



# Industrins processrelaterade utsläpp av växthusgaser och hur de kan minskas

En nulägesanalys inom regeringsuppdraget Industriklivet

*ER 2018:24*  
*Reviderad upplaga*



Energimyndighetens publikationer kan beställas eller laddas ner via [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se), eller beställas via e-post till [energimyndigheten@arkitektkopia.se](mailto:energimyndigheten@arkitektkopia.se)

© Statens energimyndighet

ER 2018:24

ISSN 1403-1892

Oktober 2018

Reviderad upplaga

Upplaga: 40 ex

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

# Förord

Regeringen har beslutat om den långsiktiga satsningen Industriklivet för att stödja industrin i omställningen mot minskade utsläpp. Satsningen är på 300 miljoner kronor om året 2018–2040. I Regleringsbrevet för budgetåret 2018 avseende anslag 1:20 Industriklivet fick Energimyndigheten (vi) uppdraget att fördela anslaget om 300 miljoner kronor till åtgärder som bidrar till att minska industrins processrelaterade utsläpp, såsom forskning, förstudier och investeringar. I uppdraget ingår också att årligen göra en sammanställning och analys över nuläget och förutsättningar vad gäller olika sektorer utsläpp, deras respektive potential till utsläppsreduktion och teknisk utveckling. I den här rapporten redovisas den nulägesanalysen.

Nulägesanalysen har tagits fram med utgångspunkt i en tidigare nulägesanalys<sup>1</sup>, som ingick i regeringsuppdraget ”att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser” (dnr. N2016/06369/IFK). Underlag till rapporten har erhållits från Naturvårdsverket och av organisationer, initiativ och företag inom berörda branscher.



Gustav Ebenå  
Avdelningschef



Katja Åström  
Utredningsledare

---

<sup>1</sup> Nulägesanalys – Underlag till regeringsuppdrag Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser, ER 2017:4.

# Innehåll

<b>Förord</b> .....	1
<b>Sammanfattning</b> .....	4
<b>1 Inledning</b> .....	5
1.1 Uppdrag och syfte.....	5
1.2 Bakgrund.....	6
1.3 Generella förutsättningar för utsläppsminskningar.....	10
1.4 Olika former av utsläpp.....	13
1.5 Metodbeskrivning.....	14
1.6 Avgränsning.....	15
1.7 Rapportens upplägg.....	16
<b>2 Järn- och stålindustrin, inklusive järnmalmsgruvor</b> .....	17
2.1 Tillverkning av stål.....	18
2.2 Användning av energi och processkol samt utsläpp av växthusgaser.....	20
2.3 Tekniker för att minska utsläppen.....	23
2.4 Marknad och ekonomi.....	26
<b>3 Mineralindustrin</b> .....	31
3.1 Tillverkning av cement.....	31
3.2 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser.....	32
3.3 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp.....	34
3.4 Marknad och ekonomi.....	36
<b>4 Raffinaderier och kemiindustri</b> .....	39
4.1 Petroleumraffinering och tillverkning av kemiska produkter.....	39
4.2 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser.....	43
4.3 Tekniker för att minska utsläppen.....	44
4.4 Marknad och ekonomi.....	49
<b>5 Metallverk, inklusive övriga gruvor</b> .....	53
5.1 Framställning av koppar, bly och aluminium.....	54
5.2 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser.....	55
5.3 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp.....	56
5.4 Marknad och ekonomi.....	58

<b>6</b>	<b>Uppföljning och utvärdering av Industriklivet</b> .....	61
6.1	Forskning behövs för utveckling.....	61
6.2	Uppföljning och utvärdering av Industriklivets bidrag till måluppfyllelse av politiska mål.....	61
6.3	Kommande års nulägesanalyser.....	63
	<b>Referenser</b> .....	64
	<b>Bilaga 1. Bearbetning och tolkning av statistik</b> .....	67
	Statistik om utsläpp och energianvändning.....	67
	Statistik om handel och ekonomi.....	67
	<b>Bilaga 2. Bransch-, varu- och produktindelning</b> .....	69

# Sammanfattning

I Sverige finns en lång tradition av att tillverka produkter av bland annat järn, stål, cement och andra metaller. En stor del av insatsvarorna kommer från Sveriges gruv- och mineralindustri, medan andra importeras. De produkter som tillverkas spelar en viktig roll i samhällsutvecklingen. I och med regeringens klimatmål om nettonollutsläpp 2045<sup>2</sup> behöver industrins processrelaterade utsläpp minska avsevärt.

Med en hög andel förnybar elproduktion och goda råvarutillgångar i form av skog, mineral och malm har Sverige flera viktiga förutsättningar för att kunna ta en ledande roll i utvecklingen av utsläppsnåla tillverkningstekniker. Genom Industriklivet, som Energimyndigheten ansvarar för, satsar regeringen 300 miljoner kronor om året fram till 2040 på att stötta industrin i arbetet med att minska de processrelaterade utsläppen.<sup>3</sup>

De branscher som står för störst utsläpp är järn- och stålindustrin, mineralindustrin (cementproduktionen), raffinaderier och kemiindustrin samt andra metallverk. Tillverkningsprocesserna och utmaningarna för att minska utsläppen skiljer sig mellan branscherna. För vissa är utmaningen att ersätta den fossila råvaran som utgör själva insatsvaran i produktionen. Andra processer kräver en så hög energitäthet att de fossila energibärarna som förbränns för att värma ugnar är nästintill outbytbara.

På kortare sikt är elektrifiering och ökad användning av biobaserade råvaror viktigt för att minska industrins utsläpp. I projektet kopplade till järn- och stålindustrin undersöks möjligheten att delvis ersätta fossilt kol. Många processer kräver att bioråvaran förbehandlas för att få rätt egenskaper. Detta, tillsammans med att biomassa är en begränsad resurs, bidrar till att det inte är troligt att biobaserade råvaror kommer att ersätta de fossila helt och hållet.

På längre sikt behövs större tekniksprång för att minska utsläppen. För att nå dit krävs att tekniken utvecklas och testas redan idag och att regelverk och andra förutsättningar finns på plats. I projektet HYBRIT har ledande aktörer inom järn- och stålindustrin gått ihop med en stor elproducent för att utreda möjligheten att tillverka stål nästan utsläppsfritt 2045. Under 2018 har projektet övergått från förstudie till pilotfas. HYBRIT delfinansieras genom Industriklivet. Cementindustrin arbetar med att minska utsläppen på flera plan. Under 2018 utreder cementindustrin möjligheten att elektrifiera tillverkningsprocessen i projektet CemZero. Branschen bedömer dock att det inte är möjligt att uppnå nollutsläpp utan koldioxidavskiljning och lagring (CCS). CCS med inriktning på bio-CCS kan även bidra till att Sverige når målet om negativa utsläpp efter 2045.

---

<sup>2</sup> Enligt klimatmålet ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser senast 2045. Därefter ska utsläppen vara negativa: <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/> (hämtad 2018-10-14).

<sup>3</sup> Regleringsbrev för budgetåret 2018 avseende anslag 1:20 Industriklivet (dnr. M2017/03180/S).

# 1 Inledning

I juni 2017 antog riksdagen ett klimatmål att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser 2045. För att nå målet behöver utsläppen minska kraftigt inom svensk industri. Industrin<sup>4</sup> släppte ut 16,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>-ekv) till atmosfären 2016, vilket motsvarar knappt en tredjedel av de totala utsläppen.<sup>5 6</sup> De produkter av bland annat järn, stål, cement och andra metaller som tillverkas i Sverige är samtidigt mycket viktiga för samhällsutvecklingen i och med att de behövs för bostadsbyggande, infrastruktur och omställningen av energisystemet. Att få fram koldioxidneutrala produkter är ur den bemärkelsen nödvändigt.

Industrins utsläppsminskningar som beror på övergången från fossila till förnybara bränslen har stannat av de senaste åren. För att minska de processrelaterade utsläppen krävs betydande förändringar av produktionsprocesser och långsiktiga satsningar på forskning och utveckling, vilket är kostsamt för företagen. Genom Industriklivet satsar regeringen 300 miljoner kronor om året på stöd till åtgärder som ska bidra till att de procesrelaterade utsläppen minskar. Den här rapporten beskriver vad som orsakar processrelaterade utsläpp och industrins förutsättningar att minska dem.

## 1.1 Uppdrag och syfte

Enligt regeringsbeslutet om Regleringsbrev för budgetåret 2018 avseende anslag 1:20 Industriklivet (dnr. M2017/03180/S) ska Energimyndigheten årligen göra en sammanställning och analys över nuläget och förutsättningar vad gäller olika sektors utsläpp, deras respektive potential till utsläppsreduktion och teknisk utveckling på området. Nulägesanalysen ska ha sin utgångspunkt i det arbete som redan påbörjats inom ramen för regeringsuppdraget ”att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser” (dnr. N2016/06369/IFK).<sup>7</sup> Sammanställningen ska redovisas till Regeringskansliet (Miljö- och energidepartementet) senast den 31 oktober 2018.

Syftet med den här rapporten är att presentera en sådan nulägesanalys. Dessutom ingår i rapporten en beskrivning av hur Energimyndigheten planerar att följa upp Industriklivet. Rapporten omfattar följande delar:

1. En beskrivning av de viktigaste tillverkningsprocesserna, branschernas energi-användning och utsläpp av växthusgaser och deras ekonomi, marknadsförutsättningar samt konkurrenssituation.

<sup>4</sup> ”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.

<sup>5</sup> SCB, 2018a. *Utsläpp av växthusgaser från industrin efter växthusgas, bransch och år*. <http://www.statistikdatabasen.scb.se/sq/55982/> (hämtad 2018-07-18).

<sup>6</sup> I de totala utsläppen ingår inte LULUCF (markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk) eller utrikes transporter.

<sup>7</sup> *Nulägesanalys – Underlag till regeringsuppdrag Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser*, ER 2017:4.

2. En beskrivning av teknikalternativ som kan minska de processrelaterade utsläppen av växthusgaser och vilka utmaningar som finns för att byta teknik.
3. En beskrivning av hur Energimyndigheten planerar att utvärdera och följa upp Industriklivet.

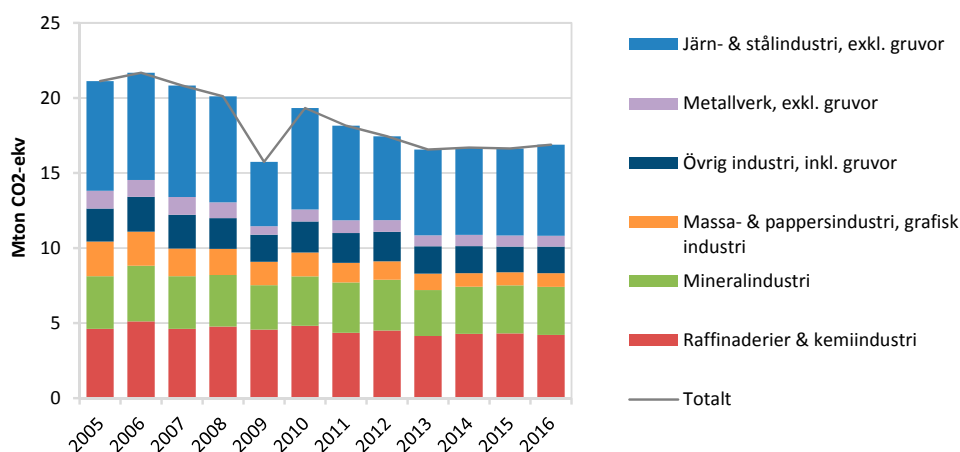
Resultatet ska kunna användas som grund för Energimyndighetens fortsatta arbete med Industriklivet, bland annat till hjälp för att bedöma inkomna ansökningar i utlysningar<sup>8</sup>, och i arbetet med regeringsuppdraget ”att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser”.

## 1.2 Bakgrund

Den svenska industrisektorn består av många olika branscher och företag, där ett fåtal står för majoriteten av växthusgasutsläppen. Det här avsnittet beskriver övergripande branscherna och deras betydelse för svensk handel och ekonomi.

### 1.2.1 Energianvändning och växthusgasutsläpp

Industrins totala utsläpp av växthusgaser har minskat med 20 procent, medan energianvändningen har minskat med 8 procent sedan 2005. De sjunkande nivåerna beror bland annat på att tillverkningsprocesserna blivit mer effektiva, både ur energi- och utsläppsynpunkt. En anledning till att utsläppen minskat mer än energianvändningen är att det samtidigt skett en successiv övergång från fossila till förnybara bränslen. I Figur 1 visas industrins totala utsläpp och Figur 2 visar energianvändningen fördelat mellan olika branscher.



Figur 1. Industrins utsläpp av växthusgaser, 2005–2016, miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv.

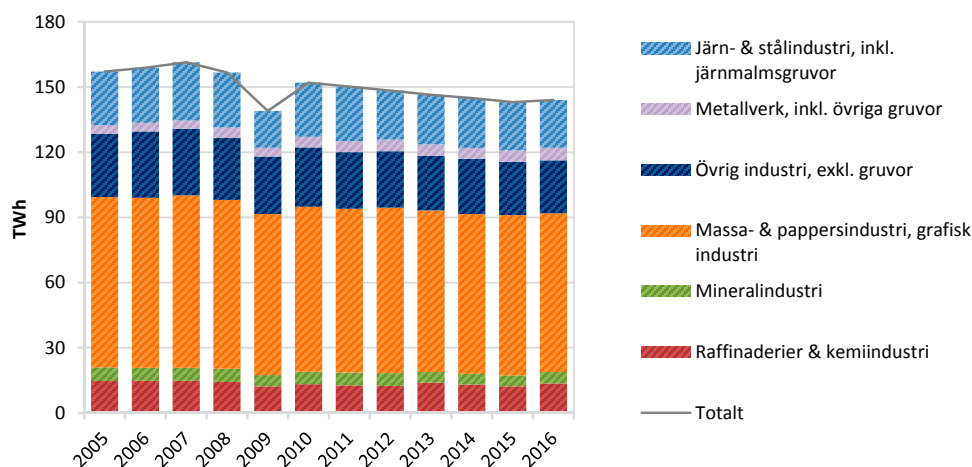
Källa: Naturvårdsverket/SCB.<sup>9</sup>

Anm: Minskningen 2009 beror på att produktionen inom vissa branscher sjönk under lågkonjunkturen.

<sup>8</sup> <http://www.energimyndigheten.se/utlysningar/industriklivet2/> (hämtad 2018-09-13).

<sup>9</sup> SCB, 2018a.





Figur 2. Industrins energianvändning, 2005–2016, TWh.

Källa: Energimyndigheten.<sup>10</sup>

Anm 1: Minskningen 2009 beror på att produktionen inom vissa branscher sjönk under lågkonjunkturen.

Anm 2: I Energimyndighetens årliga energibalans ingår raffinaderier i energisektorn och inte i industrisektorn. Detta innebär att den totala energianvändningen som visas i grafen är något högre än industrins totala energianvändning i energibalansen.

Även om de två graferna i Figur 1 och Figur 2 inte är exakt jämförbara<sup>11</sup> stämmer det att energianvändningen inte är proportionell mot utsläppen. En del av förklaringen är att bränslemixen varierar stort mellan olika branscher. En annan anledning är att vissa branscher har tillverkningsprocesser som ger upphov till stora mängder utsläpp på grund av att själva råvaran är fossil. För vissa tillverkningsprocesser är det inte heller möjligt att ersätta de fossila energibärarna utan större teknikskiften.

Sveriges totala utsläpp uppgick till 52,9 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv 2016 och industrin stod för knappt en tredjedel. Industrins totala utsläpp kan delas in i olika kategorier beroende på vad som orsakar dem. I klimatrapporteringen<sup>12</sup> delas utsläppen upp mellan processutsläpp från industriella processer, förbränningsutsläpp från förbränning av bränslen och diffusa utsläpp från hantering av fossila bränslen. Begreppet processrelaterade utsläpp används bland annat i underlagsmaterial till Industriklivet.<sup>13</sup> Processrelaterade utsläpp är bredare än processutsläpp och omfattar alla processutsläpp samt vissa förbränningsutsläpp och diffusa utsläpp.<sup>14</sup>

Figur 3 visar hur industrins utsläpp var fördelade mellan processutsläpp, förbränningsutsläpp och diffusa utsläpp 2016.

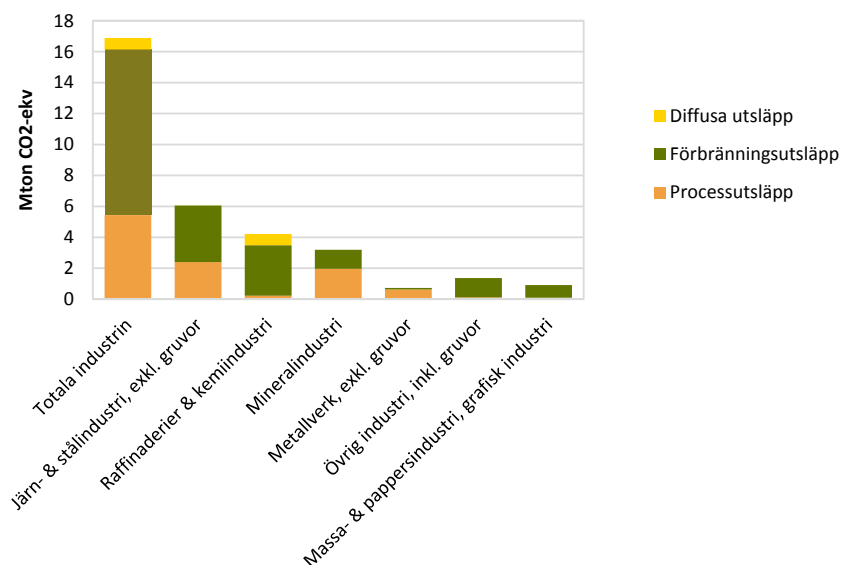
<sup>10</sup> Energimyndigheten, 2018. *Energibalans*. <http://www.energimyndigheten.se/statistik/energibalans/> (hämtad 2018-09-07).

<sup>11</sup> Branschindelningen för utsläppsstatistiken och energistatistiken skiljer sig. Utsläpp redovisas enligt FN:s klimatkonventionens (UNFCCC:s) 'Common Reporting Format' (CRF) och energistatistiken redovisas enligt svensk näringsgrensindelning (SNI). Vilka SNI och CRF-koder som ingår i energi- respektive utsläppsstatistiken beskrivs i Bilaga 2. Notera även att gruvor ingår i 'övrig industri' i den övre figuren, men inte i den undre.

<sup>12</sup> Klimatrapporteringen avser den årliga rapporteringen av växthusgasutsläpp som Sverige gör till UNFCCC.

<sup>13</sup> Regeringskansliet, Bakgrundspromemoria om Industriklivet. 2017-08-22.

<sup>14</sup> Processutsläpp, förbränningsutsläpp, diffusa utsläpp och processrelaterade utsläpp förklaras i kapitel 1.4.



Figur 3. Industrins totala utsläpp 2016, fördelat mellan processutsläpp, förbränningsutsläpp och diffusa utsläpp.

Källa: Naturvårdsverket/SCB.<sup>15</sup>

Anm: Hur stor del av utsläppen som klassas som processrelaterade kan inte visas på grund av sekretess, förutom för järn- och stålindustrin. Fördelningen för järn och stålindustrin presenteras i kapitel 2, där den branschen beskrivs mer ingående.

Massa- och pappersindustrin och den grafiska industrin står för över hälften av industrins energianvändning, men bara 5 procent av de totala utsläppen.<sup>16</sup> De utsläppsintensiva branscherna järn- och stålindustrin, raffinaderi och kemiindustrin, mineralindustrin samt metallverk står tillsammans för 84 procent av industrins totala utsläpp samt majoriteten av de processrelaterade utsläppen. Dessa branscher är därför i fokus i den här rapporten och beskrivs närmare i separata branschkapitel i kapitel 2–5. De största utsläppskällorna är järn- och stålindustrins masugnprocess, cementproduktionen och förbränningen av industriella restgaser.

