RED III and supplementing delegated acts clarify under what conditions hydrogen and e-fuels (which can be produced via CCU) are considered renewable. This includes a methodology for calculating emission reductions that is expected to reduce uncertainty in assessing the climate benefits of e-fuels and promote applications that fulfil the requirements. Taken together, this should promote the application of hydrogen-based solutions within Swedish industry. Not least since electricity from the Swedish grid met the requirements for being used in production of renewable hydrogen and e-fuels in all bidding zones in 2021.

Lack of clarity on the accounting of negative emissions through bio-CCS

Issues related to system solutions are currently the main barriers to diffusion of CCS-technologies. At EU-level, both a strategy for CCS and CCU and a regulatory framework for the accounting and certification of carbon sinks are in the process of being adopted or negotiated. The regulatory framework covers negative emissions achieved through bio-CCS and the potential creation of a market for negative emissions. However, it is still unclear within which EU regulatory framework negative emissions should be accounted. There is a risk that this will not be clarified by the time of first reporting.

Significantly stricter rules on circularity are under negotiation

New and revised legal acts have been proposed or adopted that could promote **circularity** and increase **material efficiency** within the industry; of which the exact form and the scale of impact depends on their final design. Compared to the directive currently in force, the proposal for a new Ecodesign regulation contains a broader range of product groups and stricter requirements throughout their value chains to promote circularity. Similar rules have been adopted for batteries in a separate regulation. In the proposal for a new directive on the certification of environmental claims, entities marketing their products to consumers must certify any environmental claims made about the product. Such requirements can be expected to migrate up the value chain and affect the industry.

1 Inledning

I juni 2017 antog riksdagen ett klimatmål om att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären för att därefter uppnå negativa utsläpp. I dagsläget står industrin³ för nästan en tredjedel av Sveriges totala fossila växthusgasutsläpp,⁴ vilket innebär att en kraftig minskning av sektorns utsläpp är nödvändig för att nå klimatmålet.⁵ Majoriteten av kvarvarande utsläpp är tätt förknippade med produktionsprocesser och insatsråvaror, vilka kräver innovativ teknik och innovativa lösningar för att ställa om.

Industrin är en sektor med långa investeringscykler som ofta sträcker sig över minst 20 år. För att företag ska våga satsa på innovativ teknik och innovativa lösningar som inledningsvis involverar hög risk krävs politisk långsiktighet och tydliga spelregler för att minska osäkerheter kring den framtida policyutvecklingen, både nationellt och på EU-nivå. När teknikutvecklingen når högre mognadsgrader blir policy en allt viktigare faktor för att främja teknikspridning i syfte att få ner kostnaderna för att producera och tillämpa tekniken och göra den konkurrenskraftig till fossila alternativ. EU:s ambitionshöjningar på klimat- och energiområdet till följd av *den gröna given* är därför centrala för svensk industris omställning.

För att minska utsläppen krävs även långsiktiga satsningar på forskning och innovation. Inom ramen för Industriklivet finns möjlighet att få stöd för innovativa åtgärder som minskar de processrelaterade utsläppen och vissa andra typer av växthusgasutsläpp som är kopplade till produktionsprocesserna. Det är också möjligt att få stöd för åtgärder som bidrar till negativa utsläpp och för strategiska insatser inom industrin som bidrar till klimatomställningen i samhället i stort.⁶ Industriklivet är sedan 2021 en del av den gröna återstarten för ett klimatsmart samhälle efter covid-19-pandemin och ingår i *EU:s Facilitet för återhämtning och resiliens* (The Recovery and Resilience Facility, RRF).⁷ RRF är ett inslag i *NextGenerationEU* som bland annat ska bidra till ett mer miljövänligt EU, bättre anpassat till nuvarande och kommande utmaningar.

Enligt regeringsbeslutet om regleringsbrev för budgetåret 2023 avseende Industriklivet⁸ ska Energimyndigheten årligen göra en sammanställning och analys över nuläget och förutsättningar vad gäller olika sektors utsläpp samt deras respektive potential för utsläppsreduktion och teknisk utveckling på området. Detsamma ska göras för negativa utsläpp och s.k. strategiskt viktiga insatser som avser insatser

³ ”Industri”, ”svensk industri”, ”industrisektorn” och ”totala industrin” används i den här rapporten synonymt med varandra och avser alla branscher med SNI-kod (svensk näringsgrensindelning) 05–33, om inget annat anges.

⁴ I de totala utsläppen ingår inte LULUCF (markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk) eller utrikes transporter.

⁵ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0107/MI0107IndustriN/

⁶ Regleringsbrev avseende anslag 1:19 Industriklivet (M2021/02392) (delvis)

⁷ EU-kommissionens webbplats, *En hörnsten i Sveriges återhämtning*. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/factsheet_se_assessment_final.pdf (Hämtad 2023-09-29)

⁸ Anslag 1:18 Industriklivet (M2022/00662, M2022/02039 och M2022/02369(delvis))

inom industrin som är viktiga för klimatomställningen i samhället i stort. Sammanställningen ska redovisas till Regeringskansliet (Närings- och klimatdepartementet) senast den 31 oktober 2023.

1.1 Metodbeskrivning

Denna nulägesanalys bygger på bl.a. forskningsrapporter, de färdplaner som olika branscher har tagit fram (bland annat i samarbete med Fossilfritt Sverige), myndighetsrapporter, årsredovisningar och expertkunskap. Vissa underlagsrapporter använder inte samma branschavgränsningar som den här rapporten, och i de fallen har bedömningar gjorts för att avgöra vilken eller vilka branscher som omfattas. Även statistik över energianvändning, fossila växthusgasutsläpp, biogena koldioxidutsläpp och ekonomisk statistik har uppdaterats samt analyserats. Statistiken kommer från Naturvårdsverket, SCB och Energimyndigheten. Statistikkällorna beskrivs i Bilaga 2 och Bilaga 3.

För att få en helhetsbild av vilka förändringar eller nya krav som förväntas påverka industrin till följd av EU:s gröna giv gjordes en kartläggning över relevanta rättsakter. Urvalet gjordes med hjälp av experter på rättsakterna och andra sakkunniga på Energimyndigheten. Totalt kartlades 17 grundrättsakter (förordningar och direktiv) som reviderats eller tillkommit inom ramarna för den gröna given.

1.2 Avgränsningar

Nulägesanalysen fokuserar främst på de branscher som står för majoriteten av de processrelaterade utsläppen i Sverige, dvs. järn- och stålindustrin, mineralindustrin (cementproduktionen), raffinaderier och kemiindustrin samt övrig metallindustri. I rapporten lyfts även exempel från andra sektorer avseende insatser inom industrin som bidrar till klimatomställningen i samhället i stort. Vad gäller negativa utsläpp är fokus främst på de branscher/sektorer med stora biogena utsläpp och stora punktkällor, dvs. massa- och pappersindustrin samt el- och värmesektorn.

I rapporten beskrivs utmaningar och förutsättningar för de olika huvudspåren för omställning. För att begränsa rapportens omfång har inte samtliga utmaningar och förutsättningar för industrins omställning kunnat behandlas. Exempelvis har det inte funnits utrymme att beskriva utmaningar kopplade till kompetensförsörjning eller långa miljötillståndprocesser.

1.3 Rapportens upplägg

Rapporten är indelad i tre delar, där den första utgörs av kapitel 2 som beskriver de huvudsakliga omställningsspåren som industrin satsar på för att nå nettonollutsläpp. Dessa utgörs av teknikspåren biomassa, vätgas, elektrifiering samt avskiljning, transport och lagring av koldioxid (CCS/bio-CCS) och avskiljning och användning av koldioxid (CCU). Det inkluderar även cirkulär ekonomi och materialeffektivisering som är ett övergripande komplement till de tekniska huvudspåren. För respektive huvudspår behandlas både tekniska och övriga utmaningar samt förutsättningar som påverkar utvecklingen för respektive huvudspår.

I kapitel 3 återfinns den andra delen av rapporten som presenterar aktuella insatser inom industrin. Fokus ligger på de branscher i Sverige som har stora fossila utsläpp och deras arbete med att reducera utsläppen för att nå nettonollutsläpp. Närmare bestämt omfattas järn- och stålindustrin inklusive järnmalmgruvor, mineralindustrin, raffinaderier och kemiindustrin (som beskrivs samlat eftersom de har flera gemensamma processer och utmaningar) samt övrig metallindustri inklusive övriga gruvor. Kapitel 3 är i sin tur indelad i två avsnitt, där avsnitt 3.1 fokuserar på insatser för att reducera industrins fossila koldioxidutsläpp. Avsnittet ger en översikt över branscherna och beskriver vägar för att nå nettonollutsläpp i respektive bransch. I avsnitt 3.2 beskrivs potentialen för negativa utsläpp och en sammanställning av pågående bio-CCS projekt i Sverige.

I kapitel 4 presenteras de förändrade spelreglerna för omställningen till följd av främst EU:s förhöjda ambitioner på klimat- och energiområdet. Kapitlet kartlägger förändringar, eller förslag på förändringar, som förväntas påverka industrins omställning på ett övergripande plan. I kapitlet kartläggs även förväntad påverkan på tillämpning av var och en av de huvudspår för omställning som presenteras i kapitel 2.

I Bilaga 1 beskrivs utsläppen och utsläppsdefinitioner som används i rapporten. I Bilaga 2 beskrivs statistiken som redogörs för i rapporten och i Bilaga 3 beskrivs hur branschindelningen gjorts. Bilaga 4 beskriver innovativa lösningar som kan ersätta nuvarande produktionsprocesser inom industrin. I Bilaga 5 presenteras handels- och marknadsstatistik.

2 Huvudspår för omställningen

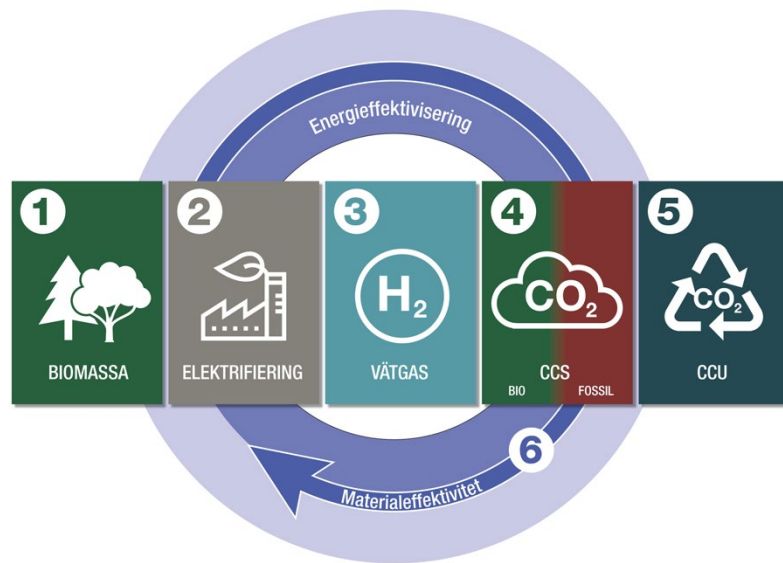
För att Sverige ska nå klimatmålen måste industrin ställa om till fossilfria processer, vilket kräver ny teknik och nya lösningar. Hittills har den svenska industrin i huvudsak satsat på fem olika teknikspår för att minska de fossila växthusgasutsläppen. Teknikerna i fråga har kommit olika långt i utvecklingsprocessen och är samtliga i behov av fortsatt forskning och utveckling för att kunna tillämpas i stor skala. Teknikspåren är i lägre eller högre grad gemensamma för de industrier som är tätt sammankopplade med användning av fossil energi och fossila råvaror.

De huvudsakliga teknikspåren som industrin satsar på utgörs av:

- **biomassa,**
- **vätgas,**
- **elektrifiering,**
- **avskiljning, transport och lagring av koldioxid (carbon capture and storage, CCS) där**
 - CCS avser tillämpning på koldioxidströmmar av biogent och/eller fossilt ursprung, där fossil tillämpning är ett sistahandsalternativ för att nå nollutsläpp,
 - **bio-CCS⁹** avser tillämpning på biogena koldioxidströmmar och är ett alternativ för att uppnå negativa utsläpp, samt
- **avskiljning och användning av koldioxid (carbon capture and utilisation, CCU)** där avskiljning och infångning av koldioxiden sker med samma teknik som CCS, men där koldioxiden, i stället för att lagras, används i nya produkter/tillämpningar.

För att nå klimatmålen krävs en kombination av olika teknikspår. Även inom en och samma bransch kan det finnas anledning att satsa på flera tekniker för att exempelvis sprida risker eller nå tillräckligt stora produktionsvolymen. Samtliga ovan nämnda teknikspår har den gemensamma nämnaren att de är beroende av fossilfria energibärare och/eller råvaror. De flesta nya processer är även direkt eller indirekt beroende av tillgång på kritiska råmaterial såsom sällsynta jordartsmetaller, bauxit och litium. Det innebär att tillgången på dessa energibärare/råvaror och material är en viktig förutsättning för industrins omställning oberoende av teknikspår. Teknikerna beskrivs i separata avsnitt i detta kapitel, medan exempel på aktuella projekt, där forskning och utveckling pågår, finns i kapitel 3.

⁹ Ibland även kallad BECCS (Bio Energy Carbon Capture and Storage).



Figur 1. Huvudspår för omställningen för svensk industri.

Källa: Energimyndighetens egen illustration.

Förutom att utveckla och implementera nya gröna tekniker kommer industrin även att behöva vidta åtgärder för att ställa om till **en cirkulär ekonomi** och att öka **materialeffektiviteten** för att nå målet om nettonollutsläpp. Att effektivisera de industriella processerna med hänsyn till både material och energi kan innebära att omställningen nås till en lägre kostnad,¹⁰ samtidigt som det kan bidra till försörjnings- trygghet av kritiska material och fossilfri energi genom att ta mindre resurser i anspråk. Materialeffektivisering kan ses som ett komplement till nya fossilfria tekniker och beskrivs därför i ett eget avsnitt i detta kapitel.

2.1 Biomassa

Biomassa kan både användas för att ersätta fossil råvara och fossila bränslen (som energibärare) i tillverkningsprocesserna. Tillämpningar som undersöks inom industrin inkluderar möjligheter att använda biomassan för att;

- **ersätta fossila kolväten** utvinna ur råolja med biogena kolväten som byggstenar i produkter. Det gäller främst produkter som kemikalier, plaster och drivmedel inom kemi- och raffinaderiindustrin.
- **ersätta fossilt kol och koks** med biokol som råvara i tillverkningsprocesser. Biokol utforskas som ett alternativ för att minska utsläppen i vissa stål-, koppar- och blyframställningsprocesser.
- **ersätta fossila energibärare (kol, olja, naturgas m.m.)** med biobaserade alternativ (pellets, ved, biogas m.m.) som råvara eller för förbränning i energi- och uppvärmningssyfte.

¹⁰ Material Economics, 2020. *Preserving value in EU industrial materials – A value perspective on the use of steel, plastics and aluminium*. <https://materialeconomics.com/publications/preserving-value-eu>

Användning av biomassa för förbränning kan i de flesta tillämpningar inom industrin betraktas som en mogen teknik, där eventuella begränsningar snarare handlar om ekonomiska, logistiska eller liknande överväganden, såsom konkurrens om biogena kolatomer. Vissa tillämpningar som kräver mycket höga temperaturer, såsom stålindustrins värmningsugnar,¹¹ där det ställs höga krav på bränslets energitäthet och kvalitet, kan fortfarande kräva teknisk utveckling. När det gäller användning av biomassa som råvara för att minska processrelaterade utsläpp är dock behovet av teknisk utveckling större.

2.1.1 Teknisk utveckling krävs för att framställa biogena råvaror med rätt egenskaper

En förutsättning för att biomassa ska kunna användas i existerande processer är att den genom bearbetning kan uppnå liknande kvalitet och egenskaper som den fossila råvara som den ska ersätta. I många fall behöver biomassan genomgå omfattande förbehandling, vilket kan innefatta flera bearbetningssteg. Komplexiteten i bearbetningsstegen beror till stor del på vilken råvara som används samt vilken produkt som ska framställas. För att kunna framställa och implementera biobaserade alternativ krävs stora satsningar på forskning och utveckling, både för process- och produktutveckling.

2.1.2 Förutsättningar för att biomassa ska kunna bidra till industrins omställning

Förutom de tekniska utmaningarna med att omvandla nya bioråvaror till produkter som kan ersätta fossila bränslen finns ett antal andra faktorer som påverkar möjligheten att använda biomassa för att ställa om industrin. En viktig förutsättning är att uttaget av biomassa sker med hänsyn till andra miljö- och samhällsvärden, som exempelvis bevarande av den biologiska mångfalden, för att i ett tidigt skede kunna hantera målkonflikter. Om de bioråvaror som används inom industrin baseras på avfall eller restprodukter som annars skulle gå till spillo är risken för vissa målkonflikter mindre.

Biomassan ska räcka till mycket

Biomassa spelar inte bara en viktig roll för att minska de fossila utsläppen inom industrin utan även för andra sektorer med hög energianvändning såsom transportsektorn och energisektorn. Samtidigt som efterfrågan på bioenergi och råvaror förväntas öka är tillgången på hållbart uttagen biomassa begränsad, vilket riskerar att skapa konkurrens mellan sektorerna och högre prisnivåer. Fossilfritt Sverige uppskattar i sin biostrategi¹² att efterfrågan på bioråvaror i oförädlad form år 2045 kommer att överskrida den uppskattade potentialen av hållbart uttagen inhemsk bioråvara¹³ med 56 TWh baserat på vad de olika branscherna har uppgivit i sina färdplaner mot nettollutsläpp. Enligt strategin kan gapet slutas genom att påskynda elektrifieringen av

¹¹ Inför bearbetning värms stålet upp till temperaturer över 1 000 grader.

¹² Fossilfritt Sverige, 2021 a. *Biostrategi för fossilfri konkurrenskraft*. <https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2021/11/Fossilfritt-Sveriges-biostrategi.pdf>

¹³ Enligt strategin uppfyller en hållbart uttagen råvara kriterier om att användningen måste avse ersättning av en fossil råvara och användas effektivt, hushållning med mark, att kolinbindningen ses i ett systemperspektiv och att bioråvaran tar hänsyn till miljömålen.

vägrafiksektorn och teknikutvecklingen inom värmesektorn (för t.ex. djupgeotermi och solvärme) samt med fler effektiviseringsåtgärder inom värmesektorn och i bostäder. Även en viss del inhemsk produktion baserad på främst bi- och restprodukter från skogsbruket förutsätts för att öka utbudet. I en annan analys gjord av Material Economics¹⁴ uppskattas gapet mellan utbud och efterfrågan på bioråvaror inom Sveriges gränser år 2050 att uppgå till mellan 43–146 TWh¹⁵ omräknat till primärenergi. Även i denna studie föreslås en mer långtgående elektrifiering av vägtransportsektorn och energieffektivisering av byggnadsbeståndet för att sluta gapet, men åtgärdslistan inkluderar även insatser inom flyg och sjöfart (batterier och bränsleceller för korta distanser), elektrifiering av arbetsmaskiner samt insatser inom industrin. Enligt analysen skulle mellan 10–45 TWh av efterfrågan på bioråvaror kunna reduceras genom direktelektrifiering inom industrin (av låg- och medeltemperaturvärme samt vissa processer inom massa- och pappersindustrin), vätgas (för högtemperaturvärme tills direktelektrifiering är möjlig) och effektiviseringsåtgärder. För att sluta gapet förutsätts även i denna studie en ökad inhemsk produktion. Studien jämför ett mer restriktivt scenario med ett som antar mer långtgående förändringar av skogs- och jordbruksmarker.

2.2 Vätgas

Vätgas används redan idag inom processindustrin, men kan användas i andra tillämpningar för att direkt eller indirekt ersätta fossil råvara. Den vätgas som används inom industrin idag produceras nästan uteslutande från naturgas. För att vätgas ska bli ett relevant omställningsalternativ förutsätts dock att den tillverkas fossilfritt. Fossilfri vätgas kan fylla tre funktioner i den svenska industrins klimatomställning;

- **Ersätta den fossila vätgas** som används idag i industrin (cirka 6 TWh), främst som råvara i raffinaderier och i den kemiska industrin. Ett exempel är produktion av biodrivmedel i raffinaderier där behovet av vätgas som insatsvara ökar i och med en ökande andel biogen råvara (se mer avsnitt 3.1.3)
- **Ersätta andra fossila bränslen och råvaror** i olika industriprocesser (exempelvis naturgas, kol eller olja). Det mest framstående exemplet är direktreducering med vätgas i järn- och stålproduktionen som kan ersätta kolbaserad stålframställning (se avsnitt 3.1.2).
- **Användas i nya tillämpningar** vid framställning av olika produkter i kombination med infångad koldioxid. Vätgas kan t.ex. användas som råvara i framställningen av elektrobränslen och elektrokemikalier. En sådan produktion är inte begränsad till en särskild bransch, utan alla aktörer som kan ta vara på större flöden av koldioxid är potentiella producenter (se mer i avsnitt 2.5).

¹⁴ Material Economics, 2021, *Den svenska ekvationen för bioresurser, annex till Klimatagenda för Sverige*, <https://materialeconomics.com/publications/ekvationen-bioresurser>

¹⁵ Storleken beror på vilka scenarier för efterfrågan av bioenergi som används (220 TWh respektive 300 TWh) samt två olika scenarier med mindre eller större förändringar av de svenska skogs- och jordbrukssektorerna för att tillgodose utbudet (154 TWh eller 177 TWh).

2.2.1 Vätgasens klimatnytta beror på tillverkningsprocessen

Även om vätgas också uppkommer som biprodukt i vissa industriella processer är den helt dominerande tillverkningsmetoden i Sverige idag ångreforming¹⁶ av naturgas, främst vid raffinaderier. Genom att koppla på CCS för att fånga in koldioxiden kan utsläppen reduceras med upp till 99 procent för vissa tekniker.¹⁷ För att vätgasen ska bli fossilfri krävs dock andra lösningar, i första hand att i stället tillverka vätgasen genom elektrolys, dvs. spjälkning av vatten med hjälp av fossilfri el. I länder med mycket kol i elmixen kan elektrolysbaserad vätgas i dagsläget rentav ha sämre klimatprestanda än vätgas från naturgas utan CCS. I Sverige finns, tack vare en elmix med mycket låg fossil andel, möjlighet att producera en renare vätgas genom elektrolys jämfört med att koppla på CCS på befintlig produktion.

Ett annat möjligt alternativ för att producera fossilfri vätgas är att ersätta den naturgas som används i ångreforming med biogas. Hur stor klimatpåverkan blir från ångreforming av biogas beror till stor del på hur biogasen framställts.

2.2.2 Betydande kostnadsreduktioner för elektrolysörer är möjliga

Vätgasproduktion genom elektrolys är fortfarande dyrare än produktion av vätgas från naturgas. Inom EU uppskattas kostnaderna för att framställa vätgas, exklusive kostnaden för att släppa ut koldioxid inom ETS, till 1,5 €/kg för konventionell fossilbaserad produktion, 2 €/kg för fossilbaserad produktion med CCS och 2,5–5,5 €/kg för förnybar produktion genom elektrolys.¹⁸ Kostnaden för förnybart producerad vätgas minskar dock snabbt. Kostnaden för elektrolysörer har redan sjunkit med 60 procent de senaste tio åren och bedöms tack vare skalfördelar kunna halveras till 2030 jämfört med idag. I regioner med billig förnybar el bedöms vätgas från elektrolys vara konkurrenskraftig jämfört med fossilbaserad vätgas till 2030. Det bör noteras att beräkningarna gjordes innan den ryska invasionen av Ukraina, och för att fortfarande vara aktuella förutsätts att rådande höga prisnivåer på el så småningom dämpas. Även volatiliteten på elpriserna har ökat till följd av läget på den europeiska energimarknaden, vilket, vid varaktighet, förstärker incitamenten för företag att investera i vätgaslager.

Vätgaslager minskar driftkostnaderna och balanserar elanvändningen

Till följd av att elektrolysbaserad vätgasframställning är elintensiv utgörs en stor del av produktionskostnaden för vätgas av kostnaden för el. Ett sätt att minimera totalkostnaderna är därför att producera vätgas mer intensivt under timmar på dygnet och dagar på året då elpriserna är förmånligare för att sedan lagra vätgasen och nyttja den vid tidpunkter med högre elpriser. På så sätt kan driftkostnaderna hållas nere utan att påverka tillgången på vätgas. En sådan lösning förutsätter dock extra investeringar, såväl i en större elektrolysräkapacitet, än vad som är nödvän-

¹⁶ Ångreforming är normalt uppdelat i två processer, där det första är energiintensivt och sker vid en hög temperatur (700–1 000 grader). För att öka utbytet av metan till vätgas kan kolmonoxid som bildas i det första processsteget skiftas till vätgas genom en efterföljande lågtemperaturprocess.

¹⁷ Barlow m.fl. för Global CCS Institute, 2023, *State of the art: CCS technologies 2023*. <https://www.globalccsinstitute.com/resources/publications-reports-research/state-of-the-art-ccs-technologies-2023/>

¹⁸ EU-kommissionen, 2020 a, *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*, COM (2020) 301 final. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

diget för att enbart tillgodose det löpande produktionsbehovetsom i ett vätgaslager. Utöver kostnadsfördelar för den egna produktionen har vätgaslager även möjlighet att bidra till att skapa flexibilitet i elsystemet, vilket är nödvändigt för att trygga elförsörjningen i omställningen (se mer om detta i avsnitt 2.3).

Storskalig vätgaslagring under jord

Flera industriprojekt planerar för storskalig vätgaslagring under jord där den optimala lagringsalternativet utgörs av saltgruvor. I brist på saltgruvor är den mest lovande lösningen för vätgaslagring i Sverige att kapsla in bergrum med metall genom tekniken *Lined Rock Cavern* (LRC). LRC-tekniken har redan demonstrerats för naturgas i gaslagret Skallen på Västkusten som har en volym på 40 000 m³. Det krävs dock mer forskning för att bedöma hur väl tekniken fungerar för vätgas och hur stort behovet är, samt för att identifiera lämpliga lagringsplatser i Sverige. Vätgaslager bör med fördel placeras nära användarna (eller producenterna i de fall de inte sammanfaller), eftersom det krävs rörledningar mellan producent, lager och slutanvändare. I juni 2022 invigdes ett vätgaslager i pilotskala för att testa LRC-tekniken inom HYBRIT-projektet. Lagret är placerat i en nedlagd gruva i Svartöberget i anslutning till projektets pilotanläggning för tillverkning av fossilfri järnsvamp i Luleå.

2.2.3 Systemlösningar för infrastruktur och elförsörjning behövs för en storskalig vätgasanvändning

Framställning av vätgas genom elektrolys är idag en relativt mogen teknik, där de största utmaningarna för dess spridning ligger i att få till systemlösningar för infrastruktur och fossilfri elförsörjning samt i att skala upp produktionen av elektrolysörer för att uppnå kostnadssänkningar. Eftersom elektrolysbaserad vätgasproduktion är elintensiv, är utmaningarna för vätgasens utbyggnad i stor utsträckning desamma som för en omfattande elektrifiering (se mer om elektrifieringen i avsnitt 2.3).

Vätgas kräver stora satsningar i utbyggnad av elproduktion och överföringskapacitet

Energimyndigheten har tagit fram scenarier över olika utvecklingsvägar för kraftsystemet. Enligt scenariot *Högre elektrifiering* kan elbehovet för vätgas producerad med elektrolys uppgå till 100 TWh 2050.¹⁹ I samma scenario skulle elproduktionen behöva uppgå till runt 362 TWh år 2050 för att täcka den totala efterfrågan. I och med att elproduktionen år 2020 uppgick till cirka 160 TWh²⁰ står behovet av vätgas alltså för cirka 50 procent av den ökade elproduktionen till 2050. Produktion av fossilfri vätgas i de mängder och den takt som efterfrågas av industrin förutsätter med andra ord en kraftig utbyggnad av både elproduktion och överföringskapacitet.

¹⁹ Energimyndigheten, 2023 a, *Scenarier över Sveriges energisystem 2023*, ER 2023:07. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=213739>

²⁰ Energimyndigheten och SCB, 2021 a. *Årlig energistatistik (el, gas och fjärrvärme), Eltillförsel i Sverige efter produktionsslag och år*, Statistikdatabasen. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__EN__EN0105/EIProdAr/

En vätgasutbyggnad kräver storskalig produktion av elektrolysörer

En förutsättning för att bygga storskalig vätgasproduktion är en kraftig ökning av produktionskapaciteten för elektrolysörer. De europeiska tillverkarna av elektrolysörer har gemensamt satt upp ett mål om att öka produktionskapaciteten till tio gånger dagens kapacitet till 2025.²¹ För att det ska vara möjligt behöver hela försörjningskedjan för råmaterial och komponenter till elektrolysörer byggas ut i snabb takt.

Ytterligare utmaningar för en storskalig vätgasutbyggnad

Förutom att garantera eltillförseln finns ett flertal ytterligare utmaningar kopplade till att få till fungerande värdekedjor och en storskalig vätgasutbyggnad. Utmaningarna involverar bl.a. behov av nya och/eller uppdaterade regelverk, samarbets- och koordineringsutmaningar, behov av kunskaps- och kompetenshöjning inom både företag och statliga myndigheter, samt kostnadsgapet mellan fossil och fossilfri vätgas till följd av de höga kostnaderna som är förknippade med spridning av ny teknik. Energimyndigheten har fått i uppdrag av regeringen att samordna arbetet med vätgas i Sverige för att röja de hinder som identifierats för en storskalig utbyggnad.²² För att läsa mer om utmaningar och förutsättningar för en vätgasutbyggnad se exempelvis IVA:s rapport,²³ Fossilfritt Sveriges vätgasstrategi²⁴ och Energimyndighetens förslag till vätgasstrategi²⁵ med tillhörande underlagsrapport.

2.3 Elektrifiering

El är inte en råvara utan en energibärare, vilket innebär att dess främsta roll i industrins omställning är att ersätta fossila energibärare och de förbränningsutsläpp de ger upphov till. Sverige har goda förutsättningar till ett sådant skifte tack vare en hög andel fossilfri el. Här har också svensk industri, mycket tack vare de historiskt och internationellt sett låga elpriserna, redan kommit långt och använder i många tillämpningar el framför bränslen för omvandling till mekaniskt arbete och/eller värme. Med teknisk utveckling skulle el kunna användas i fler processer som kräver mycket höga temperaturer och som idag förlitar sig på fossila bränslen som värmekälla. Även om det inte är möjligt att använda el för att direkt ersätta fossilbaserade råvaror som används i produktionsprocesser kan fossilfri el möjliggöra nya processer och råvaror som i sin tur minskar de processrelaterade utsläppen.

²¹ EU-kommissionen, *Electrolyser Summit Joint Declaration*, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/50014> (Hämtad 2023-09-29).

²² Energimyndighetens webbplats, *Nationell samordning vätgas*. <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/vatgas/nationell-samordning-vatgas/> (Hämtad 2023-08-09)

²³ IVA, 2022. *Om vätgas och dess roll i elsystemet*. <https://www.iva.se/contentassets/62a4c0d2e21e4b289541377c2942ad64/202205-iva-vatgasprojektet-syntesrapport.pdf>

²⁴ Fossilfritt Sverige, 2021 b. *Strategi för fossilfri konkurrenskraft – Vätgas*. <https://fossilfrittssverige.se/wp-content/uploads/2021/01/Vatgasstrategi-for-fossilfri-konkurrenskraft-1.pdf>

²⁵ Energimyndigheten, 2021 b. *Förslag till Sveriges nationella strategi för vätgas, elektrobränslen och ammoniak*, ER 2021:34. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/forslag-till-nationell-strategi-for-fossilfri-vatgas/>

2.3.1 Fossilfri el möjliggör nya råvaror som kan ersätta fossilbaserade råvaror

Med hjälp av el kan olika råvaror omformas till andra insatsvaror som ersätter fossilbaserade råvaror i vidare processer. En stor potential för att använda el i helt nya tillämpningar finns inom petrokemisk industri och raffinaderier. Dessa utgår från kolväten, företrädesvis fossilbaserade, som på olika sätt bryts sönder, slås samman och omformas till olika slutprodukter. El gör det möjligt att utgå från annat än fossila kolväten vid framställning av s.k. elektrobränslen och elektrokemikalier genom att använda elektrolysframställd vätgas.

Nya typer av insatsvaror framställda med el avser bland annat;

- **fossilfri vätgas** som kan ersätta vätgas producerad från naturgas och även kan användas i en ny process som ersätter den kolbaserade masugnsprocessen i stålframställningen (se föregående avsnitt, 2.2, om vätgas),
- **specialkemikalier** som kan ersätta fossilbaserade kemikalier och som framställs genom att kombinera el med olika råvaror, exempelvis alkoholer,
- **elektrobränslen** samt **elektrokemikalier** som framställs genom att vätgas som producerats genom elektrolys av vatten får reagera med koldioxid (eller kväve) för att bilda exempelvis metanol, bensin, ammoniak eller eten. I sin tur kan de sedan användas för framställning av en mängd olika produkter.

För att producera elektrobränslen och elektrokemikalier behövs både tillgång till förnybar el och en lämplig koldioxidkälla. Ett alternativ som utforskas är att använda infångad koldioxid genom s.k. CCU (se avsnitt 2.5).

2.3.2 Stora utmaningar för en omfattande elektrifiering

För att nå klimatmålen kommer det krävas en omfattande elektrifiering av samtliga samhällssektorer. De utmaningar som en sådan elektrifiering innebär är således inte industrispecifika, men är särskilt relevanta för industrins omställning med tanke på sektorns höga energianvändning och att det framtida energibehovet i stor utsträckning kan komma att behöva tillgodoses med fossilfri el.

Nationella utmaningar för en omfattande elektrifiering

För att möta den höga efterfrågan på el som förutspås för att klara klimatomställningen behövs en utbyggnad av både elproduktionen och överföringskapaciteten. Enligt Energimyndighetens scenarier som publicerades i mars 2023 kan elanvändningen komma att öka från 135 TWh 2020 till 349 TWh 2050 till följd av framför allt en ökad elanvändning inom industrin, men även inom transportsektorn.²⁶ Enligt Klimatpolitiska rådets rapport 2022²⁷ matchar inte dagens investeringar i elproduktion, lagring och elnät det tempo som krävs för att nå klimatmålen. Den förra regeringen presenterade i en elektrifieringsstrategi²⁸ tolv övergripande punkter med en lång

²⁶ Energimyndigheten, 2023 a. *Scenarier över Sveriges energisystem 2023*, ER 2023:07. <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/>

²⁷ Klimatpolitiska rådet, 2022. *Klimatpolitiska rådets rapport 2022*. <https://www.klimatpolitiskaradet.se/wp-content/uploads/2022/03/klimatpolitiskaradetrappport2022.pdf>

²⁸ Regeringen, 2022. *Nationell strategi för elektrifiering – en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning*.

rad nödvändiga åtgärder för att möjliggöra en omfattande elektrifiering. Energimyndigheten har till följd av strategin bland annat fått i uppdrag att samordna en nationell kraftsamling kring kompetensförsörjningen för elektrifieringen och att analysera effektivare användning av energi, effekt och resurser för att underlätta elektrifieringen. I kompetensuppdraget har en första kartläggning av elektrifieringens sysselsättningseffekter gjorts, där bland annat 35 bristyrken som bedöms som kritiska för elektrifieringen har identifierats. Det senare uppdraget inbegriper att ta fram samhällets energieffektiviseringspotential där industrin utgör en viktig sektor. I uppdraget konstateras att det finns utmaningar i att fastställa en mer exakt framtida energieffektiviseringspotential i industrisektorn. Detta beror bland annat på sektorns heterogenitet och på den omfattande omställningen av flera branscher.

Energimyndigheten har tagit fram åtta fokusområden, vilka anses vara särskilt viktiga för att säkerställa en hållbar elektrifiering och inom vilka det förväntas uppstå utmaningar. Fokusområdena är;

- **välfungerande marknader och incitament,**
- **miljövärdering i ett systemperspektiv,**
- **markanvändning och samexistens,**
- efterfrågefleksibilitet,
- resurs- och energieffektivisering,
- tillgång till teknik, kompetens och kapital,
- råvaruförsörjning, och
- trygg energiförsörjning.

De tre förstnämnda är centrala för att förbättra förutsättningarna för de övriga fem. För att läsa mer om dessa fokusområden och utmaningar för en hållbar elektrifiering hänvisas till Energimyndighetens rapport.²⁹

Geografiska skillnader i elproduktion och överföringskapacitet

Sveriges elmarknad är indelad i fyra områden med separat prissättning, vilket är tänkt att styra lokalisering av ny elproduktion till områden med lägre kapacitet och att samtidigt skapa incitament för hushållning med el i de områden där risken för kapacitetsbrist är större. Till följd av uppdelningen av den svenska elmarknaden kan prisskillnaderna variera kraftigt mellan norra Sverige, där landets elproduktion är koncentrerad och överföringskapaciteten är god, och södra Sverige som har en begränsad elproduktion och fler flaskhalsar.

Ur ett industriperspektiv innebär det geografiska skillnader i förutsättningarna för att övergå till direktelektrifiering eller elintensiva processer som exempelvis vätgas eller CCS. Med andra ord har industri lokaliserad i södra Sverige, såsom raffinaderi- och kemiindustrin, i närtid sämre förutsättningar att ställa om till elintensiva processer.

²⁹ Energimyndigheten, 2021 c. *Framtidens elektrifierade samhälle – Analys för en hållbar elektrifiering*, ER 2021:28. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=203006>

Enligt Energimyndighetens långsiktiga scenarier sker en kritisk fas i omställningen omkring 2030.³⁰ Detta då flera branscher inom industrin har planer på omställning samt utökad och ny produktion omkring detta årtal. Här ses en betydande risk för att flaskhalsar uppstår när behovet av ett utbyggt elnät är ett måste för att möta industrins ökade elbehov. Bortom 2030 bedöms den produktion och infrastruktur som omställningen kräver kunna planeras och genomföras utan större besvär då ledtider bör ha kortats ned för att möta den ökade användningen.

2.3.3 En effektivare energianvändning kan bidra till försörjningstryggheten i omställningen

Förutom en utbyggnad av elproduktion och överföringskapacitet är insatser som bidrar till att minska och/eller balansera energianvändningen viktiga pusselbitar för att trygga energiförsörjningen i omställningen. Inte bara för den industrin sektorn utan även för andra sektorer i samhället där tillgång på fossilfri energi är en förutsättning för att nå klimatmålen.

Insatser för en mer effektiv energianvändning inom industrin inkluderar;

- **energieffektivisering av processer och uppvärmning** i enskilda anläggningar för att producera fler varor per tillförd enhet energi, vilket även kan bidra till minskad energianvändning i produkter längre ned i värdekedjan,
- **flexåtgärder** för att optimera uttaget av el baserat på fluktuationer i tillgång på nätet i syfte att hålla ned kostnaderna och undvika toppbelastning,
- **energisamarbeten** mellan aktörer (inom industrin eller mellan sektorer), vilket kan möjliggöra ett bättre nyttjande av energi genom att bl.a. ta vara på fler restströmmar och frigöra större mängder primär energi inom alla energislag,

Energieffektivisering är en aktuell fråga både för befintlig teknik och för utvecklingen av nya tekniker. Eftersom användningen av ny teknik initialt är begränsad finns stor potential för att optimera och utveckla den i takt med att den sprids och kunskap kring dess tillämpning ökar. Även om de tekniska huvudspåren för omställningen i dagsläget är energiintensiva finns det av ekonomiska skäl ett intresse av att effektivisera processerna för att få ned kostnaden för tekniken. Ett exempel är bio-CCS, där det pågår forskning och pilottester för att minska energiåtgången vid avskiljningssteget av processen, vilket skulle ha en betydande effekt på elanvändningen och därmed även totalkostnaden av att tillämpa tekniken (läs mer i avsnitt 3.2.2).

Industrin kan bidra med efterfrågefleksibilitet

Elektrifiering leder till en ökad elanvändning inom industrin. Förutsättningarna för att öka effektuttaget för att möjliggöra en ökad elektrifiering ser olika ut i olika delar av landet, då flaskhalsar i elnäten begränsar överföringskapaciteten. Att ha viss flexibilitet i sin efterfrågan på el kommer troligtvis att bli en förutsättning för den elintensiva industrin av ekonomiska skäl, inte minst vid kraftigt fluktuerande elpriser. Industrier som använder vätgas som bränsle eller råvara kan investera i större produktionskapacitet för vätgas än vad som behövs för att klara sina kortsiktiga

³⁰ Energimyndighetens webbplats, *Kortsiktiga prognoser*; <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/kortsiktiga-prognoser/> (Hämtad 2023-09-26)

behov. Det ger möjlighet att lagra ett överskott av vätgas under perioder då elpriserna är förmånliga för att kunna användas under perioder med högre elpriser. På så sätt kan industrin även bidra till att balansera elnätet och minska risken för effekttoppar i systemet. Ur ett ekonomiskt perspektiv skulle en sådan flexibilitet ha positiva effekter på priselasticiteten på elmarknaden.³¹ Vid riktigt höga elpriser kan det eventuellt vara intressant att omvandla vätgas till el som matas tillbaka in på nätet, men det kräver investeringar i bränsleceller eller turbiner, och det är osäkert om sådana investeringar blir bärkraftiga om de inte används frekvent.

Power to X

Power-to-x (P2X) är en övergripande term för ett antal konverterings-, lagrings- och omvandlingsvägar som använder el från förnybar energi, vanligtvis sol och vind. X:et står för den typ av energi som elen omvandlas till, vanligtvis gaser, vätskor eller värme. Ett exempel på detta är den produktion av elektrobränslen genom CCU som planeras i anslutning till kraftvärmeverk för produktion under perioder med överskottsenergi. Koldioxiden fångas in på kraftvärmeverket och kombineras med vindkraftsel för att tillverka elektrobränsle (läs mer i avsnitt 3.1.3).

Att notera i sammanhanget är dock att verkningsgraden blir lägre när el ska omvandlas i stället för att användas direkt. Direktelektrifiering är därför mer fördelaktigt ur effektivitetssynpunkt, medan P2X kan vara ett alternativ för tillvaratagande och lagring av överskottsenergi som annars skulle gå förlorad eller där direktelektrifiering inte är möjlig och andra fossilfria alternativ saknas.

2.4 Avskiljning, transport och lagring av koldioxid (CCS)

CCS (Carbon Capture and Storage) innebär att koldioxid fångas in för att sedan transporteras till permanent lagring i en speciell typ av geologiska formationer på land eller under havsbotten. CCS-användning på stora punktutsläpp har potential att fånga 80–95 procent av koldioxiden, men processen kräver att energi tillförs.³² Tekniken pekas ut av både IEA³³ och FN:s klimatpanel³⁴ som en förutsättning för att nå både 2-gradersmålet och 1,5-gradersmålet.

2.4.1 CCS tillämpat på fossila och biogena utsläpp är två olika huvudspår för omställningen

CCS kan användas för att fånga in koldioxid från processer som genererar koldioxid, t.ex. förbränning av fossil och biobaserad energi eller råvaror. Även om tekniken är densamma fyller CCS tillämpat på fossila och biogena koldioxidutsläpp olika funktioner i klimatsammanhang och räknas därför som två olika huvudspår för

³¹ IVA, 2022.

³² Johnsson m.fl., 2020. *Marginal Abatement Cost Curve of Industrial CO₂ Capture and Storage – A Swedish Case Study*, Chalmers Tekniska Högskola

³³ IEA, 2020. *The status and Challenge of CO₂ Shipping Infrastructures*. <https://ieaghg.org/ccs-resources/blog/new-ieaghg-report-the-status-and-challenges-of-co2-shipping-infrastructures>

³⁴ IPCC, 2022. *Climate Change 2022. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

omställningen. Då båda tillämpningarna sker med samma teknik och delar utmaningar när det gäller transport och lagring, kommer de att behandlas tillsammans i detta avsnitt.

CCS tillämpat på fossila källor innebär undvikta utsläpp

När tekniken används på fossila utsläppskällor så fångas koldioxidutsläpp in som annars skulle släppts ut i atmosfären, vilket leder till *undvikta utsläpp*. Enligt det klimatpolitiska ramverket ska CCS tillämpat på fossila koldioxidströmmar endast användas för att bidra till utsläppsminskningar då inga andra rimliga alternativ finns tillgängliga. För att nå det svenska utsläppsmålet om netto-nollutsläpp till 2045 och därefter negativa utsläpp kommer tekniken med stor sannolikhet att behöva användas på fossila utsläpp inom svensk process- och basindustri.^{35,36} Exempelvis bedöms det inte i dagsläget finnas några andra rimliga alternativ för att reducera utsläppen från kalcineringsprocessen vid cementframställning, vilket innebär att CCS är huvudspåret för svensk cementindustri för att nå nollutsläpp.

CCS tillämpat på biogena källor (bio-CCS) leder till negativa utsläpp

När tekniken tillämpas på biogena utsläpp, bio-CCS, kan *negativa utsläpp* skapas. Negativa utsläpp är en kompletterande åtgärd till att reducera de fossila utsläppen och kommer att vara nödvändiga för att Sverige ska uppnå målet om netto-nollutsläpp. Enligt det klimatpolitiska ramverket ska utsläppen från verksamheter inom Sveriges gränser reduceras med 85 procent till 2045 jämfört med 1990. De kvarstående 15 procenten kan uppnås genom kompletterande åtgärder såsom negativa utsläpp (naturliga kolsänkor och bio-CCS) eller utsläppsminskningar i andra länder. Det innebär att bio-CCS inte specifikt bidrar till industrins omställning utan till samhällets omställning i stort. Enligt utredningen *Vägen till en klimatpositiv framtid*³⁷ uppgår den realistiska potentialen för bio-CCS i Sverige till minst 10 miljoner ton biogen koldioxid per år i ett 2045-perspektiv. Potentialen återfinns främst i massa- och pappersindustrin samt i kraftvärme- och värmeverk. Den tekniska potentialen bedöms vara uppmot dubbelt så stor.

CCS kan tillämpas på en blandning av fossila och biogena utsläpp

CCS-tekniken kan även tillämpas på utsläpp som utgörs av en blandning av fossil och biogen koldioxid. I dagsläget utgörs fossilt avfall runt 16 procent av insatt bränsle i kraftvärmeverken varav den största delen utgörs av plastavfall.³⁸ Om plastavfallet inte kan elimineras till följd av andra åtgärder, såsom en minskad förbrukning av fossil plast och materialåtervinning, kan CCS bli en nödvändig lösning för att bli av med de kvarvarande utsläppen. Framöver förväntas tillämpning på blandade utsläpp även att bli aktuellt för ett par av de stora utsläpparna, såsom Preem och Heidelberg Materials Cement Sverige, vars utsläpp i dagsläget i huvudsak utgörs av fossil koldioxid, men som planerar att ställa om till alltmer biobaserade råvaror

³⁵ Johnsson och Kjärstad, 2019. *Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige – Behov av forskning och demonstration*. https://research.chalmers.se/publication/509912/file/509912_Fulltext.pdf

³⁶ SOU 2020:4, *Vägen till en klimatpositiv framtid*, Betänkande av klimatpolitiska vägvalsutredningen.

³⁷ Ibid.

³⁸ Energimyndigheten, 2023 b. *Energiindikatorer 2023*, ER 2023:15. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=214461>

och energibärare i sina tillverkningsprocesser. I klimatsammanhang innebär det en blandning av undvikna och negativa utsläpp som står i direkt proportion till andel infångad fossil respektive biogen koldioxid.

2.4.2 Förutsättningar för att tillämpa CCS varierar mellan branscher och anläggningar

CCS-tekniken är i dagsläget förhållandevis kostsam i relation till alternativkostnaden (priset på utsläpp). Kostnaden beror dock på anläggningsspecifika faktorer och varierar därför mellan sektorer, branscher och anläggningar. De anläggningsspecifika faktorer som påverkar förutsättningarna för att tillämpa CCS i dagsläget inkluderar;

- **anläggningens placering:** anläggningen behöver vara placerad så att transport till förvätskningsanläggning, eventuellt mellanlager och den permanenta lagringsplatsen inte blir för kostsam, vilket i dagsläget innebär att kustnära anläggningar har en fördel, då fartyg är det främsta transportmedlet, även om andra placeringar också undersöks.
- **anläggningsspecifika parametrar:**
 - koncentrationen av koldioxid i rökgasen, där en högre andel gör det enklare och billigare att tillämpa CCS räknat per avskild mängd koldioxid,
 - de årliga utsläppsflödena av koldioxid från punktkällan, där kostnaden per andel infångad koldioxid minskar med storleken på utsläpp (skal-fördelar) och med ett jämnare flöde,
 - möjlighet att använda överskottsenergi, i form av ånga eller egenproducerad el från anläggningens processer vid avskiljningen, vilket minskar behovet av ytterligare energitillförsel.
- **utsläppens sammansättning:** hur utsläppen är sammansatta påverkar vilken avskiljningsteknik som är lämplig att använda. Avskiljningstekniken och vilka restämnen som finns i den infångade rökgasen påverkar vilka egenskaper den infångade koldioxidströmmen får, vilket i sin tur påverkar transport- och slutlagringsmöjligheterna.

Det finns således inte en lösning som passar alla utsläpp eller en hel bransch. Teknikens utformning måste utgå från de förutsättningar som finns på varje specifik anläggning, vilket gör att det finns ett behov av fortsatt forskning och utveckling.

För bio-CCS tillkommer ytterligare förutsättningar

För bio-CCS tillkommer att kolatomerna som fångas in måste vara biogena för att uppnå negativa utsläpp. I dagsläget är det främst massa- och pappersindustrin samt kraftvärme- och värmeverk som uppfyller samtliga av de ovan nämnda kriterierna (läs mer i avsnitt 3.2.1). Även anläggningar för biogasproduktion har bra förutsättningar för bio-CCS. Framöver förutspås även andra branscher inom industrin kunna uppfylla dessa. Det gäller exempelvis vissa av de företag som i dagsläget planerar att investera i CCS med fossil tillämpning men gradvis går över till en allt högre grad biobaserade insatsvaror och/eller energibärare, t.ex. cementindustrin.

Tekniken är mogen men fortfarande kostsam

Hela CCS-kedjan, dvs. avskiljning, transport och lagring, tillämpas redan idag globalt, men erfarenheterna är fortfarande begränsade. Möjligheterna till fortsatt teknikutveckling och därigenom lägre kostnader bedöms dock som goda. En första kostnadsreduktion förväntas efter att ett par fullskaleanläggningar är i drift och erfarenhet av tekniken har byggts upp. Hur mycket kostnaderna sedan minskar beror på vilken spridning tekniken får. I beräkningarna måste dock hänsyn tas till att förutsättningarna för CCS-tekniken skiljer sig mellan olika anläggningar beroende på de faktorer som listats ovan, vilket påverkar totalkostnaden för användning av tekniken.³⁹

2.4.3 Transport och lagring av koldioxid

Oberoende av om den avskilda koldioxiden är av biogent eller fossilt ursprung, ska den, efter eventuell mellanlagring, transporteras till slutlagring. Transporten kommer i huvudsak att ske med rörledningar eller fartyg, även om transport med järnväg och lastbil är möjligt för mindre kvantiteter på kortare sträckor till mellanlager. För svensk del är fartyg det mest realistiska alternativet givet att lagring i Sverige inte är aktuellt i dagsläget.⁴⁰ Transport av koldioxid med fartyg sker redan inom Europa, men endast i liten skala. Tekniskt sett finns inga begränsningar för att bygga fartyg med större kapacitet, då det redan idag transporteras stora mängder av olika gaser i flytande form.

Norge har kommit längst vad gäller lagring

Kunskapen om möjliga lagringsplatser i Sverige är idag bristfällig, och att utveckla inhemsk lagring skulle kosta både mycket tid och pengar.⁴¹ Potentialen för lagring i Norden är dock sannolikt mycket god. Den teoretiska potentialen har uppskattats vara tillräcklig för att lagra de nordiska utsläppen hundratals år framöver.⁴² Även globalt bedöms lagringspotentialen vara mycket god – IPCC har uppskattat den till minst 1 000 miljarder ton koldioxid, men bedömer att den kan vara upp till tio gånger större. För att sätta det i perspektiv kan nämnas att de årliga globala koldioxidutsläppen uppgår till 35–40 miljarder ton.⁴³

Norge har kommit längre än resten av Norden med att realisera lagring och satsat på CCS och lagring av koldioxid från andra länder, vilket beror på att avskiljning och lagring har skett sedan 1996 (läs mer om Norges fullskaleprojekt Northern Lights i avsnitt 3.2.2). Förutom brist på kunskap om möjliga lagringsplatser i Sverige finns

³⁹ Roussanaly m.fl., 2021. *Towards improved guidelines for cost evaluation of carbon capture and storage for industry*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750583621000153>

⁴⁰ På sikt är det möjligt att rörtransport kan bli en lösning för att transportera avskild koldioxid från Sverige, men fartygstransport kommer troligtvis att vara det dominerande alternativet fram till 2030 enligt ER 2022:11.

⁴¹ Legala hinder kan uppkomma, såsom att Östersjön är ett skyddat innanhav och att lagring kan påverka andra länder. Sveriges implementering av CCS-direktivet (Direktiv 2009/31/EG) begränsar också möjligheterna till lagring på land, men tillåter lagring under havsbottnen.

⁴² SGU, 2017. *Geologisk lagring av koldioxid i Sverige – Lägesbeskrivning avseende förutsättningar, lagstiftning och forskning samt olje- och gasverksamhet i Östersjöregionen*, Rapporter och meddelanden 142. <http://resource.sgu.se/produkter/rm/rm142-rapport.pdf>

⁴³ SOU 2020:4

också risk för uppkomsten av legala hinder, såsom att Östersjön är ett skyddat innanhav och att lagring kan påverka andra länder. Sveriges implementering av CCS-direktivet⁴⁴ begränsar också möjligheterna till lagring på land.

Sammanfattningsvis är lagring i annat land nödvändig för att Sverige ska komma i gång med CCS i tid för att uppnå målen till 2045. Norge, Danmark, Storbritannien, Nederländerna och Island har påbörjat arbete för att lagra koldioxid, varav Norge har kommit längst. Samtliga av dessa länder har visat intresse för att lagra koldioxid från andra länder. EU-kommissionen stöder arbetet och vill se öppna lagringsplatser över hela Europa. I avsaknad av alternativ i södra delarna av Europa har kommissionen identifierat tillgängliga lagringsplatser och deras lokalisering samt internationella regelverk som ett hinder för CCS.

2.4.4 Systemfrågor utgör största barriären för teknikspridning

Enligt *Vägen till en klimatpositiv framtid*⁴⁵ är systemfrågorna kopplade till CCS och bio-CCS en större barriär för spridning än själva teknikfrågorna. Med systemfrågor menas i detta sammanhang fungerande affärsmodeller, hur ekonomiska incitament kan skapas, hur juridiska och eventuella acceptansmässiga hinder kopplat till val av plats för en anläggning kan övervinnas, samt mer forskning om konsekvenserna för energisystemet och biomassaanvändningen. Därför är fullskaleprojekt som demonstrerar hela kedjan, likt projektet i Norge, som beskrivs i avsnitt 3.2.2, och det svenska stödsystemet för bio-CCS viktiga för att visa att affärsmodeller och systemet fungerar som helhet.

Ekonomiska incitament viktiga för teknikspridning

Då den relativt höga kostnaden för CCS är det som mest talar emot tekniken i nuläget, så är faktorer som bidrar till att sänka kostnaderna och skapa långsiktiga incitament för investeringar viktiga. För CCS skiljer sig de ekonomiska incitamenten mellan olika tillämpningar;

- För **tillämpning på fossila källor** spelar alternativpriset för att fånga in utsläppen en viktig roll och utgörs av **priset på utsläppsrätter** inom EU ETS, eftersom företag inte behöver betala för koldioxidutsläpp som fångas in och lagras eller kan sälja överskott av utsläppsrätter vid fri tilldelning.⁴⁶
- För **tillämpning på biogena utsläpp** är det statliga stödsystemet i form av **omvända auktioner** ett viktigt verktyg för att främja bio-CCS och klara klimatmålen. Första auktionen planeras att utlysas 2023 och att omfatta omkring två miljoner ton infångad och lagrad biogen koldioxid. De vinnande aktörerna förväntas påbörja inlagringen under 2026/2027. I dagsläget återfinns det största intresset av att delta i auktionerna hos kraftvärme- och avfallskraftvärmebolagen. Förutom att skapa ekonomiska incitament för bio-CCS har stödsystemet även en positiv bieffekt på utveckling och demonstration av hela värdekedjan för bio-CCS. Framväxten av en frivillig marknad för negativa utsläpp bidrar till att skapa ekonomiska incitament, vilket märks i flera länder.

⁴⁴ Direktivet om geologisk lagring av koldioxid 2009/31/EG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=celex:32009L0031>

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Om tekniken i framtiden blir aktuell för företag med mindre utsläppskällor kommer koldioxidpriset att spela en liknande roll.

Även andra faktorer påverkar ett företags beslut att investera i ny teknik såsom CCS/bio-CCS. En **lagstiftning** som främjar tekniken och en **efterfrågan på produkter** som är framställda fossilfritt eller med negativa koldioxidutsläpp kan skapa långsiktiga incitament för investeringar. Även så kallad ”**goodwill**” kan bidra till att företag investerar i åtgärder som minskar företagets och/eller produktens klimatpåverkan. Givet industrins långa investeringscykler finns även en **risk för inlåsnings effekter** av att investera i fossilbaserad teknik, om framtiden innebär striktare utsläppskrav och ett stigande koldioxidpris innan investeringen är avskriven.

Lagstiftningen för transport och koldioxid utgör ett mindre hinder

Utöver behovet av ett fortsatt kunskapsuppbyggande och skapande av ekonomiska incitament återstår vissa legala hinder för att CCS-tekniken ska kunna användas fullt ut. Fram till 2019 förbjöd *Londonprotokollets* sjätte artikel helt transport av koldioxid ämnad för lagring under havsbotten hos annan stat. Artikel 6 reviderades redan år 2009,⁴⁷ men ändringen har ännu inte vunnit laga kraft på grund av att för få stater hittills har godkänt den. År 2019 godkändes dock ett undantag som gör det möjligt att kringgå förbudet genom att provisoriskt tillämpa den reviderade versionen av artikel 6. För detta behöver en deklaration lämnas in till Internationella sjöfartsorganisationen (IMO) och ett bilateralt avtal upprättas mellan det exporterande och det lagrande landet. Sverige ratificerade ändringen i juni 2020 och arbetar med att få till stånd avtal med Norge och andra länder för lagring. Med fler aktörer på marknaden för slutlagring förbättras möjligheterna att få ned kostnaderna för slutsteget i värdekedjan. På liknande sätt finns det nationell lagstiftning och andra internationella konventioner som kan utgöra hinder och/eller behöver ses över för att möjliggöra transport av koldioxid.

Hur kan marknader skapas för negativa utsläpp?

En aktuell fråga som utreds på Nationellt Centrum för CCS är framväxten av marknader för negativa utsläpp, då de utgör en central förutsättning för att skapa incitament att investera i bio-CCS och för att tekniken får spridning. För att en marknad ska komma på plats behöver oklarheter lösas upp kring bland annat certifiering, rapportering och bokföring av negativa utsläpp på internationell nivå. När det gäller industrin regleras i klimatsammanhang de företag med störst potential för bio-CCS inte av EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU ETS) som utgör den europeiska marknaden för koldioxidutsläpp, då det endast omfattar fossila utsläpp. Inom ramen för FN:s klimatkonvention (UNFCCC) finns möjlighet för ett land att tillgodoräkna sig negativa utsläpp i klimatrapporteringen. De tillgodoräknas i det land där avskiljningen sker givet att inget bilateralt avtal ingåtts med annat medlemsland om försäljning eller överföring av utsläppsminskningen, vilket är tillåtet under vissa omständigheter. EU-kommissionen arbetar med att ta fram ett certifieringssystem och ett regelverk på området som ett första steg att möjliggöra en marknad (läs mer i avsnitt 4.3.4).⁴⁸ Säljare och köpare ska veta vad de handlar med och vilka krav det negativa utsläppet uppfyller i fråga om bland annat hållbarhet och permanens. Det finns idag framväxande frivilliga marknader, där utsläppsminskningar kan säljas till företag eller andra aktörer som vill tillgodoräkna sig

⁴⁷ Reviderades genom Londonprotokollets resolution LP.3(4).

⁴⁸ EU-kommissionens webbplats, *Sustainable Carbon Cycles*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/forests-and-agriculture/sustainable-carbon-cycles_sv (Hämtad 2023-08-10)

dem i syfte att uppnå utsläppsneutralitet snarare än för att uppfylla nationella klimatmål. Hittills har det främst handlat om naturliga kolsänkor genom exempelvis trädplantering.

Andra tekniker kopplade till CCS

DAC (Direct Air Capture)

Ett annat sätt att fånga in koldioxiden är att göra det direkt från atmosfären. Detta kallas DAC (Direct Air Capture), och infångningstekniken används ofta i kombination med geologisk lagring. Då koncentrationen av koldioxid är flera hundra gånger lägre är tekniken betydligt mer energikrävande och kostsam än CCS/CCU eller bio-CCS på punktutsläpp.⁴⁹ Fördelen är att DAC-anläggningar inte behöver placeras vid punktkällor utan kan förläggas där det är lämpligt utifrån var den infångade koldioxiden ska lagras eller användas och var det finns god tillgång på förnybar energi.

EHR (Enhanced Hydrocarbon Recovery)

EHR (även kallat EOR, Enhanced Oil Recovery) är en form av utvinning av naturgas eller olja som innebär att koldioxid injiceras i marken och gör det möjligt att utvinna mer fossila bränslen från samma källa samtidigt som koldioxid lagras i marken. De flesta CCS-anläggningar i världen som är i drift har någon form av EHR även om majoriteten av anläggningar under utveckling har som mål att endast lagra den infångade koldioxiden.

2.5 Avskiljning och användning av koldioxid (CCU)

Infångad koldioxid kan användas som råvara i olika processer, vilket kallas för CCU (Carbon Capture and Utilisation) och syftar till att nyttja kolatomer på nytt i stället för att direkt släppa ut dem i atmosfären. Eftersom tekniken för att fånga in och avskilja koldioxid är densamma för CCU som för CCS, följer CCU samma teknikutveckling som beskrivits ovan fram till dess att koldioxiden är avskild. Detta avsnitt fokuserar därför på efterföljande steg i processen, där koldioxiden används i nya produkter eller applikationer.

2.5.1 *Infångade kolatomer kan ersätta de fossila i kemiindustrins produkter*

Kol, som i dagsläget huvudsakligen kommer från fossila källor, är en byggsten i en rad olika produkter från kemi- och raffinaderiindustrin. I stället för att utgå ifrån kolväten som raffinerar ur olja kan infångad koldioxid slås ihop med vätgas till kolväten eller genom andra reaktioner bilda andra önskade ämnen. CCU som omställningsspar är framför allt av intresse för kemiindustrin som ett sätt att ersätta de fossila kolatomer som i dagsläget är essentiella i många av branschens produkter såsom plast, kemikalier och mediciner. För att förbättra produkternas klimatprestanda

⁴⁹ T.ex. består rökgaserna från ett kraftverk typiskt sett av runt 10–15 procent koldioxid jämfört med 410 ppm i atmosfären, dvs. 0,041 procent.

är svensk industri i första hand intresserad av att fånga in och använda kolatomer med biogent ursprung.⁵⁰

Det finns även företag inom andra sektorer som avser att återanvända infångade kolatomer för att framställa nya typer av produkter och tjänster som inte primärt innebär en reduktion av de fossila utsläppen inom industrisektorn. I vissa fall har de nya tillämpningarna dock potential att tränga undan fossilbaserade produkter som framställs inom industrisektorn, exempelvis flyg- och fordonsbränsle som produceras av energibolag.

2.5.2 Klimatnyttan varierar mellan tillämpningar

Jämfört med CCS, där koldioxiden lagras permanent, beror klimatnyttan av CCU på en rad olika faktorer kopplade till kolatomerna och framställningen av de slutprodukter som kolatomerna utgör byggstenar i. Dessa faktorer inkluderar;

- **Kolatomernas ursprung** (biogena eller fossila) påverkar tillämpningens klimatpåverkan, både om de släpps ut i ett senare skede eller om de lagras permanent.
- **Klimatpåverkan från övriga insatsfaktorer** som exempelvis den el som används i framställningsprocessen och elens alternativa användningsområden har betydelse för produktens klimatavtryck.
- **Tiden som kolatomerna är lagrade i produkten** är likställt med längden på senareläggning av utsläpp till atmosfären. Om kolatomerna används för att tillverka bränslen som relativt omgående förbränns är resultatet endast en kortare fördröjning av utsläppet. För att koldioxiden mer permanent ska tas ur kretsloppet behöver de använda produkterna så långt som möjligt återanvändas, återvinnas och, om det inte längre är möjligt, deponeras i stället för att förbrännas.
- **Undanträngnings- och/eller substitutionseffekter** som tillämpningen har på produkter på marknaden, och i så fall vilka typer av kolatomer som sådana produkter är uppbyggda av, samt eventuella rekyleffekter påverkar på systemnivå klimateffekten av tillämpningen.
- **Vilka alternativ som finns till att använda kolatomerna** påverkar var kolatomerna relativt sett gör mest nytta. Kolatomerna kan lagras, vilket skapar negativa eller undvikna utsläpp beroende på kolatomernas ursprung. Alternativt sker ingen infångning, vilket leder till biogena eller fossila koldioxidutsläpp. Kolatomerna skulle även kunna användas i andra tillämpningar.

En slutsats som följer av ovannämnda faktorer är att det krävs en enskild bedömning av klimatnyttan för varje tillämpning. För syntetiska bränslen finns sedan början på 2023 en EU-vedertagen metodik för att beräkna livscykelutsläpp i en delegerad akt till förnybartdirektivet (läs mer i kapitel 4). För övriga produkter som framställs genom CCU saknas i dagsläget regelverk eller vedertagna riktlinjer för hur klimateffekten från kolatomer som återanvänds i produkter ska beräknas eller bokföras. I avsaknad av heltäckande regelverk är CCU:s potential att bidra till klimatomställningen inte klarlagd.⁵¹

⁵⁰ Se t e x Material Economics rapport framtagen på beställning av IKEM, *Vägar till klimatneutral produktion*, som är en färdplan för branschen att nå nollutsläpp. <https://www.ikem.se/globalassets/media-ikem/dokument/rapporter/vagar-till-klimatneutral-produktion.pdf>

⁵¹ IPCC, 2022.

2.6 Cirkulär ekonomi och materialeffektivitet

Att industrins omställning sker så resurseffektivt som möjligt är ett komplement till de tekniska huvudspår som beskrivs ovan. Enligt IPPC:s senaste klimatrappport är materialeffektivitet nödvändig för att industrin ska lyckas nå målet om nettonoll-utsläpp i ett globalt perspektiv.⁵² Materialeffektivitet innebär att begränsa användningen av kritiska materialresurser och utvinningen av jungfruliga material, vilket i sin tur leder till en minskning av fossila koldioxidutsläpp. Av utsläppen från industrin och energiproduktionen står de som relaterar till materialanvändning för mer än en fjärdedel globalt. Genom att applicera cirkulära ekonomiska strategier inom industrin finns potential att uppnå stora utsläppsminskningar.^{53,54}

I syfte att öka materialeffektiviteten kan åtgärder vidtas i flera olika stadier, eller sektorer, av en produkts livscykel. Dessa åtgärder kan kategoriseras enligt nedan:

- en **mer klimatsmart design** av produkten med avseende på materialval (återvunnet, lättviktsmaterial m.m.) och hållbarhet (ökad livslängd, reparationsmöjligheter m.m.),
- en **mer intensiv användning** av produkten, vilket innebär fler användare per produkt, bättre underhåll och digital övervakning så att delar av produkten kan renoveras eller bytas ut för att förlänga livslängden,
- **återanvändning, återbruk eller återvinning av komponenter och material** från produkten när den är utsliten, där material används i en kaskadprincip och de delar som inte kan användas på nytt genom t ex återtillverkning kan brytas ned på atom- eller molekylnivå för att tillverka nya produkter,
- **energi- och askutvinning** från det material som är så pass uttjänt att det inte längre går att nyttja eller att teknik/ekonomiska incitament för återvinning saknas, såsom svårseparerad plast i elektronikavfall.^{55,56}

En aktörs insats för materialeffektivisering i en del av produktens livscykel reducerar materialåtgången och utsläppen i den egna produktionen, men har ofta även en positiv klimateffekt på material och produkter tillverkade av andra aktörer och i sektorer längre ned i värdekedjan.

Inom industrin finns stora möjligheter att materialeffektivisera

Enligt en studie som tittar på materialanvändningen i Sverige leder slutanvändning, nedgradering och kontaminering av materialen stål, plast, aluminium, papper och cement till värdeförluster som motsvarar 42 miljarder kronor per år.⁵⁷ Genom att

⁵² Bashmakov m.fl., 2022. In *IPCC 2022: Climate Change 2022, chapter 11 Industry*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter11.pdf

⁵³ McArthur foundation och Material Economics, 2019. *Completing the Picture – How the Circular Economy Tackles Climate Change*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>

⁵⁴ Naturvårdsverket, 2019 a. Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen – Industrin i fokus, Rapport 6911. <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1450282/FULLTEXT01.pdf>

⁵⁵ Hertwich m.fl., 2019. *Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics – a review*. <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/material-efficiency-strategies-to-reducing-greenhouse-gas-emissio>

⁵⁶ RE:Sources webbplats, *Materialhjulet*. <https://resource-sip.se/materialhjulet/> (Hämtad 2023-08-30)

⁵⁷ Material Economics, 2018, *Ett värdebeständigt svenskt materielsystem – En rapport om materialanvändning ur ett värdeperspektiv*. <https://materialeconomics.com/publications/publication/ett-vardebestandigt-svenskt-materialsystem>

göra förändringar längs hela värdekedjan uppskattas att 11 miljarder av förlusterna skulle kunna återtä, vilket skulle minska materialens samlade koldioxidutsläpp med 30 procent.

Utmaningar för en materialeffektivisering

För att nå en högre andel materialeffektivisering och gå mot en mer cirkulär ekonomi finns flertalet utmaningar som spänner över hela värdekedjan av en produkt och över hela samhället. Fortfarande är majoriteten av affärsmodeller och tänkandet hos aktörer linjärt (dvs. att varor produceras, förbrukas och blir avfall) och det kommer att krävas innovation och beteendeförändringar mot mer cirkulära lösningar.⁵⁸ Materialeffektiviseringsåtgärder behöver göras längs hela värdekedjan av en produkts livscykel och involverar många aktörer, vilket kan göra det svårt att uppskatta både potentialen för utsläppsminskningar och kostnaderna.⁵⁹ För att insatser ska komma på plats finns därför ett behov av koordinering av åtgärder över en produkts värdekedja.⁶⁰ Givet att majoriteten av marknaderna för industriella material och produkter är internationella kommer det även att vara nödvändigt med gränsöverskridande samarbeten kring regler och standarder för att täcka in hela värdekedjan. Just nu pågår ett arbete med att ta fram ett mer heltäckande regelverk för ekodesign på EU-nivå (se avsnitt 4.3.6).

En utmaning för att öka återanvändning och återvinning av industriella råvaror utgörs av bristen på marknader för sekundärmaterial. För att skapa en efterfrågan på återvunnen råvara behöver relativpriserna mellan jungfruliga och sekundära råvaror täcka in alla externa effekter av att utvinna och använda de jungfruliga råvarorna, såsom koldioxidutsläpp och avfallshantering. Tvärtom är det idag många gånger billigare med jungfruliga material, exempelvis för plast⁶¹ och byggnadsmaterial,⁶² vilket förhindrar att en marknad för återvunnen råvara naturligt växer fram. Vidare finns utmaningar att kunna avgöra kvaliteten och tillsatserna i material som ska återvinnas, t.ex. produceras plast i olika kvaliteter och kan innehålla olika tillsatsämnen.⁶³ Det finns även behov av förändrade och/eller nya regelverk för att främja materialeffektivitet och cirkulära lösningar.

Ett effektivt nyttjande av material förutsätter även forskning och innovation. Enligt RE:Source behövs innovation på områden såsom produktionsprocesser, komponentåteranvändning, funktionell materialåtervinning (mekaniska processer), molekylåtervinning (kemiska, biologiska eller termiska processer) samt för energiåterföring i förbränningsprocesser.⁶⁴ Sådan innovation kräver inte bara forskning och utveckling på området funktion (teknik, process, design) utan även marknad, beteende, policy och system (logistik, systemanalys).

⁵⁸ RE:Source m.fl., 2022, *Circularity gap report*. <https://resource-sip.se/content/uploads/2022/04/circularity-gap-report-sweden-1.pdf>

⁵⁹ Bashmakov m.fl. 2022.

⁶⁰ Material Economics, 2018.

⁶¹ Naturvårdsverket, 2022.

⁶² RE:Source m.fl., 2022.

⁶³ Naturvårdsverket, 2022. *Klimatomställning av fossil plast – Underlagsrapport till regeringsuppdraget om Näringslivets klimatomställning*. <https://www.naturvardsverket.se/49f038/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7057-1.pdf>

⁶⁴ RE:Source:s webbplats, *Materialhjulet*.

En utmaning att säkerställa tillgången på kritiska råmaterial i omställningen

Flera av de nya tekniska huvudspåren för industrins omställning är direkt eller indirekt beroende av andra sorters metaller och mineraler såsom sällsynta jordarts-metaller, bauxit och litium. De utgör oundgängliga komponenter i tillverkningen av bl.a. elmotorer, elgeneratorer (i t.ex. vindkraftverk och motorfordon), batterier och katalysatorer. På EU-nivå klassificeras flera av dessa metaller och mineraler som kritiska råmaterial, vilket innebär att de anses vara av avgörande betydelse för den europeiska ekonomin, samtidigt som det föreligger stora osäkerheter kopplade till att säkra tillgången på dem.⁶⁵ EU importerar majoriteten av de kritiska råmaterialen och bedömer att importberoendet kommer att kvarstå även på medellång sikt. Exempelvis står Kina i dagsläget nästan uteslutande för tillförseln av sällsynta jordartsmetaller till marknaden medan Chile står för merparten av tillförseln av litium.

För att möta en ökande global efterfråga på kritiska råmaterial behövs en utbyggnad av primärproduktionen, vilket förutsätter nya gruvor och processanläggningar. Primärproduktion av kritiska råmaterial är dock många gånger förknippat med stora utmaningar såsom negativa externa miljöeffekter och brott mot mänskliga rättigheter.^{66,67} För att kunna skapa en hållbar och cirkulär värdekedja (när tillräckligt primärmaterial finns i omlopp) behövs forskning och utveckling för att möjliggöra ett mer materialeffektivt användande av de kritiska råmaterialen.⁶⁸

Enligt SGU finns det i Sverige en samhällsekonomisk potential för sekundär utvinning av (kritiska) metaller och mineraler ur gruvavfall.⁶⁹ För att nå dit behöver dock hinder överkommas, såsom för låga marknadspriser, brist på etablerade marknader och tillgång till infrastruktur. Det finns ett stort behov av ny kunskap och ny teknik, men även forskning kring hur befintlig kunskap och teknik ska tillämpas. Även styrningen (regler och styrmedel) spelar stor roll för möjligheten att utnyttja materialet.

Exempel på pågående insatser är Stena Recycling som i mars 2023 invigde en av Europas första återvinningsanläggningar för litiumjonbatterier för elfordon utanför Halmstad (se mer i avsnitt 3.1.5) och Northvolt som har påbörjat bygget av en fullskaleanläggning för batteriåtervinning i Skellefteå⁷⁰ som på sikt är planerad att täcka 50% av produktionens råvarubehov.⁷¹

⁶⁵ EU-kommissionen, 2020 c. *Resiliens för råvaror av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet*, COM (2020) 474 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0474>

⁶⁶ SGU och Naturvårdsverket, 2017. *Förslag till strategi för hantering av gruvavfall*. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/6104a3383a9949e99f8ce28d94f2375c/strategi-forslag-hantering-gruvavfall-20170913.pdf>

⁶⁷ UNCTAD, 2020. *Commodities at a glance – Special issue on strategic battery raw materials*. No. 13. https://unctad.org/system/files/official-document/ditcom2019d5_en.pdf

⁶⁸ Energimyndigheten m.fl., 2022. *Utveckla myndighetssamverkan för Sveriges delar av en hållbar europeisk värdekedja för batterier*. ER 2022:14. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=206533>

⁶⁹ SGU och Naturvårdsverket, 2023. *Hållbar utvinning och återvinning av metaller och mineral från sekundära resurser*, SGU RR 2023:01. <https://resource.sgu.se/dokument/publikation/rr/rr202301rapport/RR2301.pdf>

⁷⁰ Northvolt, 2022, *Sustainability and Annual report 2022*. https://www.datocms-assets.com/38709/1684304946-northvolt_sustainability_and_annual_report_2022.pdf

⁷¹ Northvolts webbplats, *Recycling*. <https://northvolt.com/recycling/> (Hämtad 2023-09-20)

3 Insatser för att nå målet om nettonollutsläpp

En förutsättning för att uppnå de svenska klimatmålen är att industrin ställer om sina processer och kraftigt reducerar sina fossila utsläpp. Utvecklingen av ny teknik är inom flera områden långt framskriden, men det krävs fortfarande stora satsningar på innovation och teknisk utveckling för att vidareutveckla och implementera nya lösningar som kan ta industrin hela vägen i mål med en bibehållen eller stärkt konkurrenskraft. De stora utsläppsminskningarna från en omställning av industrins processer kommer först att ske när de nya teknikerna är utvecklade och i full produktion. Förutom att minska utsläppen av växthusgaser i tillverkningsprocesserna behövs även insatser för att öka energi- och/eller resurseffektivisering i industrin. Sådana insatser bidrar till att möta den ökande efterfrågan på el, biomassa och kritiska råmaterial, vilka är en förutsättning för att tillämpa de nya teknikerna som är under utveckling. I avsnitt 3.1 ges en överblick av nuläget för de mest utsläppsintensiva branscherna inom den svenska industrin med ett särskilt fokus på utveckling av ny teknik och nya lösningar för att reducera de kvarvarande fossila utsläppen inom sektorn. Utöver att minska de egna utsläppen kan industrin, genom åtgärder i den egna sektorn, även skapa förutsättningar för utsläppsminskningar i andra delar av värdekedjan. I slutet av avsnittet görs en ansats att täcka in ett par sådana insatser inom industrin som bidrar till klimatomställningen i samhället i stort.

För att nå de svenska klimatmålen kommer det inte att vara tillräckligt att endast minska de fossila koldioxidutsläppen. Det kommer även att behövas kompletterande åtgärder i form av kolsänkor för att skapa s.k. negativa utsläpp och utsläppsminskningar i andra länder.⁷² Negativa utsläpp kan uppnås genom inlagring av koldioxid i naturliga kolsänkor såsom skogs- och våtmarker. För att nå upp till tillräckligt höga nivåer behövs även industriell inlagring genom avskiljning, transport och lagring av biogen koldioxid (bio-CCS). Tillämpning av bio-CCS inom industrin bidrar inte till sektorns egen omställning, eftersom det inte reducerar fossila utsläpp och de negativa utsläppen tillgodoräknas på nationell nivå. Däremot är det en insats som är viktig för samhället för att nå de nationella klimatmålen och som har stor potential inom industrin till följd av stora utsläpp av biogen koldioxid. Av den anledningen inkluderas och beskrivs nya händelser inom teknikutvecklingen för bio-CCS i ett eget avsnitt nedan (se avsnitt 3.2).

En stor andel av de exempel på insatser som presenteras i den här rapporten har fått stöd av Industriklivet. Omfattningen på insatserna gör att de kan antas både vara ett representativt urval av vad som pågår i industrin i stort⁷³ och ge effekter i såväl tidigare som senare led av industrins värdekedjor.

⁷² SOU 2020:4

⁷³ Läs nedan i avsnitt 3.1 om en ny studie som visar på att de verksamheter som har fått stöd från Industriklivet står för närmare 90 procent av utsläppen inom industrin.

3.1 Industrins insatser för att reducera fossila koldioxidutsläpp

För att klimatmålen ska nås behövs betydande insatser inom industrin för att reducera fossila koldioxidutsläpp. Det behöver utvecklas nya tekniker och lösningar, vilka kan ersätta de processer och insatsvaror som ger upphov till stora och svårreducerade utsläpp. I detta avsnitt presenteras först utsläppsutvecklingen inom industrin över tid för att sedan presentera aktuella insatser för att reducera de fossila koldioxidutsläppen. Avsnittet inkluderar även några exempel på insatser i övriga delar av industrin som bidrar till omställningen i samhället i stort. I Tabell 1 nedan har det markerats vilka huvudspår för omställningen (se kapitel 2) som är aktuella för de utsläppstunga branscherna som presenteras i detta kapitel. Tabellen är tänkt att ge en översikt över kopplingen mellan huvudspåren för omställning som presenteras i Kapitel 2 och de utsläppstunga branscherna som beskrivs i detta kapitel.

Tabell 1. Aktuella huvudspår för omställning för industrins mest utsläppstunga branscher.

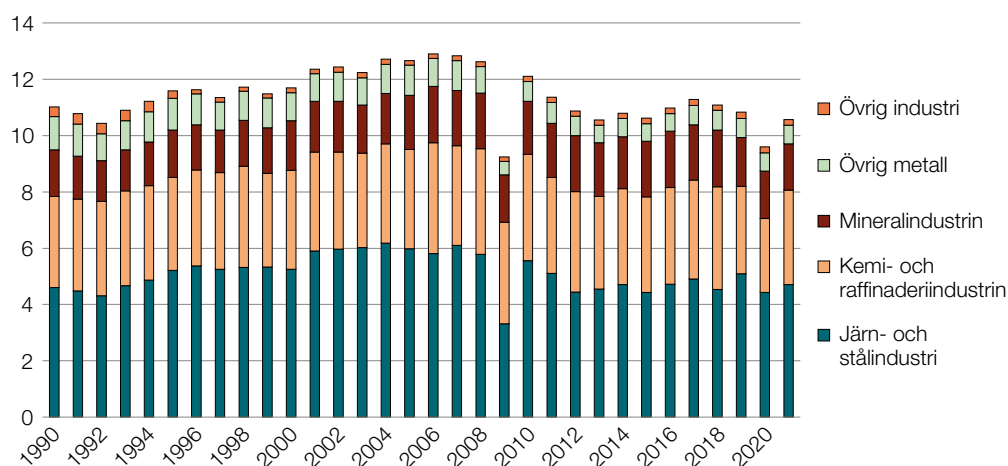
	1 	2 	3 	4 	5 	6 
	BIOMASSA	ELEKTRIFIERING	VÄTGAS	CCS	CCU	MATERIALEFFEKTIVITET
Järn- och stålindustrin	●	●	●	●	●	●
Raffinaderi- och kemiindustrin	●	●	●	●	●	●
Mineralindustrin	●	●	●	●	●	●
Övrig metall	●	●	●	●	●	●

3.1.1 Industrins fossila koldioxidutsläpp

Industrins totala utsläpp av fossila växthusgaser minskade med 28 procent mellan åren 1990 och 2021.⁷⁴ I absoluta tal släppte industrin ut runt 15,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter under 2021. Industrins utsläpp motsvarade ungefär en tredjedel av Sveriges totala fossila växthusgasutsläpp under 2021.⁷⁵ I Figur 2 visas industrins totala utsläpp av fossila växthusgaser fördelat på olika branscher. De mest utsläppsintensiva branscherna utgörs av järn- och stålindustrin, raffinaderi- och kemiindustrin, mineralindustrin och övrig metallindustri som tillsammans stod för 88 procent av industrins totala fossila utsläpp år 2021.

⁷⁴ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0107/MI0107IndustriN/

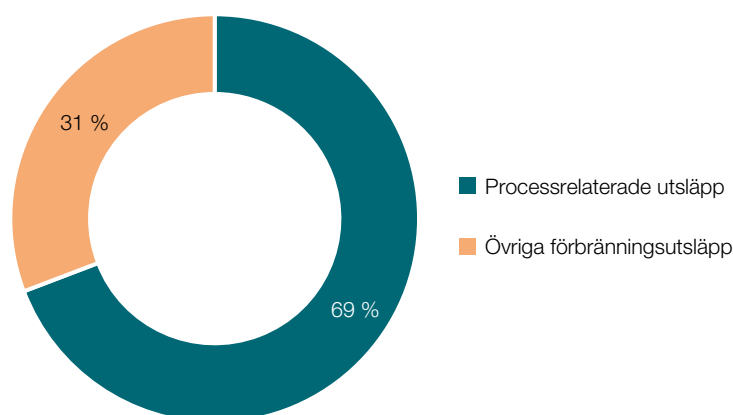
⁷⁵ Dessa uppgick till ungefär 46 miljoner ton koldioxidekvivalenter, exklusive LULUCF och internationella transporter.



Figur 2. Industrins totala utsläpp av fossila växthusgaser fördelat på olika branscher, 1990–2021, miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Källa: Naturvårdsverket och SCB,⁷⁶ bearbetning av Energimyndigheten.⁷⁷

Den utsläppsminskning som har skett mellan 1990 och 2021 har främst skett i mindre utsläppsintensiva branscher och beror till stor del på en övergång från fossila till förnybara bränslen och el samt energieffektiviseringsåtgärder. Utsläppstrenden har dock avstannat de senaste åren, då fortsatta utsläppsminskningar är svåra att åstadkomma med dagens teknik. Majoriteten av kvarvarande utsläpp är processrelaterade, vilket innebär att de är tätt sammankopplade med nuvarande tillverkningsprocesser och insatsråvaror. I Figur 3 visas industrins totala fossila koldioxidutsläpp fördelade på andel processrelaterade utsläpp och förbränningsutsläpp, där de senare härrör från förbränning av bränslen (se Bilaga 1 för en mer detaljerad beskrivning av de två olika utsläppskategorierna). Under år 2021 utgjorde de processrelaterade utsläppen 69 procent av industrins totala utsläpp, medan resterande del utgjordes av övriga förbränningsutsläpp.



Figur 3. Fördelningen av industrins totala fossila växthusgasutsläpp på olika utsläppskategorier, 2021, procent.

Källa: Naturvårdsverket och SCB,⁷⁸ bearbetning av Energimyndigheten.

⁷⁶ Naturvårdsverket och SCB, 2023.

⁷⁷ Minskningen 2009 beror på att produktionen inom vissa branscher sjönk under lågkonjunkturen medan minskningen 2020 beror på att produktionen inom vissa branscher sjönk under covid-19 pandemin och driftstopp orsakade av tillfälliga händelser.

⁷⁸ Naturvårdsverket och SCB, 2023.

Energianvändningen inom industrin har varit relativt oförändrad sedan 2012⁷⁹ med undantag för 2020 då energianvändningen sjönk till följd av lägre produktionsnivåer på grund av pandemin. Trots den relativt oförändrade nivån har en successiv övergång från fossila till förnybara bränslen samt en effektivisering av tillverkningsprocesser bidragit till att minska de fossila växthusgasutsläppen. För vissa tillverkningsprocesser är det dock inte möjligt att ersätta de fossila energibärarna utan större teknikskiften.

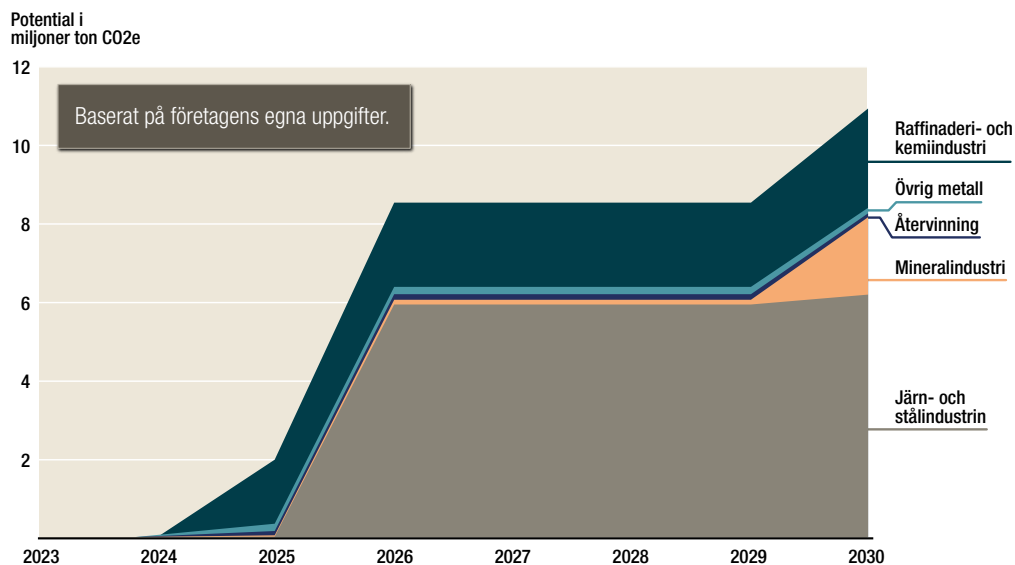
Potential till utsläppsminskningar av projekt som stöds av Industriklivet

Figurerna nedan presenterar hur potentialerna för utsläppsminskningar inom projekt finansierade genom Industriklivet ser ut över tid och inom respektive bransch och teknikspår. De uppskattade utsläppsreduktionerna är baserade på uppgifter i stöd-mottagarnas ansökningar till Industriklivet och uppgifter publicerade på företagens hemsidor. De utgör med andra ord de sökandes egna uppskattningar. Att potentialerna realiseras som utsläppsminskningar vid den tidpunkt som företagen själva uppgett är avhängigt av fler faktorer än teknikutvecklingen, vilka i vissa fall är osäkra, t.ex. miljötillståndprocesser och tilldelning i elnätet (tillgång på eleffekt). För majoriteten av projekten baseras utsläppsreduktionen på en uppskattning av vad projektets utsläppspotential skulle innebära för en fullskalig anläggning.⁸⁰ Endast befintliga anläggningar och utsläppsminskningar som projekt ger upphov till inom Sveriges gränser ingår. Den globala potentialen är med andra ord större, eftersom flera projekt (givet att de realiseras) kan förväntas bidra till utsläppsminskningar även i andra länder. Ett exempel är LKAB:s omställning till att producera fossilfri järnsvamp som förutom att användas i svensk ståltillverkning även kommer att exporteras till andra länder (läs mer om järn- och stålindustrins omställning i avsnitt 3.1.2).

I Figur 4 är det tydligt att den bransch som hittills fått mest medel i stöd (järn- och stålindustrin) också har störst potential för utsläppsminskningar samt uppskattas ligga närmast i tiden att realisera utsläppsminskningarna med hjälp av ny teknik.

⁷⁹ Industrins utsläppsnivåer är alltså inte proportionella mot energianvändningen.

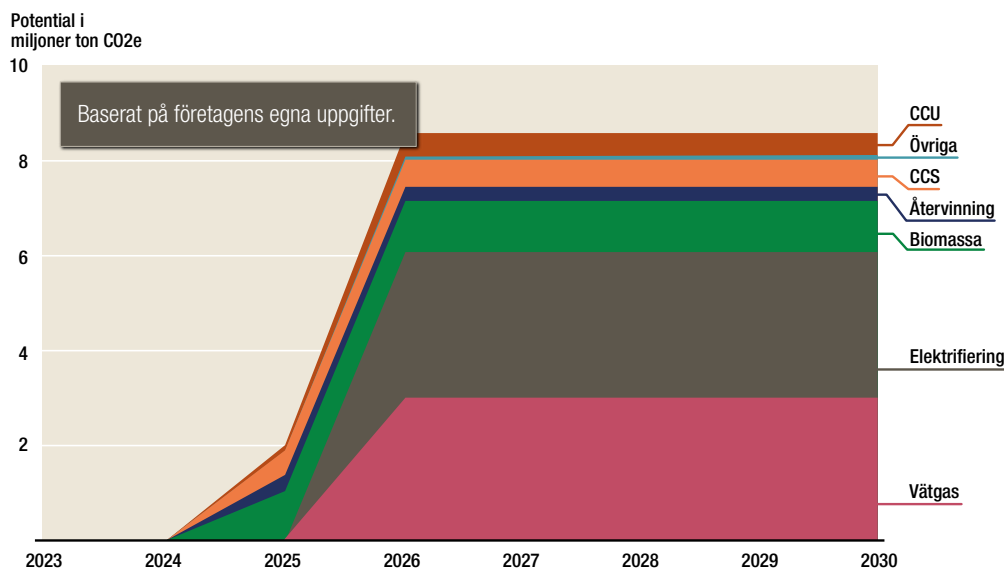
⁸⁰ Projekt som får stöd inom forskningsutlysningarna samt infrastrukturprojekt ingår inte i potentialerna som presenteras. Anledningen är att forskningsprojekt är långt ifrån implementering och infrastrukturprojekt inte leder till någon egen utsläppsminskningspotential utan är en möjliggörare för andra projekt.



Figur 4. Utsläppsminskningspotential per bransch och år för projekt som stöds av Industrikivet (baserat på företagens egna uppgifter).

Att fördela utsläppsminskningspotentialerna per teknikspår ger en överblick över hur implementeringen av ny teknik kan komma att se ut över tid samt när stora investeringar kommer att behövas. En fullskalig implementering av teknikerna är mycket kapitalintensiv för företagen och förenad med viss risk. Genom att följa den tekniska utvecklingen och implementeringen av ny teknik skapas även insikter kring kommande behov av statligt stöd för investeringar samt forskning och innovation. Även om resonemanget endast utgår från Industrikivets projekt, bör det vara tillämpligt på industrisektorn i stort, då Industrikivet täcker in en stor del av industrin. En ny studie⁸¹ som genomförts av forskare på Chalmers tekniska högskola visar att Energimyndigheten genom Industrikivet har lyckats nå fram till majoriteten av de företag som står för de största industriutsläppen i Sverige. Studien har jämfört utsläppsdata från Naturvårdsverket med uppgifter om Industrikivets stödmottagare och visar att de verksamheter som har fått stöd står för närmare 90 procent av industrins totala fossila utsläpp.

⁸¹ Andersson, J., Hellsmark, H., 2023. Directionality in transformative policy missions: The case of reaching net zero emissions in the Swedish process industry. Under review.



Figur 5. Utsläppsminskningspotential per teknikspår och år för projekt som stöds av Industriklivet (baserat på företagens egna uppgifter).

I både Figur 4 och Figur 5 sticker åren 2025/2026 och 2030 ut som tidpunkter när företagen förväntar sig kunna realisera stora utsläppsminskningar. Att 2025/2026 sticker ut har att göra med stora satsningar inom järn- och stålindustrin på att byta ut sin befintliga tillverkningsprocess i masugn till vätgasbaserad stålframställning i kombination med en ökad elektrifiering, vilket kommer att reducera branschens utsläpp kraftigt vid tidpunkten för skiftet (läs mer i avsnitt 3.1.2 nedan). Det finns dock osäkerheter när i tiden som utsläppsminskningarna kommer att realiseras. Ovanstående tidsplaner är baserade på Industriklivets stödmottagares uppgifter medan Energi-myndighetens kortsiktsprognos⁸² som sträcker sig t.o.m. 2026 inkluderar projekt som har fått tilldelning i elnät samt godkännande av miljötillstånd, vilket leder till att nya större industriprojekt inom järn- och stålindustrin bedöms tillkomma något senare. Att 2030 sticker ut i figuren har till stor del att göra med cementindustrins omställningsplaner (läs mer i avsnitt 3.1.4)

Bilderna visar även att implementeringen av teknikerna som Industriklivet ger stöd till sker i distinkta kliv med stora utsläppsminskningspotentialer vid specifika tidpunkter. Anledningen är att det handlar om tekniksprång som måste till och som ofta medför nya processer och att hela anläggningar behöver bytas ut. Detta kan ses i kontrast till effektiviseringar av processer som görs inkrementellt och som ofta leder till att utsläppen minskar gradvis.

⁸² Energi-myndighetens webbplats, *Kortsiktiga prognoser*; <https://www.energi-myndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/kortsiktiga-prognoser/> (Hämtad 2023-09-26)

Svenska företag framgångsrika inom EU:s Innovationsfond

På EU-nivå har Sverige varit framgångsrika när det gäller beviljat stöd för innovativa pilot-, demonstrations- och investeringsprojekt inom Innovationsfonden. Av de signerade projekten har Sverige fått 16,5 procent av den totala stödsumman^{83,84} och är det land som fått mest stöd. Utöver de signerade projekten har ytterligare tre svenska storskaliga projekt (av totalt 41) beviljats stöd, men där är fördelningen av den totala stödsumman på 360 miljarder euro mellan projekten ännu inte färdigförhandlad.⁸⁵ Givet storleken på de stöd som betalas ut har fondens stöd bidragit till att påskynda genomförandet av svenska projekt med stora investeringskostnader.

3.1.2 Järn- och stålindustrin

Järn- och stålindustrin stod år 2021 för drygt en tredjedel av industrins totala utsläpp, och av dessa är ungefär 81 procent processrelaterade. Den största utsläppskällan är reduktionssteget i masugnsprocessen, då kol och koks används för att minska syrehalten i järnmalm. I Sverige är huvudspåren för att minska dessa utsläpp att ersätta masugnsprocessen med vätgasbaserad direktreduktion och att ersätta de fossila reduktionsämnena i Höganäsprocessen med biobaserade insatsråvaror.

Nuläge inom järn och stålindustri

Järn- och stålindustrin omfattar många olika verksamhetsområden och tillverkningsprocesser. Produkterna som tillverkas har ofta flera användningsområden, både som insatsvaror i andra processer och som slutprodukter. Det finns idag två huvudsakliga processspår för produktion av järn- och stålprodukter. Det ena av dessa spår är malm-baserad produktion med masugn eller tunnelugn (Höganäsprocessen). Det andra spåret är skrotbaserad produktion med ljusbågsugn.⁸⁶

Järn- och stålindustrin är en energiintensiv industri med stora utsläpp av växthusgaser. Figur 6 visar järn- och stålindustrins utsläpp fördelat på olika utsläppskategorier och över tid. Branschens utsläpp av fossila växthusgaser uppgick 2021 till 5,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter.⁸⁷

De processrelaterade utsläppen stod för cirka 81 procent av branschens totala fossila utsläpp, medan resterande 19 procent utgjordes av övriga förbränningsutsläpp. Sett till industrins totala fossila växthusgasutsläpp stod järn- och stålindustrin för cirka 37 procent år 2021.⁸⁸ Utsläppen från järn- och stålindustrin är starkt kopplade till konjunkturen och kan därför variera från år till år beroende på produktionsvolym och fördelningen mellan stålkaliteter.