### 1.2.2 Ekonomi och handel

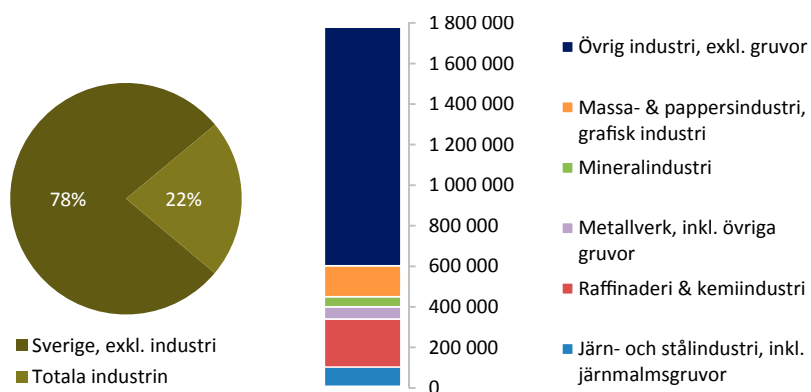
Industrins nettoomsättning var nästan 1 800 miljarder kronor 2016, vilket motsvarade drygt en femtedel av den totala omsättningen i Sverige, se Figur 4. Omsättningen i de utsläppsintensiva branscher som ingår i den här rapporten var drygt 400 miljarder kronor, vilket motsvarar en fjärdedel av industrins totala nettoomsättning. Verkstadsindustrin, som ingår i övrig industri i grafen, hade högst nettoomsättning.<sup>17</sup> Av de utsläppsintensiva branscherna hade raffinaderier och kemiindustrin tillsammans högst nettoomsättning. Förädlingsvärdet för totala industrin uppgick till knappt 14 procent av Sveriges BNP.<sup>18</sup>

<sup>15</sup> SCB, 2018a. Uppdelningen för totala industrin har erhållits från Naturvårdsverket på begäran.

<sup>16</sup> Massa- och pappersindustrin använder i huvudsak el och biomassa. Utsläpp från användning av biomassa redovisas under markanvändning, vilket inte ingår i de totala utsläppen (se även fotnot 6).

<sup>17</sup> Verkstadsindustrin omfattar alla branscher med SNI-kod 25–30 och beskrivs inte närmare i denna rapport eftersom branschens utsläpp är förhållandevis små.

<sup>18</sup> SCB, 2018c. *Nationalräkenskaper*: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper-kvartals-och-arsberakningar/#> (hämtad 2018-09-14).

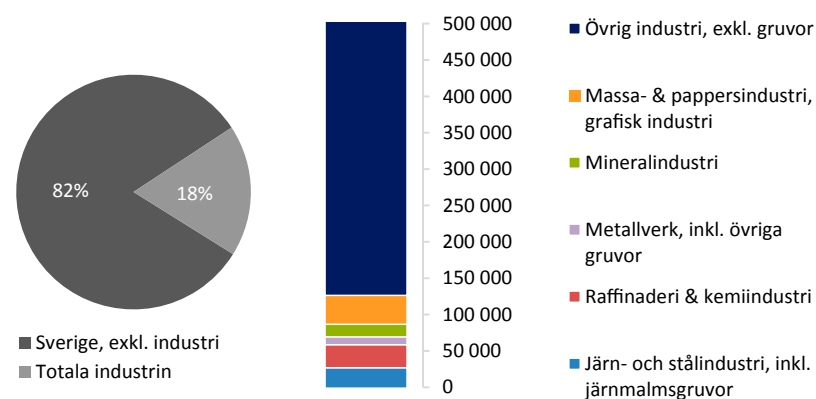


Figur 4. Nettoomsättning fördelat mellan branscher, miljoner kronor, 2016.

Källa: SCB.<sup>19</sup>

Anm: Vilka SNI-koder som ingår i respektive bransch beskrivs i Bilaga 2.

Trots att tjänsteproducenter spelar en allt viktigare roll för svensk arbetsmarknad sysselsätter industrin fortfarande ungefär en femtedel av de anställda i Sverige, se Figur 5. Strax över en halv miljon personer var anställda inom svensk industri 2016, varav nästan 90 000 arbetade inom de branscher som ingår i denna rapport.



Figur 5. Fördelning av antal anställda, 2016.

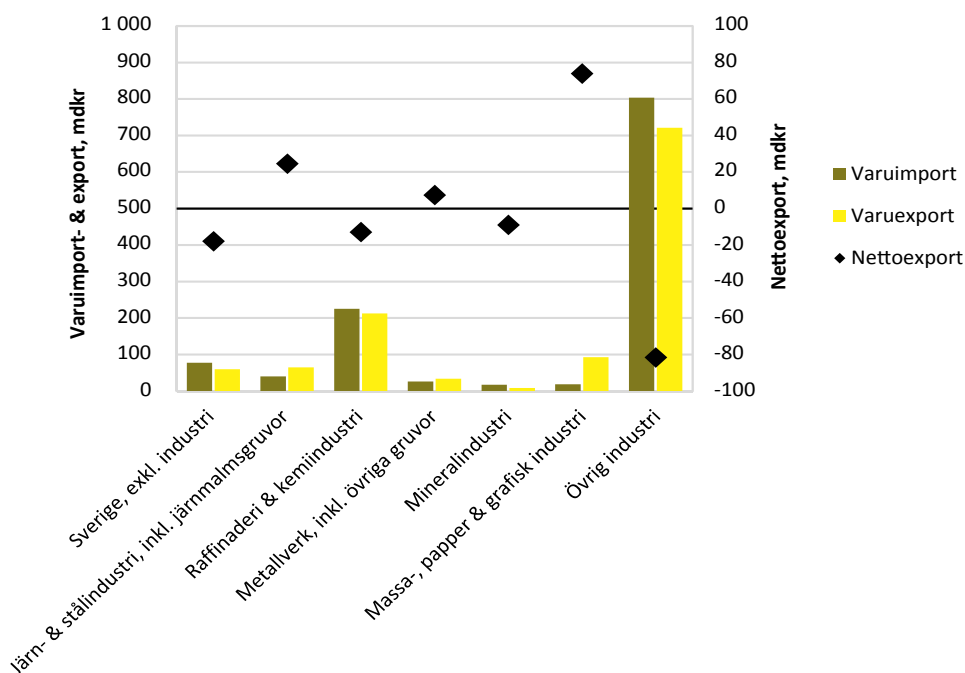
Källa: SCB.<sup>20</sup>

Anm: Vilka SNI-koder som ingår i respektive bransch beskrivs i Bilaga 2.

Industrins import- och exportvärden för varuhandeln var ca 1 200 miljarder kronor vardera 2016. De största handelsströmmarna fanns i verkstadsindustrin, som ingår i övrig industri, samt i raffinaderier och kemiindustrin, se Figur 6. Det innebär att de branscherna handlar mest med omvärlden. Nettoexporten var dock negativ, vilket betyder att värdet på importerade varor var större än värdet på exporterade. Störst positiv nettoexport hade tillsammans massa- och pappersindustrin och den grafiska industrin, följt av järn- och stålindustrin. De branscherna bidrog därmed med de största nettoinkomsterna från export.

<sup>19</sup> SCB, 2018b. *Företagens ekonomi*: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/narings-verksamhet/naringslivet/struktur/foretagens-ekonomi/> (hämtad 2018-08-17).

<sup>20</sup> SCB, 2018b.



Figur 6. Import- och exportvärde för olika branscher, övrig industri och resten av Sverige, miljard kronor, 2016. Den mörka linjen markerar brytpunkten mellan positiv och negativ nettoexport.

Källa: SCB, utrikeshandel med varor.

Anm: Vilka SNI-koder som ingår i respektive bransch beskrivs i Bilaga 2.

Import- och exportvärdena redovisas på branschnivå och är inte proportionella mot handelsvolymerna. Inom varje bransch handlas en mängd olika varor av olika värde. Inom till exempel raffinaderier importeras framförallt 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. En fördjupad analys på produktnivå redovisas i kapitel 2–5.

### 1.3 Generella förutsättningar för utsläppsminskningar

För att nå målet om nettonollutsläpp 2045 behövs både utveckling av befintliga tekniker och större teknikskiften. Det kräver i sin tur att de aktörer som orsakar utsläppen satsar på utveckling och implementering av sådan teknik. Att många branscher har som målsättning att minska utsläppen framgår av de färdplaner som tagits fram i samarbete med initiativet Fossilfritt Sverige<sup>21</sup>, men för att det ska vara möjligt krävs att företagens konkurrenskraft samtidigt kan stärkas eller bibehållas.

Investeringar i teknik som kan minska utsläppen görs när det bedöms vara lönsamt i förhållande till andra potentiella investeringar. Förväntningar och osäkerheter kring hur kostnader för insatsvaror och den framtida energiförsörjningen väntas utvecklas är exempel på faktorer som påverkar investeringsbeslut. Tillgång till el och biomassa till internationellt konkurrenskraftiga priser är särskilt viktiga förutsättningar för en

<sup>21</sup> För mer information om Fossilfritt Sverige: <http://fossilfritt-sverige.se/> (hämtad 2018-07-11).

omställning mot lägre utsläpp. Dessutom påverkar nationella förutsättningar såsom skatter, villkor och avgifter. Vissa företag som orsakar stora utsläpp har produktionsanläggningar i andra länder och utländska ägare, vilket innebär att den interna konkurrensen om var investeringar ska göras är stor. Om målet är att företag ska välja att investera i teknik som minskar utsläppen i Sverige är det med andra ord viktigt att förutsättningarna i Sverige är konkurrenskraftiga jämfört med förutsättningarna i andra länder.

En djupare analys av hinder för minskade utsläpp ska göras inom ramen för Energimyndighetens uppdrag om hindersanalys, inom regeringsuppdraget Innovationsfrämjande insatser (N2016/06369/IFK), som presenteras 2019.

### **1.3.1 EU ETS – EU:s system för handel med utsläppsrätter**

I första hand regleras koldioxidutsläpp inom konkurrensutsatta industrier av EU ETS, EU:s system för handel med utsläppsrätter. EU ETS innebär att en gräns har satts för hur stora utsläpp aktörerna inom systemet har rätt till. Dessa utsläppsrätter fördelas sedan till aktörerna genom auktionering och fri tilldelning. Hur stor andel av utsläppsrätterna som auktioneras ut regleras i EU ETS-direktivet.<sup>22</sup> Syftet med den fria tilldelningen är att undvika koldioxidläckage, det vill säga att företag flyttar produktionen till länder utanför EU istället för att minska utsläppen. Det nyligen reviderade direktivet för EU ETS som avser perioden 2021–2030 är beslutat och innebär bland annat förändrade kriterier för koldioxidläckagelistan.

Den tidigare utformningen av EU ETS har inneburit att utsläppsminskningar inom enskilda verksamheter främst lett till att utsläppen omfördelats inom systemet, utan att påverka de totala utsläppen. I och med revideringen införs år 2023 en mekanism som gör det möjligt att justera den totala mängden utsläppsrätter i systemet baserat på föregående års faktiska utsläpp. Syftet är att undvika att stora överskott byggs upp. Det innebär att nationella satsningar på utsläppsminskningar i verksamheter inom EU ETS får en effekt på de totala utsläppen.

### **1.3.2 Energi- och koldioxidskatter**

Energi- och koldioxidbeskattning av el- och bränsleanvändning har under lång tid använts i Sverige för att främja energieffektivisering och en övergång från fossila till förnybara bränslen, men många industriföretag har rätt till olika undantag. Industrieföretag betalar 30 procent av den generella skattesatsen i energiskatt på bränslen.<sup>23</sup> Energiskatten på el är 0,5 öre per kWh för tillverkningsindustrin, vilket motsvarar en nedsättning på cirka 98 procent av den generella skattenivån 2018. Det finns också specifika undantag som innebär full skattebefrielse från energiskatt, till exempel användning av bränsle och el inom metallurgiska processer. Även biobränsleanvändning är helt skattebefriat, förutom råttolja som beskattas som ett fossilt bränsle. Industrier som ingår i EU ETS betalar inte koldioxidskatt, till skillnad från de som inte ingår. Liksom för energiskatten finns undantag som ger full befrielse från koldioxidskatt.

<sup>22</sup> Directive (EU) 2018/410 of the European Parliament and of the Council of 14 March 2018 amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low-carbon investments, and Decision (EU) 2015/1814.

<sup>23</sup> Lag (1994:1776) om skatt på energi.

### **1.3.3 Stöd till forskning och utveckling**

Både EU ETS och koldioxidskatten är styrmedel som syftar till att minska utsläppen genom att prissätta koldioxid. Forskning visar att prissättning av koldioxid inte är tillräckligt för att nå utsläppsmålet 2045.<sup>24</sup> För att stimulera den teknikutveckling som krävs behövs mer riktade styrmedel.

Investeringar i ny teknik som påverkar produktionsprocesser är ofta kapitalintensiva och förknippade med risker. Om riskerna anses för stora kan företaget välja en konventionell teknik som är mindre effektiv för att minska utsläppen framför en mer effektiv men mindre beprövad teknik. Att erbjuda ekonomiskt stöd till forskning och utveckling av ny teknik är ett sätt att hjälpa företagen att hantera riskerna. Industriklivet och Energimyndighetens uppdrag om att genomföra innovationsfrämjande insatser<sup>25</sup> syftar båda till att stödja industrin i arbetet med att minska de processrelaterade utsläppen och är därmed viktiga för industrins omställning.

### **1.3.4 Tullar och handelspolitik**

Regelverk och tullar som rör internationell handel kan ha stor påverkan på företag som verkar utanför Sverige, både för möjligheten att köpa insatsvaror och för att sälja produkter på andra marknader. USA införde till exempel importtullar för stål och aluminium i mars 2018.<sup>26</sup> Sedan 1 juni gäller tullarna även import från EU-länder, som till en början var undantagna. Som svar har EU infört motåtgärder i form av tullar på ett antal amerikanska varor samt provisoriska skyddsåtgärder för att undvika dumpning av stål och aluminium på europamarknaden. Flera andra länder har också infört motåtgärder kopplat till de amerikanska tullarna. Det är inte klarlagt hur tullarna kan komma att påverka svensk industri, särskilt eftersom amerikanska importörer av produkterna kan ansöka om undantag från tullarna. Även andra handelspolitiska åtgärder, skyddsåtgärder och liknande påverkar industrin.

### **1.3.5 Tillståndsprocesser och regleringar**

Företag måste ha tillstånd att bedriva verksamhet som påverkar miljön och vanligtvis krävs nya tillstånd inför förändringar av produktionsprocesser. Miljöbalken är en av flera viktiga lagar som syftar till att främja en hållbar utveckling. Miljöbalken innehåller bland annat regler rörande industriell verksamhet och miljötillstånd. Andra regleringar som påverkar utsläpp och investeringar är industriutsläppsförordningen och plan- och bygglagen.

Effektiva och rättssäkra tillståndsprocesser är grundförutsättningar för större investeringar inom flera av de utsläppsintensiva branscherna. Under 2018 har en utredare tillsatt av regeringen sett över hur miljöprövningssystemet kan ändras för att främja

---

<sup>24</sup> Mistra Carbon Exit, 2018a. *Nio budskap från Mistra Carbon Exit – vägen till ett koldioxidneutralt samhälle 2045*.

<sup>25</sup> Regeringsbeslut om Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser (dnr. N2016/06369/IFK).

<sup>26</sup> Kommerskollegium, 2018. *USA:s stål- och aluminiumtullar*. <https://www.kommers.se/verksamhetsomraden/Handelspolitik/USA-staltullar/> (hämtad 2018-10-08).

investeringar som bidrar till en grön omställning och hur processen kan bli mer effektiv. I utredningen konstateras bland annat att en så kallad grön gräddfil inte vore ändamålsenlig.<sup>27</sup>

### 1.3.6 Infångning och lagring av koldioxid (CCS)

Inom flera branscher ses elektrifiering i första hand och en övergång till biobränslen i andra hand som viktiga förutsättningar för att nå fossilfrihet, men dessa alternativ kan inte få bort utsläppen till luften helt och hållet. I vissa fall är tillgång till teknik för koldioxidavskiljning och lagring (CCS) och/eller nyttjande av koldioxid i andra processer (CCU) viktiga förutsättningar för att minska utsläppen, förutsatt att verksamheten ska finnas kvar i Sverige.

Enligt klimatmålet ska Sverige ha negativa utsläpp av växthusgaser efter 2045. En särskild utredare ska senast 31 januari 2020 föreslå en strategi för hur Sverige ska nå målet.<sup>28</sup> Avskiljning och lagring av biogen koldioxid (bio-CCS) är en möjlig s.k. kompletterande åtgärd, som kan bidra till att målet uppnås. Stöd till bio-CCS lär dessutom påskynda utvecklingen av CCS i Sverige, tack vare att olika legala och regulatoriska effekter skulle klarläggas. Ökad teknikefterfrågan bidrar troligen även till att kostnaderna för lagring och avskiljning av koldioxid minskar, vilket i sin tur skulle gynna t.ex. cementindustrin.

Det finns olika tekniker för koldioxidavskiljning som kan delas in i post-combustion, pre-combustion och oxyförbränningsmetoder. För att CCS ska vara ett möjligt alternativ behöver det finnas möjlighet att transportera och lagra koldioxiden på ett säkert sätt. Projektet NORDICCS pågick mellan 2011 och 2015 och resulterade bland annat i en karta över lagringsmöjligheter i Norden.<sup>29</sup> I Sverige finns lagringsmöjligheter framförallt i södra Skåne och Östersjön. Koldioxid kan transporteras med tåg, båt eller genom rörledningar. För Sverige har en kombination av tåg- och båttransport bedömts vara det bästa alternativet.<sup>30</sup>

## 1.4 Olika former av utsläpp

Industrins totala utsläpp av växthusgaser kan delas upp mellan processutsläpp, förbränningsutsläpp och diffusa utsläpp, beroende på vad som orsakar dem. Ibland används även uttrycket processrelaterade utsläpp. I följande avsnitt beskrivs de olika begreppen såsom de används i denna rapport. Utgångspunkten har i mesta möjliga mån varit de definitioner som anges i IPCC:s riktlinjer<sup>31</sup>, som gäller vid klimatrapporteringen.

<sup>27</sup> Regeringen, 2018. *Anpassad miljöprövning för en grön omställning (ID-nummer: Ds 2018:38)*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/departementsserien-och-promemorior/2018/10/ds-201838/> (hämtad 2018-10-05).

<sup>28</sup> Kommittédirektiv 2018:70. Kompletterande åtgärder för att nå negativa utsläpp av växthusgaser.

<sup>29</sup> Kartan finns på NORDICCS hemsida: <https://data.geus.dk/nordiccs/map.xhtml> (hämtad 2018-10-10).

<sup>30</sup> NORDICCS – The Nordic CCS Competence Centre, 2016. *Building Nordic Excellence in CCS*.

<sup>31</sup> 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3: Industrial Processes and Product Use.

#### 1.4.1 Diffusa utsläpp

Diffusa utsläpp uppstår vid hantering och produktion av fossila bränslen, till exempel när de utvinns ur jordskorpan, vidareförädlas till slutprodukter eller transporteras. I Sverige kan de diffusa utsläppen framförallt härledas till produktion av koks, läckage från rörledningar och raffinaderiernas vätgasproduktion.

#### 1.4.2 Förbränningsutsläpp

Förbränningsutsläpp kan förenklat beskrivas som utsläpp från förbränning av bränslen. Mer specifikt är förbränningsutsläpp de utsläpp som uppstår när en energivara 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.

#### 1.4.3 Processutsläpp

Processutsläpp avser de utsläpp som orsakas av industriella tillverkningsprocesser. Industriella processer producerar växthusgaser i många olika processteg, men framförallt vid kemisk eller fysisk materialomvandling. Själva utsläppet kan definieras på olika sätt beroende på situation. Utsläpp av processgaser som bildas vid framställningen av råjärn räknas till exempel som järn- och stålindustrins processutsläpp om gaserna facklas upp på plats, men som energisektorns förbränningsutsläpp om gaserna förbränns i ett senare skede för att generera värme eller el.<sup>32</sup>

#### 1.4.4 Processrelaterade utsläpp

Begreppet processrelaterade utsläpp saknar en allmänt erkänd definition. I Bakgrundspromemorian om Industriklivet<sup>33</sup> beskrivs de processrelaterade utsläppen som utsläpp *”direkt från industrins processer för tillverkning och bearbetning i produktionen”*. I processrelaterade utsläpp ingår, utöver alla processutsläpp, bland annat utsläpp som uppstår vid förbränning av restprodukter från fossila råvaror i tillverkningsprocesser samt fackling av industriella restgaser. Även diffusa utsläpp och vissa utsläpp som i statistiken räknas som förbränningsutsläpp är processrelaterade. Detta innebär till exempel att även raffinaderier, som enligt klimatrapporteringens definition inte har processutsläpp, ingår i denna rapport.