⁸³ Innovation Fund Project Portfolio, *Portfolio of signed project*, https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/6e4815c8-1f4c-4664-b9ca-8454f77d758d/sheet/bac47ac8-b5c7-4cd1-87ad-9f8d6d238eae/state/analysis (Hämtad 2023-10-04)

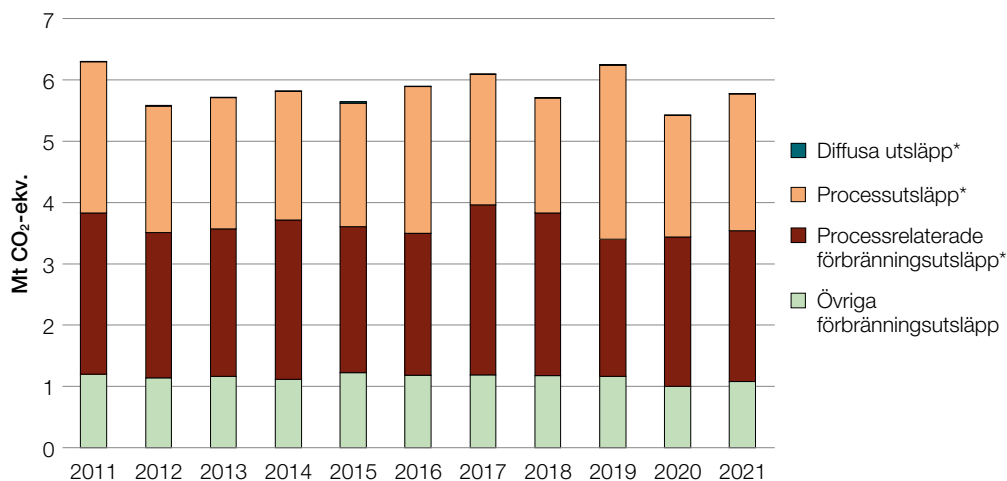
⁸⁴ Utöver dessa har Northvolts batterifabriker fått stöd, men eftersom de har polsk projektledning räknas de som polska projekt trots att de involverar anläggningar i både Polen och Sverige.

⁸⁵ EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/3787), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3787

⁸⁶ För en mer utförlig genomgång av nuvarande processer inom järn och stålindustrin, se rapport från år 2021, Energimyndigheten, 2021 d (Avsnitt 3.1 samt Bilaga 3)

⁸⁷ Naturvårdsverket och SCB, 2023.

⁸⁸ Vilket är samma procentandel som året innan.



Figur 6. Järn- och stålindustrins utsläpp fördelat på olika utsläppskategorier, 2011–2021, miljoner ton koldioxidekvivalenter (kategorier markerade med * ingår i processrelaterade utsläpp).

Källa: Naturvårdsverket och SCB,⁸⁹ bearbetning av Energimyndigheten.

Anm 1: Järnmalmshyttning (inklusive förädling och pelletstillverkning) samt framställning av ferrolegeringar ingår i Figur 6 men inte i Figur 5. Det beror på att utsläppen från dessa branscher samredovisas med andra branscher och inte kan särskiljas i utsläppsstatistiken.

Anm 2: Notera att branschfördelningen för utsläppsstatistiken skiljer sig från övrig statistik, varför utsläpp från järnlegeringar och järnmalmshyttor inte ingår i figuren ovan.

De höga fossila utsläppen från järn- och stålindustrin beror på att många processer sker vid mycket höga temperaturer, vilket kräver högvärdiga energibärare som kol, elkraft och gas.⁹⁰

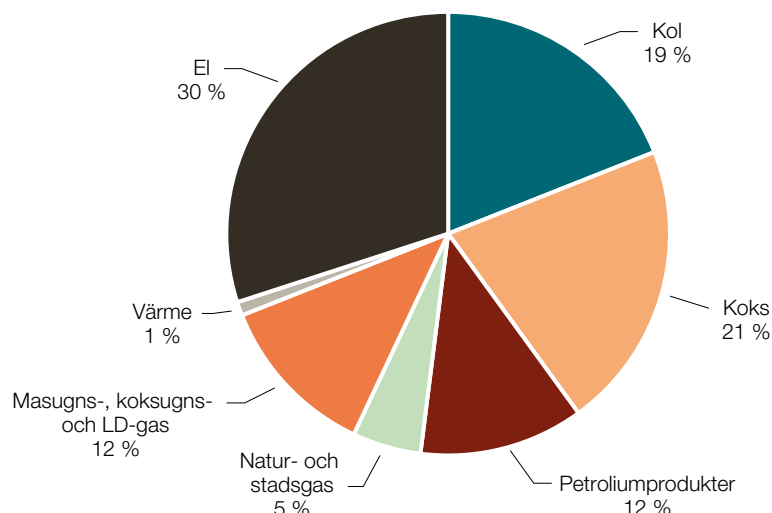
Den slutliga energianvändningen i järn- och stålindustrin, inklusive järnmalmshyttor och koksverk, uppgick till 24 TWh under 2021, vilket motsvarar 14 procent av industrins totala energianvändning samma år.⁹¹ Figur 7 visar hur energianvändningen var fördelad mellan olika energikällor under 2021. Branschen använder nästan uteslutande utsläppsintensiva fossila bränslen och el. Kol och koks används främst som reduktionsmedel i masugnsprocessen, men även som bränsle vid tillverkning av järnmalmshyttor och som legeringsämne i stål. El och övriga fossila bränslen används framför allt i den skrotbaserade tillverkningen och i olika bearbetningsprocesser.

Satsningar på att utveckla flera olika metoder för att tillverka järn och stål som ger väsentligt lägre eller inga fossila utsläpp är avgörande för industrins omställning till en mer hållbar produktion. Det handlar om att under en allt kortare tidshorisont utveckla och driftsätta nya sätt att producera järn och stål för att de fossila utsläppen ska minska drastiskt.

⁸⁹ Naturvårdsverket och SCB, 2023.

⁹⁰ Jernkontorets webbplats, *Utsläpp*, <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/utslapp/> (Hämtad 2023-10-04)

⁹¹ Energimyndigheten, 2022 a, *Årlig energibalans*. <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/arl原因-energiebalans>



Figur 7. Järn- och stålindustrins energianvändning, inklusive järnmalmsgruvor och koksverk, fördelat på olika energikällor, 2021, procent.

Källa: Energimyndigheten.⁹²

Järn- och stålindustrins väg mot netto-noll utsläpp

Huvudspåret i Sverige för att ersätta masugnsprocessen är vätgasbaserad direktreduktion, där vätgasen produceras med elektrolysör. Reduktion med vätgas går i korthet ut på att järnmalmspellets direktreduceras till järnsvamp som sedan smälts till råstål i en ljusbågsugn. Processen kan helt ersätta masugnen i ståltillverkning, vilket innebär att utsläpp från kokstillverkning och förbränning av restgaser försvinner. SSAB, LKAB och Vattenfall har genom bolaget Hybrit Development AB utvecklat den vätgasbaserade tekniken, vilken har testats i pilotskala. Pilotanläggningen producerade 2021 världens första fossilfria järnsvamp som sedan vidarebearbetades till världens första fossilfria stål.⁹³ En demonstrationsanläggning i anslutning till LKAB:s pelletstillverkning i Gällivare väntas stå klar 2026. Den planerade demonstrationsanläggningen har beviljats finansiellt stöd på 143 miljoner euro från EU:s innovationsfond.^{94,95}

En annan stor satsning på vätgasbaserad direktreduktion av stål görs av H2 Green Steel (H2GS) som gått direkt på investering i en fullskaleanläggning i Boden. H2GS stålverk planeras att tas i drift i slutet av 2025 med skrotbaserad stålproduktion. Direktreducering av järnmalmspellets förväntas påbörjas under 2026.⁹⁶ Utöver stålproduktionen omfattar projektet en elektrolysanläggning som ska leverera kapacitet

⁹² Energimyndigheten, 2023 a.

⁹³ HYBRIT:s webbplats, *Världens första fossilfria stål färdigt för leverans*. <https://www.hybritdevelopment.se/varldens-forsta-fossilfria-stal-fardigt-for-leverans/> (Hämtad 2021-08-03)

⁹⁴ EU-kommissionens webbplats, *Swedish large-scale steel value chain demonstration of Hydrogen Breakthrough Iron-making Technology*. <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/projects-details/43089234/101051316/INNOVFUND> (Hämtad 2022-09-16)

⁹⁵ HYBRIT:s webbplats, *Demonstrationsanläggning för direktreduktion i Gällivare kommun*. <https://www.hybritdevelopment.se/samrad/> (Hämtad 2023-10-04)

⁹⁶ Samtal med H2 Green Steel 2023

på mer än 700 MW.⁹⁷ H2GS fick under juli 2023 besked om att företaget gått vidare i ansökanprocessen om stöd inom ramen för EU:s Innovationsfond.⁹⁸

Företaget FerroSilva har i samarbete med andra aktörer utvecklat en helt ny process för framställning av fossilfri järnsvamp som använder förgasad biomassa som reduktionsmedel.⁹⁹ Ambitionen är att en första fabrik med kapacitet att producera 50 000 ton fossilfri järnsvamp per år ska stå klar år 2026. Utöver järnsvamp erhålls även biogent kol och koldioxid som biprodukter.¹⁰⁰

Forskningsprojekt och verksförsök pågår för att ersätta fossilt kol och koks med biobaserade alternativ. Biokol är ett alternativ för att främst ersätta fossilt kol. Utmaningen med biokol är att få till en produkt som har rätt egenskaper för att kunna användas i olika processer. Enligt en bedömning kommer järn- och stålindustrins under åren 2030–2045 att behöva mellan 200 000 och 300 000 ton biokol.¹⁰¹

I dagsläget är biokol det huvudsakliga omställningsspåret för Höganäsprocessen.¹⁰² Efter tre års utveckling i pilotskala genomför Höganäs ett större försök, där man blandar in 20 procent biokol som reduktionsmedel i processen.^{103,104} Målet är att Höganäsprocessen år 2045 antingen endast ska använda biokol eller kombinera en procentuell användning av biokol med CCS.

Det pågår även projekt som utforskar möjligheten att ersätta fossilt kol med biokol i ljusbågsugnar som används för legering och reduktion i stålsmältan.¹⁰⁵

Utöver processer för att ersätta framför allt fossilt kol och koks i olika reduktionsprocesser och legeringssyften är den huvudsakliga utmaningen för resterande processer inom stålindustrin att eliminera förbränningsutsläppen som uppstår vid användning av fossila bränslen. Ett exempel är Ovako som har investerat i Sveriges hittills största elektrolysör (20 MW) för vätgasproduktion. Vätgasen kommer att ersätta fossila bränslen som används i värmningsugnar och minska Ovakos utsläpp med 50 procent.¹⁰⁶

⁹⁷ H2 Green Steels webbplats, *thyssenkrupp nucera and H2 Green Steel partner for one of the largest electrolysis plants globally*. <https://www.h2greensteel.com/latestnews/thyssenkrupp-nucera-and-h2-green-steel-partner-for-one-of-the-largest-electrolysis-plants-globally> (Hämtad 2023-10-04)

⁹⁸ EU-kommissionens webbplats, *Projects selected for grant preparation*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/large-scale-calls/projects-selected-grant-preparation_en (Hämtad 2023-10-04)

⁹⁹ Energimyndighetens projektdatabas P2020-90065, diarienummer 2020-013618

¹⁰⁰ FerroSilva, 2023. *Ny teknik för energieffektiv tillverkning av fossilfritt stål – första fabriken planeras till 2026*. <https://www.ferrosilva.com/wp-content/uploads/2023/05/Pressrelease-20230504-Sv.pdf>

¹⁰¹ Luleå Tekniska Högskolas webbplats, *Satsning på biokol för fossilfri järn- och stålproduktion*. <https://www.ltu.se/org/tvm/Satsning-pa-biokol-for-fossilfri-jarn-och-stalproduktion-1.220883> (Hämtad 2023-10-04)

¹⁰² Energimyndighetens projektdatabas, 46974-1, diarienummer 2018-006750

¹⁰³ Bioenergitidningen, 2023. *Hårdgjord biokol hjälper Höganäs att bli klimatneutrala*. <https://bioenergitidningen.se/hardgjord-biokol-hjalper-hoganas-att-bli-klimatneutrala/>

¹⁰⁴ Energimyndighetens projektdatabas, P2020-90128, diarienummer 2020-025559.

¹⁰⁵ Energimyndighetens projektdatabas, P2020-90097, diarienummer 2020-020043

¹⁰⁶ Energimyndighetens projektdatabas, P2021-90244, diarienummer 2021-013428

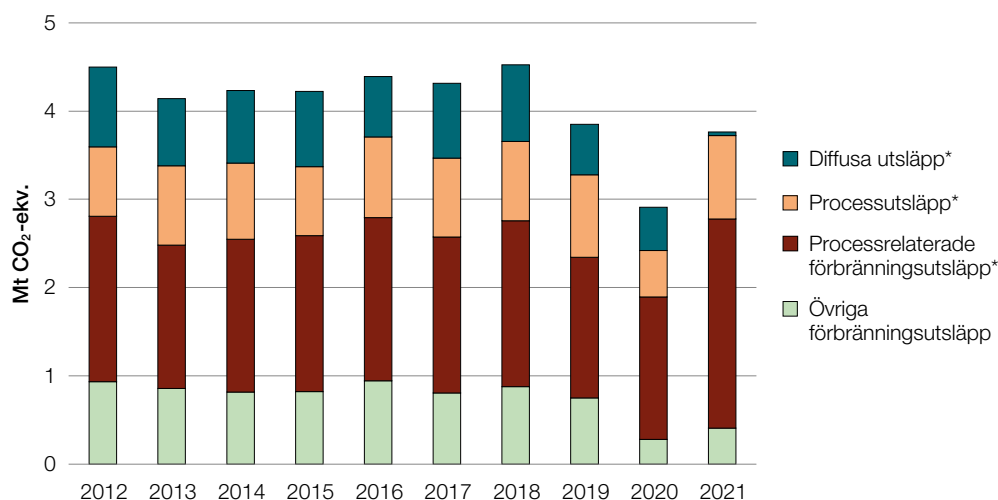
3.1.3 Raffinaderier och kemiindustrin

Raffinaderier och kemiindustrin stod år 2021 för 27 procent av industrins fossila växthusgasutsläpp, varav 80 procent bestod av processrelaterade utsläpp. Såväl raffinaderier som kemiindustrin har stora flöden av fossil råvara i sina processer, vilket genererar betydande mängder fossila restgaser. Restgaserna återanvänds som energi i processerna och ger upphov till fossila växthusgasutsläpp. Utsläpp från dagens fossila vätgasproduktion i raffinaderierna utgör också en stor del av utsläppen. Omställningen av dagens kemi- och raffinaderiindustri kan generellt delas in i: återvinning av material, byte av råvaror från fossilbaserade till bio-baserade, fossilfri vätgas samt elektrobränslen och koldioxidavskiljning.

Inom kemiindustrin är den petrokemiska industrin den mest utsläppsintensiva. Tillverkning av petrokemiska produkter och tillverkning av bränslen i raffinaderier har många likheter i dagsläget. Båda använder fossila råvaror och har tillverkningsprocesser som på olika sätt bryter sönder, slår samman eller omformar kolväten till olika slutprodukter.¹⁰⁷

Nuläge inom raffinaderier och kemiindustrin

Raffinaderi- och kemiindustrins fossila växthusgasutsläpp uppgick till cirka 4,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter under år 2021 och motsvarade en dryg femtedel av industrins totala fossila växthusgasutsläpp år 2021. Figur 8 visar fördelningen mellan olika kategorier av fossila växthusgaser.



Figur 8. Raffinaderiers och kemiindustrins utsläpp av fossila växthusgaser fördelat på olika utsläppskategorier, 2012–2021, miljoner ton koldioxidekvivalenter (kategorier markerade med * ingår i processrelaterade utsläpp).

Källa: Naturvårdsverket och SCB¹⁰⁸, bearbetning av Energimyndigheten.

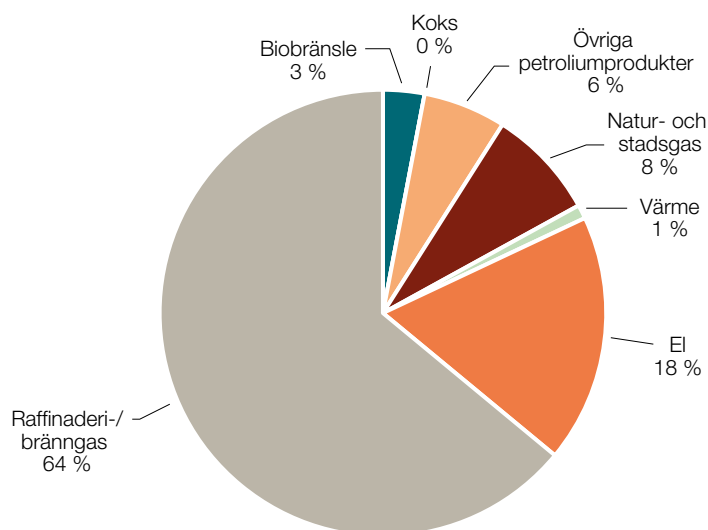
Anm 1: Diffusa utsläpp för raffinaderier och kemiindustrin har samredovisats med förbränningsutsläpp för året 2021 på grund av sekretesskäl i statistiken.

¹⁰⁷ För en mer genomgående beskrivning av processerna i raffinaderi- och kemiindustrin, se rapport från 2021, Energimyndigheten, 2021 d (Bilaga 3).

¹⁰⁸ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0107/MI0107IndustriN/

De processrelaterade utsläppen utgör 89 procent av branschens totala utsläpp.¹⁰⁹ Den största utsläppskategorin utgörs av branschens förbränning av interna restgaser. Vätgasproduktion med naturgas ger också upphov till utsläpp. Under hela kedjan från produktion av fossila råvaror via transport och lagring till produktion och användning av slutprodukterna uppstår diffusa utsläpp av fossila gaser genom dunstning, läckage, bildandet av restgaser från olika processer och fackling. Dessa diffusa utsläpp är oftast svåra att mäta då utsläppen kan uppstå på en mängd olika ställen. Processutsläpp uppstår i kemiindustrin, framför allt vid destillering och krackning av nafta, etan, propan och butan.

Raffinaderier och kemiindustrin använde tillsammans 26 TWh energi år 2021, vilket är 15 procent av energianvändningen inom industrin.¹¹⁰ I Figur 8 visas fördelningen mellan olika energibärare år 2021 för raffinaderier och kemiindustrin. Energin för att driva processerna består till stor del av interna restgaser (benämnda som raffinaderi-/bränngas i Figur 9).



Figur 9. Raffinaderiers och kemiindustrins (inklusive läkemedelsindustrins) energianvändning fördelat på olika energikällor, 2021, procent.

Källa: Energimyndigheten.¹¹¹

Anm. 1: I den officiella energistatistiken hör raffinaderier till energisektorn och inte till industrin.

Anm. 2: Det finns osäkerheter i energistatistiken gällande raffinaderier för 2020. Jämförs diagrammet med motsvarande i förgående års nulägesanalys finns därför diskrepanser.

¹⁰⁹ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0107/MI0107IndustriN/

¹¹⁰ Energimyndigheten, 2023 a.

¹¹¹ Energimyndigheten, 2023 a.

Sverige siktar på att 2030 ha en fossiloberoende fordonsflotta, och de senaste åren har det även kommit styrmedel för hållbara flygbränslen.¹¹² Andelen hållbara biobaserade drivmedel i Sverige var 2022 drygt 26 procent, vilket är högst andel i Europa.¹¹³ Omkring 85 procent av den svenska biobaserade drivmedelsanvändningen utgörs av import,¹¹⁴ men det pågår flera forskningsprojekt och investeringar har gjorts i produktionsledet för att öka den svenska självförsörjningsgraden av biobaserade drivmedel genom att på ett hållbart vis tillvarata resurser från exempelvis skogen och lantbruket.

Kemiindustrin använder idag stora mängder fossila råvaror som skulle kunna ersättas med biobaserade råvaror.¹¹⁵ Marknaden och kostnaderna för biobaserade alternativ till fossila råvaror och/eller produkter växer till följd av en ökande efterfrågan och skärpta krav i lagstiftningen. Biobaserade råvaror är dyra att processa jämfört med fossila råvaror och produkt- och processutvecklingen är kostsam.¹¹⁶ En förutsättning för att en biobaserad råvara ska kunna användas i existerande processer är att den har liknande egenskaper som den fossila råvara som den ska ersätta. Satsningar på forskning och utveckling behövs för att kunna framställa och implementera biobaserade alternativ, både för process- och produktutveckling.

Raffinaderi- och kemiindustrins väg mot nettonollutsläpp

Att nå nettonollutsläpp inom kemiindustrin och inom raffinaderiindustrin innebär liknande utmaningar och möjligheter. För att göra produktionen helt fossilfri, och för att eliminera nedströms koldioxidutsläpp från användningen av industrins produkter, krävs att råvaran byts ut. Teknikspår som möjliggör detta inkluderar biobaserade råvaror, fossilfri vätgas, elektrobränslen/CCU samt användning av återvunna råvaror (kemiindustrin). I vissa fall används kombinationer av de olika teknikspåren.

För att minska utsläppen från fossila restgaser finns det två tänkbara alternativ; att helt eller delvis ersätta de fossila insatsvarorna med biogena insatsvaror, samt att fånga in, lagra eller använda koldioxiden genom CCS/CCU. En övergång till biobaserade råvaror kan ge synergieffekter, eftersom det kan leda till negativa utsläpp när CCS används på utsläpp med biogent ursprung.

Vätgas används ofta som insatsvara inom kemiindustrin och produceras ofta genom ångreformeringsprocess av naturgas. Det finns idag ett antal större industriprojekt i Sverige, där produktion och användning av vätgas är, eller planeras bli, central i en eller flera

¹¹² RISEs webbplats, *Förnybara och fossilfria drivmedel för en hållbar framtid*. <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/fossilfria-drivmedel> (Hämtad 2023-10-04)

¹¹³ Drivkraft Sveriges webbplats, *Press: Rekordhög andel biobaserade drivmedel under 2022 – tack vare reduktionsplikten*. <https://drivkraftsverige.se/nyheter/press-rekordhog-andel-biobaserade-drivmedel-under-2022-tack-vare-reduktionsplikten/> (Hämtad 2023-10-04)

¹¹⁴ Preems webbplats, *Det svenska importunderet*. <https://www.preem.se/om-preem/om-oss/det-svenska-importunderet/> (Hämtad 2023-10-04)

¹¹⁵ Biobaserade råvaror är biomassa från hav, jord och skog. Läs mer om tillgång och efterfrågan på biobaserade råvaror i avsnitt 2.1.2.

¹¹⁶ RISEs webbplats, *Så får vi mer värde från våra biobaserade råvaror*. <https://www.ri.se/sv/berattelser/sa-far-vi-mer-varde-fran-vara-biobaserade-ravaror#:~:text=Bior%C3%A5vara%20har%20stor%20potential%20att%20ers%C3%A4tta%20fossilbaserade%20produkter,anv%C3%A4ndning%20kan%20ge%20upphov%20till%20helt%20nya%20m%C3%B6jligheter> (Hämtad 2023-06-19)

nya värdekedjor.¹¹⁷ För att minska utsläppen kopplade till vätgasproduktion inom kemi- och raffinaderiindustrin krävs antingen en övergång till fossilfri produktion av vätgas eller CCS/CCU. Exempelvis undersöker Nouryon förutsättningarna för att ersätta användningen av fossil vätgas med vätgas framställd genom elektrolys i sin produktion av väteperoxid vid två anläggningar i Sverige. Även Borealis utreder möjligheten att använda elektrolysfremställd vätgas i sin process (krackern) i stället för den fossila gas som används i dag.¹¹⁸

Teknikvägar för biobaserade råvaror

Den totala produktionskapaciteten för biodrivmedel i Sverige är idag cirka 5 TWh/år.¹¹⁹ Den dominerande mängden biodrivmedel i Sverige utgörs idag av HVO och biodiesel som baseras på en råvarubas av fetter och oljor. Exempel på större befintliga anläggningar är Preems HVO-produktion i Göteborg och Adesso Bioproducts produktion av biodiesel i Stenungsund.¹²⁰ Preem, som har ungefär 80 procent av raffinaderikapaciteten i Sverige, ökar successivt sin förnybara produktionskapacitet, bland annat genom nya låginblandningsprojekt och anpassningar för att även kunna uppgadera mer svårhanterliga råvaror som exempelvis pyrolysoljor.¹²¹

SCA och St1 har bildat ett gemensamt bolag för att producera och sälja biodrivmedel. SCA kommer att leverera tallolja till det samägda bolaget i ett nytt bioraffinaderi med en kapacitet för 200 000 ton flytande biobränsle och som är designat för att kunna skifta mellan en optimerad produktion av förnybar HVO-diesel och biojetbränsle. Bioraffinaderiet planeras att tas i drift under 2023.^{122,123}

Det går åt 3–4 gånger så mycket vätgas vid uppgradering av biomassa jämfört med när fossil råvara används.¹²⁴ Vattenfall undersöker i samarbete med Preem förutsättningarna för en elektrolysanläggning för fossilfri vätgasproduktion till biobränsle.¹²⁵

Biobränslen kan tillverkas av restprodukter från skogs- och jordbruk. Sverige har goda förutsättningar för att öka sin självförsörjningsgrad av biodrivmedel genom att använda dessa insatsvaror. Det saknas dock idag en storskalig produktion där ligninet i biomassan omvandlas till biodrivmedel. Teknikspår som använder biprodukter från skogsindustrin och skogsbaserad biomassa är under utveckling. Pyrocellanläggningen

¹¹⁷ Energigas Sverige, 2022. *Remissvar av reviderade förslag av EU:s gasmarknadspaket*. <https://www.energigas.se/media/jwknfg03/energigas-sveriges-remissvar-dnr-i202103361.pdf>

¹¹⁸ Fossilfritt Sverige, 2021 b.

¹¹⁹ Fossilfritt Sverige, 2021 a.

¹²⁰ Ibid.

¹²¹ Bioenergitidningen, 2022, *Så ska Preem fasa ut fossil råolja mot 2035*. <https://bioenergitidningen.se/sa-ska-preem-fasa-ut-fossil-raolja-mot-2035/>

¹²² St1s webbplats, *St1 Nordic OY Financial Statements Release 2022*. <https://www.st1.com/st1-nordic-oy-financial-statements-release-2022> (Hämtad 2023-10-09)

¹²³ SCAs webbplats, *SCA och ST1 startar ett samägt bolag för att producera https://www.st1.com/st1-nordic-oy-financial-statements-release-2022 a och utveckla biodrivmedel*. <https://www.sca.com/sv/media/pressmeddelanden/2021/sca-och-st1-startar-samagt-bolag-for-att-producera-och-utveckla-biodrivmedel/> (Hämtad 2023-10-05)

¹²⁴ Fossilfritt Sverige, 2021 b.

¹²⁵ Preems webbplats, *Vattenfall och Preem går vidare med samarbetet kring fossilfri vätgas till biobränslen*. <https://news.cision.com/se/preem-ab/r/vattenfall-och-preem-gar-vidare-med-samarbetet-kring-fossilfri-vatgas-till-biobranslen,c3449790> (Hämtad 2023-10-05)

utanför Gävle, som Preem äger tillsammans med Setra, påbörjade under hösten 2021 producera bioolja från sågspån.^{126,127} Biorefinery Östrand AB avser att bygga ett kommersiellt bioraffinaderi integrerat med ett sulfatmassabruk, där restprodukter från skogsbruk och skogsindustri ska användas för produktion av hållbara drivmedel. Den totala produktionskapaciteten beräknas kunna uppgå till ca 300 000 ton bio-drivmedel årligen, vilket motsvarar 3–4 procent av Sveriges nuvarande drivmedelsförbrukning.^{128,129} Företaget har också gått vidare i ansökningsprocessen om stöd från EU:s innovationsfond.¹³⁰

Andra projekt siktar på att använda bioråvaror i kombination med CCU och elektrobränslen. Ett exempel är projektet SkyFuelH2, där Uniper (med dotterbolaget Sydkraft AB) och Sasol ecoFT planerar att producera flygbränsle. Som insatsvara används restprodukter från skogsbruk samt fossilfri vätgas. Projektet avser att producera motsvarande åtta procent av det svenska inrikesflygets årliga bränsleförbrukning.¹³¹

Kemiföretaget Perstorp Oxo AB kommer i samarbete med Sydkraft AB att investera i en anläggning för produktion av klimatneutral metanol med hjälp av en flexibel kombination av CCU och cirkulärt/förnybart råmaterial.¹³² Anläggningen beräknas kunna minska Perstorps koldioxidutsläpp med cirka 500 000 ton årligen och har även beviljats ett investeringsstöd på 97 miljoner Euro från EU:s innovationsfond för storskaliga projekt.¹³³

Inom kemiindustrin finns även koncept för att vidareförädla redan framtagna biobränslen. Adesso BioProducts AB har inlett en förstudie för att undersöka möjligheten att producera eten från etanol. Målet är att uppföra en kommersiell anläggning för produktion av biobaserad eten i Stenungsund. I slutet av 2025 planeras anläggningen, med en årsproduktion på minst 50 000 ton, vara startklar.^{134,135}

¹²⁶ Preems webbplats, Vi utvecklar diesel och bensen från restprodukter. <https://www.preem.se/en-battre-resa/vi-utvecklar-diesel-och-bensen-fran-restprodukter/> (Hämtad 2023-10-05), <https://www.preem.se/en-battre-resa/vi-utvecklar-diesel-och-bensen-fran-restprodukter/> (Hämtad 2023-10-05),

¹²⁷ Preem, 2022, *Årsredovisning*. https://www.preem.se/globalassets/om-preem/finansiell-info/arsredovisningar/2022/preem_arsredovisning_2022.pdf

¹²⁸ Energimyndighetens projektdatabas, P2022-01015, diarienummer 2022-201801

¹²⁹ SCAs webbplats, *Frågor och svar – Bioraffinaderi*. <https://www.sca.com/sv/fornybar-energi/drivmedel/bioraffinaderi/fragor-och-svar-bioraffinaderi/> (Hämtad 2023-10-09)

¹³⁰ EU-kommissionens webbplats, *Projects selected for grant preparation*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/calls-proposals/large-scale-calls/projects-selected-grant-preparation_en (Hämtad 2023-10-09)

¹³¹ Energimyndighetens projektdatabas P2022-01111, diarienummer 2022-202150

¹³² Energimyndighetens projektdatabas, P52508-1, diarienummer 2021-019840

¹³³ EU-Kommissionen, 2023, *Innovation fund – AIR: Production of sustainable methanol*. https://ec.europa.eu/assets/cinea/project_fiches/innovation_fund/101085939.pdf

¹³⁴ Energimyndigheten projektdatabas, P2022-00541, diarienummer 2022-201050

¹³⁵ Adessos webbplats, *Adesso beviljas stöd från Industriklivet*. <http://www.adessobioproducts.se/adesso-beviljas-stod-fran-industriklivet/> (Hämtad 2023-10-05)

Teknikvägar för CCU/elektrobränslen

Även satsningar på rena elektrobränslen är på gång. Produktion av fossilfri konstgödning och elektrobränslen är exempel på nya verksamheter med positiva klimat- och säkerhetspolitiska effekter genom en ökad självförsörjning.¹³⁶

St1 och Vattenfall inledde under 2022 en förstudie om användning av havsbaserad vindkraft för att producera elektrobränsle, främst för flyget. Eventuell produktionsstart är 2029 med en successiv ökning till en volym av en miljon kubikmeter, vilket skulle motsvara Arlandas årliga behov av flygbränsle.¹³⁷

Vattenfall, Shell, LanzaTech och SAS driver projektet HySkies med målet att 2027 starta världens första storskaliga produktion av syntetiskt hållbart flygbränsle (SAF) i Sverige. EU:s innovationsfond har beviljat projektet stöd med drygt 80 miljoner euro.¹³⁸ Om planerna för en produktionsanläggning realiseras kan anläggningen framställa upp till 90 000 ton bränsle, varav den största andelen utgörs av SAF.¹³⁹

Bygget av en produktionsanläggning för att producera e-metanol genom att använda biogen koldioxid från närliggande kraftvärmeverk och fossilfri vätgas har påbörjats i Örnsköldsvik. Anläggningen får en produktionskapacitet på 50 000 ton e-metanol, och planerad produktionsstart är 2025.¹⁴⁰ Liquid Wind planerar i samarbete med lokala energibolag för ytterligare två anläggningar i norra Sverige.¹⁴¹

Teknikväg för avfallsbaserade råvaror

Idag materialåtervinns endast 16 procent av Sveriges plastavfall. En orsak till detta är begränsningar i återvinningsteknologier och att det i produkter och förpackningar finns många olika typer av material.¹⁴² Borealis,¹⁴³ Stena Recycling¹⁴⁴ och Fortum Waste Solutions¹⁴⁵ utreder möjligheterna för uppförande av en anläggning för kemisk återvinning av plast via pyrolys i Stenungssund.

¹³⁶ SKGS, 2023, Industrins elbehov till 2030 – en kartläggning. <https://www.ikem.se/globalassets/media-ikem/bilder/rapportermaterial-120x170/industrins-elbehov-till-2030---en-kartlaggning.pdf>

¹³⁷ St1s webbplats, *Vattenfall och St1 ingår nytt partnerskap inom fossilfritt e-flygbränsle*. <https://www.st1.se/vattenfall-och-st1-i-nytt-fossilfritt-samarbete> (Hämtad 2022-07-07)

¹³⁸ EU-kommissionen, 2022 a. *Innovation fund – HySkies – A partnership to develop Sustainable Aviation Fuel*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-12/if_pf_2022_hyskies_en.pdf

¹³⁹ Vattenfalls webbplats, *HySkies: Fossilfritt flygbränsle får EU-stöd*. <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/pressmeddelanden/2023/hyskies-fossilfritt-flygbransle-far-eu-stod> (Hämtad 2023-10-05)

¹⁴⁰ Liquid Winds webbplats, *Ørsted tar första spadtaget för FlagshipONE – Liquid Winds första och Europas största elektrobränsleprojekt*. <https://www.liquidwind.se/news/orsted-tar-frsta-spadtaget-fr-flagshipone-liquid-winds-frsta-och-europas-strsta-elektrobrnsleprojekt> (Hämtad 2023-10-05)

¹⁴¹ Liquid Winds webbplats, *Electrofuel Facilities*. <https://www.liquidwind.se/facilities> (Hämtad 2023-10-05)

¹⁴² Johanneberg Science Parks webbplats, *Ny teknik möjliggör ett steg närmare kemisk återvinning av plast i Sverige*. <https://www.johannebergsciencepark.com/nyheter/ny-teknik-mojliggor-ett-steg-narmare-kemisk-atervinning-av-plast-i-sverige> (Hämtad 2023-10-05)

¹⁴³ Energimyndighetens projektdatabas, P51956-1, diarienummer 2020-025110

¹⁴⁴ Energimyndighetens projektdatabas, P2021-90216, diarienummer 2021-000220

¹⁴⁵ Energimyndighetens projektdatabas, P2021-90089, diarienummer 2021-036071

Hinder och möjliggörare

Samverkan inom den petrokemiska industrin och med andra branscher är viktig för att driva utvecklingen framåt i den egna och andra branscher för att minska utsläppen i värdekedjorna. Exempel på samarbeten är Hållbar Kemi 2030, där flera företag i Stenungssund samarbetar kring material- och resursutnyttjande för tillverkning av hållbara produkter inom kemiindustrin.

Biodrivmedelsanvändningen har ökat i Sverige i takt med bl.a. ökande kvotnivåer i reduktionsplikten, vilket gett minskade utsläpp från transportsektorn och beslut om investeringar i ny produktionskapacitet för biodrivmedel.¹⁴⁶ Då regeringen har aviserat en sänkning av reduktionsplikten till 6 procent för åren 2024–2026 samt även en slopad reduktionsplikt åren 2027–2030 kan det öka riskerna och förändra de kommersiella förutsättningarna för såväl investeringar som satsningar på forskning och utveckling.

Inom flygbranschen har ett antal flygbolag på den svenska marknaden ingått avtal om att köpa förnybart flygbränsle. Några bolag har även skrivit avsiktsförklaringar kring att köpa drivmedel från anläggningar som i dagsläget är i projektstadiet.¹⁴⁷

Koldioxidavskiljning för lagring (CCS) och för användning av råvara (CCU) är en elintensiv teknik.¹⁴⁸ I Stenungsundsklustret har företagen planerat för investeringar på omkring 10 miljarder kronor för en omställning som kan spara en miljon ton koldioxid per år. Omställningen förutsätter dock ett ökat behov av eleffekt och företagen har därför ansökt om en tilldelning på 470 MW till år 2030. Svenska Kraftnät lämnade i juni 2023 besked om att de bara kan ansluta en bråkdel av den ansökta mängden el. En bedömning som görs av IKEM är att detta besked riskerar att leda till att Borealis anläggning för kemisk plaståtervinning försenas.¹⁴⁹ En otillräcklig tillgång på el för kemiindustrins omställning riskerar att fördröja investeringar i anläggningar och i forskning samt innovation och utveckling.

3.1.4 Mineralindustrin

Mineralindustrin stod för en knapp femtedel av industrins totala fossila växthusgasutsläpp under år 2021. Av mineralindustrins utsläpp var 61 procent processrelaterade. Utsläppen uppstår framför allt i kalcineringsprocessen när kalksten används som råvara i cement- och kalkindustrin. Inom mineralindustrin är cementindustrin den största delbranschen sett till energianvändning och utsläpp. Utsläppen från kalcineringen är ofrånkomliga när kalksten används som råvara. Det finns flera olika tekniska spår för att minska utsläppen i cementproduktionen i Sverige.

¹⁴⁶ Energimyndigheten, Yttrande angående Pausad höjning av reduktionsplikten för bensin och diesel 2023, diarienummer 2022-200638. <https://www.regeringen.se/contentassets/e190b0d84ce144feb66ff3bc730b8223/statens-energimyndighet.pdf>

¹⁴⁷ Fossilfritt Sverige, 2021 c. Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft – Uppföljning 2021. Bilaga 2: Uppföljning av branschernas åtgärder i färdplanerna. https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2021/10/Uppfo%CC%88ljningsrapport_2021_Bilaga_2.pdf

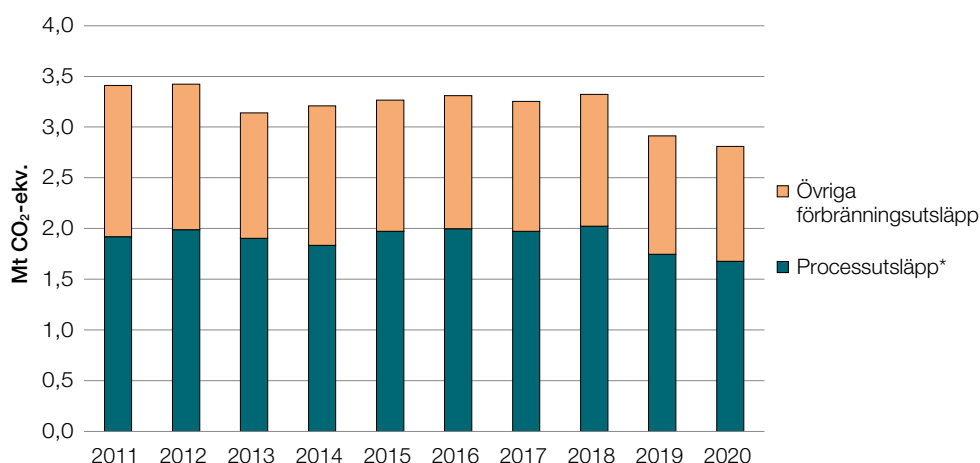
¹⁴⁸ SKGS, 2023.

¹⁴⁹ Tidningen Näringslivet, 2023. Kemiindustrier nekas el: ”Drabbar stora delar av svensk industri”, <https://www.tn.se/naringsliv/29469/kemiindustrier-nekas-el-drabbar-stora-delar-av-svensk-industri/> (Hämtat 2023-06-19)

Nuläget i mineralindustrin

Mineralindustrin i Sverige omfattar tillverkning av produkter som baseras på olika mineraler, inte minst kalksten. Från kalksten tillverkas både mellan- och slutprodukter, och användningsområdena är många. Av kalksten görs bland annat bränd kalk och krossad kalksten som kan användas i stålproduktion. Så kallad släckt kalk används exempelvis vid rökgasrening och i olika industriella processer, t.ex. vid produktion av plastprodukter och läkemedel. Vanligaste beståndsdelen i betong är idag cement, tillverkat från kalksten.¹⁵⁰

Cementproduktion är den delbransch som har högst fossila växthusgasutsläpp inom mineralindustrin och är därför i fokus i detta avsnitt.¹⁵¹ Totalt uppgick mineralindustrins utsläpp av fossila växthusgaser till 2,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2021, vilket motsvarade en knapp femtedel av industrins totala utsläpp.¹⁵² Utsläppen minskade betydande 2019 då Heidelberg Materials Cement Sverige (tidigare Cements AB) stängde ned en äldre anläggning med sämre klimatprestanda.¹⁵³ Av branschens totala fossila koldioxidutsläpp år 2021 var cirka 60 procent processrelaterade och resterande utgjordes av övriga förbränningsutsläpp, se Figur 10. De processrelaterade utsläppen kan nästan uteslutande härledas till cement- och kalkproduktionen och uppstår när kalksten hettas upp kraftigt och koldioxid frigörs, dvs. kalcineras.¹⁵⁴



Figur 10. Mineralindustrins utsläpp av fossila växthusgaser fördelat på olika utsläppskategorier, miljoner ton koldioxidekvivalenter, 2012–2021 (kategorier markerade med * ingår i processrelaterade utsläpp).

Källa: Naturvårdsverket och SCB,¹⁵⁵ bearbetning av Energimyndigheten.

¹⁵⁰ Svensk Byggtjänsts webbplats, Bindemedel som kan ersätta cement i betong. <https://byggkoll.byggtjanst.se/artiklar/2023/mars/bindemedel-som-kan-ersatta-cement-i-betong/> (Hämtad 2023-10-05)

¹⁵¹ Inom mineralindustrin produceras även andra produkter, t.ex. glas, porslin, keramik och gips. För en beskrivning av processerna i cementframställningen, se Energimyndighetens Nulägesanalys från 2021, bilaga 3.

¹⁵² Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0107/MI0107IndustriN/

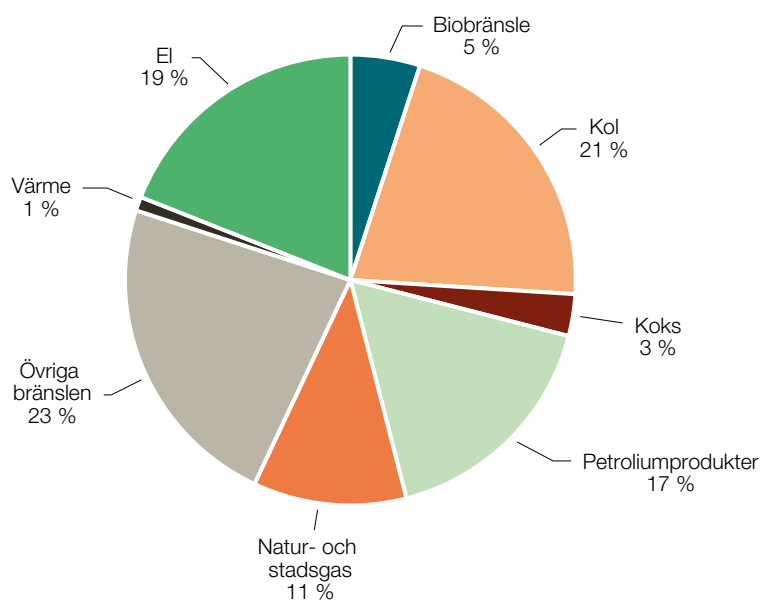
¹⁵³ Dagens Industris webbplats, *Största utsläppsbovarna ökar utsläppen igen*. <https://www.di.se/hallbart-naringsliv/storsta-utsläppsbovarna-okar-utsläppen-igen/> (Hämtad 2022-07-28)

¹⁵⁴ Kalksten består till stor del av kalciumkarbonat (CaCO_3), som vid kraftig upphettning (kalcinering) bildar kalciumoxid (CaO) och släpper ifrån sig koldioxid (CO_2). Den processen kallas kalcinering.

¹⁵⁵ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0107/MI0107IndustriN/

Ur ett livscykelperspektiv kan utsläppen i cementindustrin vara lägre än de direkta utsläppen tack vare en kemisk process som kallas för karbonatisering, vilket innebär att betongstrukturer tar upp koldioxid i ytskiktet.¹⁵⁶ Idag får koldioxidupptag i betongstrukturer inte tillgodoräknas som negativa utsläpp i klimatrappporteringen.¹⁵⁷ Därför kan upptaget i dagsläget troligen heller inte räknas in i Sveriges klimatmål om nettonollutsläpp 2045. Detta kan dock komma att ändras i framtiden i och med att diskussioner kring inkludering av upptag i betong pågår internationellt.

Mineralindustrins energianvändning uppgick till drygt 4,9 TWh under 2021, vilket motsvarar tre procent av industrins totala energianvändning.¹⁵⁸ Figur 11 visar fördelningen mellan olika energibärare.



Figur 11. Mineralindustrins energianvändning fördelat på olika energikällor, 2021, procent.

Källa: Energimyndigheten.¹⁵⁹

Anm 1: Energin som används för kalkbrytning ingår inte i figuren, eftersom kalkbrytning inte kan skiljas från annan mineralutvinning i energistatistiken.

Anm 2: Övriga bränslen inkluderar i huvudsak utsorterade och förädlade avfallsfraktioner som i betydande del har biogent innehåll.

Även om andelen biobaserade bränslen har ökat under de senaste åren utgjordes mer än hälften av mineralindustrins energianvändning av fossila energikällor under 2021. Cementproduktionen står för en stor del av branschens energianvändning.

¹⁵⁶ Heidelberg Materials Cement Sverige, 2018. *Färdplan cement – för ett klimatneutralt byggande*. https://www.cement.heidelbergmaterials.se/sites/default/files/assets/document/9a/c0/fardplan_cement-for_klimatneutralt_betongbyggande-20180424.pdf

¹⁵⁷ IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3: Industrial Processes and Product Use*. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_1_Ch1_Introduction.pdf

¹⁵⁸ Eftersom antalet anläggningar för cementproduktion i Sverige är få kan deras energianvändning inte särredovisas.

¹⁵⁹ Energimyndigheten, 2023 a.

Fossila bränslen är fortfarande relativt vanliga i cementfabrikernas termiska processer, men förädlade avfallsbaserade bränslen har kommit att öka på senare år.

Mineralindustrins väg mot nettonollutsläpp

Varken fossilfri cement eller betong produceras i dagsläget, däremot finns det mindre utsläppsintensiva varianter av båda produkterna. Då stora delar av utsläppen från produktion av kalk och cement uppstår vid kalcinering av kalksten går det inte att reducera dessa koldioxidutsläpp så länge som cement produceras med kalksten som råvara. Genom att fånga in, lagra och använda koldioxiden, att öka användningen av biobränslen i ugnar och att öka användningen av restmaterial som slagg och flygaska kan utsläppen minska från cementindustrin. Även att ersätta termiska med elektrifierade processer och att energieffektivisera är möjliga tekniska vägar. De olika teknikspåren har varierande tekniska och kommersiella utmaningar för att kunna realiseras.¹⁶⁰

Heidelberg Materials Cement Sverige avser att etablera världens första klimat-neutrala cementtillverkning i Slite till 2030, genom bland annat implementering av CCS och genom att successivt öka andelen biobränslen. Den planerade anläggningen beräknas fånga in cirka 1,8 miljoner ton koldioxid per år, vilket skulle minska Sveriges utsläpp med cirka 3 procent. Effektuttaget kommer att öka från 45 MW till 250 MW främst för att tillfredsställa CCS-anläggningens elbehov.

Inom projektet CemZero undersöks även möjligheten att elektrifiera uppvärmningen inom cementproduktionen genom exempelvis användning av plasmavärmning eller elektriska motståndselement. Vid ett lyckat resultat kan en sådan elektrifiering eliminera behovet av bränslen. Det skulle dessutom göra avskiljning av koldioxid mer effektiv och därigenom minska kostnaderna för CCS.¹⁶¹ En effektivisering av cementtillverkningen kan också ge minskade processutsläpp, t.ex. kan en minskning av oplanerade produktionstopp leda till att minska utsläppen.¹⁶²

Även för kalkindustrin är tekniker för att fånga in koldioxid och elektrifiering tekniska spår för omställningen. En första testmodul för CCS i syfte att testa membran teknik för att fånga in rökgaser har installerats vid en av Nordkalks ugnar i Köping. Tekniken kommer sedan att skalas upp och testas i ett pilotprojekt. Slutmålet är att utrusta Nordkalks andra ugnar med tekniken senast 2030.¹⁶³ Även möjligheterna att blanda in biobränsle i befintligt system för uppvärmning av ugnarna har undersökts, vilket medfört en sänkning av koldioxidutsläppen och ett 30 procentigt utbyte av kol mot biobränslen.^{164,165}

¹⁶⁰ Heidelberg Materials Cement Sverige, 2018

¹⁶¹ Energimyndighetens projektdatabas P2019-90008, diarienummer 2019-008655.

¹⁶² Energimyndighetens projektdatabas P2019-90132, diarienummer 2019-022013

¹⁶³ Nordkalks webbplats, *Avskiljning av koldioxid kommer att tas i bruk för att påskynda dekarboniseringen av Nordkalks ugnsverksamhet*. <https://nordkalk.se/avskiljning-av-koldioxid-kommer-att-tas-i-bruk-for-att-paskynda-dekarboniseringen-av-nordkalks-ugnsverksamheter/> (Hämtad 2023-10-05)

¹⁶⁴ Tidningen Näringsliv, 2023. *Nordkalk sänker utsläpp med biobränsle – ”Anmärkningsvärda framgångar”*. <https://www.tn.se/hallbarhet/29914/nordkalk-sanker-utslapp-med-biobransle-anmarkningsvarda-framgangar/>

¹⁶⁵ Energimyndigheten P2018-90113, diarienummer 2018-009037

SMA Mineral har koldioxidutsläpp på ungefär 500 000 ton per år. Elektrifiering av processer är en teknisk möjlighet för att minska utsläppen, men inom kalk- och cementindustrin har tekniken ännu inte demonstrerats i full skala. Ett exempel som undersöks av SMA Mineral och SaltX Technology är elektrisk kalcinering som både ersätter fossila bränslen och möjliggör en effektivare infångning av de kvarvarande processutsläppen som bildas vid upphettning av kalksten. Salt X har hittills verifierat konceptet i en pilotanläggning på 300 kW i Hofors, och i slutet av 2023 ska en större demonstrationsanläggning på 2 MW stå klar.^{166,167,168}

Betongindustrin i sin tur utforskar möjligheterna till att producera mer klimatsmart betong genom att ersätta en viss del av cementen, som fungerar som bindemedel i betongen, med andra material. Exempel på dessa material kan vara slagg från järn- och ståltillverkning, flygaska och viss typ av sand.^{169,170,171}

3.1.5 Övrig metallindustri inklusive övriga gruvor

Inom övrig metallindustri, inklusive övriga gruvor, ingår framställningen av andra metaller än järn och stål samt all mineralutvinning och malmbrytning utom järnmalm. Detta inkluderar främst framställning av koppar, bly, zink, ädelmetaller och aluminium. Sverige har en stor nettoexport av övriga metaller och är en av Europas ledande malm- och metallproducenter med en stor produktion av bas- och ädelmetaller.¹⁷² För mer information om handel med övriga metaller och hur marknaden ser ut, se Bilaga 5. Framställning av koppar, bly¹⁷³ samt aluminium står för den största andelen av de processrelaterade utsläppen inom övrig metallindustri och är därför i fokus i detta avsnitt.

¹⁶⁶ NyTekniks webbplats, *Utan grön bränd kalk blir det inget grönt stål*. <https://www.nyteknik.se/industri/utan-gron-kalk-inget-gront-stal-ska-kalkindustrin-lyckas-kapa-sina-utslapp/3688181> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁶⁷ SMA Minerals webbplats, *SMA Mineral och SaltX lanserar ZEQL – ett elektrifierat fabrikskoncept för tillverkning av klimatneutral kalk*. <https://smamineral.se/sv/sma-mineral-och-saltx-lanserar-zeql-ett-elektrifierat-fabrikskoncept-for-tillverkning-av-klimatneutral-kalk-2/> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁶⁸ SaltX Technologys webbplats, *World-unique test and research center for electric calcination*. <https://www.saltxtechnology.com/world-unique-test-and-research-center-for-electric-calcination/> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁶⁹ Skanskas webbplats, *Grön betong för en hållbar framtid*. <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/gron-betong-for-en-hallbar-framtid/> (Hämtad 2020-09-08),

¹⁷⁰ Infrastrukturnyheters webbplats, *Swerock lanserar miljöbetong från nyöppnad fabrik*. <https://www.infrastrukturnyheter.se/20201124/23847/swerock-lanserar-miljobetong-fran-nyoppnad-fabrik> (Hämtad 2021-08-20)

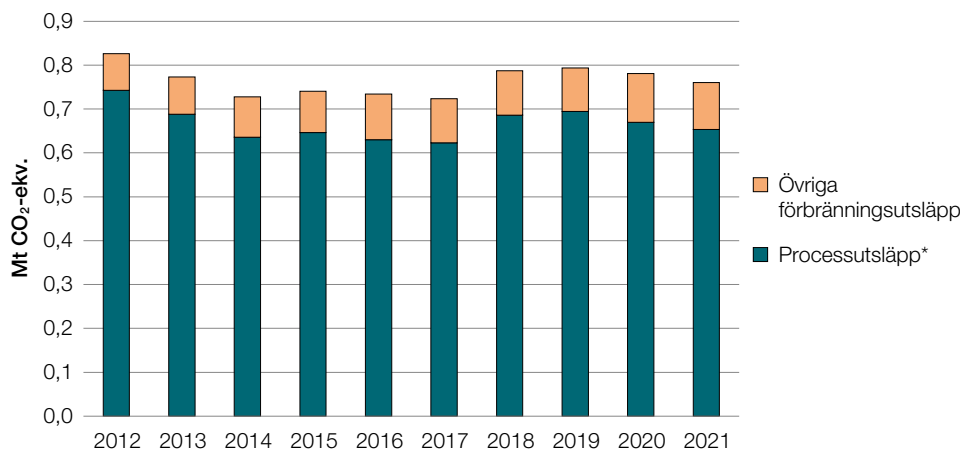
¹⁷¹ Heidelberg Materials Cement Sveriges webbplats, *Klimatanpassad betong här är listan*. <https://www.HeidelbergMaterialsCementSverige.se/sv/klimatanpassad-betong-har-ar-listan> (Hämtad 2020-08-20)

¹⁷² SGUs webbplats, *Svensk gruvnäring*. <https://www.sgu.se/mineralnaring/svensk-gruvnaring/> (Hämtad 2023-09-05)

¹⁷³ Flera andra metaller framställs i delbranschen, men koppar och bly är de huvudsakliga. Läs mer i förra året rapport (Bilaga 3). <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=202874>

Nuläge i industrin för övriga metaller och övriga gruvor

Branschens totala utsläpp av fossila växthusgaser uppgick till 0,8 miljoner ton koldioxidequiv. under 2021, vilket motsvarar 5 procent av industrins totala utsläpp. Av branschens totala fossila växthusgasutsläpp var 85 procent processrelaterade och resten utgjordes av övriga förbränningsutsläpp, se Figur 12.



Figur 12. Övrig metallindustris utsläpp av fossila växthusgaser fördelat på olika utsläppskategorier, miljoner ton koldioxidequiv., 2012–2021 (kategorier markerade med * ingår i processrelaterade utsläpp).

Källa: Naturvårdsverket och SCB,¹⁷⁴ bearbetning av Energimyndigheten.

Anm: Precis som för järn- och stålindustrin ingår inte utsläppen från malmbrytning och mineralutvinning, eftersom dessa inte kan särskiljas från brytning av järnmalm i den officiella statistiken.

För bly och aluminium krävs, likt för järn, ett reduktionssteg vid primärframställningen. Detta görs i dagsläget med fossila reduktionsmedel såsom kol och koks som reagerar med syret och binder det till sig, vilket resulterar i koldioxidutsläpp. För primärframställning av koppar härrör koldioxidutsläppen från när kolet i kopparkoncentratet oxideras i den initiala delen av processen. Se 2021 års upplaga av denna rapport för mer detaljer kring tillverkningsprocesserna.¹⁷⁵

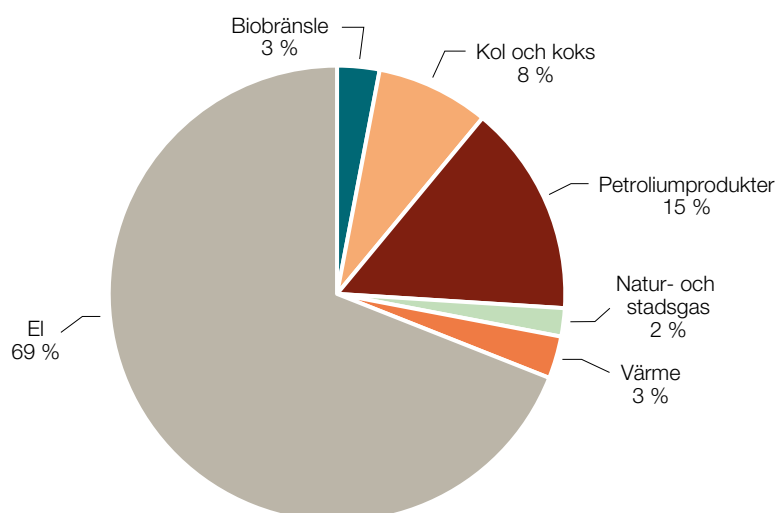
Stora processutsläpp uppstår också vid återvinning av bly och elektronikskrot, samt vid utvinning av zink från restmaterial (se nedan). Övriga processutsläpp i branschen kommer från framställning av järnlegeringar¹⁷⁶ och i magnesiumgjutier.

¹⁷⁴ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0107/MI0107IndustriN/

¹⁷⁵ Energimyndigheten, 2021 d (Bilaga 3). <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=202874>

¹⁷⁶ Utsläpp från framställning av järnlegeringar (ferrolegeringar) ligger inom övrig metallindustri i utsläppsstatistiken. I övrig statistik som används i rapporten (energi, ekonomi) så ligger järnlegeringar inom järn- och stål.

Branschens energianvändning uppgick till 6 TWh under 2021.¹⁷⁷ Figur 13 visar fördelningen mellan olika energibärare. Elanvändningen utgör nästan tre fjärdedelar av branschens totala energianvändning. El används bland annat i elektrolytprocesserna vid aluminium- och kopparframställning. Gasol används för malmbaserad aluminium- och kopparframställning, och andra petroleumprodukter används bl.a. för blyframställning. Kol och koks är viktiga energibärare i övrig metallindustri och används exempelvis i elektrolyt av aluminiumoxid.



Figur 13. Energianvändningen i övrig metallindustri fördelat på olika energikällor, 2021, procent.

Källa: Energimyndigheten.¹⁷⁸

Övrig metallindustris väg mot nettonoll

Övrig metallindustri består av tillverkning av en rad olika metaller såsom bly, aluminium, koppar och zink med unika tillverkningsprocesser. I Sverige finns det endast ett fåtal aktörer inom branschen, vilket gör att de har ett stort ansvar för forskning och utveckling.

De alternativa metoder som utreds för bly- och koppartillverkningen är främst att ersätta kol och koks med biokol, vätgas eller andra alternativa medel, exempelvis svavel. De utmaningar som finns för biokol liknar de som finns inom järn- och stålindustrin då biokolets egenskaper skiljer sig från fossilt kol. Boliden utreder möjligheten att ersätta delar av de fossila reduktionsmedlen och råvarorna i smältugnen med biokol och har slutfört fullskaliga tester. Kopplat till utredningen har Boliden även påbörjat en förstudie avseende installation av en elektrisk förvärmare till smältugnen, med syftet att effektivisera processen och minska behovet av biokol. Båda projekten är berättigade till stöd från *Fonden för en rättvis omställning*.¹⁷⁹

¹⁷⁷ Energimyndigheten, 2023 a.

¹⁷⁸ Energimyndigheten, 2023 a.

¹⁷⁹ Tillväxtverket, 2021. *Nationellt program för Fonden för en rättvis omställning 2021–2027*. SFC2021 Mall för program som får stöd från Eruf (målet Investering för sysselsättning och tillväxt), ESF+, Sammanhållningsfonden, FRO och EHFVF – artikel 21.3 (tillväxtverket.se)

Reduktion med vätgas är teoretiskt möjligt, men befinner sig ännu på forskningsstadiet, där den stora utmaningen är att få till en injektionsteknik och en effektiv reduktionsprocess för vätgas i smälta.¹⁸⁰ Boliden har även genomfört en förstudie som undersökte möjligheten att byta ut en oljebrännare mot en brännare som kan drivas med biogas eller vätgas.¹⁸¹

Boliden planerar att fram till 2025 skapa en fossilfri underjordsgruva i Rävlieden genom att gå över från fossila bränslen till framför allt elanvändning för fordon och arbetsmaskiner.

Återvinning av metallskrot kan leda till lägre utsläpp än vid primärframställning för vissa metallsorter som aluminium. Kubikenborg Aluminium planerar att minska produktionsutsläppen genom att samlokalisera den befintliga primärproduktionen med omsmältning av aluminiumskrot.¹⁸² Målet är att ett ton flytande aluminium i snitt ska bestå av 37 % återvunnet skrot.

För bly, zink och koppar finns utmaningar kopplade till återvinning. En förutsättning för att återvinning av metallskrot ska leda till minskade processrelaterade utsläpp är att metallen kan återvinnas utan att genomgå ett reduktionssteg. För bly krävs reduktion även vid återvinning av blybatterier. Utvinning av zink från restmaterial (stoft från ståltillverkningen) har högre koldioxidavtryck än primärframställning, eftersom det krävs reduktion vid användningen av zinkrikt stoft medan tillverkning från primär råvara inte kräver reduktion.^{183,184} Återvinning av koppar från elektronikskrot genererar stora utsläpp, eftersom det är svårt att separera plast i t.ex. kretskort, vilket gör att plasten förbränns¹⁸⁵ och ger upphov till fossila utsläpp. Att tillämpa CCS/CCU medför tekniska utmaningar då koldioxiden har låg koncentration och produceras satsvis.

Boliden invigde år 2021 ett lakverk i Rönnskär där blyulfat och koppar/zinkulfat utvinns ur restavfall.¹⁸⁶ Syftet är att minska andelen avfall som deponeras samtidigt som mer metall kan utvinnas.¹⁸⁷

¹⁸⁰ Från samtal med Boliden.

¹⁸¹ Ibid.

¹⁸² Energimyndighetens projektdatabas, 2021–90194, diarienummer 2021-027129

¹⁸³ Bolidens webbplats, *Carbon footprint of Boliden main metals*. https://www.boliden.com/globalassets/operations/products/copper/green-copper/carbon-footprint-of-boliden-main-metals_2021_executive-summary.pdf (Hämtad 2021-09-10)

¹⁸⁴ Från samtal med Boliden.

¹⁸⁵ Delvis återvunnet som bränsle och delvis i rökgaserna.

¹⁸⁶ Boliden, 2021, *Lakverk Rönnskär*. <https://www.boliden.com/globalassets/operations/smelts/ronnskar/leach-plant-2021/facts-sheet/faktablad-lakverk.pdf>

¹⁸⁷ Hifab, 2018, *Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) – avseende lakverk för F1/K1-stoft m.m. vid Boliden Rönnskärs industriområde*. https://www.boliden.com/globalassets/operations/smelts/ronnskar/miljotillstand/bilaga-d_mkb_lakverket-ronnskar_180219.pdf

3.1.6 Andra industriella projekt för klimatomställning

Stora utsläpp av växthusgaser är nära förknippade med tillverkningsprocesserna. I detta avsnitt beskrivs några exempel på insatser inom industrin som har potential att bidra till klimatomställningen i andra branscher och i samhället i stort. Det handlar om ny teknik eller andra innovativa lösningar som ger förutsättningar för minskade utsläpp, exempelvis genom lösningar för en ökad återvinning av material eller teknikutveckling för en fossilfri transportsektor.

Utveckling av elektrisk drivlina för tunga fordon

Elektrifierade transporter minimerar utsläppen i transportsektorn. Längst har utvecklingen kommit för personbilar. Det är dock inte möjligt att direkt applicera samma teknik som används för personfordon på tunga fordon. Företaget Dana TM4 planerar en storskalig produktion av en elektrifierad drivlina för tunga fordon i Sverige.¹⁸⁸

Materialåtervinning och materialutveckling för att minska utvinning och bidra till försörjningstryggheten

Materialåtervinning och materialutveckling är en viktig del i industrins omställning och bidrar med att minska både användningen av jungfruligt material och de koldioxidutsläpp som är nära förknippade med utvinningen, men kan även bidra till försörjningstryggheten av kritiska material i omställningen.

Handeln med varor ökar, vilket skapar en växande efterfrågan på förpackningar som varorna kan levereras i. En utmaning är att designa framtidens förpackningsmaterial och förpackningslösningar för att erbjuda rätt funktion i kombination med god klimat- och miljöprestanda.¹⁸⁹ Exempelvis är det i dagsläget komplicerat att återvinna kartong som bl.a. används för dryckesförpackningar till följd av innehållet av plast och i vissa fall aluminium. I Norden innehåller vätskekartonger dessutom väststyrkemedel, vilket försvårar processen att återvinna kartongfiber. I syfte att öka materialåtervinningen planerar Fiskeby Board att bygga en fiberlinje för återvinning av vätskekartong där fibrerna separeras från skräp, plast och aluminium.¹⁹⁰ Tekniken möjliggör därmed inte bara återvinning av fibrer utan även av plast och aluminium. Den nya tekniken kan öka andelen återvunnen vätskekartong och minska andelen avfall som går till förbränning.

En mer hållbar textilproduktion genom biomassa

Det globala behovet av textilfibrer ökar snabbt, och till år 2050 förväntas konsumtionen ha tredubblats. Textil- och modeindustrin är en av världens mest resursintensiva branscher.¹⁹¹ Idag tillverkas ungefär 65 procent av alla tyger av syntetmaterial. Dessa typer av material lämnar ofta stora klimatavtryck efter sig då de ofta kräver fossila råvaror och kemiska processer. Inom området pågår flera projekt som utforskar möjligheterna att använda olika former av biomassa för textilproduktion. Projektet

¹⁸⁸ Energimyndigheten, P2021-90107, diarienummer 2021-041450

¹⁸⁹ BioInnovations webbplats, *Biobaserade material*. <https://www.bioinnovation.se/omraden/materials/> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁹⁰ Energimyndigheten projektdatabas, P2021-90284, diarienummer 2021-041785

¹⁹¹ BioInnovations webbplats, *Biobaserade material*. <https://www.bioinnovation.se/omraden/materials/> (Hämtad 2023-10-09)

Skogens tyg har undersökt pappersgarnets funktionalitet med målet att ta fram nya töjbara och mjuka textilier av pappersgarn som kan appliceras på existerande textilprodukter.¹⁹² Fortum fokuserar på tekniker för att bryta ner halm och göra textilfibrer av cellulosan som utvinns.¹⁹³ Möjligheterna att ta ShareTex processkoncept för förädling av cellulosabaserade avfallstextilier vidare till en demonstrationsanläggning undersöks. Idén med ShareTex-processen är att omvandla avfallstextilier till en cellulosamassa eller en glukoslösning, beroende på utgångsmaterialets egenskaper.^{194,195} Scandcycles egenutvecklade glykolysprocess har utvecklats för att möjliggöra återvinning av blandade polyestertextilier tillbaka till polyestergarn.¹⁹⁶ TreeToTextiles mål är att utveckla och kommersialisera en process för hållbar och energieffektiv produktion av en viskosliknande textilfiber från skogsråvara. Det innebär en lägre energianvändning, mindre kemikalier och mindre vatten jämfört med produktionen av konventionella fibrer. En demonstrationsanläggning är planerad att bli färdigställd under 2023 och inkluderar ett system för återanvändning av kemikalier.^{197,198,199}

Återvinning av batterier kan öka med nya satsningar

Litium är en metall som används till att tillverka batterier som i sin tur används i bl.a. elbilar, elcyklar och mobiltelefoner. Användningen förväntas att öka markant i framtiden, samtidigt som tillförseln till marknaden i huvudsak sker från icke-europeiska länder och utvinningen är förknippad med både miljömässigt och socialt negativa konsekvenser.

Återvinningsgraden för vissa kritiska råvaror är mindre än en procent. Produktion och leverans av många metaller är under överskådlig tid beroende av primära mineraltillgångar, dvs. av gruvdrift.²⁰⁰ En ökad återvinning och återanvändning av batterier som även minskar efterfrågan på sällsynta ämnen är angeläget.

Batterier är viktiga för omställningen, då de är en förutsättning för att minska utsläppen i transportsektorn och för att kunna lagra energi. Att återvinna litiumjonbatterier kan därmed bidra till att bl.a. minska batteriernas livscykelutsläpp, minska importberoendet och de negativa konsekvenserna av utvinning av litium. Stena

¹⁹² RISEs webbplats, *Spännande projekt skapar textilier från skogliga resurser*. <https://www.ri.se/sv/spannande-projekt-skapar-textilier-fran-skogliga-resurser> (Hämtad 2023-10-06)

¹⁹³ Fortums webbplats, *Massmodet – mer än ett halmstrå*. <https://www.fortum.se/privat/elavtal/varfor-fortum/renarevarld/massmodet> (Hämtad 2023-10-06)

¹⁹⁴ Energimyndigheten, projektdatabas P2022-01164, diarienummer 2022-202907

¹⁹⁵ Sharetexs webbplats, *We valorize textile waste*. <https://www.sharetex.com/home#news> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁹⁶ Scandcycles webbplats, *Salient technology features*. <https://www.scandcycle.com/products/> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁹⁷ Energimyndigheten, projektdatabas P2020-90248, diarienummer 2020-012452

¹⁹⁸ Stora Enso's webbplats, *Stora Enso to host TreeToTextile's demonstration plan for sustainable textile fiber*. <https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2021/2/stora-enso-to-host-tree-to-textile-demo-plant> (Hämtad 2023-10-09)

¹⁹⁹ TretoTextiles webbplats, *New Chairman of the Board and new Chief Executive Officer*. <https://treetotextile.com/swedish-company-treetotextile-announces-new-chairman-of-the-board-and-new-chief-executive-officer-to-help-scale-the-fiber-technology> (Hämtad 2023-10-09)

²⁰⁰ SGU och Naturvårdsverket, 2023.

Recycling är ett exempel på ett företag som har tagit fram en tidigare obeprövad teknik för klimateffektiv återvinning av litiumjonbatterier.²⁰¹ Under våren 2023 invigde Stena en av Europas första anläggningar för återvinning i södra Sverige. Där ska det gå att återvinna upp till 95 procent av ett elbilsbatteri. Förutom återvinning av batterimaterial från Sverige kommer även batterier som samlats in vid Stena Recyclings anläggningar i flera andra europeiska länder bearbetas vid anläggningen. Årskapaciteten för anläggningen anges till en början vara 10 000 ton batterimaterial. Inom tio år räknar företaget med att kunna hantera minst fem till tio gånger större volymer. Avtal har ingåtts med industripartner inom både batteri- och fordonstillverkning, vilket säkerställer en hög återvinningsvolym redan från start.²⁰²

Det finns flera innovativa svenska företag inom batteriområdet, exempelvis Northvolt vars ambition är att tillverka världens mest hållbara batterier och som även jobbar aktivt med återvinning. Målet är att 50 procent av deras nyproducerade batterier ska bestå av återvunnet material år 2030.²⁰³ Northvolt har under 2023 beviljats stöd från EU:s innovationsfond. Projektet NorthSTOR+ syftar till att validera teknikutvecklingen av ett stationärt energilagringssystem (ESS) och att industrialisera produktionen av lösningen i stor skala med marknadens lägsta koldioxidavtryck.²⁰⁴

Återanvändning och återvinning inom fordonsindustrin minskar utsläpp och resursförbrukning

På Volvo Reman får gamla komponenter nytt liv. Efter isärtagning, rengöring, kontroll och reparation får motorer och deras omgivande delar, transmissionsdelar, hydraulikdelar, drivlinedelar och viss elektronik en andra livslängd. Volvo Reman återanvänder upp till 85 procent av originalmaterialet och det som inte kan återanvändas återvinns. Det går åt 80 procent mindre energi att bygga en Reman-komponent jämfört med att tillverka en ny, vilket innebär att även koldioxidutsläppen minskar avsevärt.²⁰⁵ Volvo Cars har som ambition att 2025 använda minst 25 procent återvunnen plast i bilar och förpackningar. I en bil finns det ungefär 360 kilo plast som används för att tillverka hundratals komponenter. Marknaden för återvunnen plast har en stark tillväxt. Stena Recycling utvecklar olika processer för att återvinna mer plast. Plast från företagets återvinning av uttjänta bilar och hårdplast från förpackningar har potential att användas i framtida fordonskomponenter.²⁰⁶

²⁰¹ Energimyndighetens projektdatabas, P2021-90198, diarienummer 2021-037211

²⁰² Stena Recyclings webbplats, *Stena Recycling öppnar en storskalig återvinningsanläggning för batterier i Europa*. <https://www.stenarecycling.com/sv/nyheter-insikter/nyheter/2023/storskalig-atervinningsanlaggning-for-batterier/> (Hämtad 2023-10-09)

²⁰³ Fossilfritt Sveriges webbplats, *Northvolt*. <https://fossilfrittssverige.se/participant/northvolt/> (Hämtad 2023-10-09)

²⁰⁴ EU-kommissionen, 2022 b. *Innovation fund – NorthSTOR+ – Industrializing Green Optimized Li-ion Battery systems for ESS*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-12/if_pf_2022_northstor_en.pdf

²⁰⁵ Volvo CEs webbplats, *Cirkularitet i rörelse*. <https://www.volvoce.com/sverige/sv-se/about-us/news/2023/circularity-in-motion/> (Hämtad 2023-10-09)

²⁰⁶ Stena Recyclings webbplats, *Unikt samarbete stödjer Volvo Cars*. <https://www.stenarecycling.com/sv/nyheter-insikter/insikter-inspiration/guider-artiklar/unikt-samarbete-stodjer-volvo-cars/> (Hämtad 2023-10-09)

3.2 Insatser för att uppnå negativa utsläpp

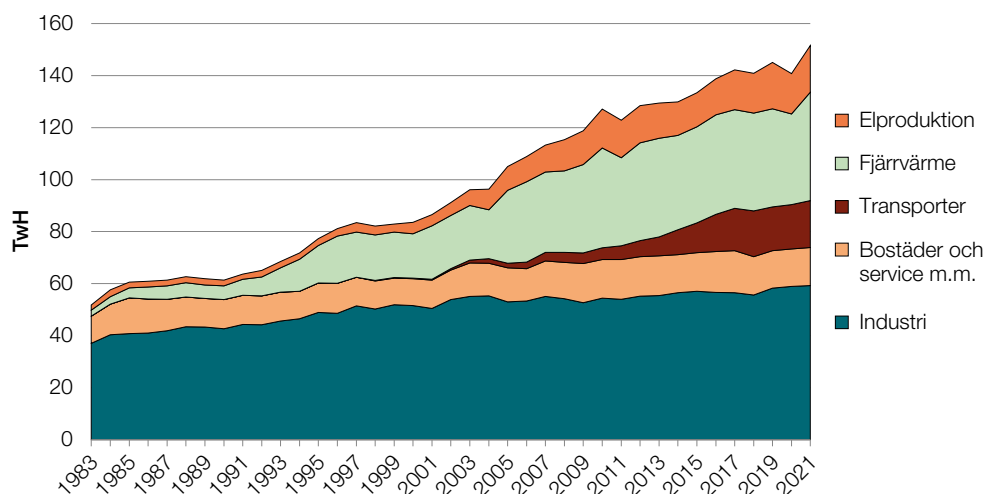
Utöver att reducera utsläpp kan industrin bidra till att uppfylla klimatmålen genom att fånga in och lagra biogen koldioxid, vilket räknas som en kompletterande åtgärd. I Sverige finns en stor potential för negativa utsläpp inom energisektorn (kraftvärme- och värmeverk) samt inom massa- och pappersindustrin eftersom deras koldioxidutsläpp huvudsakligen är biogena. I takt med att fler branscher går över till en större andel biogena insatsvaror och/eller energibärare kan bio-CCS även bli aktuellt för företag inom andra branscher. Detta avsnitt ger en internationell utblick över koldioxidinfångningsprojekt och en överblick av aktuella projekt som tillämpar, eller planerar att tillämpa, bio-CCS på sina anläggningar i Sverige. Avsnittet täcker förutom industrin även in kraftvärme- och värmeverk, eftersom det hittills finns mest erfarenhet av tillämpning av bio-CCS inom energisektorn. I och med att bio-CCS är en typ av CCS applicerad på biogena utsläpp är den tekniska utvecklingen tätt sammankopplad för båda tillämpningarna, inte minst när det gäller de sista stegen i värdekedjan (förvätskning, transport och lagring). För att ge en mer komplett bild av den tekniska utvecklingsprocessen inkluderas därför, i de fall det anses motiverat, även CCS-projekt med fossil tillämpning.

3.2.1 Potential för negativa utsläpp

Sverige har en stor potential för negativa utsläpp, då biobränsleanvändningen är stor inom både industrin och fjärrvärmeproduktionen. Omställningen inom industrin började tidigt. År 1970 utgjorde biobränslen 21 procent av den slutliga energianvändningen inom industrin (biobränslen samt el utgjorde 43 procent), och under 2021 var motsvarande siffra 42 procent (biobränslen samt el utgjorde 75 procent). Inom massa- och pappersindustrin, som är den bransch som har högst energianvändning, har fossila bränslen nästan helt ersatts av biobränslen och el. Av total biobränsleanvändning inom industrin stod massa- och pappersindustrin för 89 procent under 2021. Styrmedel som energi- och koldioxidskatt och till viss del handeln med utsläppsrätter har gett industrin ökade incitament att minska användningen av fossila bränslen. De höjda ambitionerna på EU-nivå förväntas ytterligare öka incitamenten för industrin att gå över till fossilfria bränslen och insatsråvaror, vilket i kombination med en fortsatt teknikutveckling kan innebära att fler branscher inom industrin kommer att ha möjlighet att tillämpa bio-CCS eller CCS på blandade utsläpp i framtiden.

I fjärrvärmeproduktionen har en markant ökning i användningen av biobränslen skett sedan 1990, vilket kan ses i Figur 14 nedan. Perioder med höga priser och ökade skatter på fossila bränslen har gjort att fjärrvärmeproducenterna gått över till att främst använda biobränslen, avfall och spillvärme. Biobränsleanvändningen inom elproduktionen har också ökat, men där var andelen fossila bränslen redan låg då den domineras av kärnkraft och vattenkraft. I avfallsförbränningen har dock andelen biobaserade bränslen minskat under senare år till följd av en växande import av avfall från Europa som jämfört med det svenska avfallet innehåller en högre andel plast. I dagsläget består 55 procent av det avfall som förbränns av biogent material, medan resterande andel huvudsakligen utgörs av plastavfall.²⁰⁷

²⁰⁷ Naturvårdsverket, 2023 a. *EU ETS hänvisningsvärdet 2022*. <https://www.naturvardsverket.se/48fd18/globalassets/vagledning/utslappshandel/eu-ets-hanvisningsvarden-2022.pdf>



Figur 14. Användning av biobränsle per sektor, 1990–2021, TWh.

Källa: Energimyndigheten.²⁰⁸

Anm: Den biogena delen av hushållsavfallet är inkluderad i figuren. Industriell kraftvärme ingår i el- och fjärrvärmeproduktionen. Icke-energianvändning, dvs. råvaror, är inte inkluderad.

Tillämpning av tekniken på få anläggningar ger stora effekter på utsläppen. I avsnitt 2.4.2 diskuteras under vilka förutsättningar som en anläggning kan vara aktuell för att implementera CCS-teknik. En fingervisning av vilka anläggningar som kan bedömas ha potential att tillämpa CCS-tekniken i nuläget utgår ifrån anläggningar med utsläpp som överstiger 300 000 respektive 500 000 ton koldioxid per år.^{209,210} För att uppnå negativa utsläpp måste utsläppen dessutom vara av biogent ursprung.

Under 2021 fanns det enligt Naturvårdsverkets utsläppsregister²¹¹ 34 anläggningar i Sverige som hade biogena koldioxidutsläpp som översteg 300 000 ton, se Tabell 2 nedan. Jämfört med föregående år är det en ökning med fyra anläggningar, vilket troligtvis beror på en återhämtning efter Coronapandemin. De utsläppsmässigt största anläggningarna återfinns främst inom massa- och pappersindustrin eller utgörs av kraftvärme- och värmeverk. De sammanlagda utsläppen av biogen koldioxid från dessa anläggningar var drygt 26 miljoner ton under 2021.²¹²

²⁰⁸ Energimyndigheten, 2023 c, *Energiläget i siffror 2023*. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.energimyndigheten.se%2F495283%2Fglobalassets%2Fenergilaget-i-siffror-20230313_webb.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK

²⁰⁹ SOU 2020:4.

²¹⁰ Svebios webbplats, *Stor potential för bio-CCS i Sverige – 38 orter med bäst förutsättningar*. <https://www.svebio.se/press/pressmeddelanden/stor-potential-for-bio-ccs-i-sverige-38-orter-med-bast-forutsattningar/> (Hämtad 2021-10-06).

²¹¹ Naturvårdsverkets utsläppsregister. <https://utslappsisiffror.naturvardsverket.se/>

²¹² Då biogen koldioxid inte redovisas för processutsläpp inom massa- och pappersindustri i den officiella statistiken över territoriella utsläpp har Naturvårdsverkets utsläppsregister använts för beräkning av potentialer för negativa utsläpp. För mer information se Bilaga 1.

Tabell 2. Fördelning av biogena koldioxidutsläpp från stora punktkällor i Sverige 2021.

Totala biogena koldioxidutsläpp i intervall, ton	Antal anläggningar	Totala biogena koldioxidutsläpp, ton	Andel utsläpp inom massa- och pappersindustrin	Andel utsläpp inom el- och värmesektorn
> 100 000	67	32 048 071	69 %	31 %
> 300 000	34	26 410 107	79 %	21 %
> 500 000	21	21 537 944	89 %	11 %

Källa: Utsläppsregistret, Naturvårdsverket.²¹³

Det fanns samma år 21 anläggningar som hade biogena koldioxidutsläpp som översteg 500 000 ton, vilket är en anläggning mindre jämfört med 2020. Tillsammans skulle dessa anläggningar kunna bidra med knappt 22 miljoner ton negativa utsläpp.

3.2.2 Forskning och projekt

År 2022 fanns 30 storskaliga anläggningar för koldioxidinfångning i drift i världen, samt 11 under konstruktion.²¹⁴ Majoriteten av anläggningarna i drift är anläggningar med Enhanced Hydrocarbon Recovery (EHR),²¹⁵ medan lite mindre än en tredjedel avser geologisk lagring av koldioxid eller en kombination geologisk lagring och EHR. När det gäller geografisk spridning är runt hälften av anläggningarna belägna i Nordamerika (USA och Kanada) medan resten är utspridda över resterande delar av världen. Av anläggningarna i drift finns endast en anläggning i Kanada där koldioxid avskiljs från ett kraftverk.²¹⁶

Projekt som ämnar implementera hela värdekedjan för CCS i Europa

Det finns ett antal projekt för att implementera hela värdekedjan av CCS på gång i Europa, varav norska Longship har nått längst. Nedan beskrivs Longship men även det gränsöverskridande projektet Porthos i Nederländerna (och Belgien) samt den stora bio-CCS satsningen Drax i Storbritannien.

Fullskaleprojektet Longship i Norge

Sedan några år tillbaka har Norge planerat för ett stort demonstrationsprojekt, ett s.k. fullskaleprojekt, som ska täcka hela CCS-kedjan. Detta skulle innefatta avskiljning vid Norcems Cementfabrik i Brevik och avfallsförbränningsanläggningen Hafslund Oslo Celsio (tidigare Fortum Oslo Värme), samt transport och lagring genom det s.k. Northern Lights-projektet.²¹⁷ Koldioxiden kommer att fraktas med båt från respektive avskiljningsplats till en mottagningscentral i anslutning till en naturgas-anläggning i Nordsjön. Därifrån kommer koldioxiden att transporteras vidare

²¹³ Naturvårdsverket, årtal saknas.

²¹⁴ Global CCS-Institute, 2023, *Global status of CCS 2022*. https://status22.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2023/03/GCCSI_Global-Report-2022_PDF_FINAL-01-03-23.pdf

²¹⁵ EHR är en form att utvinning av naturgas eller olja som innebär att koldioxid injiceras i marken och gör det möjligt att utvinna mer fossila bränslen från samma källa samtidigt som koldioxid kan lagras i marken (se kap 2).

²¹⁶ Anläggningen Petra Nova i USA som tillfälligt är tagen ur drift av ekonomiska skäl avskiljer koldioxid från ett kraftvärmeverk.

²¹⁷ Northern Lights är ett samarbetsprojekt mellan Equinor, Shell och Total.

genom rörledningar ned till uttömnda olje- och naturgasfält under havsbotten för permanent lagring. Projektets första fas, som beräknas vara klar i mitten på 2024, involverar färdigställandet av ett lager med kapacitet för 1,5 miljoner ton koldioxid per år. Fas två har redan påbörjats och kommer efter färdigställandet att erbjuda en lagringskapacitet om 5 miljoner ton koldioxid per år.²¹⁸ Den norska regeringen har beviljat finansieringsstöd till projektet till en summa av runt 16,8 miljarder norska kronor, vilket motsvarar runt två tredjedelar av totalkostnaden.²¹⁹ Även EU har beviljat finansieringsstöd för en detaljerad teknisk studie (en s.k. FEED-studie) av fas två genom Fonden för ett sammanlänkat Europa som ett projekt av gemensamt intresse (PCI).²²⁰

Hos Norcems fabrik fortlöper arbetet enligt plan, och under sommaren 2023 installerades absorptionskolonnerna vid terminalen i Brevik.²²¹ CCS-anläggningen planeras att vara i drift 2024. Under våren 2023 meddelade Hafslund Oslo Celsio att kostanden för CCS-projektet, enligt en uppdaterad kostnadskalkyl, överstiger den budgetgräns som har fastställts i det statliga finansieringsavtalet. Därmed kommer projektet att pausas i ett år medan företaget arbetar med att få ner kostnaderna. Detta kommer dock inte att påverka färdigställandet av Longship som en kedja för avskiljning, transport och lagring av koldioxid – och förhoppningen är att Hafslund Oslo Celsio efter pausen ska kunna färdigställa CCS-projektet.²²² Hafslund Oslo Celsio planerade att fånga in runt 400 000 ton koldioxid från sitt avfallskraftvärmeverk i Oslo.²²³ Den första piloten visade en effektiv avskiljning om 90–95 procent.²²⁴ Företaget deltar i projektet ACCSESS som finansieras genom EU:s stödprogram Horisont 2020 och har inom ramarna för projektet testat en ny typ av avskiljningsteknik som har potential att reducera energianvändningen.²²⁵ Stora Enso deltar i detta projekt (se nedan).

²¹⁸ Northern Lights webbplats, *What we do*. <https://norlights.com/what-we-do/> (Hämtad 2021-09-20)

²¹⁹ Norska regeringens webbplats, *Funding for Longship and Northern Lights approved*. <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/funding-for-longship-and-northern-lights-approved/id2791729/> (Hämtad 2021-07-12)

²²⁰ EU-kommissionens webbplats, *Northern lights project – a commercial CO2 cross-border transport connection project between several European capture initiatives* https://ec.europa.eu/energy/maps/pci_fiches/PciFiche_12.4.pdf (Hämtad 2022-06-27)

²²¹ BrevikCCSs webbplats, 2023, *Successful installation of the absorber in Brevik*. <https://www.brevikccs.com/en/Absorberlift> (2023-09-01)

²²² CCS Norways webbplats, *Celsio puts Klemetsrud carbon capture project on hold*. <https://ccsnorway.com/celsio-puts-klemetsrud-carbon-capture-project-on-hold/> (Hämtad 2023-06-12)

²²³ CCS Norways webbplats, *Carbon capture: Hafslund Oslo Celsio*. <https://ccsnorway.com/capture-hafslund-oslo-celsio/> (Hämtad 2022-06-28)

²²⁴ Fortum Oslo Värme webbplats, *Fortum Oslo Värme and our Carbon Capture Project*. <https://www.fortum.com/media/26216/download> (Hämtad 2023-10-30)

²²⁵ ACCSESS webbplats, *Innovation 1 – Piloting of environmentally benign enzymatic solvent combined with a RPB absorber*. <https://www.projectaccess.eu/piloting-of-environmentally-benign-enzymatic-solvent-combined-with-an-rpb-absorber/> (Hämtad 2022-06-28)

Northern Lights samarbetar även med aktörer från andra länder

I maj 2022 ingick Northern Lights ett partnerskap med brittiska Cory om transport och lagring av koldioxid från företagets och Storbritanniens största avfallskraftvärmeanläggning. Cory planerar att installera en CCS-anläggning för att fånga in koldioxid som sedan ska skeppas via Themsen till Nordsjön för permanent lagring. Enligt företagen skulle det kunna skapa en första modell av en internationell koldioxidmarknad.²²⁶

I maj 2023 ingick Northern Lights ett partnerskap med det danska företaget Ørsted avseende transport och lagring av 430 000 ton biogen koldioxid per år. Avtalet gäller kraftvärmeverken Asnæs och Avedøre, där anläggningar för avskiljning av koldioxid kommer att installeras. Avtalet gäller från och med 1 januari 2026 och är giltigt i tio år.²²⁷ I november 2021 beviljades även fyra av projektets potentiella kunder finansieringsstöd genom EU:s innovationsfond,²²⁸ däribland svenska Stockholm Exergi (se nedan).

Även i Nederländerna och Storbritannien utforskas lösningar för hela värdekedjan

Det pågår även andra projekt i Europa som inte har nått lika långt som det norska, närmare bestämt i Nederländerna och Storbritannien. Nederländska Porthos är det projekt som bedöms ha kommit längst vid sidan av det norska fullskaleprojektet. Det drivs av EBN, Gasunie och Hamnmyndigheten i Rotterdam.²²⁹ Systemet ska fånga in koldioxid från industrier runt Rotterdams hamn fånga in koldioxid som sedan förs genom rörledningar ut i Nordsjön för att pumpas ned i tomma gasfält under havsbotten för lagring. Under de första åren förväntas projektet kunna lagra runt 2,5 miljoner ton koldioxid årligen. Då Porthos involverar ett samarbete med belgiska myndigheter, så klassificeras det som ett projekt av gemensamt intresse (Projects of Common Interest) av EU-kommissionen som också delfinansierar projektet med 102 miljoner euro.^{230,231} Inför investeringsbeslutet, som planeras att tas i slutet på 2023, fokuserar projektdeltagarna på att lösa kvarstående frågor kopplade till den tekniska utvecklingen av infrastrukturen, att upprätta en miljökonsekvensbeskrivning, att lämna in tillståndsansökningar, samt att ingå avtal med den holländska regeringen och företag om bl.a. koldioxidtillförsel. Projektet har nyligen fått viktiga delar på plats, då de i september 2022 fick tillstånd för permanent

²²⁶ Northern Lights webbplats, *Cory and Northern Lights announce pioneering international carbon partnership*. <https://norlights.com/news/cory-and-northern-lights-announce-pioneering-international-carbon-partnership%ef%bf%bc/> (Hämtad 2022-07-27)

²²⁷ Northern Lights webbplats, *Northern Lights enters into cross-border transport and storage agreement with Ørsted*. <https://norlights.com/news/northern-lights-enters-into-cross-border-transport-and-storage-agreement-with-orsted/> (Hämtad 2023-06-12)

²²⁸ Northern Lights, 2021, *Annual report 2021*. <https://norlights.com/wp-content/uploads/2022/04/Northern-Lights-Annual-report-2021.pdf>

²²⁹ Porthos webbplats, *Project*. <https://www.porthosco2.nl/en/project/> (Hämtad 2023-06-12)

²³⁰ Porthos webbplats, *102 million euros in funding on the horizon for Porthos*. <https://www.porthosco2.nl/en/102-million-euros-in-funding-on-the-horizon-for-porthos/> (Hämtad 2021-07-13)

²³¹ EU-kommissionens webbplats, *CO2 TransPorts aims to establish infrastructure to facilitate large-scale capture, transport and storage of CO2 from Rotterdam, Antwerp and the North Sea Port*. https://ec.europa.eu/energy/maps/pci_fiches/PciFiche_12.3.pdf (Hämtad 2021-07-13)

lagring i två fält under Nordsjön²³² och i augusti 2023 fick ett godkänt miljötillstånd.²³³ Systemet förväntas vara operativt till 2026.²³⁴

Drax i Storbritannien har som ambition att bygga världens största anläggning för negativa utsläpp från ett kraftvärmeverk. Projektet har testat en bio-CCS-anläggning på en anläggning i North Yorkshire och ingår i ett större CCS-samarbete med Mitsubishi Heavy Industries Group, vars patenterade teknik kommer att användas för koldioxidinfångning och inlagring i Nordsjön. Drax förväntas bidra till negativa utsläpp år 2030 med en första enhet installerad år 2027.²³⁵ Inom projektet undersöks även möjligheter till att använda koldioxiden i olika tillämpningar (dvs. CCU). I en studie undersöks möjligheten att använda koldioxiden för att förbättra skördar i närbelägna växthus,²³⁶ medan en annan studie som utförs i samarbete med ett biotech-startup-företag undersöker möjligheter att använda den infångade koldioxiden för att producera ett protein som kan ersätta soja och fiskmjöl i djurfoder.²³⁷ Under våren 2023 gick Drax ut med att de pausar investeringar i väntan på att den brittiska regeringen ska uttala ett formellt stöd till bio-CCS,²³⁸ vilket gav startskottetupphov till en dialog mellan regeringen och Drax.²³⁹ Under sommaren publicerade den brittiska regeringen även en strategi för biomassa, där bio-CCS pekas ut som ett prioriterat område när det gäller biomassa som används inom elbranschen, vilket Drax välkomnade som ett stöd till bio-CCS.²⁴⁰ Storbritannien planerar även att etablera två till tre kluster för koldioxidavskiljning och användning eller lagring.²⁴¹

²³² Porthos webbplats, *Permits for CO2 storage under the North sea*. <https://www.porthosco2.nl/en/permits-for-co2-storage-under-the-north-sea/> (Hämtad 2023-06-12)

²³³ Porthos webbplats, 2023. *Porthos highly satisfied with green light from Council of state for CO₂ storage*. <https://www.porthosco2.nl/en/porthos-highly-satisfied-with-green-light-from-council-of-state-for-co2-storage/> (2023-09-01)

²³⁴ Porthos webbplats, *Project*.

²³⁵ Drax webbplats, *Drax and Mitsubishi Heavy Industries sign pioneering deal to deliver the worlds largest carbon capture power project*. https://www.drax.com/press_release/drax-and-mitsubishi-heavy-industries-sign-pioneering-deal-to-deliver-the-worlds-largest-carbon-capture-power-project/ (Hämtad 2021-07-13)

²³⁶ Drax webbplats, *Drax secures £500,000 for innovative fuel cell carbon capture study*. https://www.drax.com/press_release/drax-secures-500000-innovative-fuel-cell-carbon-capture-study/ (Hämtad 2022-06-28)

²³⁷ Drax webbplats, *New carbon capture technology could help industry and agricultural sector decarbonise*. https://www.drax.com/press_release/new-carbon-capture-technology-help-industry-agricultural-sector-decarbonise/ (Hämtad 2022-06-28)

²³⁸ Drax webbplats, *Drax Power station and GB Power supplies at risk in the late 2020s without Government support for BECCS*. https://www.drax.com/press_release/drax-power-station-and-gb-power-supplies-at-risk-in-the-late-2020s-without-government-support-for-beccs/ (Hämtad 2023-06-2022)

²³⁹ Drax webbplats, *Drax enters formal discussions with UK Government on large-scale Power BECCS*. <https://www.drax.com/investors/drax-enters-formal-discussions-with-uk-government-on-large-scale-power-beccs/> (Hämtad 2023-08-14)

²⁴⁰ Department for Energy Security & Net Zero, 2023, *Biomass strategy*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1177473/biomass-strategy-2023.pdf

²⁴¹ Department for Energy Security & Net Zeros webbplats, *Notice: Cluster for carbon capture, usage and storage (CCUS) deployment: Phase-2 (closed to applications)*. <https://www.gov.uk/government/publications/cluster-sequencing-for-carbon-capture-usage-and-storage-ccus-deployment-phase-2> (Hämtad 2023-09-18)

Bio-CCS- projekt i Sverige

Även i Sverige finns det ett antal projekt där företag undersöker de tekniska och ekonomiska möjligheterna att införa bio-CCS på sina anläggningar. Majoriteten av projekten rör kraftvärme- och värmeverk som vill införa bio-CCS. och en stor andel får finansieringsstöd genom Industriklivet, och ett par projekt får stöd genom EU:s Innovationsfond eller Horisont 2020/Horisont Europa. Även om det finns intresse inom massa- och pappersindustrin har bruken andra förutsättningar jämfört med kraftvärme- och värmeverk, vilket gör bio-CCS mindre intressant ur ett företags-ekonomiskt perspektiv (se avsnitt 2.4.2), varför det inte finns lika många studier på tillämpningar inom massa- och pappersindustrin. Det finns dock potential till synergier i och med att tekniken testas i större utsträckning i andra sektorer, inte minst när det gäller förvätsknings-, transport- och lagringsstegen av CCS/bio-CCS-kedjan. Nedan kommer därför projekt tillämpade på kraftvärme- och värmeverk att presenteras även om industrin är i fokus för denna rapport. Aktuella forsknings- och innovationsprojekt (FoI-projekt) har kategoriserats enligt de tekniska utvecklingsstadierna forskningsprojekt, förstudie samt pilot- och fullskaleanläggning.

Forskningsprojekt

Det pågår ett flertal forskningsprojekt kopplade till CCS och bio-CCS, där fokus ligger på att undersöka och utveckla olika typer av avskiljningstekniker. Anledningen är att den största potentialen till kostnadsreducering bedöms finnas i avskiljningssteget genom effektivisering av processen samt minskning av energibehovet.²⁴² Ytterligare ett spår som börjar intressera fler aktörer är lagring i berggrunden som alternativ till att permanent lagra koldioxid under havsbottnen i geologisk formation.²⁴³ Utöver forskningsprojekt som fokuserar på teknikutveckling pågår det även forskning kring styrmedel, system och affärsmodeller.

Förstudier

Även om utvecklingen av avskiljningstekniker har kommit långt krävs att den anpassas till enskilda anläggningars specifika förutsättningar, som exempelvis rökgasflöde och koldioxidhalt i rökgasen (se kapitel 2). Flertalet aktörer utreder därför i förstudier de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för olika tekniker på sina enskilda anläggningar. För mer information om enskilda förstudier, se Energimyndighetens rapport *Från små steg till stora kliv*²⁴⁴ som inkluderar en sammanställning av pågående och avslutade projekt. I rapporten återfinns även ett urval av resultat och slutsatser från avslutade projekt. Flera av projekten lyfte fram att större utsläpp tenderar att leda till lägre kostnader, där stora projekt har möjligheter att nyttja skalfördelar kopplade till bland annat transport och lagring. Mindre anläggningar kan därmed vara i behov av samarbetspartners för att uppnå lönsamhet. Andra kostnadspåverkande faktorer som lyfts i förstudierna är koncentrationen av koldioxid, rökgasernas renhet och avskiljningsgraden. Dessutom finns utmaningar i att integrera

²⁴² SOU 2020:4

²⁴³ Luleå tekniska universitets webbplats, *Koldioxid fångas in för lagring i berggrunden*. <https://www.ltu.se/research/subjects/Malmgeologi/nyheter/Koldioxid-fangas-in-for-lagring-i-berggrunden-1.204713> (Hämtad 2021-09-17)

²⁴⁴ Energimyndigheten, 2022 b, *Från små steg till stora kliv – en syntes av Industriklivets projekt inom bio-CCS*. ER 2022:11. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=206974>

avskiljning av koldioxid på ett lämpligt sätt med befintlig kraftvärmeproduktion, samt utmaningar rörande yttre faktorer som påverkar affärsmodeller.