### 1.5 Metodbeskrivning

Energimyndigheten ska årligen göra en sammanställning och analys över nuläget och förutsättningar vad gäller olika sektorer utsläpp, deras respektive potential till utsläppsreduktion och teknisk utveckling på området. Den här nulägesanalysen har i enlighet med uppdragsbeskrivningen<sup>34</sup> tagits fram med utgångspunkt i den tidigare nulägesanalysen<sup>35</sup>,

<sup>32</sup> I den här rapporten redovisas utsläpp från processgaser som processutsläpp oavsett var förbränningen sker, se Bilaga 1.

<sup>33</sup> Regeringskansliet, Bakgrundspromemoria om Industriklivet. 2017-08-22.

<sup>34</sup> Regleringsbrev för budgetåret 2018 avseende anslag 1:20 Industriklivet (dnr. M2017/03180/S).

<sup>35</sup> *Nulägesanalys – Underlag till regeringsuppdrag Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser*, ER 2017:4.



som ingick i regeringsuppdraget ”att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser” (dnr. N2016/06369/IFK).

Utöver de underlagsrapporter som legat till grund för den tidigare versionen har underlaget uppdaterats med bland annat de färdplaner olika branscher tagit fram i samarbete med Fossilfritt Sverige och olika företagsårsredovisningar avseende år 2017. Vissa underlagsrapporter använder inte samma branschavgränsningar som den här rapporten och i de fallen har egna bedömningar gjorts för att avgöra vilken eller vilka branscher som omfattas.

Även statistik över energianvändning, växthusgasutsläpp, handel och ekonomi har uppdaterats och analyserats. Om inget annat anges avser den statistik som presenteras år 2016. Utsläppsstatistiken i branschkapitlen presenteras för både 2014 och 2016 för att visa utvecklingen sedan den förra nulägesanalysen. Statistiken har hämtats från Naturvårdsverket, SCB, Eurostat och Energimyndigheten. Statistikällorna beskrivs i Bilaga 1.

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.

Förutom branschindelad statistik används även varuindelad statistik. I den statistiken används SPIN-koder och HS/Kn-nummer. SPIN-koderna stämmer överens med SNI-koderna och kallas därför för samma sak i den här rapporten. HS/Kn-nummer är ett sätt att klassificera produkter och en direkt koppling till branschindelning saknas. Därför har en bedömning gjorts av vilka produkter som är relevanta för respektive bransch. En beskrivning av vad som ingår i respektive bransch och produktkategori finns i Bilaga 2.

## 1.6 Avgränsning

Nulägesanalysen omfattar de branscher som står för majoriteten av de processrelaterade utsläppen i Sverige, det vill säga järn- och stålindustrin, mineralindustrin (cementproduktionen), raffinaderier och kemiindustrin samt metallverk. Massa- och pappersindustrin ingår inte eftersom branschens utsläpp är förhållandevis små och de processrelaterade utsläppen är marginella.

Även om relativt få tillverkningsprocesser orsakar den övervägande delen av utsläppen tas ett helhetsperspektiv från insatsvara till slutprodukt i beskrivningarna av branscherna. Detta för att visa på komplexiteten i industrisektorns sammansättning. Ofta är ett företags slutprodukt insatsvara i ett annat företags produktion och då går det inte att ändra tillverkningsprocessen utan att kunna garantera att produktens hållfasthet och andra materialegenskaper bibehålls. Järnmalmgruvor ingår i branschkapitlet som beskriver järn- och stålindustrin och övriga gruvor beskrivs i kapitlet metallverk. Raffinaderier och kemiindustrin beskrivs i samma kapitel eftersom de har flera gemensamma processer och utmaningar. I beskrivningarna av tillverkningsprocesserna är fokus på de mest utsläppsintensiva processtegen och processer där utsläppen är svåra att minska. Samma fokus gäller i beskrivningarna av möjliga teknikalternativ. Frågor om framtida struktur- omvandlingar tas inte upp.

Slutligen ingår endast de direkta utsläppen som uppstår under tillverkningsprocesserna. De indirekta utsläppen som uppstår upp- och nedströms om tillverkningsprocessen ingår inte.<sup>36</sup> Det bör dock understrykas att en minskning av de direkta utsläppen i många fall kan ha en betydande effekt på de indirekta utsläppen.

## 1.7 Rapportens upplägg

I kapitel 2–5 beskrivs viktiga tillverkningsprocesser, energianvändning, växthusgasutsläpp, teknikalternativ för att minska utsläppen och marknadssituation för de fyra utsläppsintensiva branscherna. Kapitel 2 handlar om järn- och stålindustrin inklusive järnmalmgruvor, kapitel 3 handlar om mineralindustrin, kapitel 4 handlar om raffinaderier och kemiindustrin och kapitel 5 handlar om metallverk, inklusive övriga gruvor. I kapitel 6 beskrivs slutligen hur Energimyndigheten planerar att utvärdera och följa upp satsningen Industriklivet.

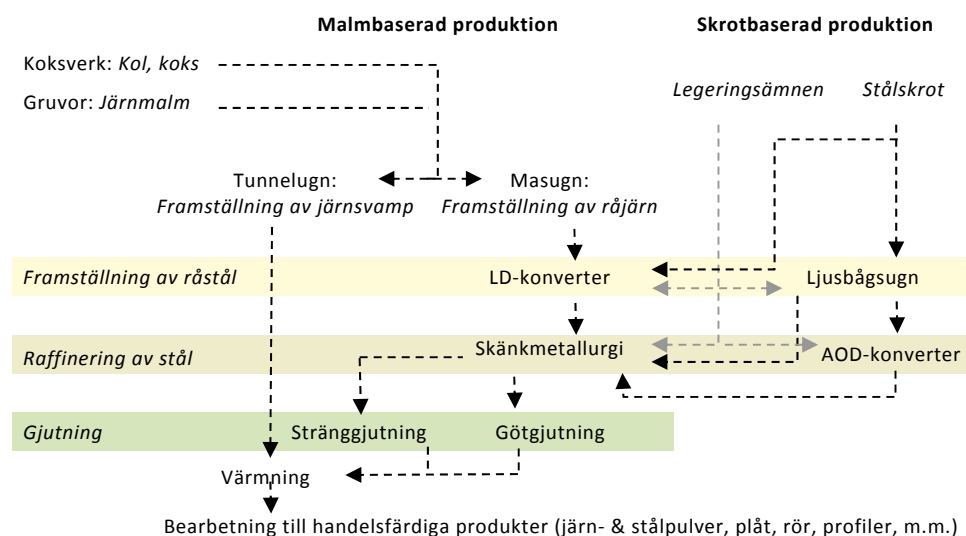
---

<sup>36</sup> Indirekta utsläpp uppströms är till exempel utsläpp som uppstår vid råvaruframställning och utsläpp nedströms är till exempel utsläpp som uppstår under transport till kund.

## 2 Järn- och stålindustrin, inklusive järnmalmsgruvor

Produktionen av järnmalmsprodukter, som både exporteras och används som insatsvaror i svensk stålproduktion, var drygt 27 miljoner ton 2017. Råstålsproduktionen är cirka 5 miljoner ton per år, vilket motsvarar knappt 0,3 procent av världsproduktionen. Både stålet och järnmalmsprodukterna utmärker sig internationellt för dess höga kvalitet. Järn- och stålindustrin stod för 11 procent av Sveriges totala utsläpp 2016 och 73 procent av utsläppen var processrelaterade. Flera utvecklingsprojekt med potential att minska utsläppen avsevärt pågår.

Järn- och stålindustrin omfattar en mängd olika verksamhetsområden och tillverkningsprocesser. De produkter som tillverkas längs värdekedjan har ofta flera användningsområden, både som insatsvaror i andra processer och som slutprodukter. I Sverige finns tre huvudsakliga processpår: malmbaserad produktion med masugn (masugnsprocessen) respektive tunnelugn (även kallad Höganäsprocessen), samt skrotbaserad produktion med ljusbågsugn.<sup>37</sup> Varje processpår består av olika tillverkningssteg som ger upphov till olika stora utsläpp. De viktigaste stegen visas i Figur 7.



Figur 7. Processpår inom svensk järn- och stålindustri.

Källa: Jernkontoret<sup>38</sup>, Energimyndighetens bearbetning.

<sup>37</sup> Jernkontoret, 2018a. *Klimatfärdplan – För en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige*. Jernkontoret: Fossilfritt Sverige.

<sup>38</sup> Jernkontoret, 2018a. s.18.

Masugnprocessen står för majoriteten av branschens utsläpp. Höganäsprocessen orsakar också relativt stora utsläpp i förhållande till produktionsvolymen. Utsläppen från skrotbaserad produktion är små. Anledningen till att den malmbaserade produktionen släpper ut betydligt mer koldioxid än den skrotbaserade är att stål tillverkat från skrot inte behöver genomgå en reduktionsprocess för att separera råvaran från syre.<sup>39</sup> I skrotbaserad ståltillverkning används mestadels återvunnet järn- och stålskrot som råvara. Totalt sett består svensk järnråvara av 40 procent skrot och 60 procent järnmalm.<sup>40</sup> Även raffinering, gjutning och andra stålbearbetningsprocesser orsakar utsläpp. Detta sker i synnerhet när fossila råvaror förbränns för att hetta upp ugnar.

I det här kapitlet beskrivs först olika processteg inom den malmbaserade stålproduktionen, följt av kortare beskrivningar av skrotbaserad produktion och processer för värmning och värmebehandling. Därefter beskrivs branschens utsläpp och energianvändning, följt av vilka tekniker som kan minska utsläppen. Slutligen beskrivs branschens marknad och ekonomi.

## 2.1 Tillverkning av stål

### 2.1.1 Malmbrytning och förädling

Det första steget i malmbaserad stålproduktion är själva malmbrytningen. Järnmalm bryts i Malmfälten i norra Sverige. Innan malmen kan användas i stålproduktionen behöver den förädlas. Förädlingsprocessen består av tre steg: sovring, anrikning och pelletisering. I sovringsverket krossas och sorterar malmen. Därefter transporteras den till ett anrikningsverk. Anrikning innebär att orenheter avlägsnas och järnhalten höjs, vilket sker genom malning, separering och flotation. I pelletsverken blandas malmkoncentratet därefter med olika tillsats- och bindemedel, innan den rullas och bränns till pellets. Pelletsen både exporteras och används som insatsvara i masugnprocessen för att tillverka råstål. I Höganäsprocessen används järnmalmsslig för att framställa järnpulver. Under förädlingsprocessen produceras även produkter för andra användningsområden.<sup>41</sup>

Den malm som bryts i Sverige, magnetitmalm, har högre järninnehåll och lägre syrehalt än den malmvariant som är vanligast i världen, hematitmalm.<sup>42</sup> Eftersom magnetitmalm avger värme som tillvaratas under förädlingsprocessen är energianvändningen vid pelletstillverkningen ungefär hälften så stor och utsläppen en tredjedel jämfört med tillverkning av pellets från hematitmalm.<sup>43</sup>

### 2.1.2 Malmbaserad tillverkning av råstål

Malmbaserad tillverkning av råstål sker i Luleå och i Oxelösund. I Luleå finns en masugn och i Oxelösund finns två masugnar. Processen för att tillverka råstål från förädlad malmråvara kan mycket förenklat delas upp i två steg. I masugnen genomgår malmen först en reduktionsprocess. Det smälta råjärnet förs därefter vidare till stålverket för färskning i LD-konvertern.

<sup>39</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>40</sup> Jernkontoret, 2018b. Fakta och nyckeltal om stålindustrin. <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/fakta-och-nyckeltal/> (hämtad 2018-07-18).

<sup>41</sup> LKAB, 2018a. <https://www.lkab.com/sv/> (hämtad 2018-08-15).

<sup>42</sup> Jernkontoret, 2018a.

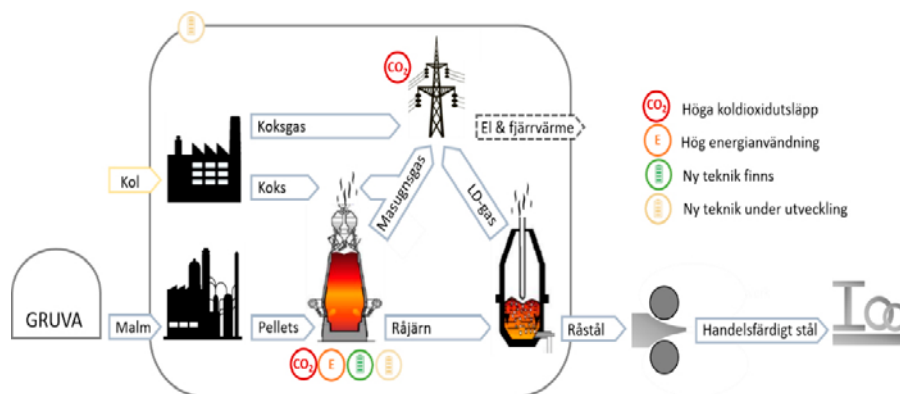
<sup>43</sup> LKAB, 2018a.

Masugnen består av flera skikt och reduktionen sker stegvis. Järmmalmspellets, koks och kalksten fylls på uppifrån. Kalken bidrar till reduktionsprocessen samt till att separera slagg från järnet. Koks fungerar som reduktionsmedel, bränsle och lastbärare för pellets. Eftersom koks är en förutsättning för masugnsprocessen har produktionsanläggningar med masugnar egna koksverk i nära anslutning. Koks framställs genom torrdestillation av kol, vilket innebär att kolet hettas upp till över 1 000 grader Celsius. När det smälta järnet, råjärnet, tappas ur ugnen har det en temperatur på 1 500 grader Celsius och en kolhalt på 4–5 procent.

I LD-konvertern omvandlas råjärn till råstål. Processen sker genom att syrgas med högt tryck blåses på smältan, vilket leder till att kolhalten sänks. Denna reaktion är exoterm, vilket betyder att den avger stora mängder värme. För att kyla materialet tillsätts skrot motsvarande ungefär 20 procent av volymen. När materialet lämnar LD-konvertern som råstål är kolhalten normalt 0,1 procent.

De energirika processgaserna som bildas i koksverk, masugn och stålverk används dels som bränsle i processerna och i värmningsugnar i efterföljande tillverkningsprocess och dels kan överskottet transporteras till kraftverk för att användas som bränsle till el- och fjärrvärmeproduktion. Om restgaserna inte används måste de facklas bort.<sup>44 45</sup>

I Figur 8 visas processtegen från gruva och koksverk till handelsfärdiga stålprodukter. Bilden visar även var utsläppen och energianvändningen är störst samt var det finns teknikalternativ för att minska utsläppen.



Figur 8. Malmbaserad tillverkning av råstål.

Källa: Energimyndigheten.

Anm: Pilarna symboliserar materialflödena mellan de olika processtegen. Gul pil innebär att råvaran importeras till Sverige och grå pil innebär att råvaran utvinns eller framställs i Sverige. Ikonerna visar var utsläppen och energianvändningen är störst och för vilka processteg ny teknik kan minska utsläppen inom snar respektive mer avlägsen framtid.

De olika teknikalternativen är olika effektiva för att minska utsläppen. Den gröna tekniksymbolen i bilden illustrerar till exempel möjligheten att använda en viss andel biokol i masugnen, vilket kan minska utsläppen till viss del. Den gula tekniksymbolen i bildens övre vänstra hörn symboliserar i sin tur utvecklingen av vätgasbaserad direktreduktion, ett tekniskspår med potentialen att i stort sett eliminera utsläppen från den malmbaserade stålproduktionen. Läs mer i kapitel 2.3.

<sup>44</sup> SSAB, 2018a. <https://www.ssab.se/> (hämtad 2018-09-07).

<sup>45</sup> Jernkontoret, 2018a.

### **2.1.3 Direktreduktion/Höganäsprocessen**

I Höganäsprocessen sker en direktreduktion av malmen, vilket innebär att den reduceras i fast fas och bildar järnsvamp. Processen inleds med att järnmalmsslig placeras i rörformade kärl tillsammans med en reduktionsblandning bestående av koks, antracit och mald kalksten. Kärlen hettas upp till cirka 1 200 grader Celsius i en tunnelugn. Detta leder till att koksen förgasas och bildar koloxid, som i sin tur reducerar järnmalm till järn, samtidigt som det svavel som frigörs av koksen fångas upp av kalkstenen. Järnsvampen krossas sedan till ett råpulver som värmebehandlas och mals till ett finfördelat järnpulver. Järnpulvret förädlas antingen vidare eller säljs som det är. Att processen kräver lägre temperaturer än masugnprocessen bidrar till att energianvändningen och utsläppen är lägre.<sup>46</sup>

I andra länder produceras även råstål från järnsvamp. Då används en annan typ av direktreduktionsprocess som följs av att järnsvampen smälts i en ljusbågsugn.

### **2.1.4 Skrotbaserad ståltillverkning**

I skrotbaserad ståltillverkning smälts återvunnet stålskrot i en elektrisk ljusbågsugn. De elektroder som används i ljusbågsugnar använder kolprodukter som råvara eftersom inga andra typer av elektroder kan hantera den höga spänningen eller temperaturen i ugnen. I vissa anläggningar används även gas- eller oljeeldade brännare i ljusbågsugnen för en jämnare värmefördelning och effektivare smältprocess.<sup>47</sup>

### **2.1.5 Värmnings- och värmebehandlingsugnar**

För att stålet ska komma upp i den höga temperatur som är nödvändig för bearbetning krävs hög temperatürtäthet (snabb uppvärmning till hög temperatur) i den energi som används. Precis som i den skrotbaserade ståltillverkningen är det därför vanligt att gas- eller oljebrännare används i värmningsugnarna. Flammorna från brännarna bidrar även till en bättre värmeöverföring i ugnarna. Koldioxidutsläppen från värmningsugnarna minskar med ca 30 procent vid en övergång från olja till flytande naturgas (LNG).

Stål kan värmebehandlas på olika sätt beroende på vilka egenskaper som önskas. Behandling av rostfria och höglegerade stål kräver temperaturer på över 1 000 grader Celsius och ett snabbt uppvärmningsförlopp och då används ofta gas. El används i värmebehandlingsugnar med långsammare uppvärmningsförlopp. I vissa ugnar används en kombination av el och bränslen.<sup>48</sup>

## **2.2 Användning av energi och processkol samt utsläpp av växthusgaser**

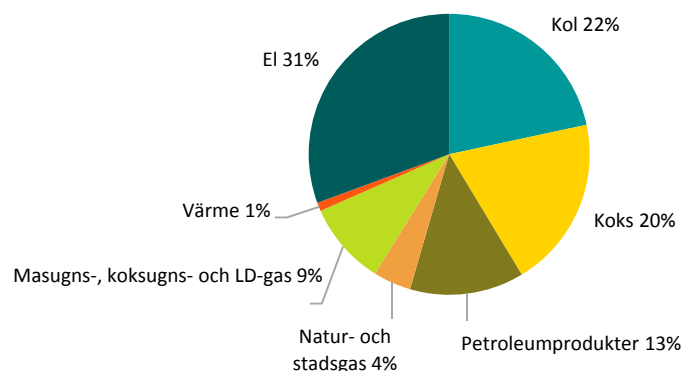
Den slutliga energianvändningen i järn- och stålindustrin, inklusive järnmalmsgruvor, uppgick till 22 TWh 2016, vilket motsvarar 15 procent av industrins totala

<sup>46</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>47</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>48</sup> Jernkontoret, 2018a.

energianvändning.<sup>49</sup> Mest energi används för att framställa järn och stål, framförallt i masugnsprocessen. Figur 9 visar hur energianvändningen var fördelad mellan olika energislag.



Figur 9. Järn- och stålindustrins energianvändning, inklusive järnmalmgruvor, 2016.

Källa: Energimyndigheten.<sup>50</sup>

Anm: Petroleumprodukter inkluderar gasol, diesel och eldningsolja. Diesel kan vara både fossil och förnybar. Fördelningen mellan fossil och förnybar diesel kan inte urskiljas i energistatistiken.

Branschen använder nästan uteslutande fossila energivaror och el. Kol och koks används framförallt i samband med masugnsprocessen, men även vid tillverkning av järnmalmspellet och som legeringsämne i stål. El används framförallt i den skrotbaserade ståltillverkningen och i olika bearbetningsprocesser, men även i de malmbaserade processerna. Naturgas och petroleumprodukter används som bränsle i värmningsugnar och värmebehandlingsugnar, i arbetsmaskiner, vid pelletstillverkning och för interna transporter. Processer för att krossa och anrika järnmalm är nästan helt eldrivna idag och ytterligare elektrifiering sker kontinuerligt vid reinvesteringar. Utvecklingen mot ökad elektrifiering och automatisering har drivits av arbetsmiljöskäl, såväl som av tekniska och ekonomiska fördelar.<sup>51 52</sup>

Järn- och stålindustrins utsläpp uppgick till 6,1 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv 2016, vilket motsvarar 36 procent av industrins totala utsläpp och 4 procents ökning jämfört med 2014. I Figur 10 visas fördelningen mellan diffusa utsläpp, förbränningsutsläpp och processutsläpp. De diffusa utsläppen utgör mindre än två procent av branschens totala utsläpp och syns därför inte i grafen. 60 procent av branschens utsläpp var förbränningsutsläpp och 39 procent var processutsläpp 2016.<sup>53</sup>

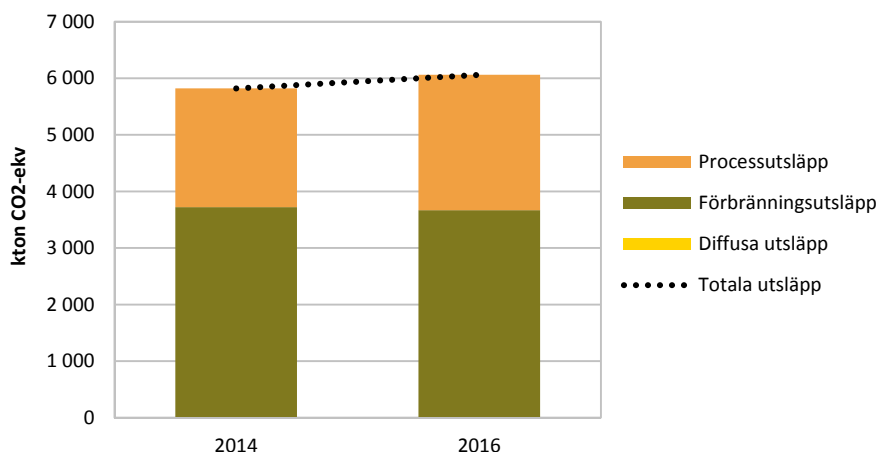
<sup>49</sup> Notera att 22 TWh avser branschens slutliga energianvändning. Detta skiljer sig från branschens totala användning genom att varken de processgaser som säljs till energisektorn för att användas i el- och värmeproduktion eller de gaser som facklas upp ingår. Om Figur 9 hade baserats på den totala energianvändningen hade fördelningen följaktligen sett något annorlunda ut.

<sup>50</sup> Energimyndigheten, 2018.

<sup>51</sup> Svemin, 2018. *Färdplan för en konkurrenskraftig och fossilfri gruv- och mineralnäring. Delrapport april 2018*. Svemin: Fossilfritt Sverige.

<sup>52</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>53</sup> Alla processutsläpp och diffusa utsläpp samt 55 procent av förbränningsutsläppen var processrelaterade utsläpp.



Figur 10. Järn- och stålindustrins utsläpp 2014 och 2016, fördelat mellan olika sorters utsläpp. Utsläppen 2015 visas inte eftersom fördelningen är sekretessbelagd.

Källa: Naturvårdsverket/SCB.<sup>54</sup>

Anm: Järnmalmabrytning (inklusive förädling och pelletstillverkning) samt framställning av ferrolegeringar ingår i Figur 9 men inte i Figur 10. Det beror på att utsläppen från dessa branscher samredovisas med andra branscher och inte kan särskiljas i utsläppsstatistiken.

Processutsläppen ökade med 14 procent mellan 2014 och 2016 och förbränningsutsläppen minskade med två procent. Närmare 90 procent av processutsläppen uppstår i järnproduktionen, medan resten kan härledas till järnpulvertillverkningen<sup>55</sup>, stålproduktionen och kalkproduktionen. En stor del av förbränningsutsläppen orsakas av förbränning av industriella restgaser och räknas därmed som processrelaterade utsläpp. Koksverken står för alla diffusa utsläpp, som också är processrelaterade.<sup>56</sup> Det innebär att en stor del av förbränningsutsläppen och alla diffusa utsläpp är processrelaterade, precis som processutsläppen. Totalt var nästan tre fjärdedelar av branschens växthusgasutsläpp processrelaterade 2016.

Över 80 procent av stålindustrins utsläpp kan härledas till masugnprocessens användning av processkol och kalk. Motsvarande siffra för Höganäsprocessen är två procent. Övriga förbränningsutsläpp sker i samband med att material hettas upp inför bearbetning och i olika värmebehandlingssteg. Även de tillsatsmaterial och råvaror som används i smältprocesserna, till exempel kolinnehåll i skrot och legeringsämnen, ger upphov till en mindre mängd utsläpp.<sup>57</sup>

Utsläppen från malmbrytning och förädling ingår inte i Figur 10 eftersom dessa inte kan separeras från den totala gruvindustrins utsläpp i den officiella utsläppsstatistiken. Enligt gruvindustrins branschorganisation Svemin<sup>58</sup> stod järnmalmframställningen för en procent av Sveriges totala utsläpp 2016 och den största andelen var förbränningsutsläpp. Processutsläppen från pelletsproduktionen var drygt 120 000 ton CO<sub>2</sub>-ekv 2016.<sup>59</sup>

<sup>54</sup> SCB, 2018a.

<sup>55</sup> I statistiken anges detta som ”processutsläpp från produktion av direktreducerat järn”, men i praktiken är järnpulver den enda typen av järn som produceras med direktreduktion i Sverige idag.

<sup>56</sup> SCB, 2018a.

<sup>57</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>58</sup> Svemin, 2018.

<sup>59</sup> SCB, 2018a.



## 2.3 Tekniker för att minska utsläppen

Den begränsade tillgången av återvunnet stålskrot innebär att både järnmalm och skrot sannolikt kommer behövas för att täcka behovet av stål i framtiden. Det förutsätts därför att malmbaserad produktion kommer finnas kvar. I det här avsnittet beskrivs olika möjligheter att minska utsläppen från malmbaserad produktion, med utgångspunkt i den svenska järn- och stålindustrins förutsättningar. Trots att projekt med potential att minska utsläppen kraftigt pågår kommer fortsatta forskningsinsatser behövas under lång tid framöver.

Stålindustrin satsade åtminstone 120 miljoner kronor under 2013–2017 på forskning för effektivare energianvändning, ökad användning av restenergier och minskade utsläpp genom samverkansprogrammet ”Järn- och stålindustrins energianvändning – forskning och utveckling” (JoSEn).<sup>60</sup> Forskning bedrivs internt på företagen samt på forskningsinstitut, universitet och högskolor. I Sverige bedrivs industrinära grundforskning framförallt på Luleå Tekniska Universitet (LTH), Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och Högskolan Dalarna. Tillämpad forskning har främst utövats på forskningsinstituten Swerea MEFOS och Swerea KIMAB, som under 2018 bildar ett nytt forskningsinstitut, SWERIM AB. Syftet med det nybildade institutet är bland annat att kraftsamla för att nå gruv- och stålindustrins klimatmål om en fossilfri produktion 2045.<sup>61</sup> Branschgemensam forskning stöts av bland annat Vinnova, Jernkontoret och Energimyndigheten.

Mellan 2004 och 2010 medverkade den svenska järn- och stålindustrin även i flera av de forskningsprojekt som bedrevs inom det europeiska nätverket ULCOS<sup>62</sup>. Projekten omfattade bland annat elektrolys och olika former av reduktionsprocesser kombinerat med CCS, men svensk järn- och stålindustri har gjort bedömningen att det är svårt att uppnå kostnadseffektivitet med dessa alternativ.<sup>63</sup> Därför beskrivs inte dessa tekniker i det här avsnittet.

### 2.3.1 Vätgasbaserad direktreduktion kan ersätta masugnsprocessen

Det går inte att få bort processutsläppen från masugnsprocessen eftersom processen inte skulle fungera utan kol och koks. För att få bort utsläppen krävs en ny tillverkningsprocess. Det alternativ som idag har störst potential att ersätta masugnsprocessen är direktreduktion med vätgas som reduktionsmedel, vilket ger restprodukten vatten istället för koldioxid. Denna möjlighet utreds inom ramen för HYBRIT<sup>64</sup>, ett omfattande samarbetsprojekt mellan SSAB, LKAB och Vattenfall.

HYBRIT inleddes med en förstudie som pågick mellan 2016 och 2017. Då resultaten från förstudien var positiva togs i början av 2018 beslutet att bygga en pilotanläggning för fortsatta försök. Försöken i pilotanläggningen beräknas pågå till 2024. Därefter är

<sup>60</sup> JoSEn var ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och Jernkontoret.

<sup>61</sup> Cision, 2018. *Nytt metallforskningsinstitut bildas*. <http://news.cision.com/se/jernkontoret/r/nytt-metallforskningsinstitut-bildas,c2560821> (hämtad 2018-08-20).

<sup>62</sup> ULCOS står för the ultra-low CO<sub>2</sub> steelmaking consortium. Läs mer på: <https://hub.globalccsinstitute.com/category/organisation/ulcos> (hämtad 2018-08-20).

<sup>63</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>64</sup> HYBRIT står för Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology. Läs mer på: <http://www.hybrid-development.com/> (hämtad 2018-07-16).

planen att den nya tekniken ska testas under tio år i demonstrationskala för att vara redo för fullskalig implementering efter 2035.

HYBRIT-processen går i korta drag ut på att järnmalmspelletts direktreduceras till järnsvamp som sedan smälts till råstål i en ljusbågsugn. Processen ersätter med andra ord hela den nuvarande processen från järnmalmspelletts till råstål som visas i Figur 8. Detta innebär att även dagens utsläpp från kokstillverkning och förbränning av restgaser försvinner. I stora drag liknar processen existerande teknik för direktreduktion, med den viktiga skillnaden att vätgas används som huvudsakligt reduktionsmedel. Eftersom vätgasen ska produceras genom elektrolys är utveckling av storskalig elektrolysbaserad vätgasproduktion och lagring av vätgas viktiga delar i projektet. Andra viktiga delar är forskning på själva reduktionsprocessen, både vad som sker när malmen reagerar med vätgas och hur processerna ska kunna skalas upp till dagens produktionskapacitet. Dessutom inkluderas forskning kring fossilfri pelletstillverkning.

Energimyndigheten har inom ramen för Industriklivet bidragit med forskningsstöd till bl.a. en genomförbarhetsstudie inför byggandet av pilotanläggningen, pilotstudier med vätgas som reduktionsmedel och utveckling av fossilfri värmningsteknik för sintring av järnmalmspelletts. Samtliga projekt bedöms ha stor betydelse för utvecklingen av fossilfri ståltillverkning.<sup>65</sup>

Samtidigt utreder SSAB om masugnprocessen i Oxelösund kan ersättas av en ljusbågsugn. Konverteringen till ljusbågsugn väntas ta ungefär tio år och planeras ske stegvis. Verksamhetens energisystem behöver konverteras till natur- eller biogas och nätkapaciteten behöver förstärkas för att kunna driva ljusbågsugnen från 2025.<sup>66</sup> Konverteringen i Oxelösund beräknas minska utsläppen med 25 procent. Därefter är målet att mellan 2030 och 2045 även ersätta resterande masugnar i Oxelösund, Luleå och Finland med ljusbågsugnar och att Hybrittekniken implementeras successivt för att uppnå en fossilfri stålproduktion 2045. Om projektet lyckas bedöms Sveriges totala utsläpp minska med 10 procent.<sup>67</sup>

### **2.3.2 Järnsvamp möjlig energibärare**

Under 2018 och 2019 ska forskningsinstitutet RISE undersöka om järnsvamp framställd genom direktreducerad järnoxid med förnybart producerad vätgas kan bli en koldioxidneutral och miljövänlig energibärare i processindustrin. Projektet, som delfinansieras av Energimyndigheten, kan bidra med insikter till HYBRIT såväl som till sänkta växthusgasutsläpp globalt.<sup>68</sup>

### **2.3.3 Ny anläggning för biobränsleförgasning**

Projektet Probiostål, som drivits av Höganäs AB och Cortus Energy AB med flera företag, med syftet att minska utsläppen från metallpulvertillverkningen, har resulterat i en ny förgasningsanläggning för bioråvaror i Höganäs. Förgasningsanläggningen bedöms

<sup>65</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P42684-3, P46751-1, P46752-1 och P42684-1. <http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/> (hämtad 2018-08-21).

<sup>66</sup> SSAB, 2018b. <https://www.ssab.se/ssab/om-ssab/production-sites-in-sweden/oxelosund/fossilfri-produktion> (hämtad 2018-08-17).

<sup>67</sup> <http://www.hybritdevelopment.com/> (hämtad 2018-07-16).

<sup>68</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P45374-1.

ha kapaciteten att minska utsläppen med 10 000 ton per år. Anläggningen invigdes i juni 2018, men driftstarten beräknas bli ungefär sex månader försenad.

Målet är att på sikt ersätta fossilt kol och naturgas med förädlad biobaserat kol och biogas i tillverkningsprocesserna, men inledningsvis testas bränslet för värmebehandling av stål. Biokol bildas som en biprodukt vid förgasningen och tros kunna ersätta en del av det fossila kolet i reduktionsprocessen. Tekniken är unik eftersom bränslet sägs klara tillverkningsprocessernas krav på renhet och höga temperaturer, vilket varit en utmaning tidigare. Anläggningen är den första i sitt slag.<sup>69</sup> Probiostål startade inom forskningsprogrammet JoSEn.

#### **2.3.4 Syrgas och recirkulation viktiga förutsättningar för CCS/CCU**

Eftersom CCS och CCU är mest effektivt vid stora utsläppskällor är det framförallt masugnsprocessens utsläpp som kan vara relevant för sådan teknik. För att koldioxid-avskiljningen ska ske så effektivt som möjligt bör masugnen använda syrgas istället för luft. Dessutom bör processgaserna som masugnen släpper ut cirkuleras tillbaka till masugnen med hjälp av toppgascirkulering. Även utan CCS eller CCU skulle syrgas och recirkulation kunna leda till 20 procent minskade utsläpp, men tekniken kräver omfattande ombyggnation av befintliga masugnar.<sup>70</sup>

#### **2.3.5 Biobaserade bränslen kan delvis ersätta kol och koks**

Om biobaserade bränslen delvis ersätter kol och koks i masugnen skulle utsläppen från masugnsprocessen teoretiskt sett kunna reduceras med upp till 30 procent utan att några genomgripande investeringar behövs.<sup>71</sup> Däremot behövs fortsatt forskning för att hantera andra utmaningar. Eftersom biomassa har ett för ändamålet lågt värmevärde behöver det förbehandlas genom exempelvis pyrolys. Även andra egenskaper, som högre porositet och mer varierande partikelstorlekar, bidrar till att den hållfasthet som krävs för att biokoksen inte ska brinna upp i masugnen är svår att uppnå. Dessutom krävs stora volymer och biomassa är en begränsad resurs. Detta gör att det inte är troligt att biobaserade bränslen helt och hållet kommer att ersätta fossilt kol och koks i masugnsprocessen.<sup>72 73</sup>

Projektet BIO4BF (Biokol för minskade utsläpp av fossila växthusgaser från masugnen), är ett exempel på forskningsprojekt som undersöker möjligheten att använda förbehandlad biomassa (biokol) i masugnar. Projektet, som pågår mellan 2017 och 2019, drivs av Swerea MEFOS och finansieras delvis av Energimyndigheten. Projektet har en stark förankring i industrin och ska demonstrera ersättning av delar av masugnens kol och/eller koks med biokol.<sup>74</sup> Fullt utvecklad uppskattas tekniken kunna minska utsläppen

<sup>69</sup> Cortus Energy, 2018. *6 MW WoodRoll i Höganäs – Projekt Probiostål*. <http://www.cortusenergy.se/hoganas> (hämtad 2018-08-17).

<sup>70</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>71</sup> Swerea, 2018. *Vägen till en grön masugn*. <https://www.swerea.se/cases/vagen-till-en-gron-masugn> (hämtad 2018-09-25).

<sup>72</sup> Elsayed, M. m.fl., 2016. *Biomass applications in iron and steel industry: An overview of challenges and opportunities*.

<sup>73</sup> Jernkontoret, 2018a.

<sup>74</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P44676-1.

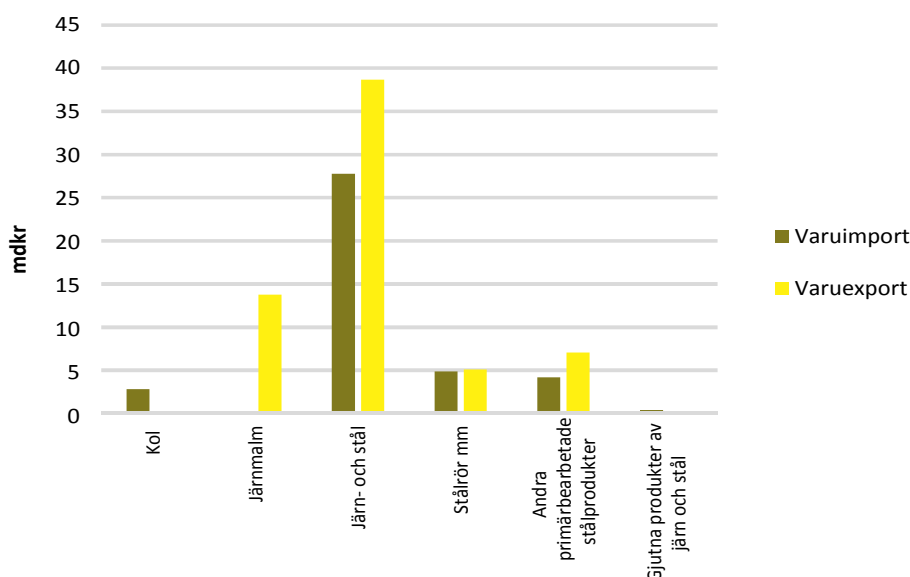
från masugnsbaserad produktion med 30 procent. En implementering skulle kunna inledas inom 3–5 år och vara färdigställd inom 10–15 år. Resultaten kan även överföras till andra länder med biomassatillgångar och därmed bidra till en global minskning av växthusgasutsläpp.

Projektet ”Energieffektivisering av masugnprocessen genom användning av bioagglomerat”<sup>75</sup> är ett annat pågående projekt som syftar till att minska koksanvändningen i masugnarna. Genom att tillsätta reaktiva bioagglomerat som innehåller biokol och järnoxid till masugnen beräknas koldioxidutsläppen kunde minskas med 40–55 tusen ton per år.

## 2.4 Marknad och ekonomi

### 2.4.1 Järn- och stålmarknaden

Sveriges stålindustri är liten ur ett globalt perspektiv, men viktig inom de marknadsnischen företagen valt att specialisera sig. Svensktillverkat stål har ett lågt klimatavtryck jämfört med stål som tillverkas i andra länder. År 2016 uppgick svensk råstålsproduktion till cirka 4,6 miljoner ton.<sup>76</sup> Detta motsvarar 0,3 procent av världsproduktionen och 3 procent av råstålsproduktionen inom EU-28.