Som ett sätt att sänka kostnaderna för tekniken undersöks även *möjligheter till energiintegration*, dvs. att utnyttja överskottsenergi mellan tillverknings- och avskiljningsprocesserna. Eftersom förutsättningarna skiljer sig åt mellan anläggningar måste möjligheterna till energiintegration utvärderas för varje enskild anläggning.²⁴⁵ Stora Enso har i en förstudie²⁴⁶ utrett möjligheter till energiintegration för sina svenska sulfatbruk genom att analysera fyra olika avskiljningstekniker för ett modellbruk. Resultatet visar att det finns begränsade möjligheter till energiintegration (och därmed få energibesparingar) för samtliga avskiljningstekniker till följd av att det inte finns tillgänglig överskottsenergi att nyttja mellan de två processerna.²⁴⁷ För många bruk kommer det att krävas ytterligare energitillförsel för att täcka energibehovet för en bio-CCS anläggning. Till följd av detta dras slutsatsen att det är nödvändigt att utveckla nya avskiljningstekniker som kräver mindre energi och som kan använda värme vid lägre temperaturer, eftersom det innebär större möjligheter att nyttja överskottsenergi från tillverkningsprocessen. En ny avskiljningsteknik med sådan potential ska testas vid Stora Ensos sulfatbruk Skutskär inom ramen för ett större EU-projekt (se nedan om pilotprojekt).

I flertalet av de förstudier som skett inom ramen för Industriklivet framgår även att en viktig förutsättning för bio-CCS är att tidigt förbereda *tillstånds- och samrådsprocesser* för att undvika långa ledtider samt att ta fram en *affärsmodell* utifrån olika scenarier om möjliga intäktsströmmar givet osäkerheter i olika potentiella finansieringslösningar.²⁴⁸

Infrastrukturprojekt

I ett par förstudier undersöks även de logistiska förutsättningarna för *transport och lagring av koldioxid*. Dessa projekt är inte specifika för bio-CCS men är viktiga för att få på plats hela kedjan från infångning till slutlagring, vilket är en förutsättning för CCS tillämpat på både fossila och biogena utsläpp och där erfarenheterna fortfarande är begränsade. I en syntes av de förstudier som fått stöd genom Industriklivet²⁴⁹ konstateras att det, när det gäller kostnadsuppskattningar för värdekedjan i stort, generellt verkar finnas en större osäkerhet i kostnadsuppskattningarna för transport och lagring än för koldioxidavskiljning.

I Sydsverige och på Västkusten pågår regionala samarbeten för att undersöka de logistiska förutsättningarna för transport och lagring av koldioxid. I det sydsvenska projektet som går under namnet Carbon Network South Sweden (CNetSS)²⁵⁰ utreds kostnadseffektiva systemlösningar för koldioxidinfrastruktur inför slutlagring. Projektet drivs i samverkan mellan aktörer längs hela infrastrukturkedjan (bland andra Växjö Energi, Öresundskraft, Stora Enso, Höganäs och Copenhagen Malmö

²⁴⁵ Energimyndigheten, 2022.

²⁴⁶ Energimyndighetens projektdatabas, P49897-2, diarienummer 2020-020034

²⁴⁷ För ett verkligt bruk kan det dock finnas större möjligheter att använda överskottsvärme för värmeintegration av koldioxidavskiljningsanläggningen.

²⁴⁸ Energimyndigheten, 2022 b.

²⁴⁹ Ibid.

²⁵⁰ Energimyndighetens projektdatabas, 2022-00512, diarienummer 2022-200898

Port) och har därmed potential att minska kostnaderna för CCS-kedjan. Tillsammans bedöms potentialen för de anläggningar som ingår i projektet att uppgå till minst 1,5 miljoner ton biogen koldioxid per år.²⁵¹ Enligt de involverade företagen ska infrastrukturen även vara öppen för tredje part.

På Västkusten har energi-, avfallshanterings- och raffinaderiföretag²⁵² gått samman med Göteborgs hamn i ett tvärsektoriellt samarbete (**CinfraCap**)²⁵³ för att utveckla och etablera en kostnadseffektiv logistik och infrastruktur för förvätskning, transport och mellanlagring av infångad koldioxid. Hos CinfraCaps parter verksamheter finns potential att lagra runt två miljoner ton koldioxid per år, och även denna infrastruktur är tänkt att vara öppen för tredjepartsanslutning, vilket innebär en ännu större potential. I en andra förstudie identifierades flera kostnadsfördelar med en lösning likt CinfraCap, där flera industrier delar på den infrastruktur som krävs för transport och mellanlagring av infångad koldioxid. Samma förstudie drog även slutsatsen att CinfraCap har goda möjligheter att utvecklas till en kostnadseffektiv koldioxidhubb för hela Sverige, med potential att hantera 4 miljoner ton koldioxid per år och där kapaciteten förväntas byggas upp i etapper i takt med att marknaden för koldioxidlagring växer fram. Även projektrisker identifierades, bl.a. tillståndprocesser, osäkerhet i volymer koldioxid, leveranstider för mellanlagringstankar samt osäkerheter kopplade till slutförvaringen.

I östra Mälardalen har företag²⁵⁴ från olika sektorer (bland annat energisektorn och mineralsektorn) gått ihop med Stockholms hamnar med målet att etablera en hållbar och kostnadseffektiv koldioxidinfrastruktur i östra Sverige för transport från utsläppsanläggning till slutlig geologisk lagring av koldioxid. Projektet är en genomförbarhetsstudie som går under namnet Norvik Infrastructure CCS East Sweden (**NICE**),²⁵⁵ där flera av de deltagande aktörerna (bl.a. Stockholm Exergi och Heidelberg Materials Cement Sverige) har uttalade och tidsatta planer på att implementera CCS. Ett syfte med studien är att undersöka hur delade infrastruktur-lösningar kan sänka kostnader och öka potentialen för utsläppsminskningar i området. Eftersom verksamheterna är utspridda runt Mälaren kan andra typer av logistiska lösningar än liknande infrastrukturprojekt vara aktuella. Verksamheterna som deltar i projektet bedöms ha potential att avskilja 4 miljoner ton koldioxid, varav 2,8 miljoner ton negativa utsläpp. Infrastrukturen planeras även vara öppen för tredje part för att öka kostnadseffektiviteten och öka potentialen för negativa utsläpp.

²⁵¹ Samt runt 500 000 ton fossil koldioxid per år. Potentialen för negativa utsläpp bedöms även kunna öka i takt med att fossila bränslen och råvaror ersätts med förnybara samt plaståtervinning.

²⁵² Göteborgs Energi, Nordion Energi, Preem AB, St1 och Renova.

²⁵³ Energimyndighetens projektdatabas, P50892-2, diarienummer 2021-043868

²⁵⁴ Heidelberg Materials Cement Sverige, Mälarenergi, Nordkalk, Plagazi, Stockholm Exergi, Stockholms hamnar, Söderenergi och Vattenfall.

²⁵⁵ Energimyndighetens projektdatabas, 2023-00564, diarienummer 2023-201565

Fullskale- och pilotanläggningar

Ett antal projekt har kommit lite längre i processen att hitta rätt teknik för bio-CCS för sina anläggningar och gått vidare för att testa tekniken i pilotanläggningar. Det företag som har kommit längst i utvecklingsprocessen är Stockholm Exergi som nu planerar en fullskalig kommersiell anläggning vid Värtaverket i Stockholm efter att ha testat och utvecklat en avskiljningsteknik i en pilotanläggning som togs i drift 2019. Under våren 2023 lämnade Stockholm Exergi in en ansökan om miljötillstånd för att bygga en fullskalig CCS-anläggning.²⁵⁶ Väl på plats kommer den nya anläggningen att vara Europas första storskaliga anläggning för negativa utsläpp. EU:s innovationsfond har beviljat projektet 180 miljoner euro i stöd och för att finansiera anläggningen kommer företaget även att delta i de omvända auktionerna och sälja utsläpp på en frivillig marknad.²⁵⁷ Ytterligare pilotstudier är på gång i Sverige, där åtminstone två avser tester av CCS tillämpat på avfallsförbränningsanläggningar, vilket är ett relativt outforskat område. Öresundskraft²⁵⁸ påbörjade under hösten 2022 en pilotstudie vid sin avfallsförbränningsanläggning i Helsingborg, där företaget utvärderade tekniken som är tänkt att användas vid Stockholm Exergis kraftvärmeverk (HPC-tekniken).²⁵⁹ Målet är att ha en fullskalanläggning i drift 2027. Under våren 2023 inledde Öresundskraft upphandlingen av en CCS-anläggning.²⁶⁰

Åtminstone två ytterligare pilotstudier avser att testa nya avskiljningstekniker med huvudsyftet att minska energianvändningen och därmed kostnaden för att tillämpa tekniken. Ena pilotstudien utförs av forskare på Lunds universitet²⁶¹ i samarbete med fyra företag²⁶² och involverar tester på tre olika kraftvärmeverk med både biogena och fossila utsläpp. Projektet kommer att använda sig av en avskiljningsteknik vars process kan drivas vid lägre temperaturer än konventionell teknik. Det öppnar upp för möjligheten att använda överskottsvärme i stället för att tillföra ny energi. Målet med projektet är att minska energianvändningen med 70 procent jämfört med konventionell avskiljningsteknik. Den nya avskiljningstekniken, som tidigare endast har testats i laboratoriemiljö, har testats i verklig miljö på Växjö Energis bioeldade kraftvärmeverk och kommer även att flyttas till SYSAV:s avfallskraftvärmeverk under våren och så småningom även testas hos Öresundskraft.

²⁵⁶ Stockholm Exergis webbplats, *Stockholm Exergi tar nästa steg: Ansöker om miljötillstånd för bio-CCS*. <https://www.stockholmexergi.se/nyheter/stockholm-exergi-tar-nasta-steg-ansoker-om-miljotillstand-for-bio-ccs/> (Hämtad 2023-08-02)

²⁵⁷ Stockholm Exergis webbplats, *Bio-CCS – Fångar in och lagrar koldioxid*. <https://www.stockholmexergi.se/minusutslapp/bio-ccs/> (Hämtad 2022-06-27)

²⁵⁸ Energimyndighetens projektdata, P52664-1, diarienummer 2021-030050

²⁵⁹ Öresundskrafts webbplats, *Öresundskraft testar koldioxidavskiljning med ny teknik*. <https://www.mynewsdesk.com/se/oresundskraft/pressreleases/oeresundskraft-testar-koldioxidavskiljning-med-ny-teknik-3211399> (Hämtad 2023-08-02)

²⁶⁰ Öresundskrafts webbplats, *Öresundskraft påbörjat miljardupphandling för CCS-satsning*. <https://www.mynewsdesk.com/se/oresundskraft/pressreleases/oeresundskraft-paaboerjar-miljardupphandling-foer-ccs-satsning-3247913> (Hämtad 2023-08-02)

²⁶¹ Energimyndighetens projektdata, P52609-1, diarienummer 2021-028266

²⁶² SYSAV, Granitor Systems, Växjö Energi och Öresundskraft

Den hittills enda pilotstudien av bio-CCS inom den svenska industrin, närmare bestämt massa- och pappersindustrin, genomförs inom ramarna för EU-projektet ACCSESS²⁶³ som drivs av norska Sintef. Projektet har som delmål att utveckla nya avskiljningstekniker för bio-CCS, och tester av ytterligare en avskiljningsteknik kommer att ske bl.a. på Stora Ensos massabruk i Skutskär.²⁶⁴ Även denna avskiljningsteknik förväntas öppna upp möjligheter att använda lågtempererad industriell restvärme i avskiljningsprocessen och till följd av detta (samt andra tekniska förutsättningar) resultera i en kostnadssänkning för avskiljningssteget. Även Nordkalk, som är verksam inom mineralindustrin, har påbörjat en pilotstudie som primärt avser infångning av fossil koldioxid och därför presenteras i avsnitt 3.1.4. Företaget avser dock att på sikt ersätta fossila bränslen med biogena bränslen, vilket skapar potential för negativa utsläpp.²⁶⁵

²⁶³ ACCSESS webbplats, *Innovation 1 – Piloting of environmentally benign enzymatic solvent combined with a RPB absorber*. <https://www.projectaccess.eu/piloting-of-environmentally-benign-enzymatic-solvent-combined-with-an-rpb-absorber/> (Hämtad 2022-06-28)

²⁶⁴ Tekniken kommer även att testas för avskiljning vid en cementugn i Polen.

²⁶⁵ Energimyndighetens projektdatabas, P2022-1138, diarienummer 2022–202304

4 Förändrade spelregler för omställningen

En förutsättning för att få till den teknikutveckling och spridning av innovativ teknik som krävs för att uppnå målet om nettonollutsläpp är en långsiktig och ändamålsriktig styrning (policy, målsättningar och styrmedel). Det behövs för att minska incitamenten för att använda fossila energibärare, men även för att främja innovativa lösningar och sätta riktningen för omställningen samt ramarna för hur den får gå till. I dagsläget utgörs det främsta styrmedlet för att främja utsläppsminskningar inom processindustrin av *EU:s utsläppsrättshandelssystem* (EU Emissions Trading System, EU ETS). Till följd av EU:s förhöjda ambitioner på klimatområdet, genom den gröna given och lagstiftningspaketet Fit for 55, får styrningen på EU-nivå en alltmer central roll för svensk industris omställning även på andra lagstiftningsområden. Till följd av bl.a. Rysslands invasion av Ukraina, en efterföljande ansträngd situation på den europeiska energimarknaden och en ökande grad av överlapp mellan industri- och klimatpolitik i många länder har de senaste åren även inneburit ett geopolitiskt skifte som har ramat in och påverkat policyutvecklingen på EU-nivå och som påverkar förutsättningarna för omställningen. I detta kapitel beskrivs och diskuteras hur förutsättningarna för svensk processindustri att ställa om till klimatneutralitet har förändrats till följd av den uppstramade EU-styrningen.

4.1 EU:s förhöjda klimatambitioner i en föränderlig värld

4.1.1 En ny geopolitisk spelplan

Energisituationen i Europa fortsätter att präglas starkt av Rysslands anfallskrig mot Ukraina. Kraftigt minskade flöden av rysk rörledd gas till EU under 2022 har inneburit att EU i stället har fått vända sig till den globala marknaden för flytande naturgas (LNG) för att säkra sin gasförsörjning. Detta skifte bidrog under andra halvan av 2022 till en svår energisituation med mycket höga och volatila energipriser som följd. Tack vare kraftsamlingar och oväntat gynnsamma förhållanden såsom milda temperaturer och dämpad efterfrågan på LNG i Asien klarade Europa gasförsörjningen under vintern 2022/2023 betydligt bättre än väntat, och läget har under 2023 stabiliserats med en återgång till lägre priser igen. Den nyfunna balansen är dock fortsatt skör och känslig för störningar, framför allt då den globala marknaden för LNG förväntas vara ansträngd de närmaste åren.

Utvecklingen har gett upphov till ett förnyat fokus på energisäkerhet och försörjningstrygghet runtom i Europa, där prioriteringen av den kortsiktiga energiförsörjningen i många fall inneburit en ökad användning av fossila energislag. Samtidigt har behovet av att accelerera energiomställningen och att minska beroendet av fossila energimarknader kommit i nytt ljus, vilket lett till nya stora satsningar på förnybar energi och ett ökat intresse för kärnkraften. Förra årets höga energipriser bidrog också till en våg av marknadsinterventioner och ekonomiska stöd för att skydda energikonsumenter mot höga kostnader. Sedan dess har framför allt behovet av att kunna stötta elintensiv industri fortsatt ligga högt på den politiska agendan runtom i Europa.

Kriget i Ukraina har också satt ytterligare ljus på länders och regioners växande behov av att få större kontroll över försörjningskedjor, särskilt för samhällsviktiga varor och produkter. Denna utveckling tog fart under pandemin med de störningar i global varuhandel som uppstod i dess kölvatten, men har alltmer kommit att handla om teknikområden som bedöms bli alltmer strategiskt centrala under kommande decennier. Två teknikområden som särskilt bör lyftas fram är halvledare och ren energi. Dessa två har också kommit i fokus för stora offentliga satsningar, särskilt i USA, där det rekordstora energi- och klimatpaketet *Inflation Reduction Act* (IRA) antogs av kongressen i augusti 2022.

IRA har fått betydande konsekvenser både nationellt och internationellt. I USA har de kraftiga offentliga stöden inom IRA bidragit till starkt ökat intresse för investeringar i ren energiteknik och därtill hörande försörjningskedjor. Internationellt har reaktionerna varit blandade, då omvärlden å ena sidan välkomnat de stora amerikanska klimatsatsningarna, men å andra sidan uttryckt oro för de drag av protektionism som man menar präglar IRA. De stora skattelättnader som utgör en viktig del av stödet är i hög grad villkorade av att tillverkning av berörd energiteknik sker i USA eller i länder med vilka USA har nära handelsrelationer.

Som ett svar på denna utveckling lade EU-kommissionen under våren 2023 fram förslag på två lagstiftningspaket – *Förordningen om nettonollindustrin* (Net Zero Industry Act, NZIA) och *Kritiska råmaterialakten* (Critical Raw Materials Act, CRMA) – vilka syftar till att stärka EU:s ställning inom industrier och sektorer som bedöms vara särskilt viktiga i energi- och klimatomställningen (läs mer om dessa förslag i avsnitt 4.3.1). Sammantaget kan sägas att såväl USA:s som EU:s satsningar är ett tecken på hur klimat- och energipolitik i allt högre grad sammanlänkas och överlappar med industri- och säkerhetspolitik.

Den ekonomiska utvecklingen har också påverkats av kriget i Ukraina och dess efterverkningar på marknaderna för energi. Det senaste året har även präglats av avtagande ekonomisk tillväxt och hög inflation som mötts med räntehöjningar av centralbanker. Inflationen och det högre ränteläget har bidragit till kostnadsökningar som skapat utmaningar för investeringar i kapitalintensiva energi- och industriprojekt, såsom exempelvis havsbaserad vindkraft. Fortsatt osäkerhet gällande den ekonomiska utvecklingen i Kina har också betydande påverkan givet landets stora roll i världsökonomi i allmänhet och i energisektorn i synnerhet.

Samttaget bidrar den ekonomiska osäkerheten framöver ytterligare ett lager av komplexitet för EU i en situation, där frågor rörande konkurrensen om industriella värdekedjor och energiförsörjningstryggheten är i stort behov av att adresseras.

4.1.2 Den gröna given och fit for 55-paketet

Efter att den nya EU-kommissionen tillträdde 2019 tillkännagavs *EU:s gröna giv* som en politisk prioritering för mandatperioden. Paketet innehåller en rad politiska initiativ som syftar till att bidra till ett övergripande mål om att nå nettonollutsläpp till 2050. I *förordningen om en europeisk klimatlag* ("klimatlagen") som antogs 2020 har medlemsstaterna inte bara åtagit sig att uppnå målet om klimatneutralitet till 2050, utan även att nå ett etappmål om att minska utsläppen med minst 55 procent till 2030 jämfört med 1990 års nivåer.²⁶⁶ För att nå 2030-målet har det varit nödvändigt att revidera rättsakter på energi- och klimatområdet samt att upprätta nya kompletterande regelverk. Detta har skett inom vad som kallas för *Fit for 55-paketet* (FF55)²⁶⁷ som innebär ett 15-tal reviderade och nya rättsakter.

På miljöområdet har ytterligare rättsakter som är relevanta för industrin reviderats eller tillkommit inom den gröna given. Det handlar om rättsakter kopplade till utvinning av strategiska råmaterial, säkerställd försörjningstrygghet av komponenter för nettonolltekniker, cirkulär ekonomi, biodiversitet, hållbara batterier och återvinning. Till följd av Rysslands invasion av Ukraina har EU även vidtagit en rad krisåtgärder²⁶⁸ för att hantera de ovanligt höga energipriserna samt föreslagit eller antagit åtgärder för att långsiktigt bryta det europeiska beroendet av ryska fossila bränslen. I mars 2022 presenterade EU-kommissionen ett initiativ till en ny energipolitisk handlingsplan som går under namnet *REPowerEU*.²⁶⁹ Två månader senare presenterades en mer konkret plan²⁷⁰ med förslag på förändrade rättsakter i syfte att påskynda den gröna omställningen utöver vad som täckts in inom ramen för FF55. Bland annat innehåller planen förslag på ytterligare uppstramningar av målsättningar inom vissa rättsakter, såsom *förnybartdirektivet* (Renewable Energy Directive, RED) och *direktivet om energieffektivitet* (Energy Efficiency Directive, EED), vilka är mer långtgående än vad som föreslagits i FF55-paketet.

4.1.3 Fortfarande pusselbitar som behöver falla på plats

Rättsakterna på klimatområdet som har reviderats inom FF55 slutförhandlades mellan EU:s tre lagstiftande institutioner (EU-kommissionen, ministerrådet och Europaparlamentet) i slutet på 2022 och trädde i kraft under första halvan av 2023. Efter ikraftträdande följer en tid av implementering för direktiv, medan förordningar gäller direkt. Vissa av rättsakterna på energiområdet, såsom RED och EED, slutförhandlades i mitten på 2023, medan andra rättsakter, t.ex. de inom gasmarknads-paketet, fortfarande är under förhandling. En del övriga relevanta rättsakter som

²⁶⁶ Europeiska rådets webbplats, *Den europeiska gröna given*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/> (Hämtad 2023-03-27)

²⁶⁷ Europeiska rådets webbplats, *55%-paketet*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (Hämtad 2023-08-20)

²⁶⁸ Europeiska rådets webbplats, *Rådet enas om krisåtgärder för att sänka energipriserna*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/10/06/council-formally-adopts-emergency-measures-to-reduce-energy-prices/> (Hämtad 2023-03-27)

²⁶⁹ EU-kommissionen, *REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy*, COM(2022) 108 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A108%3AFIN>

²⁷⁰ EU-kommissionen, *Planen REPowerEU*, COM(2022) 230 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

EU-kommissionen har föreslagit (revidering av befintliga eller nya) är fortfarande inte färdigförhandlade. Även om rättsakterna har trätt i kraft är det inte fullt ut möjligt att konstatera innebörden av dem, då det oftast är först vid tillämpning som konsekvenserna visar sig. Dessutom kommer vissa rättsakter att kompletteras inom så kallade delegerade akter eller genomförandakter inom en viss tidsfrist efter att rättsakten har antagits. Det skiljer sig också mellan regelverken, beroende på om relevanta förändringar styr industrin direkt eller om det rör sig om nya målsättningar som varje medlemsstat själv väljer hur den vill uppnå med nationella styrmedel. Exempelvis har uppstramningen av EU:s utsläppshandelssystem (EU ETS) en direkt påverkan på industrins aktörer genom att göra det dyrare att släppa ut koldioxid, medan flera av kraven i RED och EED kräver nationella styrmedel för att uppnås. Under 2023 måste Sveriges regering enligt klimatlagen presentera en klimat-handlingsplan med konkreta åtgärder för att uppnå Sveriges klimatmål och åtaganden gentemot EU. Eftersom den behöver antas innan slutet på året kan det komma att krävas kompletteringar om effekten av de nya kraven på EU-nivå inte fullt ut har hunnit konkretiseras. Regeringen tillsatte i juni 2023 en snabbutredning av hur svensk klimatpolitik kan utvecklas till följd av FF55-paketet som presenterades i oktober 2023.²⁷¹ Sammantaget finns det fortfarande ett antal pusselbitar som behöver falla på plats för att få den fullständiga bilden av den förändrade styrningen. Nedan görs en ansats att kartlägga viktiga förändringar av styrningen på EU-nivå och, i den mån det är möjligt, att resonera kring påverkan på svensk industri och dess omställning.

4.1.4 Förändrad styrning som påverkar industrin

Nedan i Tabell 3 ges en överblick över de reviderade och nya rättsakterna inom den gröna given som bedöms vara relevanta för industrins omställning. I tabellen framgår även om de förväntas påverka industrins omställning mer generellt och/eller mer specifikt tillämpningen av ett eller flera av de i kapitel 2 beskrivna huvudspåren för omställning, vilka utgörs av biomassa, elektrifiering, vätgas, CCS (fossil och biogen), CCU samt cirkulär ekonomi och materialeffektivitet. Tabell 3 tillsammans med Tabell 1 i avsnitt 3.1 ger en översikt över vilka utsläppstunga branscher som förväntas påverkas av vilka rättsakter genom teknikspåren.

²⁷¹ Regeringens webbplats, *Utredare John Hassler presenterar sin rapport om hur Sveriges klimatpolitik bör utvecklas baserat på EU:s nya klimatlagstiftning Fit for 55*, https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2023/10/utredare-john-hassler-presenterar-sin-rapport-om-hur-sveriges-klimatpolitik-bor-utvecklas-baserat-pa-eus-nya-klimatlagstiftning-fit-for-551/?mtm_campaign=Pressmeddelande&mtm_source=Pressmeddelande&mtm_medium=email (Hämtad 2023-08-18)

Tabell 3. EU-rättsakter och deras förväntade påverkan på industrin.

										Påverkan tillämpning av huvudspåren						
 Inom den gröna given			N Ny rättsakt		D Direktiv					Generell påverkan	1 	2 	3 	4 	5 	6 
 Inom Fit for 55-paketet			R Reviderad rättsakt		F Förordning						BIOMASSA	ELEKTRIFIERING	VÄTGAS	CCS	CCU	MATERIALEFFEKTIVITET
 Påverkar direkt			 Påverkar indirekt													
R	D	 	EU ETS - EU:s utsläppshandelssystem													
N	F	 	CBAM - Gränsjusteringsmekanism för koldioxid													
R	F	 	LULUCF - Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk													
R	D	 	EED - Energieffektivisering							 						
R	D	 	RED III - Förnybar energi							 						
N	F	 	REFuelEU Aviation - Hållbara flygbänslen													
N	F	 	FuelEU Maritime - Förnybara bränslen sjöfart													
R	F	D	 	Gasmarknadspaketet												
R	F	D		Reform av EU:s elmarknadsdesign							 					
R	D		IED - Industriutsläpp													
N	F		NZIA - Nettonollindustrin							 						
N	F		CRMA - Kritiska råmaterialakten													
R	F		ESPR - Ekodesign för hållbara produkter													
N	D		Green Claims - Verifiering och kommunikation om uttryckliga miljöpåståenden							 						
R	F		Batteriförordningen													

Även Energiskattedirektivet ska revideras till följd av den gröna given, men täcks inte in i kartläggningen till följd av att förslaget ännu inte har förhandlats klart. Det krävs dessutom enhällighet bland samtliga medlemsstater för antagande av skattelagstiftning inom EU. Följaktligen råder osäkerhet rörande slutversionen av revideringen och effekterna av denna samt när i tiden en överenskommelse kan förväntas ske.

Nedan i Tabell 4 finns en sammanställning av var i reviderings- eller implementeringsprocessen som rättsakterna befinner sig vid publicering av denna rapport.

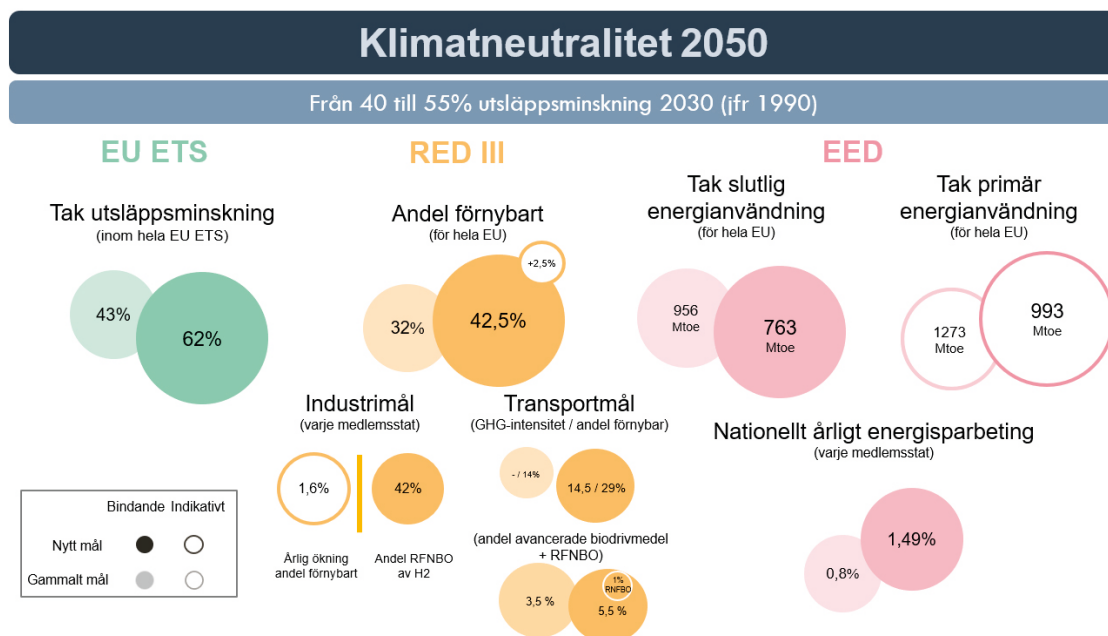
Tabell 4. Status på revidering och införande av nya rättsakter.

OMRÅDE	RÄTTSAKT	STATUS
EU:s utsläppshandelssystem, EU ETS	Direktiv (EU) 2023/959	2023.06.05
Gränsjusteringsmekanismer, CBAM	Förordning (EU) 2023/956	2023.05.17
Markanvändning och skogsbruk, LULUCF	Förordning (EU) 2023/839	2023.05.11
Batterier	Förordning (EU) 2023/1542	2023.08.17
Energieffektivitet, EED	Direktiv (EU) 2023/1791	2023.10.10
Förnybara bränslen för sjöfarten, FuelEU Maritime	Förordning (EU) 2023/1805	2023.10.12
Förnybar energi, RED III	Ändring av direktiv (EU) 2018/2001	
Hållbara flygbränslen, REFuel EU Aviation	Ny förordning	
Industriutsläpp, IED	Ändring av direktiv (EU) 2010/75	
Gasmarknaden	Nya rättsakter, baserade på förordning (EG) 2009/715 och direktiv (EG) 2009/73	
Elmarknadsdesign	Ändring av förordning (EU) 2019/943 och direktiv (EU) 2019/944 med fler	
Kritiska råmaterial, CRMS	Ny förordning	
Ekodesign för hållbara produkter, ESPR	Ny förordning baserat på direktiv (EC) 2009/125	
Verifiering och kommunikation om uttryckliga miljöpåståenden, Green Claims	Nytt direktiv	
Nettonollindustrin, NZIA	Ny förordning	

■ Formellt antagen
 ■ Väntar på formellt antagande
 ■ Under förhandling
 ■ Väntar på förhandling

4.2 Ett högre omställningstryck till följd av EU:s ambitionshöjning

Den gröna given och FF55-paketet syftar till att öka ambitionsnivån och takten på unionens omställning till klimatneutralitet. Som nämnts ovan utgörs EU:s övergripande målsättning av klimatneutralitet till 2050 samt ett etappmål om att utsläppen ska minska med minst 55 procent till 2030 jämfört med 1990 års nivåer. Det nya etappmålet innebär en ökning med 15 procentenheter jämfört med den tidigare målsättningen. Nedan i Figur 15 illustreras de viktigaste övergripande målsättningarna för industrin för att nå ambitionshöjningen.



Figur 15. Centrala målsättningar på EU-nivå (nya och förändrade) som påverkar industrin. Illustration: Energimyndighetens egna.

4.2.1 Ett uppstramat utsläppshandelssystem främjar fossilsnåla lösningar

EU:s utsläppshandelssystem (EU ETS) är det enskilt viktigaste styrmedlet för att minska utsläppen i den utsläppstunga industrin. I det reviderade EU ETS-direktivet²⁷² är målsättningen för 2030 en utsläppsminskning om 62 procent jämfört med 2005. Det innebär en ambitionshöjning med 19 procentenheter jämfört med tidigare mål. Detta ska ske dels genom två engångsminskningar av utsläppstaket år 2024 och 2026, dels genom en ökning av den linjära reduktionsfaktor som bestämmer den årliga reduktionen av utsläppstaket. Denna ska ökas i två steg från nuvarande nivå på 2,2 procent till 4,3 procent för perioden 2024–2027 och sedan till 4,4 procent för perioden 2028–2030.

Tabell 5. Skärpning av målet inom EU ETS sker genom två justeringar i två steg

Justering avser		
Utsläppstaket antal utsläppsrätter (år)	90 miljoner (2024)	27 miljoner (2026)
Linjära reduktionsfaktorn* (för period)	4,3 procent (2024–2027)	4,4 procent (2028–2030)

* Dagens linjära reduktionsfaktor ligger på 2,2 procent.

²⁷² Utsläppshandelsdirektivet (EU) 2023/959 (omarbetat), EUR-Lex - L:2023:130:TOC - EN - EUR-Lex (europa.eu)

I EU ETS-direktivet finns verksamhetsbeskrivningar som definierar vilka slags verksamheter vid anläggningar som omfattas av systemet och därmed är tillståndspliktiga. I revideringen ändras dessa beskrivningar för att göra dem mer teknikneutrala. Verksamheter behöver inte längre ge upphov till utsläpp för att omfattas av direktivet, vilket gynnar fossilsnåla tekniker genom att inte undanta dem från möjligheten till fria utsläppsrätter. Naturvårdsverket²⁷³ har på uppdrag av regeringen föreslagit ändringar i svensk lagstiftning för att genomföra kraven i det reviderade direktivet. Nya slags verksamheter kan tillkomma i systemet till följd av revideringen, bl.a. anläggningar som genom elektrolys tillverkar vätgas med en kapacitet som överstiger 5 ton per dag.

Samtidigt innebär revideringen att de produktriktmärken som bestämmer en anläggnings tilldelning av antal fria utsläppsrätter ska uppdateras, när det gäller både definition och systemgränser, i syfte att göra dem mer teknikneutrala. Riktmärkena baseras på ett genomsnitt av de tio mest effektiva anläggningarna i EU i termer av utsläpp per ton producerad produkt. Tidigare har vissa riktmärken begränsats till en eller flera utsläppstunga tekniker, t.ex. masugnen för ståltillverkning. Följdeffekten har varit snedvridna incitament som motverkar en övergång till fossilsnål teknik, eftersom det skulle innebära att en anläggning går miste om fria utsläppsrätter (och eventuella intäkter från försäljning av dessa). EU-kommissionen har fått mandat att utföra översynen i en genomförandeakt som ännu inte är färdig. Troligtvis kommer åtminstone riktmärket för råjärn och vätgas att revideras.

Den omtvistade fria tilldelningen av utsläppsrätter för branscher med stor risk för koldioxidläckage fasas ut mellan 2026 och 2034 i takt med att en gränsjusteringsmekanism (CBAM) fasas in.²⁷⁴ Det gäller för sektorerna järn och stål, aluminium, cement, konstgödsel, el och vätgas.²⁷⁵ CBAM innebär att varor producerade inom dessa sektorer och som importeras till EU beskattas med samma koldioxidpris som inom EU ETS. Syftet är att minska risken för koldioxidläckage för europeiska företag och att skapa incitament för att minska utsläppen på likvärdiga grunder mellan tillverkare inom och utanför EU. Under övergångsperioden kommer gratis utsläppsrätter motsvarande en s.k. CBAM-faktor att delas ut för de sektorer som omfattas. Importörer av CBAM-varor blir skyldiga att rapportera inbäddade utsläpp i varorna redan från och med 1 oktober 2023 men utan någon skyldighet att köpa certifikat.

Anläggningar som vill behålla hela andelen av deras berättigade fria tilldelning måste framöver genomföra alla energieffektiviseringsåtgärder som identifierats i företagets energikartläggning och som har en återbetalningstid på mindre än tre år. Om företaget inte genomför åtgärderna blir de av med 20 procent av sina tilldelade utsläppsrätter. Förslag på införande av motsvarande krav i direktivet om energieffektivitet (EED), vilket reglerar energikartläggningar, ströks i förhandlingarna med motivet att det föreligger hög risk för att det leder till att inga åtgärder identifieras och att energikartläggningarna därför blir meningslösa. Det har visat sig finnas stora

²⁷³ Naturvårdsverket, 2023 b. *Förslag på förordningsförändringar för att genomföra ändringar i utsläppshandelssystemet EU ETS*, NV-00646-23. <https://www.naturvardsverket.se/498a0c/contentassets/e014d39850cf4dda9725e44fbc0a7818/forslag-pa-lagandringar-for-att-genomfora-andringar-i-utslappshand-lssystemet-eu-ets.pdf>

²⁷⁴ Förordningen om inrättande av en gränsjusteringsmekanism (EU) 2023/956, EUR-Lex - L:2023:130:TOC - EN - EUR-Lex (europa.eu)

²⁷⁵ Även vissa föregångare till dessa produkter eller produkter längre ned i värdekedjan kommer att omfattas

utmaningar med de nya reglerna, då kraven inte nödvändigtvis är samstämmiga med reglerna för energikartläggning inom det reviderade direktivet för energieffektivitet (läs mer nedan). Aktörerna själva menar att det krävs en mer ingående analys av underlaget från en energikartläggning för att kunna göra en sådan kostnadsberäkning, vilken är nödvändig för att ta ett investeringsbeslut. Det finns även utmaningar med att komma överens om vilken metod som ska tillämpas för att ta fram kostnadsberäkningarna. Eftersom de är företags- och kontextspecifika är det svårt att tillämpa samma metod generellt. Ansökan om fri tilldelning för 2026 till 2030 ska ske 2024, och det föreligger därmed stora osäkerheter ifall företagen hinner göra en energikartläggning samt genomföra kartlagda åtgärder innan dess. Även de minst energieffektiva anläggningarna inom varje sektor (produktiktmärken) kommer att behöva ta fram en omställningsplan mot klimatneutralitet för att inte förlora 20 procent av sina tilldelade utsläppsrätter.²⁷⁶ Det pågår dock fortfarande diskussioner om vad som avses med åtgärder med återbetalningstid på mindre än tre år.

I EU-kommissionens konsekvensanalys²⁷⁷ av förslag till revidering av EU ETS-direktivet konstaterades ett stort gap mellan dåvarande EU ETS-pris (2021) och uppskattade marginalkostnader för en utsläppsminskning med de fossilsnåla teknikerna under utveckling, såsom vätgasbaserad ståltillverkning och CCS. Ambitionshöjningen inom EU ETS förväntas inte heller vara tillräcklig för att reducera prisrisken över tid och att skapa tillräckliga incitament för investering i sådana tekniker. Som en följd därav föreslogs en utökning av EU:s innovationsfonds befintliga investeringsstöd till att också omfatta stöd till kommersialisering av fossilsnåla tekniker. Förslaget gick igenom förhandlingarna, och den första pilotauktionen avseende elektrolysbaserad vätgasproduktion är planerad till slutet på 2023.

4.2.2 Höjda mål för andelen förnybar energi

Medan EU ETS är ett styrmedel för att säkerställa att utsläppsmålen nås i tid, främjar förnybartdirektivet (RED) användandet av förnybara bränslen för att uppnå målen och reglerar under vilka förutsättningar enskilda bränsleslag får tillgodoräknas. Det reviderade förnybartdirektivet RED III²⁷⁸ innebär en övergripande höjning av målet för andelen förnybar energi av den slutliga energianvändningen inom EU från 32 till 42,5 procent år 2030. Om medlemsstaternas samlade bidrag till måluppfyllelsen²⁷⁹ inte når upp till den övergripande nivån kan EU-kommissionen tilldela varje medlemsstat en kvot som den ska bidra med.²⁸⁰ Baserat på preliminära beräkningar skulle den nya kvoten för Sveriges del uppgå till runt 75 procent, vilket är högst andel i EU och innebär en ökning med drygt 10 procentenheter jämfört med den tidigare målsättningen. För att nå upp till den nya kvoten kommer det att krävas fler åtgärder och nya styrmedel för att dessa ska komma till stånd. Om regeringens föreslagna sänkning av reduktionsplikten genomförs visar Energimyndighetens

²⁷⁶ Det finns dock ett tak på 20 procent för maximal indragning av utsläppsrätter per anläggning.

²⁷⁷ EU-kommissionen, SWD (2021) 601 final. Part 4, s. 62ff.

²⁷⁸ Förslag på revidering av förnybartdirektivet COM/2021/557 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0557>

²⁷⁹ Baserat på vad medlemsstaterna uppger i sina nationella energi- och klimatplaner (NEKP).

²⁸⁰ Fördelningen mellan medlemsstater baseras på BNP och regleras i Styrningsförordningen (EU) 2018/1999. Denna har inte varit föremål för revidering inom Fit for 55-paketet, men förväntas bli föremål för revidering under 2024.

preliminära beräkningar att det inte kommer att vara möjligt att uppnå varken den nationella kvoten eller transportmålet (läs mer om transportmålet nedan) till 2030 om inte andra åtgärder sätts in för att öka andelen förnybart i bensin och diesel.²⁸¹

Europaparlamentet ville se en ännu striktare målsättning, vilket i förhandlingarna resulterade i en frivillig möjlighet att öka målet (en ”top up”) med 2,5 procent. I praktiken är det svårt att se att denna skulle ha någon effekt om det inte tillkommer antingen piska eller morot för att uppfylla den.

Nya industrispecifika målsättningar för förnybar energi och vätgas

Det införs även nya sektorsspecifika målsättningar på medlemsstatsnivå. För industrin införs ett indikativt mål om en årlig ökning av andel förnybar energi med 1,6 procent samt ett bindande mål om att minst 42 procent av all vätgas som används inom industrin ska uppfylla kraven för att få klassas som ett bränsle av icke-biologiskt ursprung, ett s.k. RFNBO²⁸² (läs mer om RFNBO under vätgas). Det införs även ett mål till 2035 om att 60 procent av vätgasen ska klassas som en RFNBO trots att övriga målsättningar endast sträcker sig till 2030. I det reviderade direktivet omfattas för första gången även bränslen för användning för ”icke-energiändamål”, vilka utgörs av bränslen som används som råmaterial i en industriell process. Exakt vilka ändamål som inkluderas i den definitionen är inte klarlagt mer än att vätgas som används som insatsråvara i stålindustrin och kemiindustrin räknas med. Det är inte heller tydligt huruvida bränslen för användning i detta syfte räknas med i andra måluppfyllelser än industrimålen, såsom det övergripande EU-målet.

Oklart i vilken utsträckning skärpta transportmål förväntas påverka raffinaderiindustrins omställning

Det sektorsspecifika transportmålet om andel förnybar energi ökas från 14 till 29 procent, och det införs en alternativ målformulering om en 14,5 procent minskning av växthusgasintensiteten av energin som används i sektorn till 2030. Troligtvis kommer Sverige kunna uppnå den senare målformuleringen till följd av elektrifieringen av transportsektorn, då el innebär en bra utsläppsminskning enligt reglerna jämfört med andra bränslen. Det införs även ett bindande mål om att 5,5 procent av energianvändningen ska utgöras av avancerade biobränslen och RFNBO:s, varav minst en procent ska utgöras av RFNBO:s. För att uppnå målet om 5,5 procent avancerade biobränslen eller RFNBO:s i transportsektorn kan det komma att krävas nya och/eller uppstramade styrmedel om regeringens föreslagna sänkning av reduktionsplikten genomförs. För att uppfylla målet om en procent RFNBO har Energimyndigheten bedömt att det kommer att behövas fler styrmedel.²⁸³ Svenska raffinaderier har sedan tidigare planerat att öka sin produktion av flytande biodrivmedel för att möta efterfrågan från reduktionsplikten, vilket innefattar både ombyggnad av befintliga anläggningar och nya anläggningar.²⁸⁴ Det är i nuläget

²⁸¹ Energimyndigheten, 2023 d, *Yttrande angående Sänkning av reduktionsplikten för bensin och diesel*. KN2023/03617. <https://www.regeringen.se/remisser/2023/07/remiss-av-promemorian-sankning-av-reduktionsplikten-for-bensin-och-diesel/>

²⁸² Förkortning för ”Renewable fuel of non-biological origin”.

²⁸³ Energimyndigheten, 2023 d.

²⁸⁴ Energimyndigheten, 2021 e. Styrmedel för nya biodrivmedel – Behov och utformning av styrmedel för att främja biodrivmedel med nya tekniker, ER 2021:22. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=201409>

svårbedömt i vilken utsträckning den aviserade sänkningen av reduktionsplikten påverkar raffinaderiindustrins omställning. Företagens investeringsbeslut har baserats på att det finns en stabil marknad för avsättning av biodrivmedel. När företags investeringshorisont är mer långsiktig än de ekonomiska styrmedlen ökar den affärsmässiga risken, vilket kan medföra minskade investeringar i både forskning och anläggningar eller att investeringar förläggs i andra länder där efterfrågan på förnybara drivmedel är mer stabil. För andra anläggningar kan investeringarna ändå vara motiverade av en ökad efterfrågan på biodrivmedel i andra länder. Den sammantagna effekten på efterfrågan på både biodrivmedel och elektrobränslen i Sverige till följd av de uppstramade målen på EU-nivå är svårbedömd och beror bland annat på om regeringen inför nya styrmedel och effekten av dessa jämfört med reduktionsplikten. Exempelvis föreslogs i bioekonomiutredningens första delbetänkande²⁸⁵ som lämnades till regeringen i mars 2023 ett styrmedel i form av intäktsgarantier²⁸⁶ för tillkommande produktion av förnybara flytande drivmedel och mellanprodukter från svenska råvaror. I delbetänkandet föreslås även att elektrobränslen omfattas.

4.2.3 Förhöjda målsättningar och striktare krav på åtgärder för energieffektivitet

Revideringen av direktivet för energieffektivitet²⁸⁷ innebär ett nytt skärpt energieffektivitetsmål på EU-nivå om 11,7 procent för både primär och slutlig användning till 2030 jämfört med ett referensscenario från 2020. Målet för slutlig användning är bindande på EU-nivå och motsvarar ett tak på 763 miljoner ton oljeekvivalenter till 2030. Målet för primärenergi är endast vägledande. Varje medlemsstat ska ange ett vägledande nationellt energieffektiviseringsbidrag för att tillsammans uppnå det bindande målet för slutlig energianvändning. EU-kommissionen kan med hjälp av ett nytt verktyg i form av en gapfyllnadsmekanism fördela eventuella gap (mellan den sammanlagda ambitionsnivån och taket) mellan de medlemsstater som inte har tillräckligt höga ambitioner. I direktivet nämns dock att medlemsstaterna får ta hänsyn till nationella förutsättningar för omställningen av energisystemet, vilka påverkar det nationella bidraget negativt, såsom en elektrifiering av industrin.

Även det nationella energisparbetinget höjs till ett genomsnitt på 1,49 procent av den årliga energianvändningen från 2024 till 2030, vilket kan jämföras med tidigare mål om 0,8 procent till 2030. Det innebär en stegvis ökning från 1,3 procent 2024 till 1,9 procent 2028 och framåt. För att uppfylla sparkravet får Sverige räkna besparingar fram till 2030 från krisåtgärder, EU ETS, renoveringar som följer av direktivet för byggnaders energiprestanda (EPBD) och åtgärder gällande tekniker för direkt förbränning av fossila bränslen som förbättrar energieffektiviteten i energi-intensiva företag inom industrisektorn.

²⁸⁵ SOU 2023:15, *Förnybart i tanken*, Bioekonomiutredningen.

²⁸⁶ Intäktsgarantierna föreslås utformas som konkurrenssatta anbudsförfaranden (prisdifferent-kontrakt) där vinnande aktör får en premie som motsvarar mellanskillnaden mellan anbudspriset och priset på en referensprodukt över en tioårsperiod.

²⁸⁷ Direktivet om energieffektivitet (EU) 2023/1791. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2023:231:TOC>

Fler företag kommer att behöva göra energikartläggningar

I revideringen omdefinieras kriterierna för vilka företag som behöver ha energiledningssystem och göra energikartläggningar från storlek till energianvändning.²⁸⁸ Det innebär att företag med en årlig energianvändning på över 85 TJ (23,6 GWh) behöver ha ett certifierat energiledningssystem samt att företag med en årlig genomsnittlig energianvändning över 10 TJ (cirka 2,8 GWh)²⁸⁹ behöver genomföra energikartläggningar som ska uppdateras vart fjärde år. Till följd av att gränsen omdefinieras och kraven höjs kommer fler företag (inklusive små och medelstora företag, SMF) att behöva göra energikartläggningar. I reglerna finns dock oklarheter kring huruvida gränsvärdena gäller för ett företags samtliga anläggningar eller per anläggning. Jämfört med de 110-120 företag som har energiledningssystem på plats idag rör det sig om mellan 2-5 gånger så många företag som kommer att omfattas av kraven beroende på hur tolkningen av definitionen faller ut.

Nationellt regleras krav på energikartläggningar i lagen om energikartläggning i stora företag²⁹⁰ som följaktligen inte kommer att vara relevant i nuvarande skrivning. Det bör noteras att kravet på att genomföra kartläggningar inte innebär att identifierade åtgärder ska genomföras, vilket var EU-kommissionens ursprungliga förslag.²⁹¹ I det reviderade EU ETS-direktivet villkoras dock 20 procent av varje anläggnings fria tilldelning av utsläppsrätter av att energieffektiviseringsåtgärder genomförs i enlighet med EED (läs mer i avsnitt 4.3.1 om EU ETS). I dagsläget räknas inte besparingar som dessa företag gör in i måluppfyllelsen till det nationella sparbetinget, eftersom det inte finns någon skyldighet att rapportera in dem.²⁹² En tänkbar effekt av en villkorad andel utsläppsrätter är att fler åtgärder räknas med i måluppfyllelsen. Det kan också innebära att fler energieffektiviseringsåtgärder dokumenteras, vilket leder till bättre data och bättre potentialbedömningar.