Figur 11. Import- och exportvärde 2016 per delbransch (SPIN), miljarder kronor.

Källa: SCB.<sup>77</sup>

Värdet av Sveriges import av järn och stål, järnmalm samt kol var drygt 40 miljarder kronor 2016. Varuexportens värde var nästan 65 miljarder kronor, varav drygt en femtedel inom järnmalm. Nettoexporten för branschen som helhet var positiv, särskilt inom järnmalm där importen är mycket liten. En orsak till att branschen exporterar så mycket mer än den importerar är att den till stor del förädlar råvaror som finns i Sverige för

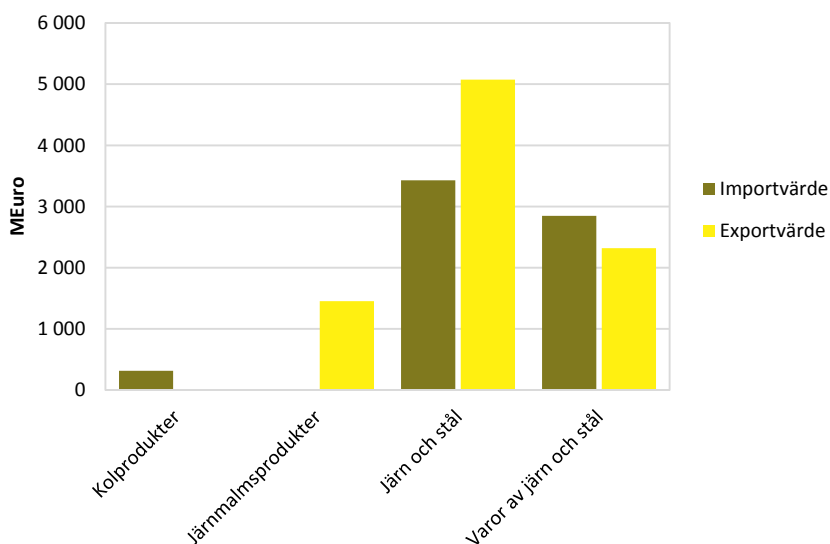
<sup>75</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P39150-1.

<sup>76</sup> World steel association 2017, Steel statistical yearbook 2017.

<sup>77</sup> SCB, 2018d. *Utrikeshandel med varor*: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor/> (hämtad 2018-10-10).

att sedan exportera slutprodukterna. Branschen bidrar med positiv handelsinkomst till Sverige genom sin export.

Branschens exportvärde uppgår till nästan 70 procent av produktionsvärdet<sup>78</sup>. Den höga kvoten indikerar att en stor del av branschens produkter exporteras och att utrikeshandeln är viktig för branschens utveckling. Andelen är framförallt hög inom delbranscherna järnmalm, järn- och stål samt andra primärbearbetade stålprodukter.



Figur 12. Import- och exportvärde per varukategori (HS) 2016, miljoner euro.

Källa: Eurostat, International trade in goods.

Majoriteten av importen 2016 kommer från länder inom EU, medan exporten är mer lika fördelad med cirka 60 procent inom EU. Importen av järnmalmsprodukter står för en ytterst liten andel av importen. Importen av kolprodukter domineras av stenkol från länder utanför EU, framförallt Australien, Ryssland och USA. Tyskland är det största mottagarlandet för export av både järnmalmsprodukter och järn- och stålvaror. För järnmalmsprodukter var Saudiarabien, Storbritannien, Finland och Nederländerna andra stora exportmarknader. För järn och stål samt varor av järn och stål var Norge det näst största mottagarlandet, följt av USA, Danmark och Italien. Importen av järn och stål samt varor av järn och stål skedde framförallt från Tyskland, Finland, Nederländerna, Danmark och Storbritannien.

Handelsströmmarna var störst i varukategorin järn och stål och sedan i varor av järn och stål samt järnmalmsprodukter (export). De produktkategorier som exporterades mest var järnmalmsprodukter, platta valsade produkter av legerat stål och platta valsade produkter av rostfritt stål. Den största importen skedde inom produktkategorierna platta valsade produkter av järn eller olegerat stål, övriga järn- och stålvaror, konstruktioner och konstruktionsdelar, platta valsade produkter av legerat stål och skruvar, bultar m.m. Bland de tio största import- respektive exportproduktkategorierna var 5 produktkategorier gemensamma för både import och export.

<sup>78</sup> Produktionsvärde saknas för SNI 05, stenkol, så den ingår inte i beräkningen.

De större svenska stålverken är till stor del specialiserade inom sina styrkeområden och har en nischstrategi där de producerar och utvecklar högspecialiserade stålprodukter för den globala marknaden.<sup>79</sup> Nischstrategin har medfört att den historiskt nära kopplingen mellan stålverken och lokala teknikföretag har minskat. Många teknikföretag använder standardstål som de importerar som insatsvara. Den här branschstrukturen är en förklaring till att exporten främst består av mer förädlad stål och standardstål importeras.

Att exporten till stor del består av mer förädlade stålprodukter än importen stöds också vid en jämförelse av kvoten mellan importvärdet och importvikten och kvoten mellan exportvärdet och exportvikten. För en majoritet av produktkategorierna är exportkvoten högre än importkvoten vilket antyder en högre förädlingsgrad. Bland de 15 stora import-/exportkategorierna var det bara fyra produktkategorier där importkvoten var större än exportkvoten vilket indikerar en lägre förädlingsgrad på exporten. Bara en av dessa, platta valsade produkter av rostfritt stål, var bland de tio största produktkategorierna för både import och export. För de övriga fyra produktkategorier som var gemensamma i topp tio för både import och export var exportkvoten högre än importkvoten. Importkvoten för järnmalmsprodukter var något högre än exportkvoten men den totala importen utgjorde inte ens en procent av exporten.

Att ett företag verkar på en nischmarknad är inte ett skydd mot konkurrens eftersom det kan finnas både konkurrerande tillverkare och konkurrerande material.<sup>80</sup>

Järnmalmsprodukter produceras främst av LKAB, som är EU:s största järnmalmsproducent och bryter cirka 80 procent av all järnmalm inom EU.<sup>81</sup> Sverige är en liten aktör på den globala järnmalmsmarknaden, men var 2017 världens andra största leverantör på den sjöburna importmarknaden. Samarco, som tidigare varit den näst största producenten, tvingades efter en olycka i slutet av 2015 stänga och det är osäkert när de kommer att komma i produktion igen men Samarco uppger att de planerar uppstart i slutet av 2018.

Europa är LKAB:s främsta marknad med 74 procent av företagets försäljning av järnmalmsprodukter. Mellanöstern och Nordafrika är den näst största marknaden med 25 procent.<sup>82</sup> 60 procent av LKAB:s försäljning 2017 var masugnspelletts och 28 procent direktreduktionspelleter, som främst säljs till Mellanöstern och Nordamerika. Resten av försäljningen bestod av fines och specialprodukter.

Järnmalmsmarknaden styrs av efterfrågan på stål, som i sin tur beror av världsekonomin utveckling.<sup>83</sup> En viktig drivkraft för metallmarknaderna är infrastrukturutveckling, t.ex. byggande av bostäder, transportleder, fordon, telekommunikation m.m.<sup>84</sup> Även om Europa, Nordamerika och Kina fortfarande är de stora marknaderna så är branschen på kort och lång sikt beroende av utvecklingen i världens tillväxtländer. Samarcos produktionsstopp har inneburit en produktionsminskning på den globala järnmalmspelletermarknaden som andra producenter inte lyckats kompen-

<sup>79</sup> Vinnova, 2013. *Metallindustrin i Sverige 2007–2011*,

<sup>80</sup> Vinnova, 2013.

<sup>81</sup> LKAB, 2018b. *2017 Års- och hållbarhetsredovisning*

<sup>82</sup> LKAB, 2018b.

<sup>83</sup> LKAB, 2018b.

<sup>84</sup> Vinnova, 2013.

sera för fullt ut, vilket lett till en brist på pellets.<sup>85</sup> Samtidigt ökar också efterfrågan på mer högkvalitativ pellets i t.ex. Kina. Stål är en fragmenterad bransch där den största aktören bara har en marknadsandel på 6 procent och de 75 största företagen tillsammans 67 procent.<sup>86</sup> Kina är den dominerande producenten och världens största stålkonsument.<sup>87</sup>

Det finns en överkapacitet inom stålbranschen. Överkapaciteten har dock minskat till följd av konsolidering inom Europa och att mindre, ineffektiva stålverk stängt i Kina. En del av den nedlagda produktionsvolymen i Kina har övergått till större kinesiska stålproducenter.<sup>88</sup>

Stålmarknaden består av många olika segment. SSAB är en liten aktör på den globala marknaden för kolstål men har specialiserat sig på tre segment inom platta kolstål där företaget har ledande marknadspositioner: höghållfasta stål, platta kolstål och stålrör (i Norden) och grovplåtmarknaden (i Nordamerika). Dessa tre marknadssegment utgör ca 3 procent av den globala kolstålsmarknaden.

Internationell handelspolitik och handelspolitiska skyddsåtgärder påverkar järn- och stålmarknaden. Under 2018 har det internationella tonläget skärpts, bland annat kopplat till de ståltullar som infördes av USA under våren 2018.

#### **2.4.2 Branschens ekonomi**

Masugnsbaserad stålproduktion dominerar produktionen, både i Sverige och internationellt. Runt 70 procent av världens stålproduktion är masugnsbaserad där kol eller koks används som reduktionsmedel, medan 7 procent tillverkas med direktreduktion. Resten är skrotbaserad produktion med ljusbågsugn.<sup>89</sup> I Sverige finns tre malmbaserade järn- och stålverk, tio skrotbaserade stålverk och ungefär femton anläggningar för olika typer av vidarebearbetning.<sup>90</sup>

Företagen inom järn- och stålindustrin och järnmalmsgruvor hade knappt 28 000 anställda och en total nettoomsättning på knappt 95 miljarder kronor 2016.<sup>91</sup> Den största andelen av både anställda och omsättning fanns inom delbranschen järn- och stålverk, se Figur 13 och Figur 14. Det fanns 290 företag i branschen 2016. Till skillnad från antal anställda och omsättning så finns 35 procent av branschens företag inom delbranschen övrig stålbearbetning.

Stålföretagen är spridda över Sverige men finns framförallt i Mellansverige och på några platser i Skåne och Norrbotten.<sup>92</sup> Lokaliseringen har ofta långa historiska rötter. Faktorer som bidrar till att företagen stannar på platsen är bl.a. stora investeringar i produktionsanläggningar, infrastruktur, kompletterande industrier och en arbetsmarknad med relevant kompetens.

---

<sup>85</sup> LKAB, 2018b.

<sup>86</sup> SSAB, 2018c. *Årsredovisning 2017*.

<sup>87</sup> SSAB, 2018c och Jernkontoret, 2018a.

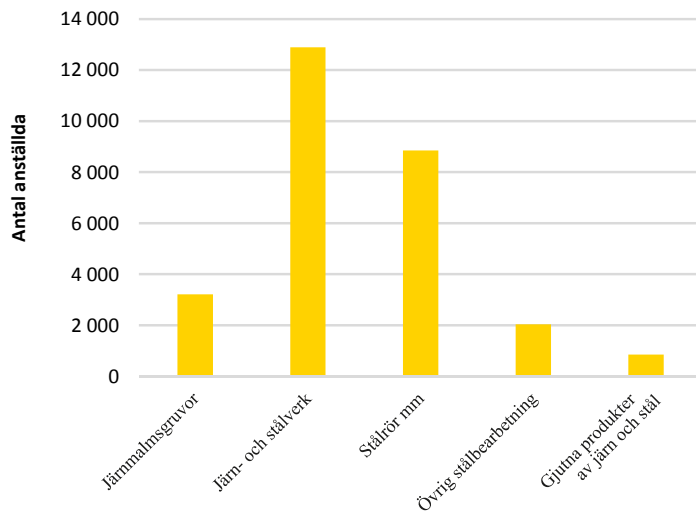
<sup>88</sup> SSAB, 2018c.

<sup>89</sup> Tillväxtanalys, 2016. *Så kan stålindustrins utsläpp av växthusgaser minska – Sverige kan lära av Japan och Kina*. Svar direkt 2016:01.

<sup>90</sup> Jernkontoret, 2018b.

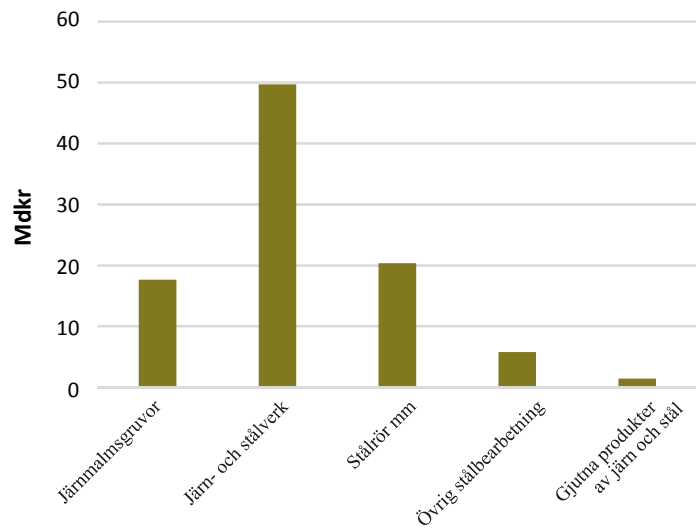
<sup>91</sup> SCB, 2018b.

<sup>92</sup> Vinnova, 2013.



Figur 13. Antal anställda per delbransch, 2016.

Källa: SCB, Företagens ekonomi.



Figur 14. Nettoomsättning per delbransch 2016, miljarder kronor.

Källa: SCB, Företagens ekonomi.



## 3 Mineralindustrin

Mineralindustrin stod för 6 procent av Sveriges totala växthusgasutsläpp och drygt 1 procent av energianvändningen 2016. 61 procent av utsläppen var processutsläpp. Cementindustrin är den största delbranschen sett till energianvändning och utsläpp. Totalt produceras mellan två och tre miljoner ton cement i Sverige årligen och den mesta handeln sker regionalt. Flera projekt pågår för att minska utsläppen, men betydande insatser krävs för att uppnå utsläppsneutralitet.

Mineralindustrin omfattar bland annat tillverkning av glas, porslin, keramik, cement och gips. De största processutsläppen kommer från cement- och kalkproduktionen och uppstår när kalksten hettas upp kraftigt, det vill säga kalcineras.<sup>93</sup>

Från kalksten tillverkas både mellan- och slutprodukter och användningsområdena är många. Krossad kalksten, bränd kalk och släckt kalk används som insatsvaror eller tillsatssämnen inom de flesta industribranscher i Sverige. Bränd kalk och kalksten används i både malmbaserad och skrotbaserad stålproduktion samt i olika metallurgiska processer, t.ex. kopparframställning. Släckt kalk används bland annat för rökgasrening. Kalkprodukter används också vid produktion av papper, asfaltsbeläggningar, isolermaterial, färg, plastprodukter, livsmedel, kosmetika, läkemedel samt i jordbruket.

En övervägande del av utsläppen som kan kopplas till kalkstensråvaran uppstår dock i mineralindustrin. Cementproduktionen står i sin tur för en stor del av mineralindustrins utsläpp och är därför i fokus i detta kapitel. Cement är en central beståndsdel i betong och betong utgör majoriteten av världens byggmaterial.<sup>94</sup>

I det här kapitlet beskrivs först cementtillverkningsprocessen, följt av branschens växthusgasutsläpp och energianvändning. Därefter beskrivs olika möjligheter att minska utsläppen. Slutligen beskrivs branschens marknad och ekonomi.

### 3.1 Tillverkning av cement

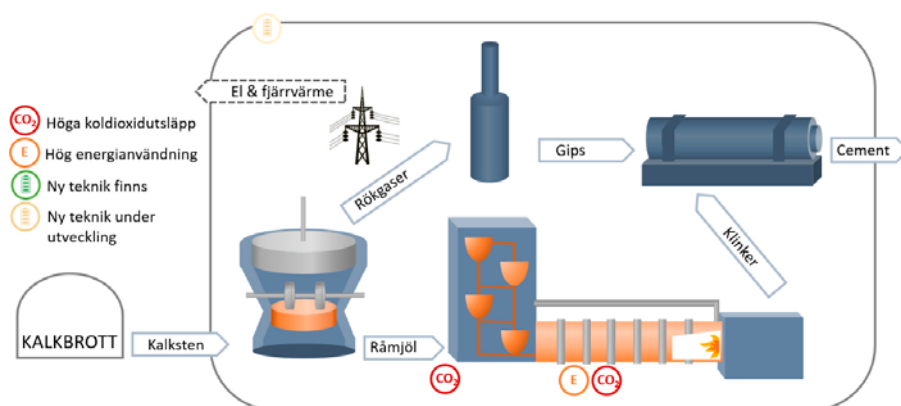
Det viktigaste råmaterialet i cementtillverkning är kalksten. Kalksten bryts i kalktäckter i Skövde, Slite och Degerhamn, innan den krossas, blandas och mals till råmjöl, som blandas med kiselsand. Råmjölet hettas upp till cirka 1 450 grader Celsius i en roterugn. I den heta processen sker en kalcineringsreaktion där koldioxid avgår från råmjölet och därefter sintras materialet och bildar cementklinker. Mellanprodukten kyls raskt med luft och mals därefter tillsammans med gips och eventuella andra tillsatsmaterial till färdigt cement.<sup>95</sup> De rökgaser som genereras i processen renas. Med hjälp av kalk fås gips som används i malningen av cement och värmen återvinns i form av fjärrvärme- och elproduktion.

<sup>93</sup> Kalksten består till stor del av kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), som vid kraftig upphettning (kalcinering) bildar kalciumoxid ( $\text{CaO}$ ) och släpper ifrån sig koldioxid ( $\text{CO}_2$ ).

<sup>94</sup> Cementa, 2018a. *Färdplan cement – för ett klimatneutralt betongbyggande*. Cementa Heidelberg-Cement Group: Fossilfritt Sverige.

<sup>95</sup> Cementa, 2018b. *Tillverkning av cement*: <https://www.cementa.se/sv/tillverkning-av-cement> (hämtad 2018-07-19).

De huvudsakliga stegen i tillverkningsprocessen illustreras i Figur 15. Bilden visar även var energianvändningen och utsläppen är störst samt var ny teknik är under utveckling.



Figur 15. Cementproduktionens tillverkningsprocess.

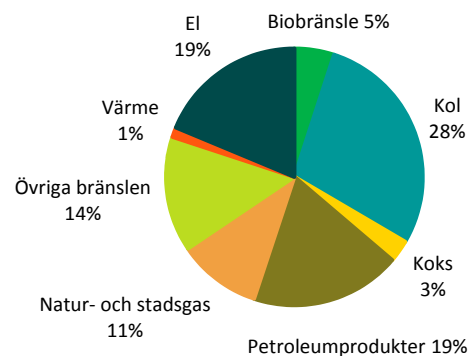
Källa: Energimyndigheten.

Anm: Pilarna symboliserar material- och gasflöden mellan de olika processtegen. Ikonerna visar var utsläppen och energianvändningen är störst och vilka utsläppsintensiva processteg som tros kunna ersättas av ny teknik inom snar respektive mer avlägsen framtid.

Den gula tekniksymbolen symboliserar möjligheten att minska utsläppen från hela processen genom till exempel koldioxidinfångning, energieffektivisering eller användning av restmaterial. Läs mer om olika tekniker för att minska utsläppen i kapitel 3.3.

### 3.2 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

Mineralindustrins energianvändning uppgick till 5,3 TWh 2016, vilket motsvarar knappt fyra procent av industrins totala energianvändning.<sup>96</sup> Figur 16 visar fördelningen mellan olika energibärare.



Figur 16. Mineralindustrins energianvändning, 2016.

Källa: Energimyndigheten.<sup>97</sup>

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

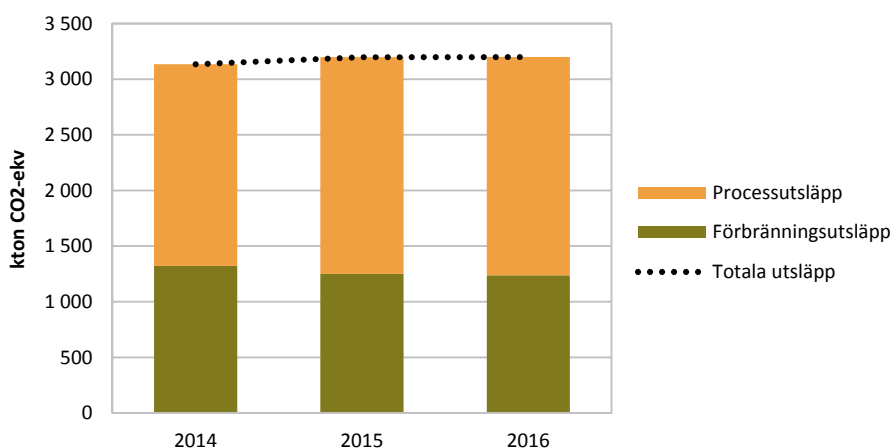
Anm 2: Övriga bränslen inkluderar i huvudsak utsorterade och förädlade avfallsfraktioner som i betydande del har biogent innehåll.

<sup>96</sup> Eftersom antalet anläggningar för cementproduktion i Sverige är få kan deras energianvändning inte särredovisas.

<sup>97</sup> Energimyndigheten, 2018.

Även om andelen biobaserade bränslen har ökat de senaste åren utgjordes över hälften av mineralindustrins energianvändning av fossila energikällor 2016.<sup>98</sup> Cementproduktionen står för en stor del av branschens energianvändning. Fossila bränslen och kol är fortfarande relativt vanliga i cementfabrikernas termiska processer, men förädlade avfallsbaserade bränslen har kommit att öka på senare år. Eftersom den typen av bränslen i första hand ersätter kol blir följden att utsläppen minskar. Cementa, Sveriges enda cementproducent, använde 20 procent biobaserade bränslen och 50 procent avfallsbaserade bränslen 2017.<sup>99</sup>

Då Sverige har goda råvarutillgångar är cementprodukterna cirka 15 procent bättre ur klimathänseende jämfört med det globala genomsnittet.<sup>100</sup> Totalt uppgick mineralindustrins växthusgasutsläpp till 3,2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv 2016, vilket motsvarade en femtedel av industrins totala utsläpp. Ungefär 60 procent av branschens totala utsläpp var processutsläpp och resten förbränningsutsläpp, se Figur 17. Fördelningen mellan process- och förbränningsutsläpp ser likadan ut för cementindustrin.



Figur 17. Mineralindustrins utsläpp 2014–2016, fördelat mellan förbränningsutsläpp och processutsläpp. Branschen har inga diffusa utsläpp.

Källa: Naturvårdsverket/SCB.<sup>101</sup>

Både utsläppen från cementproduktionen och utsläppen från hela mineralindustrin ökade något mellan 2014 och 2016, men skillnaden kan förklaras av en högre produktionsnivå. Cementproduktionen stod för 83 procent av branschens förbränningsutsläpp och 78 procent av processutsläppen 2016. En femtedel av mineralindustrins processutsläpp uppstår vid produktionen av bränd kalk. Andra mindre utsläppskällor inkluderar glas-, mineralull- och keramikproduktion.

Ur ett livscykelperspektiv blir utsläppen betydligt lägre än vad som visas i Figur 17, tack vare en kemisk process som kallas för karbonatisering. Karbonatisering innebär att betongstrukturer tar upp CO<sub>2</sub> i ytskiktet. Idag är det årliga upptaget i Sverige cirka 300 000 ton CO<sub>2</sub>, vilket motsvarar 15–20 procent av processutsläppen från cementproduktionen. Genom att förbättra hanteringen av rivna betongkonstruktioner och skapa större exponerade betongytor kan upptaget fördubblas.<sup>102</sup>

<sup>98</sup> Energimyndigheten, 2018.

<sup>99</sup> Cementa, 2018a.

<sup>100</sup> Cementa, 2018a.

<sup>101</sup> SCB, 2018a.

<sup>102</sup> Cementa, 2018a.

Idag får CO<sub>2</sub>-upptag i betongstrukturer inte tillgodoräknas som negativa utsläpp i klimatrapporteringen.<sup>103</sup> Därför kan upptaget i dagsläget troligen inte räknas in i Sveriges klimatmål om nettonollutsläpp 2045. Diskussioner kring inkludering av upptag i betong pågår internationellt så detta kan komma att ändras i framtiden.

### 3.3 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp

Eftersom kalkstensbaserade bindemedel liksom cement sannolikt kommer behövas även i framtidens betongproduktion är det viktigt att cementtillverkningen (och därmed betongproduktionen) blir hållbar. Det finns alternativa bindemedel, men på grund av krav på kvalitet och tillgänglighet är det inte troligt att sådana bindemedel helt och hållet kan ersätta det kalkstensbaserade cementet. Biobaserade konstruktionsmaterial har av kvalitets- och tillgänglighetsskäl inte heller förutsättningar att ersätta cementprodukter.

År 2013 satsade mineralindustrin 141 miljoner kronor på FoU, vilket motsvarade strax under en halv procent av branschens nettoomsättning.<sup>104</sup> Tyvärr saknas motsvarande uppgifter för senare år<sup>105</sup>, men cementindustrin har satsat över en miljard kronor på klimatförbättrande åtgärder mellan 1990 och 2017.<sup>106</sup> Detta motsvarar i genomsnitt 36 miljoner per år. Mellan 2017 och 2020 medverkar Cementa även i det branschöverskridande forskningsprojektet Mistra Carbon Exit, vars syfte är att analysera vilka möjligheter och utmaningar Sverige har att uppnå nettonollutsläpp 2045. I analyserna ingår hela försörjningskedjan från utvinning av råmaterial till slutanvändning och studien omfattar tekniska frågor, såväl som marknadsaspekter, styrmedel och hållbarhet.<sup>107</sup>

I Färdplan cement<sup>108</sup> presenterar cementindustrin en vision för hur produktionen kan bli utsläppsneutral till 2030. Utsläppen ska minskas genom fortsatt energieffektivisering, utfasning av fossila bränslen i tillverkningsprocessen, infångning av processutsläppen samt genom att ersätta viss del av den kalkstensbaserade cementklinkern med andra restmaterial. Enligt branschen är fungerande processer för infångning och lagring av koldioxid (CCS) nödvändigt för att uppnå utsläppsneutralitet. I visionen ingår även negativa utsläpp från karbonatisering. Olika alternativ för att minska utsläppen beskrivs närmare nedan.

#### 3.3.1 Cementas norska systerfabrik visar att CCS är möjligt

Cementas norska systerbolag Norcem och HeidelbergCement driver tillsammans med ECRA (European Cement Research Academy) ett stort forskningsprojekt kring CCS vid Norcems cementfabrik i Brevik, Norge. I projektet har fyra olika avskiljningsmetoder

<sup>103</sup> 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3: Industrial Processes and Product Use.

<sup>104</sup> SCB, 2018e. *Forskning och utveckling inom företagssektorn*. <https://www.scb.se/UF0302> (hämtad 2018-08-23).

<sup>105</sup> FoU-statistiken publiceras vartannat år och i den senaste statistiken (2018-08-23) som avser 2015 är uppgifterna för mineralindustrin (SNI 23) sekretessbelagda.

<sup>106</sup> Cementa, 2018a.

<sup>107</sup> Mistra Carbon Exit, 2018b. <https://www.mistracarbonexit.org/om-oss/> (hämtad 2018-09-10).

<sup>108</sup> Cementa, 2018a.

testats i pilotskala mellan 2013 och 2017. Efter att pilotförsöken avslutats har projektet under 2018 erhållit statlig finansiering för en så kallad ”FEED-study”, vilket är det sista steget innan en fullskalig anläggning. Denna studie kommer att avslutas i augusti 2019 och när resultatet granskats av en tredje part kommer berörda aktörer, inklusive den norska regeringen, fatta beslut om ett eventuellt realiserande. Om beslutet blir till projektets fördel påbörjas en treårig konstruktionsfas, vilket innebär att en fullskalig anläggning för cementproduktion med koldioxidinfångning kan finnas på plats 2024.<sup>109</sup>

I det norska projektet föll valet på en aminobaserad avskiljningsteknik. Eftersom aminobaserad koldioxidavskiljning inte kräver ombyggnad av ugnar har den en relativt liten påverkan på den befintliga produktionsprocessen.<sup>110</sup> Upptagningsförmågan uppges i praktiken vara upp till 90 procent. Denna första generationens aminobaserade CCS är en energiintensiv teknik som fördubblar energianvändningen per ton producerad cement. Mer energieffektiv teknik är under utveckling och har bland annat testats i de norska pilotprojekten. I det aktuella projektet kommer spillvärme från produktionsanläggningen användas som energi för avskiljning av koldioxiden. Projektet visar att det finns tekniska lösningar för koldioxidavskiljning kopplat till cementproduktionen, men tyvärr är de inte kommersiellt gångbara än.<sup>111</sup>

### **3.3.2 Algteknik kan återvinna upp till 10 procent av utsläppen**

I projektet Algoland undersöker forskare från Linnéuniversitetet och Cementa mikroalgens potential att rena luft och vatten. Projektet har pågått sedan 2011 och resulterat i en pilotanläggning i anslutning till Cementas fabrik i Degerhamn. Mikroalgerna fångar in utsläppen från fabriken och bildar samtidigt biomassa, som kan användas för att framställa andra produkter. Målet är att utveckla algtekniken så att den på sikt kan återvinna mellan fem och tio procent av cementproduktionens utsläpp. En storskalig satsning har inletts vid HeidelbergCements fabrik i Marocko. Enbart teknik för infångning och återvinning (CCU) av koldioxid kommer inte räcka för att hantera de stora volymerna utsläpp det handlar om, utan utgöra ett komplement. Inom de närmaste decennierna kommer CCS behövas för att hantera de stora volymerna koldioxid.<sup>112 113</sup>

### **3.3.3 Begränsad potential för andra cementtyper**

Försök har gjorts för att hitta andra typer av cement med bättre klimatprestanda som skulle kunna ersätta en del av dagens Portlandcement. Forskning om nya cementsorter som skulle kunna ersätta kalkbaserad cement pågår fortfarande, men det verkar svårt och de produkter som forskas på nu kommer troligen inte att helt kunna ersätta kalciumbaserad klinker.<sup>114</sup>

<sup>109</sup> Norcem, 2018. *Carbon capture – a part of our zero vision*. [https://www.norcem.no/en/carbon\\_capture](https://www.norcem.no/en/carbon_capture). (Hämtad 2018-09-10).

<sup>110</sup> Sweco, 2016. *Cementindustrins möjlighet till minskade koldioxidutsläpp – CCS-teknik och alternativa bränslen*. *Underlagsrapport till Tillväxtanalys*.

<sup>111</sup> Cementa, 2018a.

<sup>112</sup> Cementa, 2018a.

<sup>113</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P44677-1.

<sup>114</sup> Tillväxtanalys, 2016b.

### 3.3.4 Restmaterial istället för klinker

Om delar av klinkern som används i cementproduktionen ersätts med restprodukter, till exempel flygaska eller slagg, minskar växthusgasutsläppen. Cementa ersatte 14 procent av cementklinkern med andra material 2017. Andelen kan höjas under förutsättning att det finns tillräcklig tillgång till lämpliga ersättningsmaterial. Idag är tillgången en begränsning, men forskning pågår för att lösa problemet.<sup>115</sup>

### 3.3.5 Bränslesubstitution och/eller elektrifiering ger minskade förbränningsutsläpp

Cementindustrins förbränningsutsläpp kan reduceras genom att byta till biobaserade bränslen eller elektrifiera processen. Idag finns mindre tekniska hinder för att använda väsentligt mer biobränslen i de termiska processerna. Det förutsätter dock att bränslet förbehandlas för att säkerställa att den höga förbränningstemperatur som krävs i cementugnen kan uppnås.<sup>116</sup> De främsta hindren är kostnads- och tillgångsrelaterade.

Ett alternativ till att använda biobränslen är att elektrifiera processen. Cementa utreder tillsammans med Vattenfall den möjligheten i det pågående projektet CemZero, som delfinansieras av Energimyndigheten. Förstudien inleddes 2017 och ska under 2018 identifiera tekniker som senare ska prövas i pilotskala.<sup>117</sup>

## 3.4 Marknad och ekonomi

### 3.4.1 Marknad

Cementa är det enda företaget som tillverkar cement i Sverige. Cementa ingår i koncernen HeidelbergCement som är den näst största cementproducenten i världen.<sup>118</sup> Den svenskproducerade cementen står för cirka 85 procent av den svenska marknaden för cement.

Importvärdet inom mineralindustrin uppgick till knappt 17 miljarder kronor och exporten till knappt 8 miljarder kronor 2014. Importvärdet var alltså mer än dubbelt så stort som exportvärdet och nettoexporten negativ. Importvärdet är större än exportvärdet i alla delbranscher. Den största internationella handeln sker inom glas- och glasvaror. Slipmedel m.m. och betong-, gips- och cementvaror hade den andra och tredje största handelsandelen.

För hela mineralindustrin är exportvärdet 17 procent av produktionsvärdet, vilket indikerar att en större del av produktionen säljs inom Sverige. Det finns en viss variation mellan delbranscherna. För cement, kalk m.m. är andelen 17 procent.

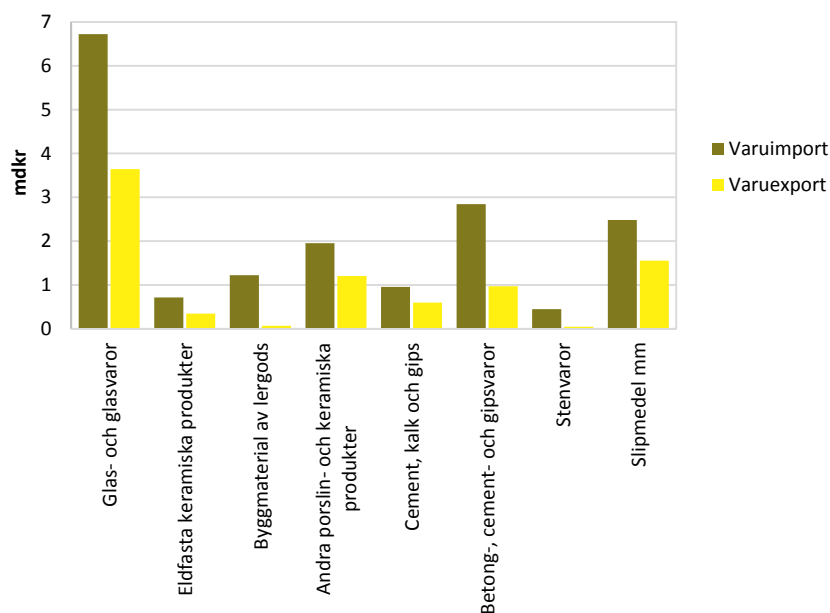
Drygt tre fjärdedelar av importen av mineralprodukter kom från länder inom EU. De största importländerna är Tyskland, Danmark, Polen, Norge och Kina. Exportvärdet fördelar sig jämnt till länder inom och utanför EU men de länder som Sverige exporterar mest till är Norge, Danmark och Finland.

<sup>115</sup> Cementa, 2018a.

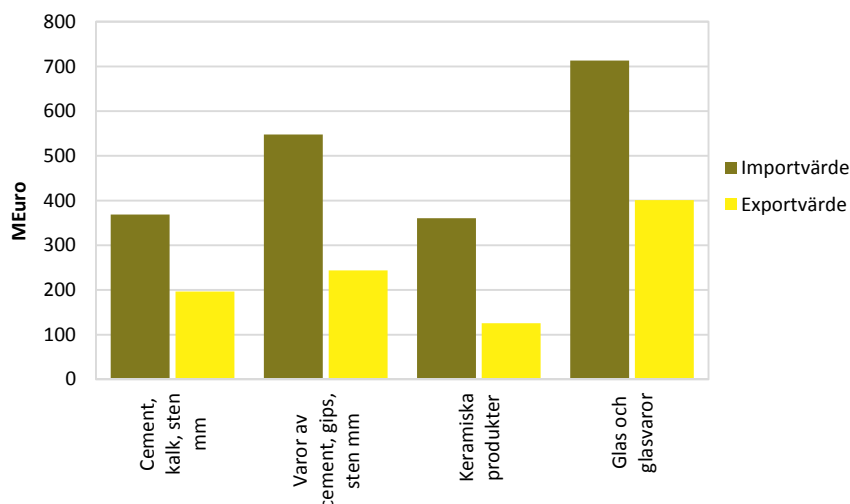
<sup>116</sup> Åhman, M. m.fl., 2012. *Decarbonising industry in Sweden – an assessment of possibilities and policy needs.*

<sup>117</sup> Cementa, 2018a.

<sup>118</sup> Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03



Figur 18. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2016, miljarder kronor.  
Källa: SCB.<sup>119</sup>



Figur 19. Import- och exportvärde per varukategori (HS), 2016, miljoner euro.  
Källa: Eurostat, International trade in goods.

Import och export fördelat på varukategorier visar att importvärdet fördelas relativt jämnt mellan de fyra kategorierna, men är störst i glas och glasvaror. Exportvärdet är också relativt jämnt fördelat men med den största andelen i glas och glasvaror och varor av cement, gips, sten m.m. De största produktkategorierna som handlas är glasfiber, säkerhetsglas och varor av cement och betong. De tre kategorierna är stora både inom export och import.

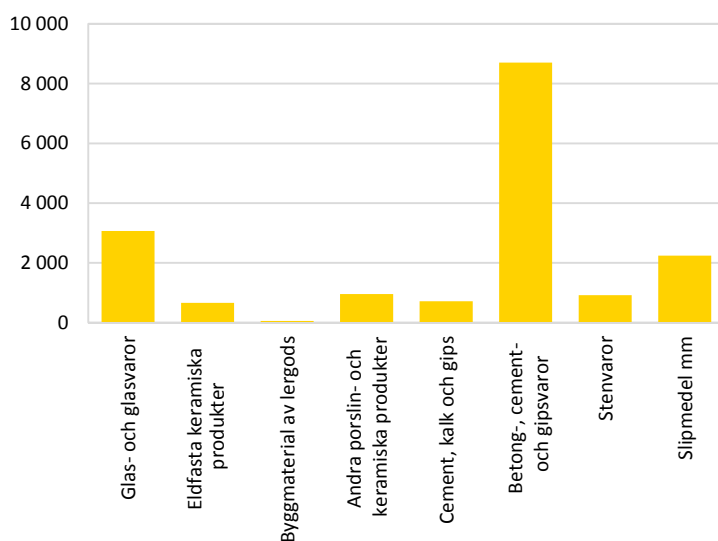
Kvoten av exportvärde och exporterad vikt var betydligt högre än kvoten mellan importvärde och vikt för säkerhetsglas och glasfiber. Det antyder att Sverige exporterar

<sup>119</sup> SCB, 2018d.

mer förädlade varor inom dessa branscher. För varor av cement, gips, sten m.m. var importkvoten högre vilket kan ses som en indikation på att importen var mer förädlad än exporten inom den produktkategorin.

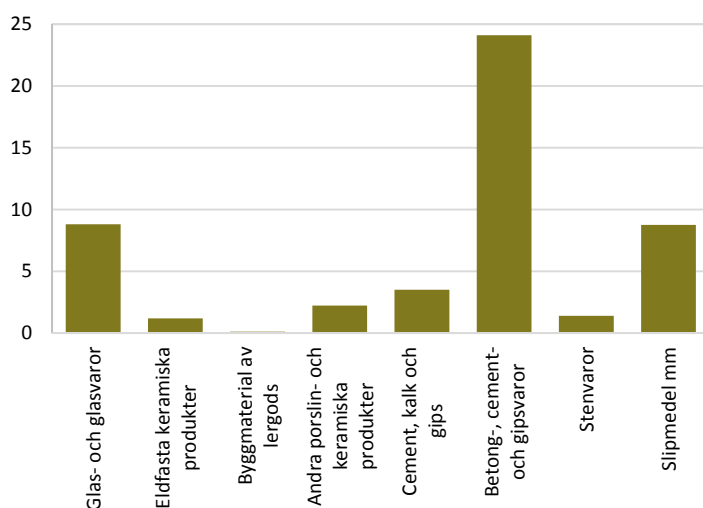
### 3.4.2 Ekonomi

År 2016 ingick ca 2 000 företag med 17 300 anställda i mineralindustrin. Omsättningen var knappt 50 miljarder kronor. Betong-, gips- och cementvaror var den största delbranschen med nästan hälften av både anställda och omsättning. De därefter följande största delbranscherna är glas- och glasvaror och slipmedel m.m. som även var de två delbranscherna med näst störst omsättning.