Förändringar i krav kopplade till fjärrkyla och fjärrvärme innebär även att fler industriföretag kan komma att behöva göra bedömningar av potential och åtgärder för ett bättre nyttjande av spillvärme.

4.2.4 Förslag på nya lagstiftningar för att säkra försörjningstryggheten av tekniker och råmaterial

I april 2023 presenterade EU-kommissionen en industriplan för den gröna given,²⁹³ vilken tagits fram som ett svar på de senaste årens geopolitiska händelser (läs mer i avsnitt 4.1). Planen består av fyra ben, där det första utgörs av en förenklad lagstift-

²⁸⁸ Tidigare fanns endast krav på energikartläggning i stora företag och att medlemsstaterna skulle uppmuntra små och medelstora företag (SMF) att genomföra energikartläggningar.

²⁸⁹ Båda gränsvärdena som årligt genomsnitt av energianvändningen de tre föregående år.

²⁹⁰ SFS 2014:266

²⁹¹ De företag som omfattas av kravet på energiledningssystem behöver ta fram en handlingsplan som kartlägger kostnadseffektiva åtgärder.

²⁹² För att en åtgärd ska räknas med i måluppfyllelsen av det nationella sparbetinget behöver det vara ett resultat av policyåtgärder.

²⁹³ EU-kommissionen, *EU:s gröna industriplan för nettonollåldern*, COM (2023) 62 final, https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4_en

ning på området i form av de två nya rättsliga ramverken NZIA²⁹⁴ och CRMA.²⁹⁵ Utformningen av de slutliga lagtexterna är föremål för förhandling mellan de tre lagstiftande organen. Syftet med NZIA är att skapa bättre förutsättningar för EU att skala upp inhemsk produktion av de nyckeltekniker som krävs för att nå klimatmålen, att säkerställa ett motståndskraftigt elsystem och att skapa sysselsättning. CRMA syftar i sin tur till att säkerställa en säker och hållbar försörjning av råmaterial inom EU genom att stärka samtliga steg i värdekedjan för kritiska råmaterial från prospektering och utvinning till återvinning och diversifiering av import. Nedan i Tabell 6 presenteras centrala målsättningar och krav i EU-kommissionens förslag till nya förordningar. Dessa kan komma att ändras i förhandlingarna.

Tabell 6. Centrala delar i förslag på förordningen om nettonollindustrin (NZIA) och kritiska råmaterialakten (CRMA).

	Målsättningar 2030	Andra centrala krav
NZIA	EU ska ha en tillverkningskapacitet som tillgodoser 40 procent av unionens årliga behov av utbyggnad av nettonollutsläppstekniker	(Ännu) snabbare tillståndprocesser för (strategiska) nettonollutsläppstekniker
		Främjande av marknadsintroduktion av utpekade tekniker
		Kompetensuppbyggnad
		Innovationsfrämjande åtgärder (krav på regulatoriska sandlådor)
CRMA	Tillräckligt stor utvinningskapacitet inom EU för att säkerställa 10 procent av EU:s årliga konsumtion av strategiska råmaterial	Bortre tidsfrister för tillståndprocesser för strategiska råmaterial
		Krav på nationella prospekteringsprogram
	Tillräcklig bearbetningskapacitet (inkl. mellansteg) för att säkerställa minst 40 procent av EU:s årliga konsumtion av strategiska råmaterial	Upprättande av system för gemensamma inköp av utvalda råmaterial
		Upprättande av nationella program för att öka cirkulariteten
	Tillräcklig återvinningskapacitet (inkl. mellansteg) för att säkerställa minst 15 procent av EU:s årliga konsumtion av strategiska råmaterial	Krav på beräkning och verifiering av det ekologiska fotavtrycket från råmaterial

I respektive förslag på lagstiftning definieras vad som avses med nettonollutsläppstekniker och kritiska råmaterial. Medan definitionen av kritiska råmaterial baseras på en metodologi som viktat relevans av råmaterialet för den gröna och digitala omställningen och för försvars- och rymdtillämpningar, består definitionen av nettonollutsläppstekniker av ett specificerat urval av enskilda tekniker eller grupper av tekniker utan att det är tydligt hur detta urval har gjorts. Om en generös tolkning tillämpas skulle samtliga teknikspår som beskrivs i kapitel 2, men inte nödvändigtvis samtliga specifika tekniker, klassas som nettonollutsläppstekniker. I respektive lagförslag finns även en kortlista med ”strategiska nettonolltekniker” och ”strategiska råmaterial” som anses vara extra viktiga för att garantera EU:s försörjningstrygghet.

²⁹⁴ EU-kommissionens förslag till förordning om nettonollindustrin, COM (2023) 161 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0161>

²⁹⁵ EU-kommissionens förslag till förordning om kritiska råmaterial, COM (2023) 160 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0160>

Dessa ges flest förmåner i regelverken, t.ex. ännu kortare tidsfrist för tillståndprocesser än de netto-nolltekniker som inte klassas som strategiska. Troligtvis kommer de även att ges fler förmåner framöver, såsom mer förmånliga möjligheter att beviljas statsstöd (läs mer om statsstödslättnader nedan). På listan med strategiska netto-nolltekniker finns åtta tekniker eller teknikspår, bl.a. elektrolysörer för förnybar vätgasproduktion, CCS-tekniker, tekniker för att producera hållbar biogas/biometan samt batteri- och/eller lagringstekniker.

Det har uttryckts en hel del kritik mot NZIA och ifrågasatts om den kan uppnå önskvärda effekter och i så fall till vilket pris, speciellt eftersom det inte har gjorts en konsekvensanalys av förslaget. Framför allt lyfts kritik mot den tekniks specifika definitionen som riskerar att leda till minskade incitament för teknikutveckling och innovation samt att importsubventioner gör omställningen onödigt dyr och har en negativ påverkan på europeisk industris konkurrenskraft.²⁹⁶

4.2.5 Förändrade statsstödsregler gör det lättare för EU:s medlemsstater att stödja inhemsk industri

I början på 2022 uppdaterades riktlinjerna för statsstöd till miljö-, klimat- och energi-åtgärder (CEEAG)²⁹⁷ i syfte att bidra till att uppnå målen i den gröna given. CEEAG breddar bl.a. kategorin av industriella tekniker som kan beviljas stöd och möjliggör finansiering av hela finansieringsgapet mellan fossilfri och fossil produktion om stödet beviljats genom ett konkurrensutsatt anbudsförfarande. Riktlinjerna ämnar även öka flexibiliteten och underlätta ansökningsprocessen för medlemsstaterna. Till följd av Rysslands krig i Ukraina och situationen på energimarknaden antogs ett krisramverk i mars 2022 som gjorde det möjligt för medlemsstater att temporärt ge mer förmånliga statsstöd för utbyggnad av förnybar energi och värme, lagring samt för utfasning av utsläpp i industrisektorn.²⁹⁸ Den gröna industriplanens andra ben syftar till att snabba upp finansiering för produktion av grön teknik inom EU. I mars 2023 antogs en revidering av statsstödsreglerna i form av ändringar i den allmänna gruppundantagsförordningen (GBER)²⁹⁹ och ett nytt temporärt kris- och omställningsramverk (TCTF).³⁰⁰ Omställningsdelen av TCTF gäller t.o.m. slutet på 2025 och underlättar stöd till utpekade nyckelsektorer i linje med den gröna industriplanen. Bland annat inkluderar detta en förlängning av möjligheten för medlemsstater att införa mer långtgående stöd för att fasa ut koldioxidutsläpp i industriella produktionsprocesser³⁰¹ och nya möjligheter att stödja tillverkning av vissa gröna tekniker, såsom tillverkning av batterier, solceller och elektrolysörer, samt produktion

²⁹⁶ Se exempelvis Energimyndighetens (KN2023/02708), Tillväxtverkets (KN2023/02708) och eller Kommerskollegiums (KN2023/02645) remissvar på regeringens webbplats <https://www.regeringen.se/remisser/2023/03/remiss-av-forslag-till-forordning-om-netto-nollindustrin--net-zero-industry-act/>

²⁹⁷ Riktlinjer för statligt stöd till klimat, miljöskydd och energi (EUT 2022/C 80/01). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2022.080.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AC%3A2022%3A080%3ATOC.

²⁹⁸ COM(2022) 108 final

²⁹⁹ EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/1523), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1523

³⁰⁰ EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/1563), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1563

³⁰¹ Ursprungligen gällde det till utgången av 2023.

och återvinnig av relaterade kritiska råmaterial. Teknikerna som pekas ut överensstämmer med de som finns på den föreslagna listan med ”strategiska netto-nolltekniker” i NZIA.

Stora stöd till europeisk stålindustri när statsstödsreglerna lättats upp
Sverige har legat i topp när det gäller teknikutveckling av vätgasbaserad ståltillverkning med de stora satsningarna HYBRIT och H2GS (läs mer om svenska satsningar på vätgasbaserad ståltillverkning i avsnitt 3.1.2). Sedan slutet på 2022 har flera europeiska företag beviljats stora statsstöd för investeringar i vätgasbaserad stålframställning. Dessa inkluderar:

- Salzgitter (Tyskland) beviljas statsstöd på 1 miljard euro för investering i en produktionsanläggning för vätgasbaserad ståltillverkning som ska ersätta den befintliga masugnen,³⁰²
- ArcelorMittal (Tyskland) beviljas statsstöd på 55 miljoner euro för en demonstrationsanläggning för direktreduktion av stål med vätgas,³⁰³
- ArcelorMittal (Frankrike) beviljas statsstöd på 850 miljoner euro för investering i en anläggning för direktreduktion av stål med förnybar eller lågfossil vätgas och biogas (inledningsvis naturgas) som ska ersätta existerande masugnar,³⁰⁴
- ThyssenKrupp Steel Europe (Tyskland) beviljas ett investeringsstöd på 550 miljoner euro och ett produktionsstöd på upp till 1,45 miljarder euro över tio år för vätgasbaserad ståltillverkning som ska ersätta befintlig masugn. Produktionsstödet utgör mellanskillnaden mellan kostnaden för produktion av lågfossil och förnybar vätgas (initialt används naturgas).³⁰⁵

Även i länder utanför EU betalas stora statsstöd ut för liknande satsningar. Exempelvis innebär USA:s IRA stora skattelättnader för vätgasproduktion som indirekt sänker kostnaderna för en investering i vätgasbaserad ståltillverkning.³⁰⁶ Satsningarna indikerar att produktion och spridning av ny hållbar teknik börjar ske globalt. Detta innebär en ökad konkurrens som kan främja tillämpning och utveckling av fossilfria lösningar genom att sänka kostnaderna för aktörerna. Det riskerar samtidigt att påverka förutsättningarna för svensk industris konkurrenskraft om mer generösa stödåtgärder i tredje land medför att konkurrenter får fördelar genom till exempel pris.

Ur ett geopolitiskt perspektiv riskerar de stora statsstöden att leda till ett ”statsstöds-krig” mellan EU, Kina och USA. Som exempel meddelade EU-kommissionens president Ursula van der Leyen i sitt tal till unionen³⁰⁷ i september 2023 att en

³⁰² EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/22/5968), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_5968

³⁰³ EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/847), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_847

³⁰⁴ EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/3925), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3925

³⁰⁵ EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/3928), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_3928.

³⁰⁶ Se även t.ex. <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/Climate-Change/Japan-doubles-subsidy-for-carbon-cutting-steel-making-tech>

³⁰⁷ EU-kommissionen, tal (SPEECH/23/4426), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/speech_23_4426

utredning initierats om antisubventioner gällande elfordon från Kina. Syftet är att utreda om de subventioner som Kina betalar ut för produktion av elfordon snedvrider EU:s marknad. Om utredningen påvisar att europeiska aktörer har tagit skada av subventionerna kan det leda till att EU inför utjämningstullar för kinesiska elfordon.³⁰⁸

4.2.6 Industrieföretag föreslås omfattas av strängare utsläppskrav

Industriutsläppsdirektivets (IED) syfte är att minska och om möjligt eliminera föroreningar från industriella verksamheter. Direktivet revideras inom ramarna för den gröna given, men har inte ännu slutförhandlats. Det förslag på förändring som bedöms ge störst konsekvens för företagen om det går igenom är att det nedre värdet i de utsläppsintervall som specificeras för att uppfylla krav på ”bästa tillgängliga teknik” (BAT) blir bindande. Vid tillståndsprövningen ska tillståndsmyndigheten ta hänsyn till dessa värden som idag oftast utgörs av ett spann. Genom att lägsta nivån blir bindande är det endast i undantagsfall som de högre nivåerna blir aktuella.³⁰⁹ I dagsläget är det inte klart hur många anläggningar som kommer att påverkas om de strängare kraven införs. När det gäller energianvändning föreslås ett ökat fokus på resurseffektivitet genom att göra de miljöprestandanivåer som finns angivna idag (bland annat för energieffektivitet) bindande. Det finns även förslag på att utöka kraven på miljöledningssystem till att de bl.a. ska inkludera omställningsplaner.

Åtgärder som kan komma att påverka tillgång på biomassa och el påverkar omställningen

Biomassa och el räknas som egna huvudspår i denna rapport (se kapitel 2), men utgör även förutsättningar för de övriga huvudspåren. Det innebär att förändringar som påverkar tillgången och användningen av dessa också indirekt påverkar övriga huvudspår och omställningen generellt. För att undvika upprepningar behandlas förändringar som påverkar biomassa och/eller elektrifieringen under respektive huvudspår nedan.

4.3 Förändrade förutsättningar att tillämpa huvudspåren för omställning till följd av den nya EU-styrningen

Förutom det övergripande omställningstrycket påverkar flera av pågående förändringar mer direkt förutsättningarna för att tillämpa ett eller flera av de huvudspår för omställning som svensk industri satsar på (se kapitel 2). Nedan presenteras därför i separata delavsnitt för varje huvudspår de centrala förändringarna av befintliga EU-regelverk eller nya sådana som Energimyndigheten bedömer ha potential att påverka förutsättningarna för industrin att tillämpa respektive huvudspår.

³⁰⁸ EU-kommissionens webbplats, *Anti-subsidy investigations*, https://policy.trade.ec.europa.eu/enforcement-and-protection/trade-defence/anti-subsidy-measures/anti-subsidy-investigations_en

³⁰⁹ Det föreslås att det ska krävas en motivering till varför anläggningen ska undantas.

4.3.1 Biomassa

Flera av de EU-rättsakter som presenterats i FF55- paketet syftar till att premiera elektrifiering och förnybara bränslen av icke-biologiskt ursprung snarare än bränslen och drivmedel baserade på biomassa. Det finns även rättsakter inom andra områden än energi, exempelvis skogsstrategin, som syftar till att skydda skogar och därmed bevara miljövärden som biologisk mångfald och att bidra till bibehållen eller ökad inbindning av koldioxid. Förordningen om markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF-förordningen) syftar också till att öka nettoupptaget av kol i olika typer av mark.

Viss förändring av vilken biomassa som får räknas som förnybar

I det reviderade förnybartdirektivet (RED III) sker en del ändringar av reglerna kring vilken biomassa som ska få räknas som hållbar. Dessutom utökas antalet anläggningar som ska omfattas av hållbarhetskriterierna, dels genom att storleksgränsen för el-, värme- och kylanläggningar som använder fast biobränsle sänks från 20 MW till 7,5 MW, dels genom ändringar i kriteriet för krav på växthusgasminskningar, vilket nu också gäller retroaktivt, dvs. även inkluderar äldre anläggningar. Äldre anläggningar får dessutom striktare krav på utsläppsminskning än nya anläggningar.

De skogliga hållbarhetskriterierna ändras, men inte fullt så mycket som EU-kommissionen och framför allt Europaparlamentet hade velat. Ministerrådet lyckades hålla kvar det s.k. riskbaserade tillvägagångssättet så länge nationell lagstiftning som uppfyller ett antal nya skogliga kriterier finns på plats. De skogliga hållbarhetskriterierna justeras och utökas, bl.a. genom att det definieras ett antal typer av marker på vilka det under vissa förutsättningar inte är tillåtet med uttag av biomassa.

I RED III införs även en reglering av kaskadprincipen. Medlemsstaterna ska säkerställa användningen av kaskadprincipen med fokus på ekonomiska stöd och andra främjande styrmedel och med hänsyn till nationella omständigheter. Stödsystem ska utformas för att undvika främjande av ohållbara värdekedjor liksom snedvridning av konkurrensen med materialsektorer, dvs sektorer som använder biomassa till annat än bränsle. Medlemsstaterna får avvika från kaskadprincipen för att säkerställa en trygg energiförsörjning och under vissa förutsättningar även när den lokala industrin kvantitativt eller tekniskt inte kan använda skogsbiomassa på ett sätt som innebär ett högre ekonomiskt och miljömässigt mervärde än som energi. Inget direkt finansiellt stöd får heller ges till användning av rundvirke av industrikvalitet, stubbar och rötter för energiändamål.

Främjande av förnybara gaser i förslag på nytt gasmarknadspaket

I förslag på ett omarbetat gasmarknadspaket breddas befintliga rättsakter som i dagsläget endast omfattar naturgas till att även omfatta förnybara gaser såsom biogas (se avsnitt 4.3.2). Syftet är att främja upptag och spridning av dessa i energisystemet. Den slutliga utformningen av lagtexten är dock fortfarande föremål för förhandling mellan EU:s tre lagstiftande organ.

Nya och förändrade regleringar som påverkar tillgången på biomassa

Hårdare krav på inlagring i naturliga kolsänkor

Enligt de gamla reglerna i förordningen om markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF) fick varje enskild medlemsstats nettoupptag i kolsänkor inte minska. Det motsvarade ett nettoupptag på EU-nivå år 2030 på 225 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Revideringen av LULUCF³¹⁰ innebär en ambitionsökning på EU-nivå med totalt 85 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Det innebär att EU:s gemensamma nettosänka inom LULUCF år 2030 ska vara 310 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Ökningen av sänkan har fördelats på medlemsstaterna, och bindande mål för ökade nettoupptag av växthusgaser i LULUCF-sektorn har fastställts för varje medlemsstat. För Sveriges del innebär det att det årliga nettoupptaget ska vara 4 miljoner ton högre år 2030 jämfört med dagens nettoupptag. Det råder osäkerhet om exakt vad detta kommer att innebära och hur det kan genomföras. Därför har regeringen gett tilläggsdirektiv³¹¹ till Miljömålsberedningen om att ta fram en strategi för hur Sverige ska leva upp till EU:s åtaganden inom biologisk mångfald respektive nettoupptag av växthusgaser från markanvändningssektorn (LULUCF). Tilläggsuppdraget ska redovisas senast december 2024.

Förslag på ny lagstiftning med krav på restaurering av ekosystem

Som ett led i EU:s biodiversitetsstrategi lade EU-kommissionen fram förslag på en naturrestaureringslag³¹² i juni 2022 som syftar till att bevara och restaurera EU:s ekosystem. Lagförslaget, som ännu inte har slutförhandlats, innehåller bindande restaureringsmål för specifika levnadsmiljöer och arter som ska täcka minst 20 procent av EU:s mark-, och havs- och vattenytor till 2030 och alla sådana ytor i behov av restauration till 2050. Medlemsstaterna måste ta fram nationella restaureringsplaner med konkreta åtgärder om hur de ska bidra till att uppnå målen. För skogssektorn innebär förslaget krav på åtgärder för att öka bl.a. biodiversitet, sammankopplingen av skogsmarker, storleken på kolinlagring och andel skogar med ojämn åldersstruktur. Regeringen³¹³ har bedömt att det kommer att krävas ny eller skärpt nationell lagstiftning för att uppnå kraven i förslaget. EU-kommissionen tog 2021 även fram en skogsstrategi,³¹⁴ vilken avser att skapa förutsättningar för friska och motståndskraftiga skogar som bidrar till den biologiska mångfalden, klimatmålen, försörjningstryggheten och bioekonomin. Till följd av denna har kommissionen publicerat ett antal vägledningar kring ändamålsenlig skogsvård och kompensationssystem för bevaring av ekosystemtjänster.

³¹⁰ LULUCF-förordningen (EU) 2018/841. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R0841-20230511>

³¹¹ *Tilläggsdirektiv till miljömålsberedningen (M2010:04)*, Dir. 2022:126. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2022/08/dir.-2022126> (Hämtad 2023-09-28)

³¹² EU-kommissionens förslag till förordning om naturrestaurering, COM(2022) 304 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0304>

³¹³ Regeringskansliets faktapromemoria, *Förordning om restaurering av natur*, 2021/22:FPM114. <https://www.regeringen.se/contentassets/e2fd18836a084e35b0b42e8b353cae6e/forordning-om-restaurering-av-natur-202122-fpm114.pdf> (2022-08-16)

³¹⁴ EU-kommissionen, *New EU forest strategy for 2030*, https://environment.ec.europa.eu/strategy/forest-strategy_en (Hämtad 2023-08-28)

Nya förordningar främjar användning av biobränslen inom flyg- och fartygssektorn

Det införs även två nya förordningar som syftar till att fasa ut fossila bränslen ur flyg- och fartygssektorn genom att främja användandet av hållbara bränslen såsom biobränslen. Förordningen om förnybara bränslen för sjöfarten (*FuelEU Maritime*)³¹⁵ och förordningen om säkerställande av lika villkor för hållbar luftfart (*ReFuelEU Aviation*)³¹⁶ beskrivs nedan i avsnitt 4.3.5. Dessa kan förväntas bidra till en ökad efterfrågan på vätgasbaserade bränslen.

4.3.2 Vätgas

I de reviderade och nya rättsakterna inom FF55 och den gröna given är det tydligt att vätgasen har en viktig roll i omställningen på EU-nivå. Förutom regelförändringar för att främja infrastruktur och en gemensam vätgasmarknad sker insatser för att främja både produktion och användning av förnybar vätgas samt för att tydliggöra under vilka förutsättningar som vätgas får klassas som förnybar.

Stora satsningar på att utveckla en europeisk vätgasmarknad

Inom FF55 omarbetas också det så kallade gasmarknadspaketet.^{317,318} I kommissionens förslag till revidering utökas befintlig lagstiftning som är begränsad till fossil naturgas till att täcka in förnybara och koldioxidsnåla gaser, inklusive vätgas. Syftet är att skapa ett rättsligt ramverk för att upprätta en EU-marknad för förnybara och koldioxidsnåla gaser som underlättar inträde och spridning av dem i energisystemet. Omarbetningen syftar även till att möjliggöra en övergång från fossil naturgas till förnybara och koldioxidsnåla gaser och att se till att de bidrar till EU:s klimatomställning. Fokusområden i EU-kommissionens omarbetningsförslag är:

- **Infrastruktur och marknader för vätgas** i syfte att främja utvecklingen av en kostnadseffektiv och gränsöverskridande vätgasinfrastruktur samt en konkurrensutsatt vätgasmarknad.
- **Förnybara och koldioxidsnåla gaser i befintlig gasinfrastruktur och på gasmarknader samt energitrygghet** i syfte att höja gasernas kommersiella värde, undvika fragmentering på den inre marknaden och främja import av förnybara och koldioxidsnåla gaser.
- **Nätplanering** i syfte att möjliggöra ett gränsöverskridande informationsutbyte om användning av överföringssystem.
- **Kunddelaktighet och kundskydd på marknaden för förnybar gas** i syfte att främja förnybara och koldioxidsnåla val på kundmarknaden för gas.
- **Försörjningstrygghet och lagring** i syfte att bidra till en snabb respons på nuvarande och potentiella nya gaskriser på EU-nivå.

³¹⁵ Förordningen om förnybara bränslen för sjöfarten (EU) 2023/1805. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1805>

³¹⁶ Förslag på förordning om hållbara flygbränslen COM/2021/561 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0561>

³¹⁷ EU-kommissionens förslag till (omarbetat) gasmarknadsdirektiv COM(2021) 803 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0803&qid=1640002501099>

³¹⁸ EU-kommissionens förslag till (omarbetad) gasmarknadsförordning, COM(2021) 804 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A804%3AFIN&qid=1640001545187>

Rättsakterna föreslås också innehålla en definition på koldioxidsnål vätgas och koldioxidsnål gas, vilket kan komma att bidra till en gemensam terminologi inom EU. För definition av förnybar vätgas föreslås en hänvisning till förnybartdirektivet (se nedan). Förslaget har inte ännu förhandlats, vilket innebär att det fortfarande råder osäkerhet kring den slutliga utformningen.

Nya målsättningar för produktion och import av förnybar vätgas till 2030

För att få till en europeisk vätgasmarknad och minska beroendet av rysk gas fastställs uppstramade mål för förnybar vätgas i REPowerEU-planen. Dels ett inhemskt produktionsmål, dels ett mål för import fram tills 2030, som vardera uppgår till 10 miljoner ton. De nya målen innebär nästan en fördubbling av de unionsmål som föreslogs inom FF55.

För att nå vätgasmålen i REPowerEU och den gröna given har kommissionen initierat en europeisk vätgasbank ("European Hydrogen Bank") som ska främja både inhemsk produktion och import av förnybar vätgas.³¹⁹ Vätgasbanken ska främst finansieras genom privata investeringar men i syfte att främja sådana privata investeringar planeras även viss finansiering komma från befintliga EU-instrument och statsstöd. Vätgasbanken bygger på fyra pelare:

1. Skapande av en inhemsk marknad
2. Import till EU
3. Insyn och samordning
4. Finansieringsinstrument
 - a. Befintliga EU-instrument
 - b. Befintliga internationella finansieringsinstrument

För att främja den första pelaren, har EU-kommissionen beslutat att de första auktionerna inom det nya stödsystemet inom Innovationsfonden³²⁰ ska avgränsas till vätgasproduktion. Stödet syftar till att påskynda upptaget av fossilsnåla tekniker och tar formen av ett produktionsstöd för innovativa tekniker på väg att kommersialiseras.³²¹ Den första pilotauktionen planeras till slutet på 2023, och de vinnande aktörerna garanteras en fast premie per producerat kilo förnybar vätgas under en tioårsperiod. Vätgasen måste framställas genom elektrolys och uppfylla kraven i förnybartdirektivet för att klassas som en RFNBO. Tanken är att auktionerna ska utgöra ett frö till en framväxande europeisk vätgasmarknad. Budgeten för den första pilotauktionen är begränsad till 800 miljoner euro. I syfte att utöka budgeten och strömlinjeforma stöd för vätgasproduktion, erbjuder kommissionen medlemsstaterna att skjuta till egna budgetar för att finansiera inhemska projekt, som deltagit i auktionen men

³¹⁹ EU-kommissionen, *EU:s vätgasbank*, COM(2023) 156 final (2023-03-16), EUR-Lex - 52023DC0156 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

³²⁰ Innovationsfonden finansieras genom intäkter från EU ETS och stöder innovativa tekniker som kan bidra till att fasa ut koldioxidutsläppen inom de sektorer som ingår i ETS-systemet. Innovationsfonden regleras genom en delegerad akt till EU ETS-direktivet. Det nya auktionsbaserade stödsystemet introducerades i samband med revideringen av EU ETS-direktivet som var en del av Fit for 55-paketet även om det nämndes redan i den tidigare versionen av direktivet.

³²¹ Det rör sig om andra eller tredje anläggning av sitt slag och är därmed tänkt att komplettera Innovationsfondens andra stödsystem som utgörs av ett investeringsstöd för första eller andra anläggningen av sitt slag.

inte beviljats stöd av Innovationsfonden. För import diskuteras möjligheten att införa auktioner med fasta premier till producenter i tredjeland.³²²

Nya förordningar främjar vätgasbaserade bränslen inom flyg- och fartygssektorn
De nya förordningarna *Fuel EU Maritime* och *ReFuel EU Aviation* som syftar till att fasa ut fossila bränslen ur flyg- och fartygssektorn främjar, vid sidan av hållbara biobränslen, även användande av syntetiska bränslen såsom elektrobränslen framställda med vätgas. Läs mer i avsnitt 4.3.5.

Reglering av vilken vätgas som får räknas som förnybar

Enligt den tidigare versionen av förnybartdirektivet (REDII) utgörs ett förnybart bränsle av icke-biologiskt ursprung (RFNBO) av vätgas och elektrobränslen som används inom transportsektorn, under förutsättning att dess användning leder till minst 70 procent minskade koldioxidutsläpp jämfört med ett fossilt alternativ och att det kan påvisas att den el som används för produktionen av bränslet är förnybar. I REDIII breddas definitionen till att avse användning i samtliga sektorer. En ytterligare förändring är att en RFNBO ska tillgodoräknas till måluppfyllelsen i det land där slutprodukten används och inte längre där den produceras. Det innebär också att den förnybara el som användes vid produktionen inte tillgodoräknas måluppfyllnaden.³²³ Syftet med regeländringen är att undvika dubbelräkning av elen (vid både framställning och användning av bränslet). Samtidigt som de uppstramade och nya målsättningarna kan förväntas öka efterfrågan på RFNBO:s blir det mindre attraktivt för en medlemsstat att inhemska företag producerar dem för export. I avsaknad av en landsöverskridande vätgasinfrastruktur är regelförändringen i dagsläget mest relevant för elektrobränslen. Det finns dock möjlighet för medlemsstater att upprätta särskilda samarbetsavtal för att hela eller delar av den förnybara energin ska tillgodoräknas i det producerande landet i stället för där den konsumeras.³²⁴ Som framgår ovan omfattar omarbetningen av gasmarknadspaketet även förslag på definitioner för koldioxidsnål vätgas som kompletterar definitionen av en RFNBO och förnybara gaser i RED.

När RED II antogs 2018 delegerades befogenhet till EU-kommissionen att ta fram två delegerade akter med metodik för att bedöma om ett förnybart bränsle av icke-biologiskt ursprung och återvunna kolbränslen³²⁵ uppnår kriterierna för att klassas som en RFNBO. Akterna färdigställdes först i början på 2023 med över ett års försening samtidigt som REDIII slutförhandlades. De har tagits fram genom delegering i REDII, vilket innebär att den definitionen av RFNBO som används i dem endast avser bränslen för användning inom transportsektorn. Akterna kommer att behöva uppdateras för att stämma överens med den breddade definitionen i det uppdaterade direktivet.

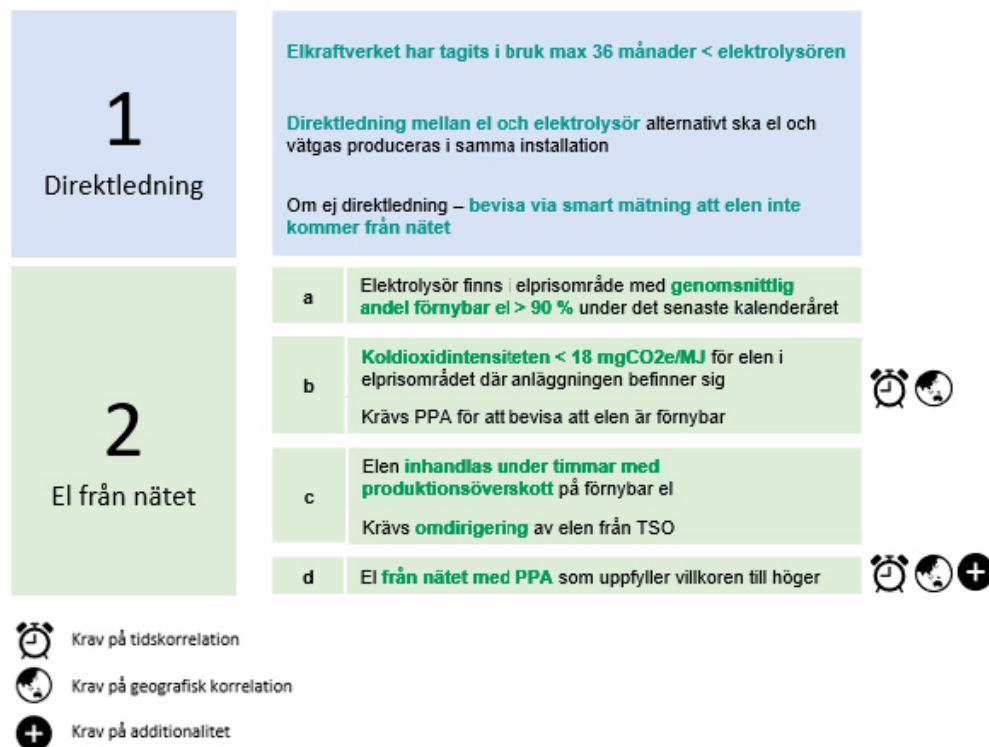
³²² Läs mer om auktionerna inom Innovationsfonden och EU:s vätgasbank på EU-kommissionens webbplats: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/funding-climate-action/innovation-fund/competitive-bidding_en.

³²³ Däremot bör det vara möjligt att räkna överskottsvärme som uppstår vid elektrolys som förnybar, även om detta inte tydligt beskrivs i direktivet.

³²⁴ EU-kommissionen uppmanar till avtal som innebär att endast 30 procent av volymen tillgodoräknas medlemsstaten i vilken bränslet producerats.

³²⁵ Återvunna kolbränslen är bränslen som framställs av avfallsströmmar av icke-organiskt ursprung som uppstår vid industriell produktion.

I en av de delegerade akten regleras under vilka förutsättningar som elen som används för att producera vätgas genom elektrolys får anses vara helt förnybar. Enligt den delegerade akten får elen räknas som helt förnybar om (1) eller (2a)–(2d) uppfylls i Figur 16 nedan.



Figur 16. Förutsättningar under vilka elen som används för att producera RFNBO uppfyller kravet på att vara helt förnybar.

För att uppfylla klausulerna 2b och 2d finns även krav på hur lång tid det högst får ha gått mellan inköp av den förnybara elen och produktion av vätgas (tidskorrelation) och krav på att anläggningen för framställning av den förnybara elen och vätgasen måste ligga i samma eller – om vissa förutsättningar uppnås – angränsande elprisområden (geografisk korrelation). För 2d finns ytterligare krav på att elen är additionell, dvs att den är tillkommande och därmed inte påverkar tillgången av förnybar el på nätet. Anläggningar som tagits i drift innan 2028 behöver dock inte uppfylla additionalitetskravet förrän 2038. Energimyndigheten har efter beräkningar kunnat konstatera att Sverige år 2021 uppfyllde kraven i klausulen om andel förnybar el (2a) i elprisområdena SE1 och SE2 och klausulen om koldioxidintensitet (2b) i samtliga elprisområden.³²⁶

³²⁶ Energimyndighetens webbplats, *Andel förnybar elproduktion och utsläppsintensitet per elområde 2021*. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2023/andel-fornybar-elproduktion-och-utslappsintensitet-per-elomrade-2021/> (Hämtad 2023-06-22)

4.3.3 Elektrifiering

Rysslands invasion i Ukraina och de förhöjda klimatambitionerna innebär att EU trappar upp omställningstakten för att fasa ut fossila bränslen. Eftersom elektrifieringen utgör en grundläggande förutsättning för att klara omställningen främjas både produktion och användning av förnybar el i flera rättsakter inom FF55-paketet. De höga och volatila priserna på elmarknaden under de senaste åren har även utmynnat i en översyn av EU:s elmarknadsdesign i syfte att skydda leverantörer och konsumenter i omställningen.

Främjande av produktion och användning av förnybar el

Förutom de striktare målnivåerna för förnybar energi, vilka främjar en övergång till förnybara energislag, finns förändringar i REDIII som främjar produktion av förnybar el. Bland annat ska varje medlemsstat upprätta ett ramverk för att säkerställa tillgången till förnybar el i tillräcklig utsträckning för att uppnå målen i direktivet på nationell nivå. Ramverket ska särskilt behandla undanröjning av kvarstående hinder för att säkerställa en hög andel förnybar el, såsom långa tillståndsförfaranden och utveckling av nödvändig infrastruktur. Det införs även regler för att främja PPA:s (Power Purchase Agreements) och mellanstatliga samarbeten kring utbyggnad av gemensamma projekt för produktion av förnybar el, värme och/eller kyla. Till följd av REPowerEU infördes även krav på medlemsstater att utse specifika accelerationsområden, vilka är lämpliga för förnybar energiproduktion och inom vilka tillståndprocesser för nya projekt ska hanteras i ett särskilt snabbspår, samt ytterligare regler för att snabba upp tillståndprocesser. Förändringarna i tillståndprocesserna innehåller strikta begränsningar för hur lång tid som handläggningen får ta, givet att ansökan anses vara komplett. För att det ska vara möjligt att uppnå kraven kommer det att behövas tillsättas tillräckliga resurser. För att den totala tiden för tillståndprocessen ska kunna kortas ned krävs också att andelen ansökningar som kan anses vara kompletta ökar. Detta skulle bland annat kräva tydligare vägledning och tidigare samtal mellan parterna. Utbyggnaden av förnybar energi kommer också att antas vara av överordnat allmänintresse och av vikt för människors hälsa och säkerhet. Detta syftar till att begränsa grunderna för rättsliga invändningar mot nya anläggningar baserat på vissa specifika artiklar i Habitatdirektivet, Vattendirektivet och Fågeldirektivet.

Elmarknadsdesignen ses över i syfte att skapa en mer resilient elmarknad
EU-kommissionen har föreslagit en revidering av de rättsakter som berör EU:s elmarknadsdesign såsom elmarknadsdirektivet och elmarknadsförordningen.³²⁷ Förslaget togs främst fram som ett svar på de höga och volatila energipriser som rådde under 2021 och 2022 och följd effekterna på energimarknaderna. Syftet med revideringen är att minska fossila bränslens påverkan på prissättningen genom att främja långsiktiga investeringar i förnybar och fossilfri elproduktion, främja flexibilitet på elmarknaden och etablera verktyg som skyddar leverantörer och konsumenter mot framtida prisvolatilitet. Förslag till revidering inkluderar att underlätta för energiköpsavtal (Power Purchase Agreements, PPA) mellan producenter och konsumenter i syfte att bl.a. stabilisera priser för slutkund och att göra

³²⁷ EU-kommissionen, Pressmeddelande (IP/23/1591). https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_1591

det möjligt att ha flera kontrakt samtidigt (t.ex. ett dynamiskt och ett fast prisavtal) för att skydda konsumenter mot prisvolatilitet. Delar av förslaget är fortfarande föremål för förhandling, och slutlig utformning är därför inte klar.

Regelverk som kan bidra till att skapa förutsättningar för elektrifieringen

För att möjliggöra en omfattande elektrifiering krävs tillgång på kritiska råmaterial såsom sällsynta jordartsmetaller, koppar, bauxit och litium samt tekniker som möjliggör elektrifieringen. De nya föreslagna rättsakterna, kritiska råmaterialakt (CRMA) och förordningen om nettonollindustrin (NZIA), syftar till att säkerställa försörjningstrygghet av de råmaterial och tekniker som är kritiska för elektrifieringen och kan komma att skapa bättre förutsättningar för elektrifieringen (läs mer om CRMA och NZIA i avsnitt 4.3.1). En annan faktor som kan bidra till elektrifieringen är möjligheten att lagra el vid överskott för användning vid tidpunkter med underskott. I juni 2023 antogs en ny batteriförordning³²⁸ som stegvis ska ersätta det tidigare batteridirektivet och som syftar till att säkerställa batteriers hållbarhet och konkurrenskraft genom att främja hållbar design, återanvändning och återvinning (se avsnitt 4.3.6). Även den föreslagna förordningen om Ekodesign (ESPR) innebär högre krav på miljö- och energiprestanda för energiprodukter, t.ex. värmepumpar, vilka kan främja elektrifieringen (läs mer om ESPR i avsnitt 4.3.6).

4.3.4 Avskiljning, transport och lagring av koldioxid (CCS)

På EU-nivå ses CCS tillämpad på både fossil och biogen koldioxid som ett nödvändigt verktyg för att fullt lyckas fasa ut utsläppen och nå de nya klimatmålen. Under ledning av EU-kommissionen pågår ett arbete med att ta fram en strategi för att främja tillämpningar av CCS (och CCU) som bidrar till att uppnå klimatmålen. För bio-CCS kvarstår frågetecken kring regler för bokföring av negativa utsläpp inom EU, vilka behöver rätas ut inom kort för att inte riskera att förhindra tillämpning.

En CCUS-strategi är på väg att tas fram

I mars 2023 publicerades en CCUS-vision³²⁹ inom ett CCUS-forum som leds av EU-kommissionen.³³⁰ Förutom att betona CCS och CCU:s roll för att nå EU:s klimatmål lyfter visionen fram förslag på åtgärder som EU-kommissionen bör genomföra för att främja implementering av teknikerna. Bland annat föreslås att kommissionen ska ta fram en CCUS-strategi och en rad åtgärder som denna bör innehålla. Dessa inkluderar att sätta upp mål på EU- och medlemsstatsnivå för lagringskapacitet, transportinfrastruktur och nivå på lagring och användning av koldioxid fram till 2050, samt att utveckla långsiktiga marknadsbaserade och regulatoriska drivkrafter för CCS och CCU i syfte att både fasa ut koldioxidutsläpp inom industrin och för att främja koldioxidupptag. CCUS-strategin planerades att publiceras i slutet på 2023, men kan bli försenad.³³¹

³²⁸ Batteriförordningen (EU) 2023/1542. EUR-Lex - 32023R1542 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

³²⁹ EU:s CCUS Forum, 2023, *A vision for Carbon Capture, Utilisation and storage in the EU*. <https://circabc.europa.eu/ui/group/75b4ad48-262d-455d-997a-7d5b1f4cf69c/library/594e5e2f-1d3b-4e9d-afaa-6f6657c7ee3a/details>

³³⁰ Forumet startades 2021 och samlar EU-institutionerna, medlemsstater och tredjeländer, NGO:s, företagsledare och akademien för att behandla frågor kopplat till CCU/CCS.

³³¹ Carbon Pulse, 2023, *EU's carbon capture, utilisation and storage strategy's release could be delayed – source*, 5 september 2023, <https://carbon-pulse.com/220336/>

Ett certifieringssystem för kolsänkor håller på att tas fram

EU-kommissionen la i slutet på 2022 fram ett förslag på ett frivilligt ramverk för bokföring och certifiering av kolsänkor³³² inom EU. För industriella tillämpningar täcker förslaget endast in biogen koldioxid som fångats in via bio-CCS (eller DACC).³³³ Exakt formulering av hur lång tid som lagringen behöver ske för att kunna certifieras är fortfarande under diskussion, men antagligen kommer det att röra sig om lagring under ett par hundra år. Det finns inga tydliga tidsramar för när certifieringarna kommer att vara på plats, och EU-kommissionen kommer att i separata delegerade akter att utföra specifika regler för varje enskild kolsänka. I dagsläget arbetar EU-kommissionen för att industriella tekniker blir de första, för vilka certifieringsprotokoll tas fram. Medan bokföringsreglerna inte förväntas ha någon större påverkan på tillämpningen av bio-CCS kan däremot certifieringen, om den utformas på rätt sätt, bidra till att skapa en marknad för negativa utsläpp.

Oklarheter inom vilken sektor som negativa utsläpp ska bokföras

På EU-nivå bokförs utsläpp och kolinlagringar i antingen EU ETS-sektorn, LULUCF-sektorn eller den s.k. ESR-sektorn³³⁴ som regleras i *förordningen om ansvarsfördelning* ("Effort Sharing Regulation"). Det råder oklarhet, inom vilken sektor negativa utsläpp som uppnås med bio-CCS ska rapporteras. Enligt en överenskommelse mellan parterna i FN:s klimatkonvention (UNFCCC) år 2021³³⁵ bör utsläppen bokföras där de uppkommer. EU brukar följa UNFCCC-regler för bokföring³³⁶, vilket i detta fall skulle innebära att de negativa utsläppen rapporteras och bokförs inom ESR-sektorn. Sverige har tidigare argumenterat för att rapportering och bokföring bör ske inom LULUCF. Energimyndigheten menar att det är lämpligast av flera skäl, men främst p.g.a. att användning av biobränslen inom EU ETS avspeglas i nettoupptaget i LULUCF, vilket gör det rimligt att även bio-CCS gör det.³³⁷ För att uppnå målen i förordningen i ESR och LULUCF finns vissa möjligheter att överföra överskott mellan sektorerna. Medan det inte finns någon begränsning för storleken på överskottet som får föras över från ESR till LULUCF finns det en gräns (som är specifik för varje medlemsstat), för hur mycket som får överlåtas från LULUCF till ESR. Till följd av detta menar Naturvårdsverket att en placering inom ESR-sektorn undviker begränsningar i att använda ett eventuellt överskott för att uppnå Sveriges åtagande inom ESR och LULUCF, medan det, för att uppnå de svenska klimatmålen till 2030, troligen inte är avgörande i vilken

³³² EU-kommissionens webbplats, *Proposal for a Regulation on an EU certification for carbon removals*, https://climate.ec.europa.eu/document/fad4a049-f998-476f-b626-b46c6afdded3_en (Hämtad 2023-08-30)

³³³ Den andel av koldioxiden med biogent ursprung som fångas in från avfallsförbränningsanläggningar och lagras tillåts också certifieras.

³³⁴ ESR omfattar sektorerna utanför det ursprungliga EU ETS-systemet och utgörs främst av transport, byggnation, avfall, småindustri, jordbruk och F-gaser.

³³⁵ UNFCCC:s webbplats, *Common Reporting Tables (CRT) on NIRs*, <https://unfccc.int/documents/311076> (Hämtad 2023-08-24)

³³⁶ EU:s medlemsstater agerar gemensamt i rapportering och bokföring enligt Parisavtalet och varje medlemsstat ansvarar för ett beting av EU:s NDC. Betingen regleras i Styrningsförordningen (EU 2018/1999)

³³⁷ Läs mer i Energimyndighetens PM: *Bio-CCS: bokföring och rapportering av negativa utsläpp samt disposition av dessa*, dnr 2020-025783. <https://www.energimyndigheten.se/492ae9/globalassets/klimat-miljo/ccs/promemoria-bio-ccs-bokforing-och-rapportering-av-negativa-utslapp-samt-disposition-av-dessa.pdf>

sektor som de rapporteras.³³⁸ EU-kommissionen har sagt att de ska återkomma med besked om var rapportering och bokföring ska ske, när förordningen om certifiering av kolsänkor har antagits. Antagandet kan dock dröja till efter 2030, vilket innebär att det finns en risk för att negativa utsläpp bokförs fel och därmed inte kan räknas med i medlemsstaternas måluppfyllelser. Enligt Naturvårdsverket måste det vara tydligt i god tid inför 2030, hur de negativa utsläppen från bio-CCS ska bokföras för att undvika en sådan risk.³³⁹

Bokföringsregler behöver komma på plats för att undvika dubbla anspråk av negativa utsläpp

I både ESR och LULUCF finns möjlighet för en medlemsstat att överlåta överskott av den egna måluppfyllelsen till en annan medlemsstat, men inte till tredjeland. Det innebär att, oberoende inom vilken sektor som EU-kommissionen beslutar att de negativa utsläppen ska bokföras, behöver det vara möjligt att göra en överföring med tillhörande justering av säljarlandets rapportering av utsläpp av växthusgaser³⁴⁰ till ett annat lands räkenskaper (NIR) eller annullering. Mest lämpligt är att en sådan överlåtelse sker i enlighet med Parisavtalets artikel 6, som tillåter frivilliga samarbeten mellan länder genom att överlåta krediter från sina klimatplaner (s.k. NDC:s) för att hjälpa andra länder att nå sina klimatmål.³⁴¹ En ytterligare osäkerhet är att regelverken bara sträcker sig till 2030, och det är oklart vad som kommer att hända efter denna period.

Idag saknas en väsentlig grund för att Sverige korrekta ska kunna bokföra och redovisa negativa utsläpp, i och med att företag inte har någon skyldighet att rapportera negativa utsläpp. En sådan grund behövs för den nationella växthusgasinventeringen samt för att utnyttja att bokföringsregler tillåter justering eller annullering i länders räkenskaper (NIR). Denna mekanism är nödvändig för att undvika dubbla anspråk på en frivillig marknad, där ett land säljer sina negativa utsläpp till ett annat eller där handeln sker mellan företag i de aktuella länderna. Sverige håller på att införa ett stödsystem för bio-CCS.³⁴² För att undvika dubbla anspråk har Energimyndigheten³⁴³ föreslagit att de som åstadkommit de negativa utsläppen genom statligt stöd och säljer dem vidare ska upplysa köparen om hur de får användas i företagets redovisning av socialt ansvar (Corporate Social Responsibility, CSR) och/eller deras redovisning av klimat- och miljöarbete. Det köpande företaget kan redovisa att de har bidragit till att uppnå de svenska klimatmålen och EU:s åtaganden, men kan inte använda de negativa utsläppen för att kompensera för sina egna utsläpp.

³³⁸ Naturvårdsverket, 2023 c. *Analys av bokföring av Bio-CCS inom reviderat 2030-ramverk på EU-nivå*, NV-00052-20. <https://www.naturvardsverket.se/493cc7/contentassets/f1821fc959934673bbc1f2578f9f2325/analys-av-bokforing-av-bio-ccs-inom-reviderat-2030-ramverk-pa-eu-niva.pdf>

³³⁹ *Ibid.*

³⁴⁰ Kallas för en "corresponding adjustment" i Parisavtalets artikel 6.

³⁴¹ Läs mer i Energimyndighetens PM: *Bio-CCS: bokföring och rapportering av negativa utsläpp samt disposition av dessa*, dnr 2020-025783. <https://www.energimyndigheten.se/492ae9/globalassets/klimat--miljo/ccs/promemoria-bio-ccs-bokforing-och-rapportering-av-negativa-utslapp-samt-disposition-av-dessa.pdf>

³⁴² Läs mer på Energimyndighetens webbplats, *Statligt stöd för bio-CCS*. <https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/ccs/statligt-stod-for-bio-ccs/>

³⁴³ Energimyndighetens PM, dnr 2020-025783.