Figur 20. Antal anställda per delbransch, 2016.

Källa: SCB.<sup>120</sup>



Figur 21. Nettoomsättning per delbransch, 2016, miljarder kronor.

Källa: SCB.<sup>121</sup>

<sup>120</sup> SCB, 2018b.

<sup>121</sup> SCB, 2018b.



## 4 Raffinaderier och kemiindustri

Raffinaderier och kemiindustrin stod för 4 procent av Sveriges totala energi-användning och 8 procent av växthusgasutsläppen 2016.<sup>122</sup> Utsläppen kommer främst från de fossila insatsvarorna. Inom kemiindustrin produceras en stor variation av olika slutprodukter och för en del finns kommersialiserade biobaserade lösningar. Det pågår forskning för att ta fram nya biobaserade produkter.

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

I oljeraffinaderier tillverkas petroleumprodukter, både bränslen (t.ex. bensin och diesel) och icke-energivaror (t.ex. smörjoljor och asfalt). Processen kan ge olika biprodukter, som vätgas, gasol och baskemikalier. Både energianvändningen och utsläppen från de bränslen som används i tillverkningsprocessen brukar allokeras till energisektorn, även om viss bränsleanvändning i raffinaderiet används för att tillverka kemikalier som sedan säljs. Det innebär att raffinaderier per definition inte har några processutsläpp, men däremot är de diffusa utsläppen stora. Processutsläpp finns i kemiindustrin och en stor del av utsläppen uppstår i krackeranläggningen. Tillsammans utgör kemiindustrins processutsläpp, raffinaderiernas diffusa utsläpp och båda branschernas förbränningsutsläpp från interna bränslen<sup>123</sup> en stor andel av de totala processrelaterade utsläppen i Sverige.

Övrig kemisk industri omfattar många olika typer av tillverkningsprocesser och slutprodukter, t.ex. läkemedel, och står för en mindre del av branschens utsläpp. Till skillnad från raffinaderier och resten av kemiindustrin är övrig industri varken energi-krävande eller utsläppsintensiv och beskrivs därför inte mer ingående.

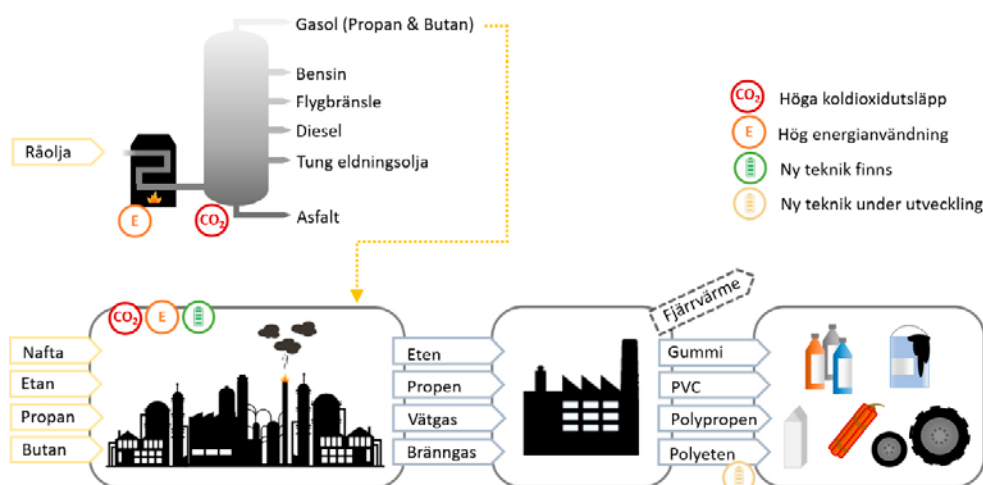
### 4.1 Petroleumraffinering och tillverkning av kemiska produkter

Branschens tillverkningsprocesser är komplexa och ser mycket olika ut. I processugnar hettas råvaror direkt eller indirekt upp via strömning i rör. Upphetningen sker genom ånga och eldning av externa eller interna bränslen i processugnarna. Energin används inom den kemiska industrin för att få igång och underhålla önskade kemiska reaktioner. Pannor eldade med olika bränslen (ofta internt producerade, bl.a. raffgas eller bränn-gas) ger ånga eller värme till processerna. Även återvunnen ånga eller värme från andra anläggningar används i viss utsträckning.

<sup>122</sup> Energianvändningen inkluderar raffinaderiernas egenanvändning av energi. Denna indelning skiljer sig från indelningen i Energimyndighetens Energibalans.

<sup>123</sup> Förbränningsutsläpp från interna bränslen inkluderar bl.a. förbränning av raffgas, men inte t.ex. oljeeldning.

I Figur 22 illustreras några viktiga processteg från insatsvara till slutprodukt. Därefter beskrivs viktiga processer i raffinaderier samt inom kemiindustrin.



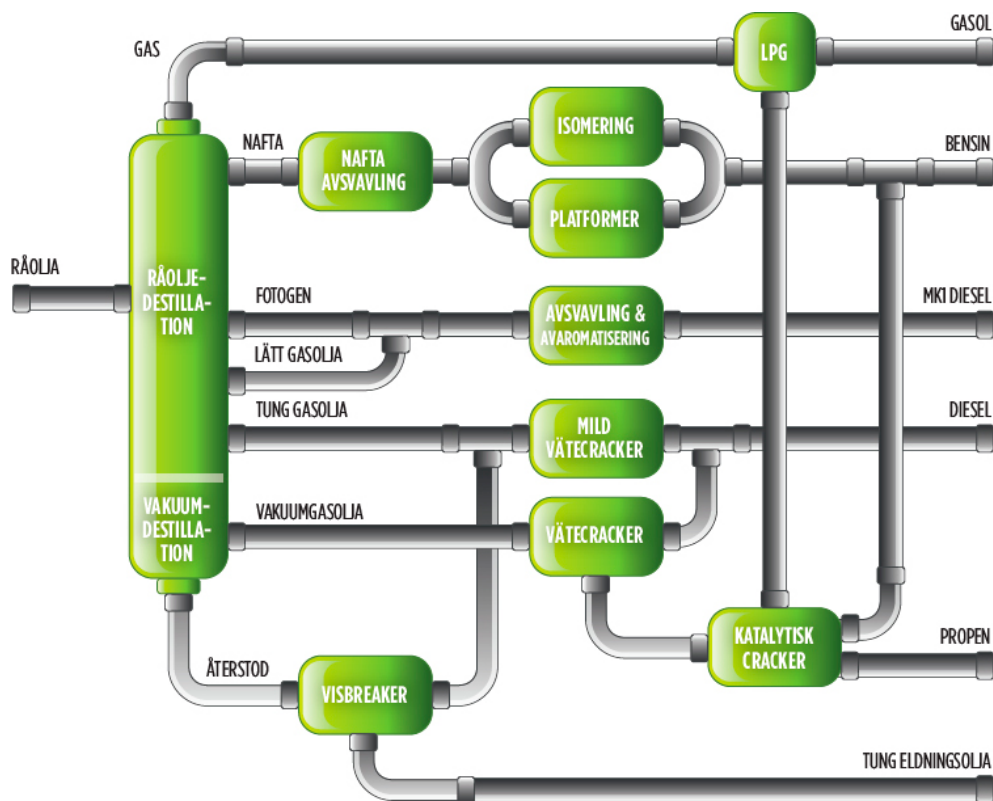
Figur 22. I ett oljeraffinaderi separeras råoljan i destillationskolonnen (överst till vänster). Vissa produkter vidarebearbetas sedan i krackeranläggningen (nederst till vänster). Krackeranläggningen är även det huvudsakliga processteget vid tillverkning av många petrokemiska produkter.

#### 4.1.1 Processer i raffinaderier

I raffinaderier tillverkas petroleumprodukter. Den huvudsakliga insatsvaran är råolja, men en del halvfabrikat, icke färdigbearbetade petroleumprodukter, förekommer också. Tillverkningen av petroleumprodukter kan delas upp i tre huvudsteg; separation, konvertering och behandling. I separationsprocessen delas råoljan upp i olika fraktioner genom destillering. Råoljedestilleringen är det första och viktigaste steget i en destilleringsprocess. Destilleringen innebär att råolja hettas upp och under atmosfäriskt (eller något högre) tryck separeras de olika råoljafraktionerna från varandra utifrån kokpunktintervall. Gaser separeras ut genom ett s.k. gasseparationssteg. I ett vakuumdestilleringsteg behandlar man ofta de tyngsta flytande eller fasta fraktioner som sedan går vidare i andra förädlingssteg. De lättare flytande fraktionerna avsvavlas och behandlas ytterligare i olika processer för att få fram önskade produkter genom att man slår sönder de långa kolvätekedjorna genom t.ex. termisk uppvärmning, katalysatorer eller hydrokrackning.

Tre av Sveriges fem raffinaderier producerar till största delen bensin, diesel, tunn- och lättolja och två producerar bitumen och naftabaserade produkter, bl.a. olika smörj- och däckolja. Två anläggningar har katalytisk kracker, två har vätgasanläggningar och fyra har svavelåtervinningsanläggningar.<sup>124</sup>

<sup>124</sup> Naturvårdsverket, 2016. *National Inventory report Sweden 2016*.



Figur 23. Exempel på en produktionsprocess för ett raffinaderi (Preemraff Lysekil).

Vätgasanläggningarna är s.k. reformeranläggningar där avsvavlad naturgas blandas med ånga. Naturgasen produceras ofta genom återförgasning av flytande naturgas (LNG). Reaktionen mellan naturgas och ånga sker i rör som upphetas utifrån. Vätgasen används för att ta bort svavel och andra orenheter från insatsvarorna samt för att bryta ner långa kolvätekedjor till kortare kolvätekedjor och öka energidensiteten i slutprodukten. Vätgasen används också för att minska syreinnhållet i de förnybara insatsvarorna som sedan ska bli förnybara drivmedel, t.ex. biodiesel. Petroleumprodukter och förnybara råvaror vätgasbehandlas ofta tillsammans i samma steg (co-processing).<sup>125</sup> Vätgas produceras också genom elektrolys av salter, vilken sker inom den icke-organiska kemiindustrin, och används sedan som bränsle eller i produktionsprocesserna för tillverkning av olika kemiska produkter.

#### 4.1.2 Processer inom kemiindustrin

Inom kemiindustrin tillverkas många olika produkter. De undersektorer som är störst ur energisynpunkt är petrokemi (produktion av organiska baskemikalier och basplaster) och elektrokemin (produktion av oorganiska baskemikalier).<sup>126</sup>

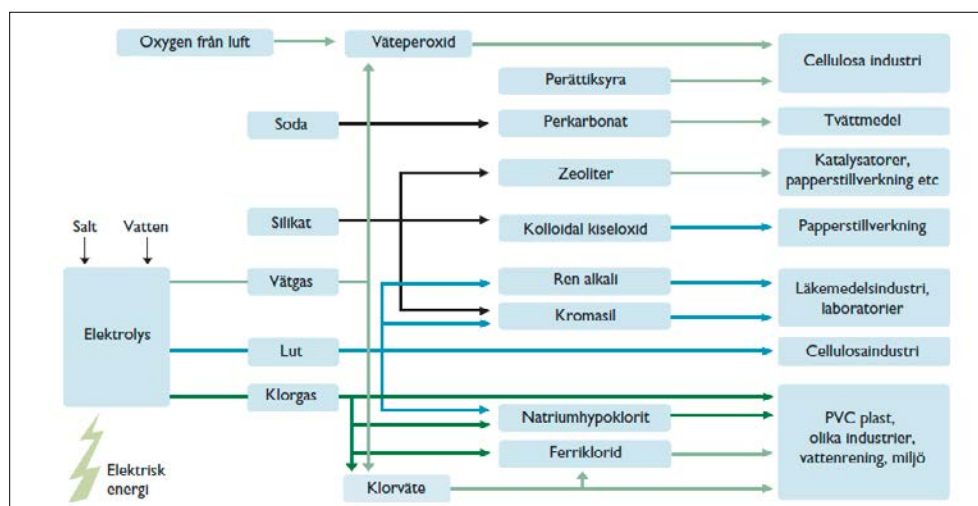
<sup>125</sup> Karatzos, S, m.fl., 2014. *The Potential and Challenges of Drop-in Biofuels*.

<sup>126</sup> Sundelöf, C. 2002. *Energianvändning i industrin – En faktarapport inom IVA-projektet energiframsyn Sverige i Europa*.

Tillverkningen av petrokemiska produkter sker i huvudsak i en krackeranläggning där huvudsakliga råvaror är nafta, etan, propan eller butan. Dessa hettas upp i krackugnar och sönderdelas till omättade kolväten (eten, propen och buten/butadien) samt vätgas, bränngas, krackbensin och tyngre produkter. Anläggningens huvudprodukter är eten och propen vilka används som insats till vidareutveckling av kemiska produkter, bl.a. polyeten – vår tids vanligaste plast. Krackern har ett stort energibehov, ungefär lika stort som ett raffinaderi. Det huvudsakliga bränslet är den egenproducerade (fossila) bränngasen vilken är en biprodukt från produktionen. En mindre mängd bränngas facklas också eller säljs till närliggande kunder, framför allt andra kemiföretag. En viss mängd el används också i krackeranläggningen och till kompressorer och extrudrar vid polyetentillverkningen. Olja som stödbränsle förkommer också men kvantiteterna är begränsade.

Eten och/eller propen används också vid tillverkning av etenoxid för produktion av etylenaminer, etanolaminer och olika tensider, samt för tillverkning av mjukgörare för PVC (polyvinylklorid), olika lack- och färgapplikationer och som insatsvara för tillverkning av PVC.

Inom den elektrokemiska industrin tillverkas en mängd olika kemikalier där elektrolys är den stora grundstenen, t.ex. väteperoxid, natriumklorat, natriumperkarbonat, saltsyra och natriumhypoklorit, samt klor för tillverkning av PVC.

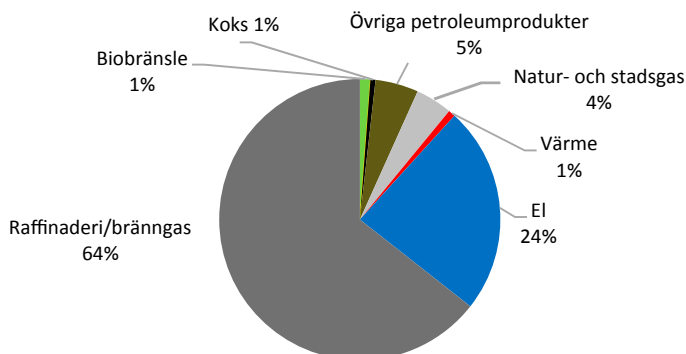


Figur 24. Exempel på elektrokemiska processer, Eka Chemicals, Bohus plants, "Energianvändning i industrin – En faktarapport inom IVA-projektet energiframsyn Sverige i Europa"

Klorgas och eten används för att framställa PVC genom produktion av VCM (vinylkloridmonomer) vilken kondenseras under tryck till vätska, varefter vatten och en emulgator tillsätts vilket startar en polymerisationsprocess som sker under tryck i en PVC-reaktor. Där binds vinylkloridmolekylerna ihop till långa molekylkedjor och bildar PVC.

## 4.2 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

Raffinaderier och kemiindustrin använde tillsammans knappt 24 TWh energi 2016. I siffran ingår dessa sektors egenanvändning och fackling av raffinaderi-/brännngas. I Figur 25 visas fördelningen mellan olika energibärare.



Figur 25. Raffinaderiers och kemiindustrins (inkl. läkemedelsindustrins) energianvändning, 2016.

Källa: Energimyndigheten.<sup>127</sup>

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

El kan användas för att värma reaktorer som ett alternativ till ånga. El används också för olika elektrolytprocesser. Elen produceras antingen internt genom mottrycksanläggningar eller köps in. I övrigt används el i stor utsträckning för pumpar, fläktar och för kompressorer samt för att finfördela fasta ämnen i olika krossnings- och malningsoperationer.

I raffinaderier används mycket energi för att värma upp stora flöden av råolja, för destillationsprocesser och andra termiska, kemiska och katalytiska processer som resulterar i olika produktströmmar. Andra viktiga energikrävande processer inkluderar fasändring mellan gas och vätska, bl.a. strippningsprocesser, kondensation och adsorptionsprocesser.

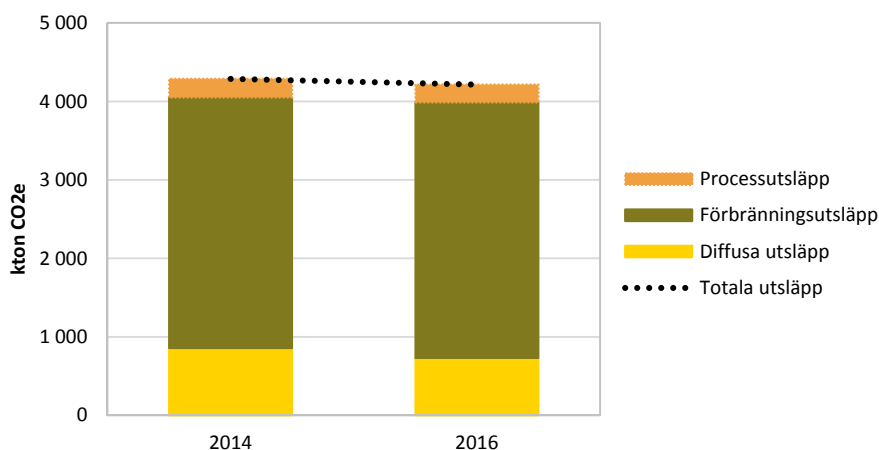
Råolja, halvfabrikat och andra petroleumprodukter används som råvaror i raffinaderiernas och kemiindustrins processer. Av dessa produceras bränslen såsom gasol, motorbensin, diesel, eldningsolja samt andra produkter, bl.a. bitumen, smörjolja och plast. Tillverkningsprocesserna genererar även restprodukter som ibland används för att driva processerna, t.ex. raffinaderi- eller brännngas.

De totala utsläppen i raffinaderier och kemiindustrin uppgick till 4,2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv 2016, vilket motsvarar 25 procent av industrins utsläpp. Figur 26 visar fördelningen mellan diffusa, process- och förbränningsutsläpp.

De diffusa utsläppen, som tillsammans med processutsläppen och vissa förbränningsutsläpp utgör processrelaterade utsläpp, uppstår i raffinaderierna. Under hela kedjan från produktion av fossila råvaror, transport, lagring till produktion och användning av slutprodukterna uppstår läckage av fossila gaser genom dunstning, läckage eller

<sup>127</sup> Energimyndigheten, 2018.

bildandet av restgaser från olika processer. Dessa diffusa utsläpp är oftast svåra att mäta då utsläppen kan uppstå på en mängd olika ställen. Processutsläppen uppstår i kemiindustrin, framförallt vid destillering och krackning av nafta, etan, propan och butan.



Figur 26. Raffinaderiers och kemiindustrins utsläpp 2014 och 2016, fördelat mellan olika sorters utsläpp. Utsläppen 2015 visas inte eftersom fördelningen är sekretessbelagd.

Källa: Naturvårdsverket/SCB.<sup>128</sup>

### 4.3 Tekniker för att minska utsläppen

För branschen som helhet är teknikutmaningen framförallt hur de fossila insatsvarorna kan ersättas, men för raffinaderier gäller också hur man ska minska de diffusa utsläppen. En annan gemensam utmaning är hur man ska minska utsläppen från produktionen av biobaserade insatsvaror/produkter; idag används i stor utsträckning vätgas för denna produktion och vätgasen produceras genom reformering av LNG.