Högre krav för påståenden om klimatkompensation eller fossilfrihet

I förslaget till nytt direktiv om miljöpåståenden (se avsnitt 4.3.6) kommer det att krävas certifiering av påståenden om miljöprestanda eller miljöpåverkan av samtliga aktörer inom EU, vilka riktar sig mot konsumenter. Sannolikt kommer det att innebära hårdare krav på hur en aktör som skapar eller köper negativa utsläpp eller fångar in fossila utsläpp genom CCS får marknadsföra detta.

4.3.5 Avskiljning och användning av koldioxid (CCU)

Även CCU ses som ett teknikspår, vilket kan bidra till att uppfylla klimatmålen på EU-nivå, även om det fortfarande råder osäkerhet kring bedömningen av klimatnyttan. För elektrobränslen finns sedan början på 2023 en lagstadgad metodik för att avgöra om bränslet ska få klassas som förnybart. Den kommande CCUS-strategin förväntas innehålla åtgärder som EU-kommissionen ska vidta för att ta fram liknande verktyg även för andra tillämpningar.

Reglering av vilka elektrobränslen som får räknas som förnybara

För elektrobränslen framställda genom CCU är de nya reglerna för en RFNBO i REDIII och de delegerade akterna till RED som beskrivs ovan i avsnitt 4.3.2 relevanta och kan läsas där. I detta avsnitt görs endast en komplettering om hur den delegerade akt som bestämmer metodik för att beräkna LCA-utsläpp från en RFNBO kan vara en viktig pusselbit för att ta fram gemensamma metoder för klimatbedömning av elektrobränslen.

Metod för att beräkna klimatnyttan för elektrobränslen fastställs

Ett hinder för att tillämpa CCU är avsaknaden av vedertagna metoder för att bedöma klimatnyttan av en produkt som framställs genom tekniken (se avsnitt 2.5.2). Den delegerade akt som bestämmer metodik för att beräkna LCA-utsläpp från en RFNBO (se avsnitt 4.3.2) är därför en viktig pusselbit för att ta fram gemensamma metoder för sådana bedömningar. Enligt den delegerade akten ska utsläpp längs med hela värdekedjan räknas, från utvinning av insatsråvarorna till förbränning av bränslet vid slutanvändning. Infångad koldioxid får tillgodoräknas i LCA-beräkningen, om den uppfyller ett antal kriterier, såsom att koldioxiden har fångats in från t.ex.:

- luften,
- produktion eller förbränning av biobränslen, flytande biobränslen eller biomassabränslen, eller
- förbränning av RFNBO eller återvunna kolbaserade bränslen.³⁴⁴

Under en övergångsperiod är infångad fossil koldioxid tillåten att användas för att framställa en RFNBO, givet att koldioxiden har fångats in på en anläggning som omfattas av EU ETS eller liknande system. Fr.o.m. 1 januari 2036 är det inte längre tillåtet att använda fossil koldioxid som infångats från annan anläggning än elproduktion, medan stoppdatum för användning av koldioxid som infångats från elproduktion infaller fem år senare. Användandet av fossila kolatomer räknas, liksom de biogena, som noll i LCA-beräkningen till följd av att de ska betalas för

³⁴⁴ Där samtliga måste uppfylla hållbarhetskriterierna och kriterierna för minskade växthusgasutsläpp enligt förnybartdirektivet

vid produktionssteget inom EU ETS³⁴⁵ och därför redan har bokförts som utsläpp. I viss utsträckning gynnas användandet av biogena kolatomer även innan stoppdatum, eftersom det medför lägre kostnader (inga kostnader för utsläppsrätter) och aktörerna vet att det finns ett en borte tidsgräns för användning av fossila kolatomer.

Regelverk som skapar efterfrågan på elektrobränslen

I revideringen av EU ETS-direktivet utvidgas systemet till att även omfatta koldioxid-, metan- och kväveoxidutsläpp från sjöfarten. Införandet sker gradvis fr.o.m. 2024, och sektorn ska omfattas fullt ut till 2026. Vid sidan av utvidgningen har även en ny förordning antagits om *förnybara bränslen för sjöfarten* (FuelEU Maritime).³⁴⁶ Förordningen syftar till att fasa in mer hållbara och klimatvänliga bränslen i sektorn genom att sätta upp minskningsmål för växthusgasintensiteten av fartygsbränslen fr.o.m. 2035 och att vidta åtgärder som uppmuntrar till användning av RFNBO:s. Den genomsnittliga växthusgasutsläppsintensiteten för den energi som används ombord på samtliga fartyg³⁴⁷ på över 5000 bruttoton som anlöper EU-hamnar ska årligen minska enligt tabellen nedan. De fartyg som omfattas av regelverket motsvarar 55 procent av alla fartyg som anlöper en EU-hamn och 90 procent av alla utsläpp från fartygsektorn. Det finns vissa möjligheter för ett och samma fartyg att spara och låna överskott av efterlevnadsbalansen över tid. Två eller fler fartyg som tillsammans har en positiv efterlevnadsbalans kan ingå samarbete för gemensam beräkning av efterlevnad av minskningskravet.

Tabell 7. Minskingskrav årlig genomsnittlig koldioxidintensitet (jfr. med 2020).

Fr.om.	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Växthusgasintensitet	-2%	-6%	-14,5%	-31%	-62%	80%

Det finns även en regel som innebär att ett 2-procentigt mål för RFNBO:s införs fr.o.m. 2034 om andelen RFNBO:s i energimixen är lägre än 1 procent år 2031 (EU-kommissionen övervakar detta).

Det införs även en ny *förordningen om säkerställande av lika villkor för hållbar luftfart* (ReFuelEU Aviation)³⁴⁸ som syftar till att på ett konkurrensneutralt sätt öka användningen av hållbara bränslen i luftfarten inom EU och därigenom minska flygets klimatpåverkan. Leverantörer av flygbränsle vid större flygplatser³⁴⁹ inom EU måste successivt öka andelen hållbart bränsle i det flygbränsle de levererar. Det ställs krav på en s.k. minimiandel hållbara flygbränslen fr.o.m. 2025, och fr.o.m. 2030 även en minimiandel syntetiskt flygbränsle med gradvis ökande andelar fram till 2050 (se Tabell 8 nedan). Hållbara flygbränslen (SAF) definieras i förordningen som

³⁴⁵ Kolatomerna måste ha betalats för vid produktionssteget för att bränslet ska få klassas som RFNBO. Om det inte gjorts det (och därmed inte är en RFNBO) sker prissättning vid utsläppskällan som vid annan bränsleanvändning.

³⁴⁶ Förordningen om förnybara bränslen för sjöfarten (EU) 2023/1805. EUR-Lex - 32023R1805 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

³⁴⁷ Vissa undantag finns, t.ex. för fiskefartyg.

³⁴⁸ Förslag på förordning om hållbara flygbränslen COM/2021/561 final

³⁴⁹ De svenska flygplatser som preliminärt kommer att omfattas av kraven är Luleå, Umeå, Arlanda, Bromma, Skavsta, Landvetter, och Malmö som 2019 hade fler än 800 000 passagerare.

syntetiska flygbränslen, flygbiobränslen eller återvunna kolbaserade flygbränslen.³⁵⁰ Syntetiska flygbränslen i sin tur definieras som RFNBO, och flygbiobränslen definieras som biobränslen som uppfyller kraven i förnybartdirektivet, med undantag för biobränslen baserade på livsmedels- och fodergrödor. Även om de inte inkluderas i definitionen av hållbara flygbränslen tillåts målen nedan att uppnås även med s.k. koldioxidsnåla flygbränslen, vilka i förordningen ungefär avser bränslen som härrör från icke-fossil, icke-förnybar vätgas.

Tabell 8. Minimikrav för andel hållbart flygbränsle (SAF) och syntetiska flygbränslen.

	2025	2030	2032	2034	2035	2040	2045	2050
SAF	2 %	6 %			20 %	34 %	42 %	70 %
Syntetiskt flygbränsle	-	0,7%	1,2 %	2 %	5 %	10 %	15 %	35 %

Förutom miniminivåer för syntetiskt flygbränsle finns även målsättningar om genomsnittlig användning på 1,2 % under 2030–2031, 2 % under 2032–2034.

En konsekvens av den nya förordningen är att det kommer att behöva göras en översyn av den svenska reduktionsplikten för flygsektorn. Förordningen har ett fokus på konkurrensneutralitet inom EU, vilket kan tolkas som att enskilda medlemsstater inte får sätta högre krav på inblandning än de s.k. minimiandelar som anges i förordningen.

CCUS-strategin föreslås innehålla åtgärder för att främja LCA för omvandling av koldioxid till produkter

En av åtgärderna som föreslås ska finnas med i den kommande CCUS-strategin (se avsnitt 4.3.4) är att EU-kommissionen bör garantera en positiv klimatpåverkan från omvandling av koldioxid till produkter och material genom att tillämpa en konsekvent och rigorös LCA, en klimatfokuserad syn på en cirkulär kolekonomi samt en tydlig strategi för att ställa om från fossil till biogen koldioxid för icke-permanenta tillämpningar (t.ex. bränslen) allteftersom lågfossil energi blir alltmer tillgänglig. Strategin planeras att publiceras i slutet på 2023.³⁵¹

4.3.6 Cirkulär ekonomi och materialeffektivitet

Som en del av den gröna given antogs under 2020 en ny cirkulär handlingsplan³⁵² med 35 åtgärder för att främja en hållbar tillväxt och bidra till att nå målet om nettonoll-utsläpp och bevarandet av biodiversitet. Förslag på nya rättsakter involverar en ny förordning för att främja ekodesign för fler produkter än tidigare och ett direktiv om certifiering av miljöpåståenden som är tänkt att motverka grönmalning ("greenwashing").

³⁵⁰ RCF i förnybartdirektivet.

³⁵¹ EU:s CCUS Forum, 2023.

³⁵² EU-kommissionens webbplats, *Circular Economy Action Plan*. https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en (Hämtad 2023-09-25)

Nytt ramverk för ekodesign på väg att tas fram

Den nya förordningen om ekodesign för hållbara produkter (ESPR) som är under förhandling utgör ett ramverk³⁵³ för utformning av krav på specifika produktgrupper för att främja en cirkulär användning av resurser längs med hela värdekedjorna. ESPR ska ersätta och utvidga det nuvarande Ekodesigndirektivet, som enbart reglerar energirelaterade produkter. Omfattningen är under förhandling, men kommissionens förslag är att förordningen kommer att omfatta i princip alla produkter förutom mat, medicin, växter och djur. Jämfört med direktivet införs även nya typer av prestanda- och informationskrav. Detta inkluderar t.ex. krav på återvinnbarhet, toxicitet, koldioxid- och miljöavtryck och andel återvunnet material. Kraven kommer att vara produktspecifika och gälla avgränsade produktgrupper eller intermediära produkter (t.ex. stål, plast, glas). Det föreslås även införas krav på att produkter ska ha ett s.k. digitalt produktpass. Produktpasset syftar till att göra produktinformationen standardiserad och transparent för att underlätta för cirkulära aktörer och tillsynsmyndigheter, men även köpare (genom att öka spårbarhet samt möjliggöra återtillverkning och återvinning m.m.).

I förslag till förordning sätts även ramarna för hur EU-kommissionen ska välja vilka produktgrupper och intermediära produkter som ska prioriteras. EU-kommissionens preliminära lista över prioriterade produkter har varit öppen för synpunkter från allmänheten under våren 2023. Relevanta (intermediära) produkter för den utsläppstunga industrin som finns på listan är bl.a. järn- och stål, övriga metaller, kemikalier, plast och polymer. I ESPR delegeras ansvar till EU-kommissionen att ta fram ekodesignkrav i både produktspecifika och horisontella akter. De senare avser ekodesignkrav som kan regleras för flera olika produktgrupper i samma rättsakt, t.ex. energianvändning i stand-by mode.

Om de nya kraven går igenom, kommer de att kräva insatser från hela industrin för att säkerställa att tillverkare har den informationen som krävs för deras produkter samt att deras produkter uppfyller prestandakraven i förordningen. Aktörer som släpper ut produkter på EU-marknaden kommer att behöva ha mer kontroll över (och mer information om) tillverkningsprocessen.

Det bör också noteras att det kommer att ta lång tid tills de specifika produktkraven finns på plats. För Ekodesigndirektivet tog uppemot fem år från det att arbetet med en produktförordning påbörjades till dess att kraven i denna trädde i kraft. Det är dock troligt att en viss effekt kan uppnås redan tidigare, eftersom, när listan över prioriterade produkter väl fastställs, finns incitament för företagen som tillverkar dessa produkter att börja förbereda sig för de kommande kraven.

³⁵³ EU-kommissionens webbplats, *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en (Hämtad 2023-09-25)

Förslag på nytt regelverk för att certifiera miljöpåståenden

EU-kommissionen la i mars 2023 fram ett förslag på nytt direktiv om miljöpåståenden eller gröna anspråk ("Green claims"),³⁵⁴ vilket innebär att samtliga aktörer som marknadsför sina produkter mot konsumenter med påståenden om miljöprestanda eller miljöpåverkan måste erhålla certifiering av ett ackrediterat organ på medlemsstatsnivå för varje enskilt miljöpåstående.³⁵⁵ Ackrediteringen innebär att aktörerna får ett intyg om att påståendet stämmer och får användas i marknadsföring i hela EU. Miljöpåståenden ska bevisas med vetenskapliga metoder och i ett helhetsperspektiv. Det ställs specifika krav på hur en aktör ska bevisa påståenden om att dennes produkt är bättre än en annans. Kraven ställs på säljare av slutprodukter, men innebär också högre krav på spårbarhet, vilket troligtvis innebär att säljaren i sin tur ställer krav på sina underleverantörer. Sannolikt kommer det att leda till effekter även längre upp i värdekedjorna och till att även processindustrin kommer att behöva ta fram underlag på sina produkters hållbarhet. Direktivets krav är högt satta och innebär detaljreglering av miljöpåståenden som tidigare omfattades av de mer allmänna reglerna mot otillbörlig marknadsföring. I Sverige ställer Konsumentverket redan krav på verifierbarhet och tydlighet för miljöpåståenden i marknadsföring, men dessa är mindre betungande än i det föreslagna direktivet.

Förslaget innebär även att möjligheten att införa nya nationella eller regionala miljömärkningar tas bort. Redan befintliga miljömärkningar får finnas kvar givet att de uppfyller kraven i direktivet (relevant för t.ex. Svanen), medan nya endast får etableras i EU-lagstiftning. Privata initiativ får startas upp, men måste godkännas av utsedd nationell myndighet.³⁵⁶

Ny batteriförordning ställer miljökrav längs hela värdekedjan

En ny batteriförordning³⁵⁷ infördes i juni 2023 och kommer stegvis att ersätta det befintliga batteridirektivet.³⁵⁸ Batteriförordningen tar hänsyn till den tekniska utvecklingen och framtida utmaningar inom batteriområdet och kommer att täcka hela batteriets livscykel, från design till slutet av livslängden. I förordningen införs märknings- och informationskrav. Exempelvis begränsas tillträde till unionsmarknaden och användning av batterier som inte uppfyller vissa produkt- och informationskrav, såsom CE-märkning. Det införs även krav på en obligatorisk koldioxidavtrycksdeklaration och etiketter för stora batterier, såsom för elfordon, lätta transportmedel (LMT) och vissa laddningsbara industribatterier. För dessa typer av batterier införs även krav på ett digitalt produktpass, som kan läsas av via QR-kod, senast 18 februari 2027. För att främja återanvändning och återvinning införs strängare krav, vilka

³⁵⁴ EU-kommissionens webbplats, *Green claims*. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/green-claims_en (Hämtad 2023-09-25)

³⁵⁵ Direktivet är ett komplement till förslaget om ett direktiv för stärkt konsumentmakt i den gröna omställningen som presenterades samtidigt. Båda härrör från den nya strategin för konsumentpolitiken ("New Consumer Agenda") och en ny handlingsplan för den cirkulära ekonomin ("Circular Economy Action Plan").

³⁵⁶ Tredjelandsmärkningar för produkter som förs in i unionen måste godkännas av EU-kommissionen eller av medlemsstaten ifall det är privata initiativ.

³⁵⁷ Batteriförordningen (EU) 2023/1542.

³⁵⁸ Batteridirektivet 2006/66/EG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006L0066-20180704>

gradvis skärps över tid, för insamling av avfall för bärbara och LMT-batterier, samt miniminivåer för material som återvinns från förbrukade batterier och för andelen återvunnet innehåll från avfall i nya batterier.

Krav på tillbörlig aktsamhet ("due diligence") införs för alla ekonomiska aktörer i hela leverantörskedjan för alla batterier, förutom för SMF. Det innebär att aktörerna senast 18 augusti 2025 måste inrätta och genomföra policyer för att verifiera ursprunget till det råmaterial som används i batterierna i enlighet med internationella riktlinjer. Sådana krav inkluderar kontroller, spårbarhet i leverantörskedjan och tredjepartsgranskning.

I och med införandet av förordningen ökar mängden tillgänglig, tillförlitlig och jämförbar hållbarhetsrelaterad information. Denna ökade transparens möjliggör bättre informerade inköpsbeslut och väntas etablera en lägsta hållbarhetsnivå på en idag långtgående oreglerad marknad.

5 Referenser

ACCSESS webbplats, *Innovation 1 – Piloting of environmentally benign enzymatic solvent combined with a RPB absorber*. <https://www.projectaccess.eu/piloting-of-environmentally-benign-enzymatic-solvent-combined-with-an-rpb-absorber/> (Hämtad 2022-06-28)

ACCSESS webbplats, *Innovation 1 – Piloting of environmentally benign enzymatic solvent combined with a RPB absorber*. <https://www.projectaccess.eu/piloting-of-environmentally-benign-enzymatic-solvent-combined-with-an-rpb-absorber/> (Hämtad 2022-06-28)

Adessos webbplats, *Adesso beviljas stöd från Industrikivet*. <http://www.adessobioproducts.se/adesso-beviljas-stod-fran-industrikivet/> (Hämtad 2023-10-05)

Andersson, J., Hellsmark, H., 2023. *Directionality in transformative policy missions: The case of reaching net zero emissions in the Swedish process industry*. Under review.

Barlow, Shahi och Loughrey för Global CCS Institute, 2023, *State of the art: CCS technologies 2023*. <https://www.globalccsinstitute.com/resources/publications-reports-research/state-of-the-art-ccs-technologies-2023/>

Bashmakov, I.A., L.J. Nilsson, A. Acquaye, C. Bataille, J.M. Cullen, S. de la Rue du Can, M. Fischedick, Y. Geng, K. Tanaka, 2022: Industry. In IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.013. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter11.pdf

Batteridirektivet 2006/66/EG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006L0066-20180704>

Batteriförordningen (EU) 2023/1542. EUR-Lex - 32023R1542 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Bioenergitidningen, 2022, *Så ska Preem fasa ut fossil råolja mot 2035*. <https://bioenergitidningen.se/sa-ska-preem-fasa-ut-fossil-raolja-mot-2035/>

Bioenergitidningen, 2023. *Hårdgjord biokol hjälper Höganäs att bli klimatneutrala*. <https://bioenergitidningen.se/hardgjord-biokol-hjalper-hoganas-att-bli-klimatneutrala/>

BioInnovations webbplats, *Biobaserade material*. <https://www.bioinnovation.se/omraden/materials/> (Hämtad 2023-10-09)

Boliden, 2021, *Lakverk Rönnskär*. <https://www.boliden.com/globalassets/operations/smelters/ronnskar/leach-plant-2021/facts-sheet/faktablad-lakverk.pdf>

Bolidens webbsida, *Carbon footprint of Boliden main metals*. https://www.boliden.com/globalassets/operations/products/copper/green-copper/carbon-footprint-of-boliden-main-metals_2021_executive-summary.pdf (Hämtad 2023-10-30)

BrevikCCSs webbplats, 2023, *Successful installation of the absorber in Brevik*. <https://www.brevikccs.com/en/Absorberlift> (Hämtad 2023-09-01)

Carbon Pulse, 2023, *EU's carbon capture, utilisation and storage strategy's release could be delayed – source*, 5 september 2023, <https://carbon-pulse.com/220336/>

CCS Norways webbplats, *Carbon capture: Hafslund Oslo Celsio*. <https://ccsnorway.com/capture-hafslund-oslo-celsio/> (Hämtad 2022-06-28)

CCS Norways webbplats, *Celsio puts Klemetsrud carbon capture project on hold*. <https://ccsnorway.com/celsio-puts-klemetsrud-carbon-capture-project-on-hold/> (Hämtad 2023-06-12)

Dagens Industris webbsida, *Största utsläppsbovarna ökar utsläppen igen*. <https://www.di.se/hallbart-naringsliv/storsta-utslappsbovarna-okar-utslappen-igen/> (Hämtad 2022-07-28)

Department for Energy Security & Net Zero, 2023, *Biomass strategy*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1177473/biomass-strategy-2023.pdf

Department for Energy Security & Net Zeros webbplats, *Notice: Cluster for carbon capture, usage and storage (CCUS) deployment: Phase-2 (closed to applications)*. <https://www.gov.uk/government/publications/cluster-sequencing-for-carbon-capture-usage-and-storage-ccus-deployment-phase-2> (Hämtad 2023-09-18)

Direktivet om energieffektivitet (EU) 2023/1791. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2023:231:TOC>

Direktivet om geologisk lagring av koldioxid 2009/31/EG, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=celex:32009L0031>

Draxs webbplats, *Drax and Mitsubishi Heavy Industries sign pioneering deal to deliver the world's largest carbon capture power project*. https://www.drax.com/press_release/drax-and-mitsubishi-heavy-industries-sign-pioneering-deal-to-deliver-the-worlds-largest-carbon-capture-power-project/ (Hämtad 2021-07-13)

Draxs webbplats, *Drax Power station and GB Power supplies at risk in the late 2020s without Government support for BECCS*. https://www.drax.com/press_release/drax-power-station-and-gb-power-supplies-at-risk-in-the-late-2020s-without-government-support-for-beccs/ (Hämtad 2023-06-2022)

Draxs webbplats, *Drax secures £500,000 for innovative fuel cell carbon capture study*. https://www.drax.com/press_release/drax-secures-500000-innovative-fuel-cell-carbon-capture-study/ (Hämtad 2022-06-28)

Draxs webbplats, *New carbon capture technology could help industry and agricultural sector decarbonise*. https://www.drax.com/press_release/new-carbon-capture-technology-help-industry-agricultural-sector-decarbonise/ (Hämtad 2022-06-28)

Draxs webbplats. *Drax enters formal discussions with UK Government on large-scale Power BECCS*. <https://www.drax.com/investors/drax-enters-formal-discussions-with-uk-government-on-large-scale-power-beccs/> (Hämtad 2023-08-14)

Drivkraft Sveriges webbplats, *Press: Rekordhög andel biodrivmedel under 2022 – tack vara reduktionsplikten*. <https://drivkraftsverige.se/nyheter/press-rekordhog-andel-biodrivmedel-under-2022-tack-vare-reduktionsplikten/> (Hämtad 2023-10-04)

Energimyndigheten m.fl., 2022. *Utveckla myndighetssamverkan för Sveriges delar av en hållbar europeisk värdekedja för batterier*. ER 2022:14. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=206533>

Energimyndigheten och SCB, 2021 a. *Årlig energistatistik (el, gas och fjärrvärme), Eltillförsel i Sverige efter produktionsslag och år*, Statistikdatabasen. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__EN__EN0105/ElProdAr/

Energimyndigheten, 2021 b. *Förslag till Sveriges nationella strategi för vätgas, elektrobränslen och ammoniak*. ER 2021:34. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/forslag-till-nationell-strategi-for-fossilfri-vatgas/>

Energimyndigheten, 2021 c. *Framtidens elektrifierade samhälle – Analys för en hållbar elektrifiering*. ER 2021:28. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=203006>

Energimyndigheten, 2021 e. *Styrmedel för nya biodrivmedel – Behov och utformning av styrmedel för att främja biodrivmedel med nya tekniker*, ER 2021:22. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=201409>

Energimyndigheten, 2022 a, *Årlig energibalans* <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/arl原因-energibalans>

Energimyndigheten, 2022. *Från små steg till stora kliv – en syntes av Industriklivets projekt inom bio-CCS*, ER 2022:11 <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=206974>

Energimyndigheten, 2023 a, *Energiindikatorer 2023*, ER 2023:15. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=214461>

Energimyndigheten, 2023 a, *Scenarier över Sveriges energisystem 2023*, ER 2023:07. <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/>

Energimyndigheten, 2023 b, *Energiläget i siffror 2023*. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.energimyndigheten.se%2F495283%2F-globalassets%2Fenergilaget-i-siffror-20230313_webb.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK

Energimyndigheten, 2023 d, *Yttrande angående Sänkning av reduktionsplikten för bensin och diesel*. KN2023/03617. <https://www.regeringen.se/remisser/2023/07/remiss-av-promemorian-sankning-av-reduktionsplikten-for-bensin-och-diesel/>

Energimyndighetens PM: *Bio-CCS: bokföring och rapportering av negativa utsläpp samt disposition av dessa*, dnr 2020-025783. <https://www.energimyndigheten.se/492ae9/globalassets/klimat--miljo/ccs/promemoria-bio-ccs-bokforing-och-rapportering-av-negativa-utslapp-samt-disposition-av-dessa.pdf>

Energimyndigheten, *Yttrande angående Pausad höjning av reduktionsplikten för bensin och diesel 2023*, diarienummer 2022-200638. <https://www.regeringen.se/contentassets/e190b0d84ce144feb66ff3bc730b8223/statens-energimyndighet.pdf>

Energimyndighetens webbplats, *Andel förnybar elproduktion och utsläppsintensitet per elområde 2021*. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2023/andel-fornybar-elproduktion-och-utslappsintensitet-per-elomrade-2021/> (Hämtad 2023-06-22)

Energimyndighetens webbplats, *Nationell samordning vätgas*. <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/vatgas/nationell-samordning-vatgas/> (Hämtad 2023-08-09)

Energimyndighetens webbplats, *Andel förnybar elproduktion och utsläppsintensitet per elområde 2021*. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2023/andel-fornybar-elproduktion-och-utslappsintensitet-per-elomrade-2021/> (Hämtad 2023-06-22)

Energimyndighetens webbplats, *Kortsiktiga prognoser*, <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/kortsiktiga-prognoser/> (Hämtad 2023-09-26)

Energimyndighetens webbplats, *Kortsiktiga prognoser*, <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/kortsiktiga-prognoser/> (Hämtad 2023-09-26)

Energimyndighetens webbplats, *Statligt stöd för bio-CCS*. <https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/ccs/statligt-stod-for-bio-ccs/> (Hämtad 2023-09-20)

EU:s CCUS Forum, 2023, *A vision for Carbon Capture, Utilisation and storage in the EU*. <https://circabc.europa.eu/ui/group/75b4ad48-262d-455d-997a-7d5b1f4cf69c/library/594e5e2f-1d3b-4e9d-afaa-6f6657c7ee3a/details>

EU-kommissionen, 2020 a, *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*, COM (2020) 301 final. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

EU-kommissionen, 2022 a. *Innovation fund – HySkies – A partnership to develop Sustainable Aviation Fuel*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-12/if_pf_2022_hyskies_en.pdf

EU-kommissionen, 2022 b. *Innovation fund – NorthSTOR+ – Industrializing Green Optimized Li-ion Battery systems for ESS*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-12/if_pf_2022_northstor_en.pdf

EU-kommissionen, 2023, *Innovation fund – AIR: Production of sustainable methanol*. https://ec.europa.eu/assets/cinea/project_fiches/innovation_fund/101085939.pdf

EU-kommissionen, *Electrolyser Summit Joint Declaration*, <https://ec.europa.eu/docs-room/documents/50014> (Hämtad 2023-09-29).

EU-kommissionen, *EU:s gröna industriplan för nettonollåldern*, COM (2023) 62 final, https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4_en

EU-kommissionen, *EU:s vätgasbank*, COM(2023) 156 final (2023-03-16), EUR-Lex - 52023DC0156 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

EU-kommissionen, *New EU forest strategy for 2030*, https://environment.ec.europa.eu/strategy/forest-strategy_en (Hämtad 2023-08-28)

EU-kommissionen, *Planen REPowerEU*, COM(2022) 230 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/1523), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1523

EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/1563), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1563

EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/1591). https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_1591

EU-kommissionen, pressmeddelande (IP/23/3787), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3787

EU-kommissionen, *REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy*, COM(2022) 108 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A108%3AFIN>

EU-kommissionen, tal (SPEECH/23/4426), https://ec.europa.eu/commission/press-corner/detail/sv/speech_23_4426

EU-kommissionens förslag till (omarbetad) gasmarknadsförordning, COM(2021) 804 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A804%3AFIN&qid=1640001545187>

EU-kommissionens förslag till (omarbetad) gasmarknadsdirektiv COM(2021) 803 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0803&qid=1640002501099>

EU-kommissionens förslag till förordning om kritiska råmaterial, COM (2023) 160 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0160>

EU-kommissionens förslag till förordning om naturrestaurering, COM(2022) 304 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0304>

EU-kommissionens förslag till förordning om nettoindustri, COM (2023) 161 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0161>

EU-kommissionens webbplats, *Anti-subsidy investigations*, https://policy.trade.ec.europa.eu/enforcement-and-protection/trade-defence/anti-subsidy-measures/anti-subsidy-investigations_en

EU-kommissionens webbplats, *Circular Economy Action Plan*. https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
(Hämtad 2023-09-25)

EU-kommissionens webbplats, *CO2 TransPorts aims to establish infrastructure to facilitate large-scale capture, transport and storage of CO2 from Rotterdam, Antwerp and the North Sea Port*. https://ec.europa.eu/energy/maps/pci_fiches/PciFiche_12.3.pdf
(Hämtad 2021-07-13)

EU-kommissionens webbplats, *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en (Hämtad 2023-09-25)

EU-kommissionens webbplats, *Green claims*. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/green-claims_en (Hämtad 2023-09-25)

EU-kommissionens webbplats, *Northern lights project – a commercial CO2 cross-border transport connection project between several European capture initiatives*, https://ec.europa.eu/energy/maps/pci_fiches/PciFiche_12.4.pdf
(Hämtad 2022-06-27)

EU-kommissionens webbplats, *Projects selected for grant preparation*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/calls-proposals/large-scale-calls/projects-selected-grant-preparation_en
(Hämtad 2023-10-09)

EU-kommissionens webbplats, *Proposal for a Regulation on an EU certification for carbon removals*, https://climate.ec.europa.eu/document/fad4a049-ff98-476f-b626-b46c6afdded3_en (Hämtad 2023-08-30)

EU-kommissionens webbplats, *Swedish large-scale steel value chain demonstration of Hydrogen Breakthrough Iron-making Technology*. <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/projects-details/43089234/101051316/INNOVFUND> (Hämtad 2022-09-16)

EU-kommissionens webbplats. *Projects selected for grant preparation*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/large-scale-calls/projects-selected-grant-preparation_en (Hämtad 2023-10-04)

EU-kommissionens webbsida, *Sustainable Carbon Cycles*, https://climate.ec.europa.eu/eu-action/forests-and-agriculture/sustainable-carbon-cycles_sv (Hämtad 2023-08-10)

Europeiska Kommissionen, 2020 c. *Resiliens för råvaror av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet*, COM (2020) 474 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0474>

Europeiska Kommissionens webbsida, *En hörnsten i Sveriges återhämtning*. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/factsheet_se_assessment_final.pdf (Hämtad 2023-09-29)

Europeiska rådet webbplats, *55%-paketet*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (Hämtad 2023-08-20)

Europeiska rådet webbplats, *Den europeiska gröna given*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/> (Hämtad 2023-03-27)

Europeiska rådet webbplats, *Rådet enas om krisåtgärder för att sänka energipriserna*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/10/06/council-formally-adopts-emergency-measures-to-reduce-energy-prices/> (Hämtad 2023-03-27)

FerroSilva, 2023. *Ny teknik för energieffektiv tillverkning av fossilfritt stål – första fabriken planeras till 2026*. <https://www.ferrosilva.com/wp-content/uploads/2023/05/Pressrelease-20230504-Sv.pdf>

Fortum Oslo Värme webbplats, *Fortum Oslo Värme and our Carbon Capture Project*, <https://www.fortum.com/media/26216/download> (Hämtad 2023-10-30)

Fortums webbplats, *Massmodet – mer än ett halmstrå*. <https://www.fortum.se/privat/elavtal/varfor-fortum/renarevarld/massmodet> (Hämtad 2023-10-06)

Fossilfritt Sverige, 2021 a. *Biostrategi för fossilfri konkurrenskraft*. <https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2021/11/Fossilfritt-Sveriges-biostrategi.pdf>

Fossilfritt Sverige, 2021 b. *Strategi för fossilfri konkurrenskraft – Vätgas*. <https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2021/01/Vatgasstrategi-for-fossilfri-konkurrenskraft-1.pdf>

Fossilfritt Sverige, 2021 c. *Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft – Uppföljning 2021. Bilaga 2: Uppföljning av branschernas åtgärder i färdplanerna*. https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2021/10/Uppfo%CC%88ljningsrapport_2021_Bilaga_2.pdf

Fossilfritt Sveriges webbplats, *Northvolt*. <https://fossilfrittsverige.se/participant/northvolt/> (Hämtad 2023-10-09)

Förordningen om förnybara bränslen för sjöfarten (EU) 2023/1805. EUR-Lex - 32023R1805 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Förordningen om inrättande av en gränsjusteringsmekanism (EU) 2023/956, EUR-Lex - L:2023:130:TOC - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Förslag på revidering av förnybartdirektivet COM/2021/557 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0557>

Förslag på förordning om hållbara flygbränslen COM/2021/561 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0561>

Global CCS-Institute, 2023, *Global status of CCS 2022*. https://status22.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2023/03/GCCSI_Global-Report-2022_PDF_FINAL-01-03-23.pdf

H2 Green Steels webbplats, *H2 Green Steel has pre-sold over 1,5 million tonnes of green steel to customers*. <https://www.h2greensteel.com/latestnews/h2-green-steel-has-pre-sold-over-15-million-tonnes-of-green-steel-to-customers> (Hämtad 2022-07-29)

H2 Green Steels webbplats, *thyssenkrupp nucera and H2 Green Steel partner for one of the largest electrolysis plants globally*. <https://www.h2greensteel.com/latestnews/thyssenkrupp-nucera-and-h2-green-steel-partner-for-one-of-the-largest-electrolysis-plants-globally> (Hämtad 2023-10-04)

Heidelberg Materials Cement Sveriges webbplats, *Klimatanpassad betong här är listan*. <https://www.HeidelbergMaterialsCementSverige.se/sv/klimatanpassad-betong-har-ar-listan> (Hämtad 2020-08-20)

Hertwich E.G, S. Ali, L. Ciacchi, T. Fishman, N. Heeren, E. Masanet, F. Nojavan Asghari, E. Olivetti, S. Pauliuk, Q. Tu och P. Wolfram, 2019, *Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics – a review*. Environmental Research Letters, Vol.14, No. 4. <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/material-efficiency-strategies-to-reducing-greenhouse-gas-emissions>

Hifab, 2018. *Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) – avseende lakverk för F1/K1-stoft m.m. vid Boliden Rönnskärs industriområde*. https://www.boliden.com/globalassets/operations/smelters/ronnskar/miljotillstand/bilaga-d_mkb_lakverket-ronnskar_180219.pdf

HYBRIT:s webbplats, *Demonstrationsanläggning för direktreduktion i Gällivare kommun*. <https://www.hybritdevelopment.se/samrad/> (Hämtad 2023-10-04)

HYBRIT:s webbplats, *Världens första fossilfria stål färdigt för leverans*. <https://www.hybritdevelopment.se/varldens-forsta-fossilfria-stal-fardigt-for-leverans/> (Hämtad 2021-08-03)

IEA, 2020. *The status and Challenge of CO2 Shipping Infrastructures*. <https://ieaghg.org/ccs-resources/blog/new-ieaghg-report-the-status-and-challenges-of-co2-shipping-infrastructures>

Infrastrukturnyheters webbplats, *Swerock lanserar miljöbetong från nyöppnad fabrik*. <https://www.infrastrukturnyheter.se/20201124/23847/swerock-lanserar-miljobetong-fran-nyoppnad-fabrik> (Hämtad 2021-08-20)

Innovation Fund Project Portfolio, *Portfolio of signed project*, https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/6e4815c8-1f4c-4664-b9ca-8454f77d758d/sheet/bac47ac8-b5c7-4cd1-87ad-9f8d6d238eac/state/analysis (Hämtad 2023-10-04)

IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3: Industrial Processes and Product Use*. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_1_Ch1_Introduction.pdf

IPCC, 2022. *Climate Change 2022. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

IVA, 2022. *Om vätgas och dess roll i elsystemet*. <https://www.iva.se/contentassets/62a4c-0d2e21e4b289541377c2942ad64/202205-iva-vatgasprojektet-syntesrapport.pdf>

Jernkontorets webbplats, *Utsläpp*. <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/bransch-fakta-och-statistik/utslapp/> (Hämtad 2023-10-04)

Johanneberg Science Parks webbplats, *Ny teknik möjliggör ett steg närmare kemisk återvinning av plast i Sverige*. <https://www.johannebergsciencepark.com/nyheter/ny-teknik-mojliggor-ett-steg-narmare-kemisk-atervinning-av-plast-i-sverige> (Hämtad 2023-10-05)

Johnsson och Kjärstad, 2019. *Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige – Behov av forskning och demonstration*. https://research.chalmers.se/publication/509912/file/509912_Fulltext.pdf

Johnsson, Normann och Svensson, 2020. *Marginal Abatement Cost Curve of Industrial CO2 Capture and Storage – A Swedish Case Study*. *Frontiers in Energy Research*. Vol.8. No.175. <https://research.chalmers.se/publication/518891>

Klimatpolitiska rådet, 2022. *Klimatpolitiska rådets rapport 2022*. <https://www.klimatpolitiskaradet.se/wp-content/uploads/2022/03/klimatpolitiskaradetrappor2022.pdf>

Liquid Winds webbplats, *Electrofuel Facilities*. <https://www.liquidwind.se/facilities> (Hämtad 2023-10-05)

Liquid Winds webbplats, *Ørsted tar första spadtaget för FlagshipONE – Liquid Winds första och Europas största elektrobränsleprojekt*. <https://www.liquidwind.se/news/rsted-tar-frsta-spadtaget-fr-flagshipone-liquid-winds-frsta-och-europas-strsta-elektrobrnsleprojektnbsp> (Hämtad 2023-10-05)

Luleå Tekniska Högskolas webbplats, *Satsning på biokol för fossilfri järn- och stålproduktion*. <https://www.ltu.se/org/tvm/Satsning-pa-biokol-for-fossil-fri-jarn-och-stalproduktion-1.220883> (Hämtad 2023-10-04)

Luleå tekniska universitets webbplats, *Koldioxid fångas in för lagring i berggrunden*. <https://www.ltu.se/research/subjects/Malmgeologi/nyheter/Koldioxid-fangas-in-for-lagring-i-berggrunden-1.204713> (Hämtad 2021-09-17)

LULUCF-förordningen (EU) 2018/841. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R0841-20230511>

Material Economics, 2018. *Ett värdebeständigt svenskt materielsystem – En rapport om materialanvändning ur ett värdeperspektiv*. <https://materialeconomics.com/publications/publication/ett-vardebestandigt-svenskt-materialsystem>

Material Economics, 2020. *Preserving value in EU industrial materials – A value perspective on the use of steel, plastics and aluminium*. <https://materialeconomics.com/publications/preserving-value-eu>

Material Economics, 2021. *Den svenska ekvationen för bioresurser; annex till Klimatagenda för Sverige*, <https://materialeconomics.com/publications/ekvationen-bioresurser>

McArthur foundation och Material economics, 2019. *Completing the Picture – How the Circular Economy Tackles Climate Change*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>

Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0107/MI0107IndustriN/

Naturvårdsverket, 2019 a. *Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen – Industrin i fokus*, Rapport 6911. <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1450282/FULLTEXT01.pdf>

Naturvårdsverket, 2022. *Klimatomställning av fossil plast – Underlagsrapport till regeringsuppdraget om Näringslivets klimatomställning*. <https://www.naturvardsverket.se/49f038/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7057-1.pdf>

Naturvårdsverket, 2023 a. *EU ETS hänvisningsvärden 2022*. <https://www.naturvardsverket.se/48fd18/globalassets/vagledning/utslappshandel/eu-ets-hanvisningsvarden-2022.pdf>

Naturvårdsverket, 2023 b. *Förslag på förordningsförändringar för att genomföra ändringar i utslappshandelssystemet EU ETS*, NV-00646-23. <https://www.naturvardsverket.se/498a0c/contentassets/e014d39850cf4dda9725e44fbc0a7818/for-slag-pa-lagandringar-for-att-genomfora-andringar-i-utslappshand-lssystemet-eu-ets.pdf>

Naturvårdsverket, 2023 c. *Analys av bokföring av Bio-CCS inom reviderat 2030-ramverk på EU-nivå*, NV-00052-20. <https://www.naturvardsverket.se/493cc7/contentassets/f1821fc959934673bbc1f2578f9f2325/analys-av-bokforing-av-bio-ccs-inom-reviderat-2030-ramverk-pa-eu-niva.pdf>

Naturvårdsverket, 2021. *Kemisk återvinning av plast – Teknik, flöden och miljöaspekter; rapport 6990*. <https://www.naturvardsverket.se/4a6535/globalassets/media/publikationer-pdf/ovriga-pub/978-91-620-6990-2.pdf>

Naturvårdsverkets utsläppsregister. <https://utslappsisiffror.naturvardsverket.se/>

Nordkalks webbplats, *Avskiljning av koldioxid kommer att tas i bruk för att påskynda dekarboniseringen av Nordkalks ugnsverksamhet*. <https://nordkalk.se/avskiljning-av-koldioxid-kommer-att-tas-i-bruk-for-att-paskynda-dekarboniseringen-av-nordkalks-ugns-verksamheter/> (Hämtad 2023-10-05)

Norska regeringens webbplats, *Funding for Longship and Northern Lights approved*. <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/funding-for-longship-and-northern-lights-approved/id2791729/> (Hämtad 2021-07-12)

Northern Lights webbplats, *Cory and Northern Lights announce pioneering international carbon partnership*. <https://norlights.com/news/cory-and-northern-lights-announce-pioneering-international-carbon-partnership%ef%bf%bc/> (Hämtad 2022-07-27)

Northern Lights webbplats, *Northern Lights enters into cross-boarder transport and storage agreement with Ørsted*. <https://norlights.com/news/northern-lights-enters-into-cross-border-transport-and-storage-agreement-with-orsted/> (Hämtad 2023-06-12)

Northern Lights webbplats, *What we do*. <https://norlights.com/what-we-do/> (Hämtad 2021-09-20)

Northern Lights, 2021. *Annual report 2021*. <https://norlights.com/wp-content/uploads/2022/04/Northern-Lights-Annual-report-2021.pdf>

Northvolt, 2022, *Sustainability and Annual report 2022*. https://www.datocms-assets.com/38709/1684304946-northvolt_sustainability_and_annual_report_2022.pdf

Northvolts webbplats, *Recycling*. <https://northvolt.com/recycling/> (Hämtad 2023-09-20)

NyTekniks webbplats, *Utan grön bränd kalk blir det inget grönt stål*. <https://www.nyteknik.se/industri/utan-gron-kalk-inget-gront-stal-ska-kalkindustrin-lyckas-kapa-sina-utslapp/3688181> (Hämtad 2023-10-09)

Porthos webbplats, *102 million euros in fundning on the horizon for Porthos*. <https://www.porthosco2.nl/en/102-million-euros-in-funding-on-the-horizon-for-porthos/> (Hämtad 2021-07-13)

Porthos webbplats, *Permits for CO2 storage under the North sea*. <https://www.porthosco2.nl/en/permits-for-co2-storage-under-the-north-sea/> (Hämtad 2023-06-12)

Porthos webbplats, *Porthos highly satisfied with green light from Concil of state for CO2 storage*. <https://www.porthosco2.nl/en/porthos-highly-satisfied-with-green-light-from-council-of-state-for-co2-storage/> (2023-09-01)

Porthos webbplats, *Project*. <https://www.porthosco2.nl/en/project/> (Hämtad 2023-06-12)

Preem, 2022. *Årsredovisning*. https://www.preem.se/globalassets/om-preem/finansiell-info/arsredovisningar/2022/preem_arsredovisning_2022.pdf

Preems webbplats, *Det svenska importundret*. <https://www.preem.se/om-preem/om-oss/det-svenska-importundret/> (Hämtad 2023-10-04)

Preems webbplats, *Vattenfall och Preem går vidare med samarbetet kring fossilfri vätgas till biobränslen*. <https://news.cision.com/se/preem-ab/r/vattenfall-och-preem-gar-vidare-med-samarbetet-kring-fossilfri-vatgas-till-biobranslen,c3449790> (Hämtad 2023-10-05)

Preems webbplats, *Vi utvecklar diesel och bensin från restprodukter*. <https://www.preem.se/en-battre-resa/vi-utvecklar-diesel-och-bensin-fran-restprodukter/> (Hämtad 2023-10-05)

RE:Source, RISE och Circle Economy, 2022, *Circularity gap report*. <https://resource-sip.se/content/uploads/2022/04/circularity-gap-report-sweden-1.pdf>

RE:Sources webbplats, *Materialhjulet*. <https://resource-sip.se/materialhjulet/> (Hämtad 2023-08-30)

Regeringen, 2022. *Nationell strategi för elektrifiering– en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning*

Regeringens webbplats, *Utredare John Hassler presenterar sin rapport om hur Sveriges klimatpolitik bör utvecklas baserat på EU:s nya klimatlagstiftning Fit for 55.*, https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2023/10/utredare-john-hassler-presenterar-sin-rapport-om-hur-sveriges-klimatpolitik-bor-utvecklas-baserat-pa-eus-nya-klimatlagstiftning-fit-for-551/?mtm_campaign=Pressmeddelande&mtm_source=Pressmeddelande&mtm_medium=email (Hämtad 2023-08-18)

Regeringskansliet, 2017. Bakgrundpromemoria om Industriklivet. <https://mb.cision.com/Public/4172/2334033/bd0cd06e23ff9bcf.pdf>

Regeringskansliets faktrapomemoria, *Förordning om restaurering av natur*, 2021/22:FPM114. <https://www.regeringen.se/contentassets/e2fd18836a084e35b-0b42e8b353eae6e/forordning-om-restaurering-av-natur-202122-fpm114.pdf> (2022-08-16)

Regleringsbrev avseende anslag 1:19 Industriklivet (M2021/02392) (delvis)

Riktlinjer för statligt stöd till klimat, miljöskydd och energi (EUT 2022/C 80/01). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3A-OJ.C_.2022.080.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AC%3A2022%3A080%3ATOC

RISEs webbplats, *Förnybara och fossilfria drivmedel för en hållbar framtid.* <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/fossilfria-drivmedel> (Hämtad 2023-10-04)

RISEs webbplats, *Spännande projekt skapar textilier från skogliga resurser.* <https://www.ri.se/sv/spannande-projekt-skapar-textiler-fran-skogliga-resurser> (Hämtad 2023-10-06)

RISEs webbplats, *Så får vi mer värde från våra bioråvaror.* <https://www.ri.se/sv/berattelser/sa-far-vi-mer-varde-fran-vara-bioravaror#:~:text=Bior%C3%A5vara%20har%20stor%20potential%20att%20ers%C3%A4tta%20fossilbaserade%20produkter,anv%C3%A4ndning%20kan%20ge%20upphov%20till%20helt%20nya%20m%C3%B6jligheter> (Hämtad 2023-06-19)

Roussanaly, S., Berghout, N., Fout, T., Garcia, M., Gardarsdottir, S., Mohd Nazir, S., Ramirez, A. och Rubin, E.S., 2021. *Towards improved guidelines for cost evaluation of carbon capture and storage for industry.* International Journal of Greenhouse Gas Control. Vol.106, nr. 103263. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750583621000153>

SaltX Technologys webbplats, *World-unique test and research center for electric calcination.* <https://www.saltxtechnology.com/world-unique-test-and-research-center-for-electric-calcination/> (Hämtad 2023-10-09)

Scandcycles webbplats, *Salient technology features.* <https://www.scandcycle.com/products/> (Hämtad 2023-10-09)

SCAs webbplats, *Frågor och svar – Bioraffinaderi.* <https://www.sca.com/sv/fornybar-energi/drivmedel/bioraffinaderi/fragor-och-svar-bioraffinaderi/> (Hämtad 2023-10-09)

SCAs webbplats, *SCA och ST1 startar ett samägt bolag för att producera och utveckla biodrivmedel.* <https://www.sca.com/sv/media/pressmeddelanden/2021/sca-och-st1-startar-samagt-bolag-for-att-producera-och-utveckla-biodrivmedel/> (Hämtad 2023-10-05)

SFS 2014:266

SGU och Naturvårdsverket, 2017. *Förslag till strategi för hantering av gruvavfall*. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/6104a3383a9949e99f8ee28d94f2375c/strategi-forslag-hantering-gruvavfall-20170913.pdf>

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

SGU, 2017. *Geologisk lagring av koldioxid i Sverige – Lägesbeskrivning avseende förutsättningar, lagstiftning och forskning samt olje- och gasverksamhet i Östersjöregionen*, Rapporter och meddelanden 142. <http://resource.sgu.se/produkter/rm/rm142-rapport.pdf>

SGUs webbplats, *Svensk gruvnäring*. <https://www.sgu.se/mineralnaring/svensk-gruvnaring/> (Hämtad 2023-09-05)

Sharetexts webbplats, *We valorize textile waste*. <https://www.sharetex.com/home#news> (Hämtad 2023-10-09)

Skanskas webbplats, *Grön betong för en hållbar framtid*. <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/gron-betong-for-en-hallbar-framtid/> (Hämtad 2020-09-08)

SKGS, 2023. *Industrins elbehov till 2030 – en kartläggning*. <https://www.ikem.se/globalassets/media-ikem/bilder/rapportermaterial-120x170/industrins-elbehov-till-2030---en-kartlaggning.pdf>

SMA Minerals webbplats, *SMA Mineral och SaltX lanserar ZEQL – ett elektrifierat fabrikskoncept för tillverkning av klimatneutral kalk*. <https://smamineral.se/sv/sma-mineral-och-saltx-lanserar-zeql-ett-elektrifierat-fabrikskoncept-for-tillverkning-av-klimatneutral-kalk-2/> (Hämtad 2023-10-09)

SOU 2020:4, *Vägen till en klimatpositiv framtid*, Betänkande av klimatpolitiska vägvalsutredningen.

SOU 2023:15, *Förnybart i tanken*, Bioekonomiutredningen.

SSABs webbplats, *Tidslinje för fossilfri stålproduktion*. <https://www.ssab.com/sv-se/ssab-koncern/hallbarhet/fossilfritt-stal/tidslinje> (Hämtad 2022-06-13)

St1s webbplats, *Vattenfall och St1 ingår nytt partnerskap inom fossilfritt e-flygbränsle*. <https://www.st1.se/vattenfall-och-st1-i-nytt-fossilfritt-samarbete> (Hämtad 2022-07-07)

St1s webbplats, *St1 Nordic OY Financial Statements Release 2022*. <https://www.st1.com/st1-nordic-oy-financial-statements-release-2022> (Hämtad 2023-10-09)

Stena Recyclings webbplats, *Stena Recycling öppnar en storskalig återvinningsanläggning för batterier i Europa*. <https://www.stenarecycling.com/sv/nyheter-insikter/nyheter/2023/storskalig-atervinningsanlaggning-for-batterier/> (Hämtad 2023-10-09)

Stena Recyclings webbplats, *Unikt samarbete stödjer Volvo Cars*. <https://www.stenarecycling.com/sv/nyheter-insikter/insikter-inspiration/guider-artiklar/unikt-samarbete-stodjer-volvo-cars/> (Hämtad 2023-10-09)

Stockholm Exergis webbplats, *Bio-CCS – Fångar in och lagrar koldioxid*. <https://www.stockholmexergi.se/minusutslapp/bio-ccs/> (Hämtad 2022-06-27)

Stockholm Exergis webbplats, *Stockholm Exergi tar nästa steg: Ansöker om miljötillstånd för bio-CCS*. <https://www.stockholmexergi.se/nyheter/stockholm-exergi-tar-nasta-steg-ansoker-om-miljotillstand-for-bio-ccs/> (Hämtad 2023-08-02)

Stora Ensos webbplats, *Stora Enso to host TreeToTextile's demonstration plan for sustainable textile fiber*. <https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2021/2/stora-enso-to-host-tree-to-textile-demo-plant> (Hämtad 2023-10-09)

Svebios webbplats, *Stor potential för bio-CCS i Sverige – 38 orter med bäst förutsättningar*. <https://www.svebio.se/press/pressmeddelanden/stor-potential-for-bio-ccs-i-sverige-38-orter-med-bast-forutsattningar/> (Hämtad 2021-10-06)

Svensk Byggtjänsts webbsida, *Bindemedel som kan ersätta cement i betong*. <https://byggkoll.byggtjanst.se/artiklar/2023/mars/bindemedel-som-kan-ersatta-cement-i-betong/> (Hämtad 2023-10-05)

Tidningen Näringsliv, 2023. *Nordkalk sänker utsläpp med biobränsle – "Anmärkningsvärda framgångar"*. <https://www.tn.se/hallbarhet/29914/nordkalk-sanker-utslapp-med-biobransle-anmarkningsvarda-framgangar/>

Tidningen Näringslivet, 2023. *Kemiindustrier nekas el: "Drabbar stora delar av svensk industri"*, <https://www.tn.se/naringsliv/29469/kemiindustrier-nekas-el-drabbar-stora-delar-av-svensk-industri/> (Hämtad 2023-06-19)

Tilläggsdirektiv till miljömålsberedningen (M2010:04), Dir. 2022:126. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2022/08/dir.-2022126> (Hämtad 2023-09-28)

TreetoTextiles webbplats, *New Chairman of the Board and new Chief Executive Officer*. <https://treetotextile.com/swedish-company-treetotextile-announces-new-chairman-of-the-board-and-new-chief-executive-officer-to-help-scale-the-fiber-technology> (Hämtad 2023-10-09)

UNCTAD, 2020. *Commodities at a glance – Special issue on strategic battery raw materials*. No. 13. https://unctad.org/system/files/official-document/ditccom2019d5_en.pdf

UNFCCC:s webbplats, *Common Reporting Tables (CRT) on NIRs*, <https://unfccc.int/documents/311076> (Hämtad 2023-08-24)

Utsläppshandelsdirektivet (EU) 2023/959 (omarbetat), EUR-Lex - L:2023:130:TOC - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Vattenfalls webbplats, *HySkies: Fossilfritt flygbränsle får EU-stöd*. <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/pressmeddelanden/2023/hyskies-fossilfritt-flygbransle-far-eu-stod> (Hämtad 2023-10-05)

Volvo CEs webbplats, *Cirkularitet i rörelse*. <https://www.volvoce.com/sverige/sv-se/about-us/news/2023/circularity-in-motion/> (Hämtad 2023-10-09)

Öresundskrafts webbplats, *Öresundskraft påbörjat miljardupphandling för CCS-satsning*. <https://www.mynewsdesk.com/se/oresundskraft/pressreleases/oresundskraft-paaboerjar-miljardupphandling-foer-ccs-satsning-3247913> (Hämtad 2023-08-02)

Öresundskrafts webbplats, *Öresundskraft testar koldioxidavskiljning med ny teknik*. <https://www.mynewsdesk.com/se/oresundskraft/pressreleases/oresundskraft-testar-koldioxidavskiljning-med-ny-teknik-3211399> (Hämtad 2023-08-02)

Bilaga 1. Utsläppsdefinitioner

Nedan följer definitioner av begreppen förbränningsutsläpp, processrelaterade utsläpp och negativa utsläpp, vilka är centrala för denna rapport. Utgångspunkten har så långt som möjligt varit de definitioner som anges i IPCC:s riktlinjer,³⁵⁹ vilka används vid klimatrappporteringen.

Förbränningsutsläpp

Förbränningsutsläpp kan förenklat beskrivas som utsläpp från förbränning av bränslen. Mer specifikt är förbränningsutsläpp de utsläpp som uppstår när en energivaru oxideras i en apparat med syftet att tillhandahålla värme eller mekaniskt arbete till en process eller för användning bortom apparaten. Kemiska reaktioner i industriella processer kan också generera värme, men i de fallen räknas utsläppen som processutsläpp.

Förbränningsutsläppen kan delas upp i *processrelaterade förbränningsutsläpp* och *övriga förbränningsutsläpp* beroende på vilket bränsle som används. Processrelaterade förbränningsutsläpp ingår, som namnet antyder, i processrelaterade utsläpp. Processrelaterade förbränningsutsläpp uppstår vid förbränning av restprodukter från fossila råvaror i tillverkningsprocesser (se nedan). Övriga förbränningsutsläpp är de förbränningsutsläpp som inte är processrelaterade, vilket främst handlar om utsläpp från förbränning av fossila bränslen³⁶⁰ och biobränslen.

Processrelaterade utsläpp

Begreppet processrelaterade utsläpp saknar en allmänt erkänd definition. I Bakgrundspromemorian om Industriklivet³⁶¹ beskrivs de processrelaterade utsläppen som utsläpp ”*direkt från industrins processer för tillverkning och bearbetning i produktionen*”. För arbetet med Industriklivet och regeringsuppdraget Innovationsfrämjande insatser har därför processrelaterade utsläpp definierats med utgångspunkt i underlagsmaterialet för dessa uppdrag samt IPCC:s riktlinjer. Processrelaterade utsläpp är alltid fossila.

Processrelaterade utsläpp utgörs av de tre utsläppskategorierna nedan.

1. *Processutsläpp*, vilket avser de utsläpp som orsakas av industriella tillverkningsprocesser. Industriella processer genererar växthusgaser i många olika processteg, men framför allt vid kemisk eller fysisk materialomvandling. Ett exempel på processutsläpp är koldioxid som bildas när kalksten omvandlas under upphettning i produktionen av cement och kalk (kalcinering). Alla processutsläpp inom industrin ingår i processrelaterade utsläpp. Processutsläpp är alltid fossila.

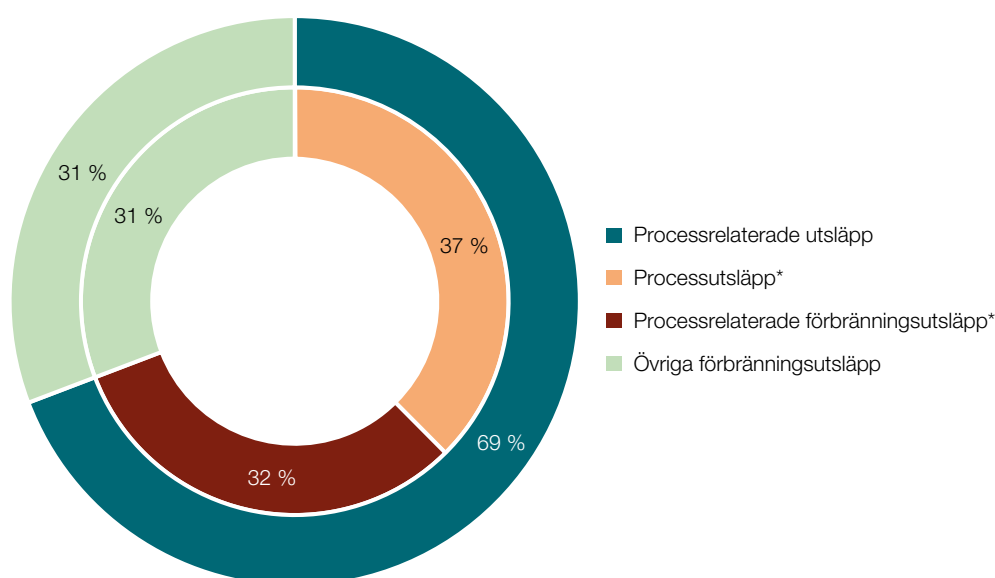
³⁵⁹ IPCC, 2006.

³⁶⁰ Externa fossila bränslen, dvs. inte restprodukter.

³⁶¹ Regeringskansliet, 2017. Bakgrundspromemoria om Industriklivet. <https://mb.cision.com/Public/4172/2334033/bd0cd06e23ff9bcf.pdf> (Hämtad 2023-10-30)

2. *Diffusa utsläpp* som uppstår vid hantering och produktion av fossila bränslen, t.ex. när de utvinns ur jordskorpan, vidareförädlas till slutprodukter eller transporteras. I Sverige kan de diffusa utsläppen framför allt härledas till produktion av koks, läckage från rörledningar och raffinaderiernas vätgasproduktion. Fackling, dvs. när man förbränner restgaser utan att tillvarata energin, är en sorts diffusa utsläpp. Vissa diffusa utsläpp ingår i processrelaterade utsläpp, framför allt fackling och utsläpp från vätgasproduktion.³⁶²
3. *Processrelaterade förbränningsutsläpp* vilka uppstår vid förbränning av restprodukter från fossila råvaror i tillverkningsprocesser. Med en restprodukt avses ett ämne som uppstår utöver den avsedda slutprodukten i processen när råvaran omvandlas. Om en sådan restprodukt förbränns för energiändamål ger det upphov till processrelaterade förbränningsutsläpp. Råvaran ska vara fossil och får inte enbart användas för energiändamål i processen för att restprodukten ska kunna ge upphov till processrelaterade förbränningsutsläpp.

Figur B1.1. visar hur industrins utsläpp var fördelade mellan processrelaterade utsläpp (och dess underkategorier) samt övriga förbränningsutsläpp under 2021.



Figur B1.1. Fördelningen av industrins totala fossila växthusgasutsläpp på olika utsläppskategorier, 2021, procent (kategorier markerade med * ingår i processrelaterade utsläpp).

Källa: Naturvårdsverket och SCB,³⁶³ bearbetning av Energimyndigheten.

Anm. Diffusa utsläpp ingår i kategorin processrelaterade förbränningsutsläpp.

³⁶² Diffusa utsläpp som inte ingår i processrelaterade utsläpp är framför allt läckage från rörledningar,

³⁶³ Naturvårdsverket och SCB, 2023. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0107/MI0107IndustriN/

Negativa utsläpp

I utredningen Vägen till en klimatpositiv framtid³⁶⁴ definieras negativa utsläpp som följande; ”negativa utsläpp uppstår om mänsklig aktivitet leder till upptag av koldioxid utöver det upptag som annars skulle ha uppstått naturligt i koldioxidcykeln”. Vidare analyserar utredningen olika vägar att nå negativa utsläpp, s.k. kompletterande åtgärder, som vid sidan av omfattande utsläppsminskningar behövs för att nå målet om nettonollutsläpp till 2045 och negativa nettonollutsläpp därefter. Dessa delas in i kategorierna (1) ökad kolsänka i skog och mark³⁶⁵ såsom återvätning av dränerad torvmark, (2) avskiljning, transport och lagring³⁶⁶ av biogen koldioxid³⁶⁷ (bio-CCS³⁶⁸) samt (3) verifierade utsläppsminskningar i andra länder.

I denna rapport ligger fokus på sådana åtgärder för negativa utsläpp som kopplar till den andra kategorin ovan, närmare bestämt ”åtgärder som bidrar till negativa utsläpp genom avskiljning, transport och geologisk lagring av växthusgaser av biogent ursprung eller som tagits ut ur atmosfären,” vilket är den definition som används inom Industriklivet.³⁶⁹ Dessa åtgärder utgörs av t.ex. av bio-CCS, men även direktinfångning, avskiljning och lagring av koldioxid som tagits ut ur atmosfären, även kallat DACCS (Direct Air Carbon Capture and Storage). Vidare kan förbränning av biomassa anses vara utsläppsneutral, om den biomassa som förbränns produceras på ett sådant sätt att återväxten medför (minst) nettonoll upptag av koldioxid. Om koldioxiden vid förbränning, i stället för att återföras till sitt nollsumme-kretslopp, fångas in och lagras kan på så sätt negativa utsläpp uppnås. De biogena utsläppen kan härröra både från industrins processer och från förbränning.

³⁶⁴ SOU 2020:4

³⁶⁵ Även tillförsel av biokol för långsiktig inlagring av kol med samtidig jordförbättring skulle kunna ingå.

³⁶⁶ Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/31/EG av den 23 april 2009 om geologisk lagring av koldioxid.

³⁶⁷ Biogen koldioxid uppstår från förnybart organiskt material, t.ex. delar av växter, slam från reningsverk eller slaktavfall. Biobränslen kan vara gasformiga som biogas, flytande som etanol eller fasta som t.ex. ved, spannmål och träpellets. Torv räknas inte som ett biobränsle.

³⁶⁸ Tekniken kallas även BECCS (Bio Energy CCS). Då detta begrepp endast täcker förbränningsutsläpp och inte alla biogena utsläpp (t.ex. vid etanol- och biogasproduktion) används i denna rapport det något bredare begreppet bio-CCS.

³⁶⁹ Förordning (2017:1319) om statligt stöd till åtgärder för att minska industrins processrelaterade utsläpp av växthusgaser och för negativa utsläpp.

Bilaga 2. Bearbetning och tolkning av statistik

I den här bilagan beskrivs hur statistik från olika källor har bearbetats eller tolkats för att matcha rapportens branschindelning. Eftersom statistik källorna skiljer sig åt med hänsyn till bland annat urval, avgränsningar, sekretess, klassificeringssystem och insamlingsmetod ska jämförelser mellan källorna göras med försiktighet.

Att använda statistik från olika källor för att beskriva en och samma bransch är svårt, och jämförelser bör därför göras med försiktighet. Eftersom statistiken baseras på olika undersökningar med varierande urval, avgränsningar och klassificeringssystem kan inte exakt samma branschavgränsningar användas. Statistik för växthusgasutsläpp fördelas enligt CRF-koder, och övrig branschstatistik fördelas enligt SNI-koder. De största skillnaderna är att järnlegeringar (ferrolegeringar) redovisas under järn- och stålindustrin för all statistik utom för utsläpp, där de ingår i övrig metallindustri, samt att utsläpp från gruvindustrin inte ingår i de branscher som beskrivs i kapitel 2.

Förutom branschindeld statistik används även varuindeld statistik. I den statistiken används SPIN-koder och HS/Kn-nummer. SPIN-koderna stämmer överens med SNI-koderna och båda refereras därför som SNI-koder i den här rapporten. HS/Kn-nummer är ett sätt att klassificera produkter och saknar en direkt koppling till branschindelning. Därför har en bedömning gjorts av vilka produkter som är relevanta för respektive bransch. En beskrivning av vad som ingår i respektive bransch och produkt-/varukategori³⁷⁰ finns i Bilaga 3.

Statistik om utsläpp och energianvändning

Utsläpp från koks-, masugns- och LD-gas som används för produktion av el och värme räknas till järn- och stålindustrins processrelaterade utsläpp i denna rapport. I den internationella klimatrapporeringen rapporteras dessa utsläpp under elproduktion (förbränningsutsläpp), men eftersom utsläppen är direkt kopplade till produktionen i koksverk, masugnar och LD-konverter och uppkommer, oavsett om gaserna används till elproduktion, som bränsle för tillverkningsprocessen eller facklas bort, är de för uppdraget relevanta som processrelaterade förbränningsutsläpp. Utsläpp från förbränning av processgaser räknas i den här rapporten som processrelaterade (förbrännings)utsläpp oavsett var förbränningen sker.

Utsläppsstatistiken är delvis annorlunda uppbyggd än övrig statistik, och det har därför inte varit möjligt att helt synkronisera dessa. Gruvornas växthusgasutsläpp kan inte fördelas mellan olika sorters gruvor och följaktligen inte heller enligt den branschindelning som används i rapporten. Förbränningsutsläpp från framställning av järnlegeringar (ferrolegeringar) kan inte heller separeras från andra förbränningsutsläpp inom övrig metallindustri i utsläppsstatistiken och därför ingår alla utsläpp från dessa i utsläppen från övrig metallindustri i rapporten. För övrig statistik (energi,

³⁷⁰ I rapporten används varukategori för att övergripande kategorisera varor, främst på 2-siffrig HS/Kn-kodnivå, medan produktkategorier är mer finfördelade kategorier på 4-siffrig HS/Kn-kodnivå.

ekonomi) går det inte att separera järnlegeringar från järn- och ståltillverkning och de redovisas därför i järn- och stålindustrin. Se också figuren i slutet av Bilaga 3 för mer information om skillnaderna i branschuppdelning.

Energianvändningen i raffinaderier ingår inte i industrins slutliga energianvändning i Energimyndighetens årliga energibalans, utan hör till tillförselsidan. Därför skiljer sig industrins totala energianvändning i denna rapport något från industrins energianvändning i energibalansen. Dessutom är det antaget att all värme från fackling inom raffinaderier har återvunnits i de interna processerna.

Vad gäller utsläpp av biogen koldioxid har inte den officiella statistiken över territoriella utsläpp fullt ut kunnat användas i denna rapport. Detta då processutsläpp av biogen koldioxid inte redovisas för massa- och pappersindustrin, vilket innebär att de biogena utsläpp som genereras från användningen av avlutar inom papper- och massaindustrin inte inkluderas. Därför har Naturvårdsverkets utsläppsregister använts för beräkning av potentialer för negativa utsläpp. I detta register ingår de verksamheter som är ålagda att rapportera sina utsläpp på anläggningsnivå i enlighet med Förordning (EG) 166/2006.³⁷¹ Registret innehåller information om majoriteten av de stora punktutsläppen av både biogen och fossil koldioxid i Sverige.

Statistik om handel och ekonomi

Det handlas många olika varor och kvaliteter inom samma bransch. För att få en bättre förståelse av handelsströmmarna kan man undersöka import och export på varunivå. I rapporten görs en grov genomgång, främst på 2–4 siffrig HS/KN-kodnivå, för att skapa en översikt av handelsströmmarna. Även på 4-siffrig HS/KN-kodnivå är ett flertal varor aggregerade under samma kod. I vissa fall skiljer sig andelarna av import/export i värde och vikt åt. Här undersöks, om inget annat anges, handeln i värde.

Import- och exportvärdena redovisas på branschnivå och är inte proportionella mot handelsvolymerna mätt i fysiska enheter, t.ex. ton. Inom varje bransch handlas en mängd olika varor av olika värde. Inom t.ex. raffinaderier importeras framför allt råvaror, medan förädlade varor exporteras. Att nettoexporten ändå är negativ beror på att importvolymen är större än exportvolymen. Inom stålindustrin är import- och exportvolymerna ungefär lika stora, men de produkter som exporteras är mer förädlade.

All import av stenkol och kolbaserade produkter används inte inom ståltillverkning, utan kan också användas till el- och värmeproduktion m.m. Det går inte att se hur stor andel av importen som går till vilket användningsområde i statistiken. Men sett till hur kolanvändningen fördelas i energistatistiken är det rimligt att anta att en större andel av importen används inom ståltillverkning.

³⁷¹ Europaparlamentet och rådets förordning (EG) nr 166/2006 av den 18 januari 2006 om upprättande av ett europeiskt register över utsläpp och överföringar av föroreningar.

Bilaga 3. Bransch-, varu-, och produktindelning

Branschuppdelningen har gjorts med avsikt att fånga hela kedjan från råvara till slutprodukt. I tabellerna B3.1, B3.2 och B3.3 beskrivs vilka SNI-koder och SPIN-koder som ingår i respektive bransch, vilka varu- och produktkategorier dessa motsvarar samt CRF-kodernas branschindelning.³⁷² I slutet av bilagan finns en schematisk bild (Figur B3.1) över hur branschindelningen i CRF och SNI hänger ihop.

Tabell B3.1. Branschuppdelning enligt SNI och SPIN för energistatistik, ekonomisk statistik och handelsstatistik. SNI-koder används för att klassificera verksamheter efter vad de gör (deras aktivitet), medan SPIN-koder används för att klassificera varor.

Rapportnamn	SNI/SPIN-kod
Hela industrin	05–33
Järn- och stålindustri, inklusive järnmalmgruvor och ferrolegeringar	05.1, 07.1, 24.1–24.3, 24.51–24.52
Stenkolsgruvor/Kol	05.1
Järnmalmgruvor/Järnmalm	07.1
Järn och stål	24.1
Tillverkning av rör, ledningar, ihåliga profiler och tillbehör av stål/Stålrör m.m.	24.2
Annan primärbearbetning av stål/Andra primärbearbetade stålprodukter	24.3
Gjutning/gjutna produkter av järn och stål	24.51, 24.52
Övrig metall inklusive övriga gruvor	07.2–08+ 24.4, 24.53–24.54
Andra malmgruvor och brytning av sten, sand m.m.	
Andra malmgruvor än järnmalm/Annan malm än järnmalm	07.2
Brytning av sten, sand m.m./Sten, sand och lera	08.1
Övriga mineralbrott/Övriga mineralprodukter	08.9
Metallverk/Metaller exklusive järn	24.4
Gjutning/Gjutna produkter av lättmetall och övriga metaller	24.53, 24.54
Raffinaderier och kemiindustri	06, 19–21
Raffinaderi och baskemi/raffinaderi och baskemikalier	06, 19.1–20.1 ³⁷³
Raffinaderi	19.2
Baskemikalier m.m.	20.1
Råpetroleum och naturgas	
Bekämpningsmedel m.m.	20.2
Färg, lack mm	20.3
Rengöringsmedel m.m.	20.4

³⁷² I rapporten används varukategori för att beskriva övergripande kategorier, främst på 2-siffrig HS/Kn-kodnivå, medan produktkategorier används för mer finfördelade kategorier på 4-siffrig HS/Kn-kodnivå.

³⁷³ 06 är främst relevant för handel eftersom det inte finns någon produktion av råolja eller naturgas i Sverige utan det importeras.

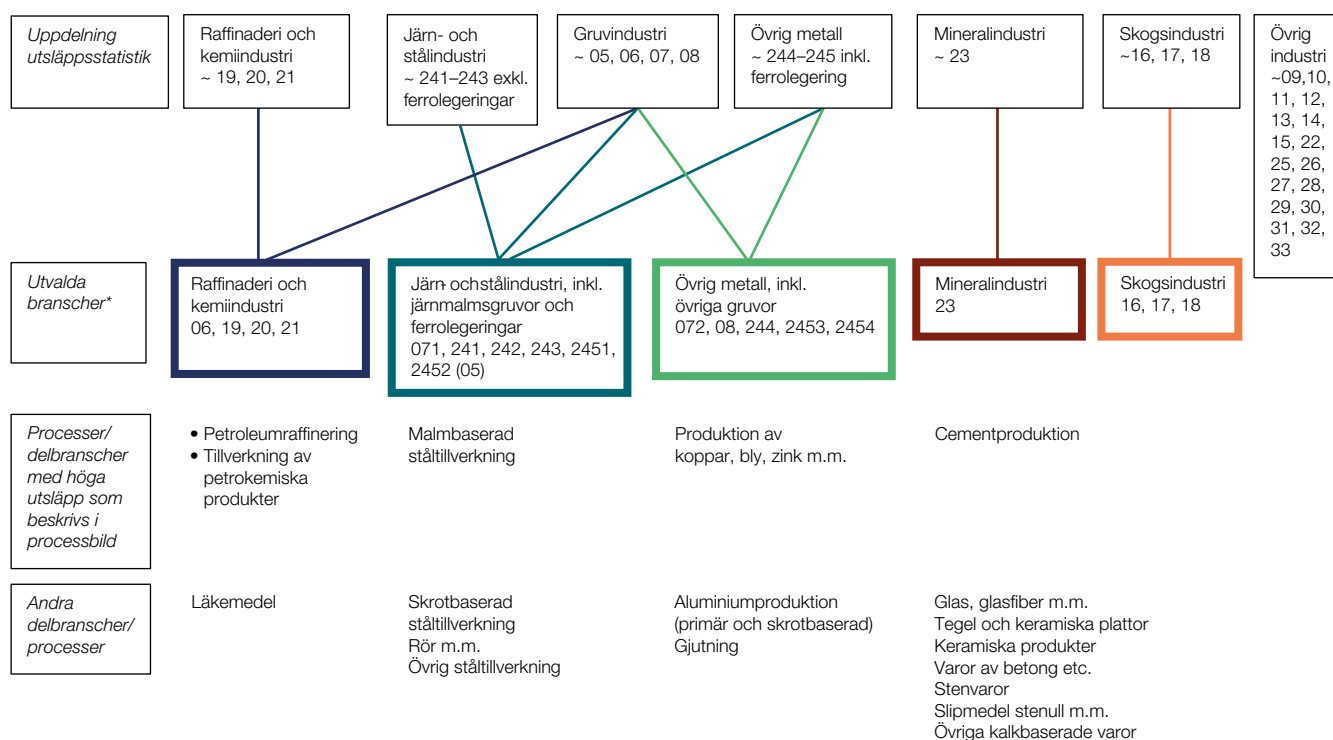
Rapportnamn	SNI/SPIN-kod
Annan kemisk industri	20.5
Konstfiber	20.6
Läkemedel och farmaceutiska basprodukter	21.1–21.2
Mineralindustri	23
Glas- och glasvarutillverkning/Glas och glasvaror	23.1
Tillverkning av eldfasta produkter/Eldfasta produkter	23.2
Tillverkning av byggmaterial av lergods/ Byggmaterial av lergods	23.2
Tillverkning av andra porslinsprodukter och keramiska produkter/Andra porslin- och keramiska produkter	23.4
Tillverkning av cement, kalk och gips/Cement, kalk och gips	23.5
Tillverkning av varor av betong, cement och gips/ Betong-, cement- och gipsvaror.	23.6
Huggning, formning och slutlig bearbetning av sten/ Stenvaror	23.7
Tillverkning av slipmedel och övriga icke-metalliska mineraliska produkter/Slipmedel m.m.	23.9
Skogsindustrin	16, 17, 18
Trävaruindustri	16
Sågade trävaror	16.1
Övriga trävaror	16.2
Massa och papper	17
Massa, papper och papp	17.1
Pappers- och pappersvaror	17.2
Grafisk industri/Grafiska tjänster	18
El- och värmesektorn	
Generering av elektricitet	35.11
Överföring av elektricitet	35.12
Distribution av elektricitet	35.13
Försörjning av värme och kyla	35.3

Tabell B3.2. Varu- och produktkategorier enligt HS/Kn och vilken bransch respektive produktkod antas tillhöra i rapporten. 2-siffrig HS/Kn kallas i rapporten för varukategori och 4-siffrig för produktkategori.

"Bransch"	HS/KN	Rapportnamn
Järn- och stålindustrin	2601, 2701, 2704, 2705, 72, 73	
Järn- och stålindustri	2601	Järnmalmprodukter
Järn- och stålindustri	2701+2704+2705	Kolprodukter
Järn- och stålindustri	72	Järn och stål
Järn- och stålindustri	7210	Platta valsade produkter av järn eller olegerat stål.
Järn- och stålindustri	7219	Platta valsade produkter av rostfritt stål
Järn- och stålindustri	7225	Platta valsade produkter av legerat stål
Järn- och stålindustri	73	Varor av järn och stål
Järn- och stålindustri	7308	Konstruktioner och konstruktionsdelar
Övrig metall	26 (exklusive 2601), 74–76, 78–81	
Övrig metall	2603	Kopparmalm och kopparkoncentrat
Övrig metall	2608	Zinkmalm och -koncentrat
Övrig metall	7403	Raffinerad obearbetad koppar & kopparlegeringar
Övrig metall	7404	Kopparskrot
Övrig metall	7408	Koppartråd
Övrig metall	7601	Obearbetad aluminium
Övrig metall	7606	Plåt och band av aluminium
Raffinaderi och kemi	27 (exklusive 2701, 2704, 2705, 2716), 28,-39	
Raffinaderi & kemi	27 exklusive 2701, 2704, 2705 och 2716	Mineraliska bränslen
Raffinaderi & kemi	2709	Råolja
Raffinaderi & kemi	2710	Raffinerade oljeprodukter
Raffinaderi & kemi	30	Farmaceutiska produkter
Mineralindustrin	25, 68, 69, 70	
Mineralindustri	2503	Svavel
Mineralindustri	6810	Varor av cement och betong
Mineralindustri	7007	Säkerhetsglas
Mineralindustri	7019	Glasfiber
Skogsindustrin	44, 47, 48, 49	
Skogsindustri	4407	Sågade trävaror
	4810	
Skogsindustri	4810	Bestruket papper och papp
Skogsindustri	4703	Sulfat- och sulfitmassa
Skogsindustri	4804	Obestruket papper
Skogsindustri	4403	Obearbetat trä
Skogsindustri	4418	Byggnadssnickerier
Skogsindustri	4819	Kartonger och förpackningar av papper och papp

Tabell B3.3. Statistik över växthusgasutsläpp enligt CRF.

Bransch	CRF	Ungefärlig motsvarighet SNI 2007
Järn- och stålindustri	1.A.2.a, 1.B.1, 2.C.1, 1.A.1.b, 1.A.1.b, del av 2.C.1	242–243 + del av 241
Övrig metall	1.A.2.b, 2.C.2–2.C.7	244–245 + del av 241
Aluminiumindustrin (processutsläpp)	CRF 2.C.3	-
Framställning av koppar, bly, zink mm (processutsläpp)	CRF 2.C.7	-
Gruvor	1.A.2.g, del av 2.C.1	05–09
Mineralindustri	1.A.2.f, 2.A,	23
Raffinaderi och kemiindustri	1.A.1.b, 1.A.2.c, 1.B.2.A, 1.B.2.C.1.1, 1.B.2.C.1.3, 1.B.2.C.2.1, 1.B.2.C.2.3, 2.B,	19–21
Skogsindustrin	1A2d, 2A2, 2H1, 2I, 1A2gviii	16–18



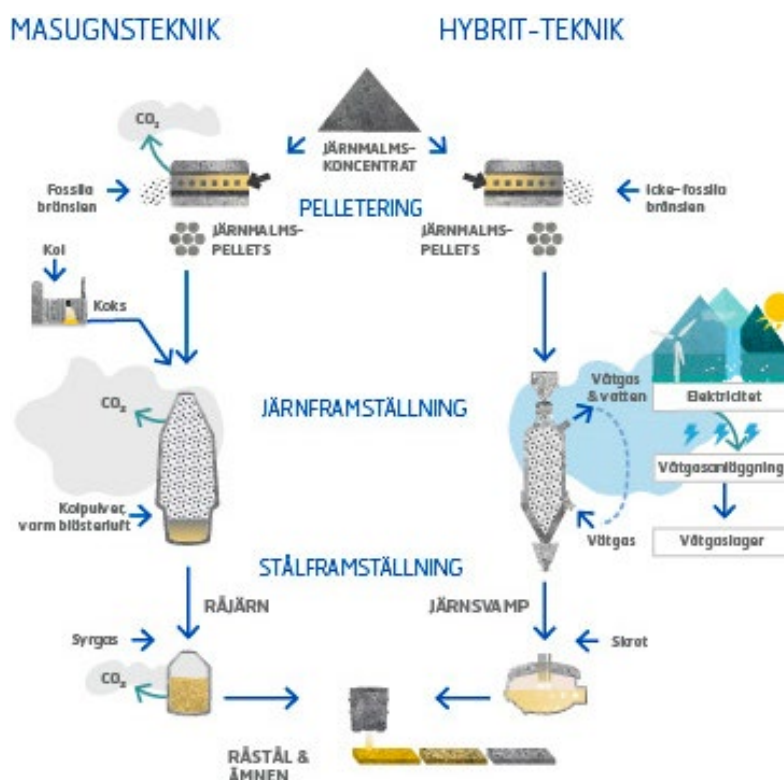
Figur B3.1. Illustration av hur SNI 2007-koder delas upp samt varifrån de utvalda branschernas data kommer. Även branschernas processer och/eller delbranscher med höga utsläpp specificeras i figuren.

Bilaga 4. Innovativa lösningar

I denna bilaga beskrivs de innovativa och nya processerna som utvecklas som ett alternativ till traditionella utsläppsintensiva processer inom industrin.

Vätgasbaserad direktreduktion kan ersätta masugnsprocessen

Reduktion med vätgas går i korta drag ut på att järnmalmspellets direktreduceras (d.v.s. reduktion sker i fast form i stället för i flytande) till järnsvamp som sedan smälts till råstål i en ljusbågsugn. Vätgasbaserad direktreduktion ger vatten som restprodukt i stället för koldioxid, och processen ersätter alla de nuvarande stegen från järnmalmspellets till råjärn som visas nedan i figur B4.1. Detta innebär också att dagens utsläpp från kokstillverkning och förbränning av restgaser försvinner. I stora drag liknar processen existerande teknik för direktreduktion, men med den viktiga skillnaden att vätgas används som huvudsakligt reduktionsmedel. Resultatet från den vätgasbaserade reduktionen blir s.k. järnsvamp, vilket är den produkt i fast form som är resultatet av direktreduktionen. Järnsvampen smälts sedan i en ljusbågsugn, som drivs med elektricitet, och blir till råstål. I Sverige är vätgas tänkt att produceras genom elektrolys med förnybar el. För många andra länder med mindre tillgång på förnybar el undersöks andra alternativ, såsom naturgasproducerad vätgas kombinerat med infångning av koldioxiden genom CCS. I figur B4.1 nedan visas en översikt av vätgasreduktionsprocessen som används i det svenska initiativet HYBRIT, (läs mer i kapitel 3.1.2) samt hur den skiljer sig från dagens masugnsprocess.



Figur B4.1. Processbeskrivning av direktreduktion med vätgas.

Källa: Hybrit Development AB.

En utveckling av storskalig elektrolysbaserad vätgasproduktion och lagring av vätgas är viktiga förutsättningar för framställningen av fossilfritt stål. Direktreduktion med vätgas producerad genom elektrolys kräver dock stora mängder el i jämförelse med masugnprocessen, vilket gör att tillgången på förnybar el är en förutsättning för tekniskifftet. Detta kräver stora satsningar på elproduktion och överföringskapacitet.

Återvinning av material är ett alternativ för kemi- och raffinaderiindustrin

Den återvinning som främst diskuteras och är volymmässigt störst är plast. Målsättningen med återvinningen av plast är att producera mindre jungfrulig plast (oavsett råvarukälla). Ett optimalt scenario för plaståtervinningen är att ingen ny plast produceras, utan att plasten som redan finns idag används oändligt många gånger. Något som rent tekniskt är genomförbart med hjälp av *systematisk insamling* samt *mekanisk* respektive *kemisk återvinning*. Den mekaniska och kemiska återvinningen har potential att komplettera varandra.³⁷⁴

Idag är det billigt att tillverka plast med jungfruliga material (företrädesvis fossila), och det finns därför inga större incitament att återvinna. Efterfrågan börjar emellertid öka på cirkulära produkter, liksom förväntningarna på skärpt lagstiftning, vilket ökar intresset för återvinning i kemiindustrin.

Mekanisk återvinning

Idag används främst mekanisk återvinning, där materialet sönderdelas och smälts, vilket i allmänhet är mindre energikrävande och mer kostnadseffektivt än kemisk återvinning. Därför är mekanisk återvinning att föredra då det är möjligt, men den ställer krav på de ingående materialens renhet och kvalitet. I den mekaniska återvinningen sjunker kvaliteten (mer eller mindre), och det återvunna materialet får lägre kvalitet än det ingående materialet.³⁷⁵ Därför går endast den kvalitetsmässigt bästa delen av det insamlade materialet till återvinning idag, då marknaden efterfrågar den typen av råvara.³⁷⁶

Det finns en stor potential till att utöka sortering av plast för materialåtervinning. Då stora mängder plastavfall förbränns tillsammans med övrigt restavfall blir de flöden som lämpar sig för mekanisk återvinning (plast med hög kvalitet) relativt små. Detta blir till ett moment 22 för den mekaniska återvinningen. De små flödena ger inte en tillräckligt stabil situation för större användare av den återvunna råvaran. Återvunnen råvara efterfrågas därför inte av dessa och incitamenten för återvinnare att öka insamlingen blir svaga.³⁷⁷

³⁷⁴ Naturvårdsverket, 2021. *Kemisk återvinning av plast – Teknik, flöden och miljöaspekter*, rapport 6990. <https://www.naturvardsverket.se/4a6535/globalassets/media/publikationer-pdf/ovriga-pub/978-91-620-6990-2.pdf>

³⁷⁵ Plast har olika kvaliteter som beror på hur lång polymerkedjan är, en lång kedja innebär en bättre kvalitet. Då det saknas strukturerade insamlingar av de olika kvaliteterna hos plaster betyder det att dålig kvalitet och bra kvalitet ibland blandas. Det gör att plasten som har god kvalitet och kan återvinnas flera gånger inte längre har samma livslängd, då den inte särskiljs från plast med dålig kvalitet.

³⁷⁶ Naturvårdsverket, 2021.

³⁷⁷ Ibid.

Begränsningar med den mekaniska återvinningen är som ovan nämnt att kvaliteten på det utgående materialet sjunker, vilket den gör ännu mer om plaster av olika kvalitet blandas. Därför begränsas den mekaniskt återvunna plastens användningsområden och livslängd. Exempelvis kan inte plasten användas till avancerade applikationer såsom kabelmaterial eller för livsmedelskontakt. En annan begränsning är att denna teknik kräver relativt homogena och rena materialströmmar och inte kan hantera exempelvis laminerade produkter.

Kemisk återvinning

Kemisk återvinning innebär att polymerkedjorna i plasten bryts ned till sina ursprungliga molekyler, vilka sedan kan användas för att tillverka ny plast eller andra kemiska produkter. Kemisk återvinning är ett samlingsnamn för flertalet olika tekniker, såsom pyrolys, förgasning och depolymerisation. De olika teknikerna skiljer sig något med avseende på vilka material som är möjliga att återvinna. Teknikerna har provats i pilotskala, och nu är det snarare en fråga om att applicera, anpassa och optimera teknikerna till kommersiellt gångbara lösningar.³⁷⁸

Hindren har främst varit att investeringar i tekniken är stora och riskfyllda. Processerna kräver höga temperaturer och reaktionsämnen för att fungera, vilket medför både stora fasta och rörliga kostnader.³⁷⁹ Andra hinder för den kemiska återvinningen är att lagar, styrmedel och infrastruktur är baserade på att plast tillverkas från fossil råvara och sedan återvinns via mekanisk återvinning så långt det är möjligt eller förbränns. Aktörer efterfrågar långsiktiga styrmedel som är inriktade på återvunnen råvara och återvinning av plast, inklusive kemisk återvinning, i stället för som nu på fossila råvaror och förbränning.³⁸⁰

Kemisk återvinning kan öka efterfrågan på insamlad plastråvara och öka incitamenten för utsortering (som skulle kunna användas för både kemisk och mekanisk återvinning). Kemisk återvinning kan dessutom bidra med att få fram högvärdiga produkter av återvunnet material, vilket den mekaniska återvinningen inte klarar av. Till skillnad från mekanisk återvinning är inte plastens kvalitet en faktor i kemisk återvinning. Då plasten bryts ned till sina beståndsdelar kan plaster av sämre kvalitet också användas. Den återvunna råvaran får samma kvalitet som om ny råvara hade använts och kan sedan användas för tillverkning av ny plast eller andra kemiprodukter liksom för avancerade applikationer där den mekaniskt återvunna plasten inte kan användas. Den möjliggör också återvinning av mer komplexa plaster, som inte kan återvinnas i dag.³⁸¹

³⁷⁸ Naturvårdsverket, 2021.

³⁷⁹ SOU 2018:84.

³⁸⁰ Naturvårdsverket, 2021.

³⁸¹ Ibid.

Bilaga 5. Handel- och marknad

Handel och marknad – Järn- och stålindustrin

Järn och stål framställs vid 14 anläggningar i Sverige; elva skrotbaserade stålverk, två Malmöbaserade järn- och stålverk, samt ett malmbaserat järnsvampverk. Utöver dessa finns omkring 15 anläggningar för bearbetning av stål.³⁸² Det finns fyra järnmalmshuvudgruvor³⁸³ och sex anläggningar för produktion av järnmalmsspellets.

Värdet av Sveriges import av järn och stål, järnmalm samt kol uppgick till drygt 63 miljarder kronor år 2021, vilket var en ökning med knappt 20 miljarder kronor jämfört med föregående år. Varuexportens värde var cirka 113 miljarder kronor, varav drygt en tredjedel utgjordes av järnmalm.³⁸⁴ En orsak till att det exporteras mycket mer järnmalm än vad som importeras är att den branschen till stor del förädlar råvaror som finns i Sverige och sedan exporterar slutprodukterna.

Sveriges produktion av råstål är ur ett globalt perspektiv ganska marginell, men viktig inom de marknadsnischer företagen valt att specialisera sig på.³⁸⁵ Sverige är en betydande järnmalmshuvudproducent i Europa (LKAB stod för cirka 85 procent av järnmalmshuvudproduktionen inom EU under 2022), men globalt står Sverige endast för cirka en procent av järnmalmshuvudproduktionen.³⁸⁶ Då flera av de största producentländerna använder mycket av sin produktion inhemskt var Sverige ändå bland de 10 största exportörerna i världen 2021.³⁸⁷

Handel och marknad – Raffinaderi – och kemiindustrin

De största branscherna inom kemiindustrin är kemikalier, läkemedel, plast & gummi och raffinaderi.³⁸⁸ Av dessa har raffinaderier högst utsläpp av växthusgaser.³⁸⁹ I Sverige finns fem raffinaderier, varav tre tillverkar bensin, diesel och eldningsolja. Raffinaderierna har tillsammans en kapacitet att hantera ungefär 30 miljoner ton råolja per år.³⁹⁰ Preems två raffinaderier står för cirka 80 procent av raffinaderikapaciteten i Sverige och 30 procent av den nordiska, och cirka två tredjedelar av produkterna exporteras.³⁹¹ Totalt sett har kemi- och raffinaderiindustrin dock ett

³⁸² Jernkontoret.

³⁸³ SGU, Gruvor i Sverige.

³⁸⁴ SCB, 2023. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor>

³⁸⁵ World steel association, 2023. Sverige är 33:e största rå-stålproducenten i världen.

³⁸⁶ LKAB, Årsredovisning 2022, World Steel Association, data för 2021.

³⁸⁷ World Steel Association, *World steel in figures 2023*. Iron ore, million tonnes, actual weight.

³⁸⁸ IKEM, Våra branscher.

³⁸⁹ Naturvårdsverket, Industri, utsläpp av växthusgaser.

³⁹⁰ Drivkraft Sverige, Oljeproduktion. Preem och St1 har var sitt raffinaderi i Göteborg och Preem har ytterligare ett i Lysekil. Nynäs har raffinaderi i Nynäshamn och Göteborg.

³⁹¹ Preem, Från råvara till kund.

högre importvärde (320 miljarder) än exportvärde (312 miljarder kronor).³⁹² Ett viktigt baskemikluster ligger i Stenungssund, där flera företag samlats kring en krackeranläggning.³⁹³

Handel och marknad – Mineralindustrin

I Sverige är det enbart Heidelberg Materials Cement Sverige (tidigare Cementa) som tillverkar cement.³⁹⁴ Heidelberg Materials Cement Sverige ingår i koncernen HeidelbergCement som är en av världens största cementproducenter i världen.³⁹⁵ Den mesta cementen används nära där den produceras. Vid cementfabriken i Slite på Gotland tillverkas omkring 3/4 av all den cement som används i Sverige.³⁹⁶ Den svenskproducerade cementen står för cirka 85 procent av den svenska marknaden för cement.³⁹⁷

Importvärdet inom mineralindustrin var cirka 22 miljarder kronor och exporten var cirka 10 miljarder kronor under 2021.³⁹⁸ Detta innebär att handelsnettot (exportvärdet minus importvärdet) var negativt, vilket gäller för samtliga delbranscher. Glas och glasvaror står för den störta andelen import och export. Sverige importerar även en del betong-, cement- och gipsvaror. Delbranschen cement, kalk och gips, där flest processrelaterade utsläpp finns, står endast för tre procent av import- respektive exportvärdet. Samtidigt är den delbranschen nära kopplad till betong-, cement- och gipsvaror, eftersom varorna där är en vidareförädling av cement, kalk och gips.

Handel och marknad – Övrig metallindustri

Framställning av koppar och bly domineras av mineral- och smältverksföretaget Boliden AB, som även har verksamhet i Sveriges grannländer och på Irland. I Sverige har bolaget ett koppardagbrott, underjordsgruvor för malm som innehåller flera metaller (s.k. komplexmalm), ett smältverk för malm- och skrotbaserad metallframställning samt Nordens enda smältverk för återvunnet bly. Boliden arbetar både med brytning och vidareförädling av malm samt med återvinning av elektronikskrot och kasserade blybatterier. Boliden bryter även zink i Sverige som sedan anrikas i företagens anläggningar i Norge och Finland. Zink utvinns även från restmaterial på Bolidens anläggning och från stålproduktion i Sverige som sedan skickas till Norge för vidareförädling. De flesta basmetaller som produceras säljs vidare till andra industrikunder för vidareförädling till slutprodukter. Koppar används främst för att producera och leda elektricitet. Bly används framför allt i batterier.

³⁹² SCB, Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2021, miljarder kronor.

³⁹³ Profu, 2012.

³⁹⁴ Heidelberg Materials Cement Sverige, 2018.

³⁹⁵ Heidelberg Cements webbplats. *HeidelbergCement*. <https://www.heidelbergcement.com/en/company> (Hämtad 2020-08-04)

³⁹⁶ Heidelberg Materials, *Vad händer om inte Gotland får mer el innan 2030?*, 22 maj 2023.

³⁹⁷ Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03

³⁹⁸ SCB, 2023. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor>

Aluminium produceras antingen från bauxit som importerats till Sverige eller genom återvinning av insamlat aluminiumskrot. Det finns en anläggning i Sverige som producerar aluminium från malm och som ägs av företaget Kubikenborg Aluminium. Det finns ytterligare ett antal företag som tillverkar aluminium från skrot. Aluminium har många olika användningsområden, exempelvis till burkar, bilar och flygplan.

Importvärdet för övrig metallindustri år 2021 var 45 miljarder kronor och exportvärdet var 52 miljarder.³⁹⁹ Detta ger ett positivt handelsnetto (exportvärdet minus importvärdet), vilket främst beror på det stora handelsnettot av metaller exklusive järn som var 13 miljarder kronor. Priset på guld och silver steg relativt mycket under 2020, samtidigt som större volymer av både guld och silver exporterades. Detta skulle kunna ligga bakom den stora skillnaden i handelsnettot av metaller exklusive järn år 2019 och 2020. Metaller exklusive järn stod för branschens största internationella handel med en majoritet av både import och export. Den absolut största handeln (både import och export) sker med metaller, men det förekommer även en del handel med övrig metallmalm.

³⁹⁹ SCB, 2023. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor>



Hållbar energi för alla

Energimyndighetens uppdrag är att förena ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet i energisystem, som är hållbara och kostnadseffektiva med en låg påverkan på hälsa, miljö och klimat.

Vi bidrar med fakta, kunskap och analyser om tillförsel och användning av energi i samhället, och arbetar för en trygg energiförsörjning.

Forskning om framtidens energisystem och teknik får stöd av oss. Vi stöttar också affärsutveckling som gör det möjligt att kommersialisera innovationer och ny teknik, och ser till att goda lösningar kan exporteras.

Vi ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet, och hanterar stödsystem så som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Dessutom deltar vi i internationella klimatsamarbeten, och förmedlar fakta om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter.

Energimyndigheten är också beredskapsmyndighet och sektorsansvarig myndighet inom energiområdet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se