Enligt Vinnova finns det inget övergripande branschspecifikt forskningsprogram kopplat till raffinaderi och kemi, på samma sätt som för andra branscher.<sup>129</sup> Dock finns det forskningsprogram på europeisk nivå, t.ex. SusChem<sup>130</sup>, ett FoU-program för hållbar kemiindustri där branschen samverkar med akademi och andra branscher. Ett annat viktigt europeiskt initiativ är Cefic<sup>131</sup>, som har bekostat en omfattande studie om olika metoder för att reducera växtgasutsläppen inom kemiindustrin.<sup>132</sup> Intressant i denna studie är att den även undersöker branschöverskridande möjligheter. Samverkan mellan industrier för utbyte av värme, energiflöden och utsläpp som kan fungera som insatsvaror i andra industrier, är en av nycklarna för att minska utsläpp.

<sup>128</sup> SCB, 2018a.

<sup>129</sup> Vinnova, 2013b. *Chemical industry companies in Sweden*. Vinnovas rapport omfattar framförallt företag inom SNI 19–22, vilket matchar avgränsningen av raffinaderi- och kemiindustri i denna rapport relativt väl men det kan finnas vissa skillnader.

<sup>130</sup> Läs med om SusChem på: <http://suschem.org> (hämtad 2018-09-17)

<sup>131</sup> Cefic står för The European Chemical Industry Council.

<sup>132</sup> Michael, A. m.fl. 2017., *Technology Study – Low carbon energy and feedstock for the European chemical industry*.

Branschen är väldigt diversifierad och samverkan med andra sektorer, t.ex. jordbrukssektorn och skogsindustrin, för utvecklingen av biobaserade insatsvaror och produkter gör att branschspecifika program i vissa fall inte är så meningsfulla. Generella program för forskningsfinansiering kan användas och på många svenska universitet, högskolor och forskningsinstitut sker mycket forskning inom kemi och kemiteknik.

Energimyndighetens Biodrivmedelsprogram<sup>133</sup> finansierar forskning för framställning av biodrivmedel från råvaror som lignin eller lignocellulosa från skogs- och jordbruk eller restprodukter. Programmet finansierar forskning och/eller mindre pilotprojekt.

Det strategiska innovationsprogrammet BioInnovation<sup>134</sup> som finansieras av Vinnova, Energimyndigheten och Formas, baseras på agendor från kemiindustri, skogsindustri och textilindustri och har fokus på produkter. Det finns dessutom andra icke-branschspecifika strategiska innovationsprogram för t.ex. omställning från fossila till biobaserade råvaror eller ökad plast- eller polymeråtervinning, som skulle kunna vara av intresse för branschen. Energimyndigheten har dessutom inom ramen för regeringsuppdraget Innovationsfrämjande insatser<sup>135</sup> beviljat stöd till flera branschrelaterade projekt. Även Industriklivet (se kapitel 1.2 för mer info) ger företagen möjlighet att söka stöd för forskning, genomförbarhetsstudier, pilot- och demonstrationsprojekt, detaljerade projekteringsstudier och investeringar. Genom Industriklivet har till exempel Preem beviljats stöd för en genomförbarhetsstudie som syftar till att ge underlag inför byggandet av en pilotanläggning för elektrolysbaserad vätgasproduktion.<sup>136</sup>

Hållbar Kemi 2030<sup>137</sup> är en gemensam plattform för de största kemiföretagen i Sverige och ligger i Stenungssund. Den bildades 2011 med visionen att ställa om kemiindustrins inriktning från fossil till förnybar och återvunnen råvara 2030. Företagen deltar i flera utvecklings- och forskningsprojekt, bl.a. för ökad plaståtervinning och användning av råvaror från skogen som insatsvaror till kemiindustrin. Man tittar mycket på de cirkulära möjligheterna och hur man kan använda avfall (t.ex. plast) för att generera råvara till kemiindustrin. Det är en viktig aspekt och tar hänsyn till många andra faktorer än bara minskade processutsläpp som denna analys fokuserar på.

Läkemedelsindustrin är den del av kemiindustrin där mest forskning sker inom företagen och i forskningssamarbeten. Forskningen sker framför allt inom produktutveckling. Även inom raffinaderiindustrin har de flesta större företagen antingen egna forskningsenheter eller samarbetar med forskningsaktörer kring produktutveckling. Inom baskemi är det framförallt de stora, internationella, företagen som har egna forskningsenheter eller deltar i forskningssamarbeten. I övrigt är forskningsdeltagandet begränsat.

Många av de större företagen i sektorn deltar också i EU-program såsom European Seventh Framework Programme (FP7), Horizon 2020 eller Life+.

---

<sup>133</sup> <http://www.energimyndigheten.se/utlysningar/biodrivmedelsprogrammet/> (hämtad 2018-09-13)

<sup>134</sup> <https://www.bioinnovation.se> (hämtad 2018-08-13)

<sup>135</sup> <http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/industri/processindustrins-utslapp-av-vaxthusgaser/> (hämtad 2018-08-07)

<sup>136</sup> Energimyndighetens projektdatabas, projektnummer P46970-1.

<sup>137</sup> <http://kemiforetagenistenungsund.se/> (hämtad 2018-08-13)

Enligt Vinnova<sup>138</sup> utvecklas mycket av kemiindustrins teknik inte av de enskilda företagen utan köps in från konsultbolag och teknikleverantörer. Det är därför troligt att en stor del av branschens innovation och utveckling kopplat till ny teknik sker i samarbete mellan kemiföretagen och de specialiserade konsultbolagen. Företagens egna FoU-kostnader i relation till förädlingsvärdet för branscherna raffinaderi och kemiindustrin (exkl. läkemedelsindustrin) uppgick 2015 till 4,2 %.<sup>139</sup>

Byte från fossila till biobaserade råvaror och produktion av kemikalier från el och koldioxid kan bidra till att minska processrelaterade utsläpp från sektorn. Det finns olika alternativ för att processa bioråvaran genom fraktioneringstekniker t.ex. genom termiska eller biokemiska metoder. Användandet av katalysatorer kan även påskynda processen och katalysatorer kan även användas för att begränsa energianvändningen i krackningsugnar. Återvinning av energi från olika produktionsprocesser eller rökgaser kan användas för att minska energianvändningen. Inom elektrokemiindustrin finns olika tekniker för att producera t.ex. vätgas eller olika kemikalier där vissa tekniker är mer energieffektiva än andra. Även CCS kan vara ett alternativ för att minska utsläppen.

När den fossila råvaran byts ut mot en bioråvara kan man antingen processa råvaran så att det bildas byggstenar som kan användas i den befintliga processen med mindre justeringar eller ta fram en ny tillverkningsprocess som är anpassad efter bioråvaran.

För en del slutprodukter finns redan biobaserade slutprodukter som har samma egenskaper som sin fossilbaserade motsvarighet, t.ex. HVO (Hydrogenerated Vegetable Oil) som ersätter fossil diesel och förnybara plastkassar gjorda av stärkelse, vilket innebär att det finns lösningar som redan är kommersialiserade.

Representanter från Stenugnsundsklustret, skogsindustrin, Chalmers tekniska högskola och Umeå universitet har i projektet ”Skogskemi” visat att det finns teknik för att producera butanol och olefiner som etylen och propylen från biomassabaserad etanol och metanol tillgänglig redan idag.<sup>140</sup> Däremot finns betydande osäkerheter om uppskalning av omvandling av skogsråvara till etanol och metanol. Det finns också politiska och ekonomiska risker. Om tekniken används för att producera drivmedel finns en större möjlighet att räkna hem investeringen. Drivmedel skulle kunna fungera som en tidig marknad för tekniken som sedan kan övergå till produktion av andra kemikalier. Marknads- och policyrisken bedöms i Skogskemi som de största hindren för produktion av gröna kemikalier med bas i skogsbiomassa.

Utmaningen ligger också i att få till en lönsam omvandling av bioråvaran till ”enkla” byggstenar för vidare reaktion, medan teknik för vidare omvandling av dessa till olika slutprodukter är mer mogen. Detta kan ske genom olika tekniker som t.ex. delignifiering, hydrolys, pyrolys och förgasning. Råvaran kan sedan processas vidare med t.ex. biokemiska (t.ex. jäsning) eller termokemiska (t.ex. förgasning) metoder. Byggstenar som etanol produceras i dagsläget med biokemiska metoder för t.ex. drivmedelsproduktion. De två största pilotanläggningarna för förgasning finns i biogasanläggningen GoBiGas i Göteborg och svartlutförgasningsanläggningen Chemrec i Piteå men båda dessa har lagts i malpåse.

---

<sup>138</sup> Mossberg, J. 2016 *Chemical industry companies in Sweden, Update including data for competence analysis*.

<sup>139</sup> SCB, 2018e.

<sup>140</sup> Vinnova, 2015. *From green forest to green commodity chemicals – evaluating the potential for large-scale production in Sweden for three value chains*.



SCA har planer på att sätta upp ett bioraffinaderi i Östrand för att producera biodrivmedel från restprodukter från sågverks- och massaindustri.<sup>141</sup> Anläggning planeras ha två produktionslinjer; en där biomassa används som råvara och en där svartlut utgör råvara och som baseras på SCA:s process för framställning av ligninolja genom depolymerisering och hydrering av sulfatlignin. Processen har utvecklats vid SCA:s anläggning Obbola i Umeå med stöd från Energimyndigheten<sup>142</sup>. I anläggningen kommer förnybar vätgas att genereras utifrån behandlingen av de förnybara råvarorna och det är tänkt att denna vätgas ska återföras till processen för t.ex. hydreringen. Samtidigt planerar SCA och ST1 ett samarbete för en ny biodrivmedelsanläggning i Stenungssund där huvudråvaran utgörs av tallolja från SCA.<sup>143</sup>

RenFuel och Preem har gått ihop med Rottneros och ska bygga världens första lignin-anläggning för biodrivmedel vid massabruket i Vallvik.<sup>144</sup> Den baseras på RenFuels patenterade katalytiska process för att framställa katalytisk ligninolja, Lignol. Processen fungerar utan tryck, under kokpunkten och är energisnål.<sup>145</sup> RenFuels testanläggning där man testat lignin från Rottneros har uppförts med stöd från Energimyndigheten.

På Johanneberg Science Park, som delägs av Chalmers Tekniska Högskola, pågår flera projekt, t.ex. ”POLYCI – Polymer circulation”<sup>146</sup>, ”GROT – grenar och toppar som råvara till kemikalier och flytande bränsle”<sup>147</sup> samt ”Förgasning av plastavfall”<sup>148</sup>, där olika förgasningsprocesser som ska göra det möjligt att ersätta fossila råvaror med biomassa eller plastavfall undersöks.

Vid Chalmers bedrivs forskning inom förgasning för att ersätta de fossila råvarorna med förnybara eller återvunna råvaror inom t.ex. petrokemiindustrin<sup>149</sup>.

Ett annat sätt att ersätta den fossila råvaran med bioråvara är att genom elektrolys ”bygga upp” organiska molekyler baserade på exempelvis koldioxid.<sup>150</sup> Detta kan göras via flera olika processvägar, som bl.a. beskrivs i en översiktsrapport från det nederländska projektet Volta chemicals. Genom elektrolys av vatten kan vätgas bildas, som kan fås att reagera med t.ex. koldioxid för att bilda exempelvis myrsyra, metanol eller eten. De kan sedan i sin tur reagera vidare för att bygga upp önskad produkt.

Vätgasproduktion genom elektrolys är fortfarande dyrare än att producera vätgas från naturgas. Investeringskostnaderna skulle kunna sänkas genom förbättrade elektrokatalysatorer, produktseparering och en minskning av antalet nödvändiga processteg.

---

<sup>141</sup> <https://www.sca.com/globalassets/fornybar-energi/handingar/bioraffinaderi/samradsunderlag-bioraffinaderi-ostrand-6-mars-2018.pdf> (hämtad 2018-08-15)

<sup>142</sup> Energimyndigheten, 2016. *Marknaderna för biodrivmedel 2016*, ER 2016:29.

<sup>143</sup> <https://www.sca.com/sv/om-oss/Investerare/pressmeddelanden/2018-05/st1-och-sca-ingar-partnerskap-for-att-tillverka-fornybara-drivmedel/> (hämtad 2018-08-17)

<sup>144</sup> <http://renfuel.se/press/> (hämtad 2018-08-16)

<sup>145</sup> <http://renfuel.se/teknik/> (hämtad 2018-08-16)

<sup>146</sup> <https://www.johannebergsciencepark.com/node/17263> (hämtad 2018-08-16)

<sup>147</sup> <https://www.johannebergsciencepark.com/node/17261> (hämtad 2018-08-16)

<sup>148</sup> <https://www.johannebergsciencepark.com/node/17265> (hämtad 2018-08-16)

<sup>149</sup> [https://www.recyclingnet.se/article/view/591906/tekniskt\\_mojligt\\_men\\_politiskt\\_omojligt](https://www.recyclingnet.se/article/view/591906/tekniskt_mojligt_men_politiskt_omojligt) (hämtad 2018-08-15)

<sup>150</sup> <https://www.voltachem.com/news/whitepaper-electrification-offers-chemistry-a-sustainable-and-profitable-future> (hämtad 2018-09-14)

Pågående utveckling inom området omfattar exempelvis utveckling av bimetalliska katalysatorer och modifiering av katalysatorpartiklarnas storlek och form för ökad selektivitet och aktivitet. En av de största utmaningarna för vätgasproduktion är att få till en ökad livslängd där verkningsgraden försämras långsammare.<sup>151</sup> Nya tekniker som alkaliska polymerelektrolytmembran- och fastoxidbränsleceller kan potentiellt komma att innebära betydande kostnadssänkningar och fastoxidbränsleceller kan också innebära minskad elanvändning jämfört med konventionell teknik.

Elektrifiering av olika processer, exempelvis genom användning av induktionsvärmning, IR-torkning, mikrovågsteknik och UV-härdning, kan förutom en möjlighet till sänkta växthusgasutsläpp även innebära kvalitetsfördelar som ökad specificitet och ge mervärden som minskade mängder biprodukter. Även värmepumpsteknik kan vara en möjlighet för vissa processer.

Det finns olika tekniker för elektrolys inom den elektrokemiska industrin och EIPPC (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau) har publicerat information om bästa tillgängliga teknik<sup>152</sup> inom denna sektor och inom flera andra industrisektorer<sup>153</sup>. Idag används ofta kvicksilveceller för tillverkning av klor men membranceller är energieffektivare och används bara av några företag. Dock förväntas teknikutvecklingen förbättra verkningsgraden för membranceller vilket borde öka användningen. De flesta nya elektrolyssystemen använder högeffektiva bipolära membranceller, som är ett exempel på energieffektiva membranceller. Andra åtgärder för att minska energianvändningen i elektrolyssystem är högpresterande elektroder och ytbeläggningar eller saltlösningsreningssystem. Inom industrin som tillverkar PVC eller LDPE finns olika tekniker för minskad energianvändning, t.ex. byte till andra lösningsmedel.<sup>154</sup>

Rent generellt kan branschen minska energianvändningen genom att använda värmen från restgaser genom t.ex. värmeväxlare och generera lågvärdig ånga som kan användas vid torkning eller förvärmning av material. Utveckling av CCS inom raffinaderi och kemiindustrin och en övergång till biobaserade råvaror utesluter inte varandra utan kan tvärtom på längre sikt ge synergieffekter eftersom det kan leda till negativa utsläpp när CCS används på utsläpp med biogent ursprung.

---

<sup>151</sup> <http://www.voltachem.com/news/whitepaper-electrification-offers-chemistry-a-sustainable-and-profitable-fu>.

<sup>152</sup> Brinkmann, T, m.fl.. 2014. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Chlor-alkali*.

<sup>153</sup> <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/> (hämtad 2018-08-17)

<sup>154</sup> *Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers*, Europeiska Kommissionen, 2007, [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/pol\\_bref\\_0807.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/pol_bref_0807.pdf) (hämtad 2018-08-17)

## 4.4 Marknad och ekonomi

Det finns fem raffinaderier i Sverige som ägs av tre företag, varav ett av företagen står för cirka 80 procent av raffinaderikapaciteten.<sup>155</sup> Ett viktigt baskemikluster ligger i Stenungssund där flera företag samlats kring en krackeranläggning.

### 4.4.1 Marknader för kemiska produkter och petroleumprodukter

Raffinaderierna tillverkar olika gasformiga, flytande och fasta bränslen samt andra petroleumprodukter. Gasformiga bränslen, framför allt gasol (propan/butan) används i huvudsak som bränsle för värmnings- och värmebehandlingsprocesser inom industrin. Flytande petroleumprodukter används som bränsle i transportsektorn, för arbetsmaskiner, eller för uppvärmning. En mindre del används för specifika lösningar såsom som lösningsmedel, flamskyddsmedel, bindemedel osv. Trögflytande petroleumprodukter såsom bitumen och smörjoljor används i vägarbeten eller som smörjmedel i maskiner eller fordon. Petroleumkoks är ett fast petroleumbränsle som är en restprodukt i raffinaderiprocessen och kan användas som bränsle eller i den grafiska industrin. Vissa produkter från raffinaderiprocessen används också som insatsvara i den petrokemiska industrin, till exempel gasol och nafta.

Det finns en mängd olika produkter som kommer från kemiindustrin med olika användningsområden, nedan nämns några av de viktigaste. Eten och propen kommer från den petrokemiska industrin och används som insatsvara i den övriga kemiska industrin. Eten och/eller propen används till exempel för tillverkning av etenoxid för produktion av etylenaminer, etanolaminer, tensider, mjukgörare för PVC (polyvinylklorid) och olika lack- och färgapplikationer. PVC är en plastsort som används i bland annat rör, kablar och golvbeläggningar.

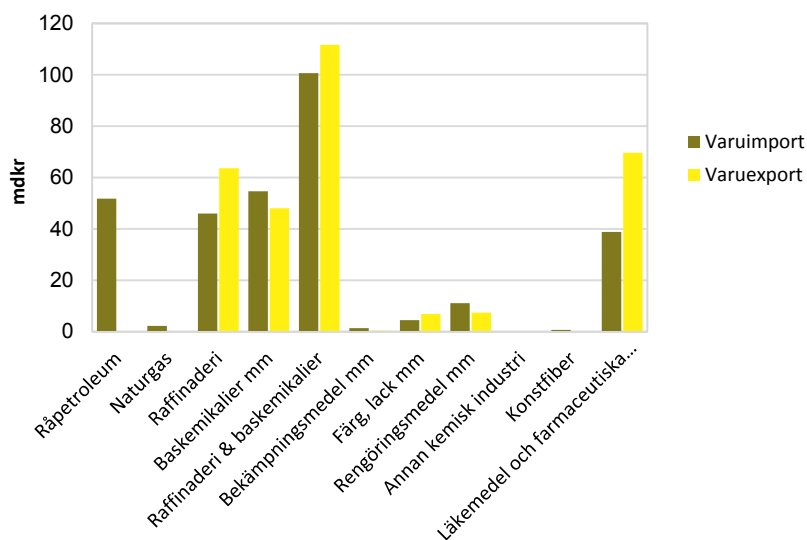
Den elektrokemiska industrin tillverkar genom elektrolys till exempel väteperoxid, natriumperkarbonat, saltsyra och natriumhypoklorit och klor. Väteperoxid och natriumklorat används främst till blekning av pappersmassa. Väteperoxid används också som blekningsmedel i tvättmedel. Natriumperkarbonat används framförallt som ingrediens i tvättmedel. Saltsyra och natriumhypoklorit används bland annat för desinfektion av dricksvatten. Klor används tillsammans med etenoxid för tillverkning av PVC. Natriumhydroxid (kaustiksoda) används bland annat för att lösa upp lignin i massa- och pappersindustrin samt vid tvåttillverkning.

### 4.4.2 Handel

Den totala varuimporten var knappt 225 miljarder kronor och varuexporten var 212 miljarder kronor 2016. De största handelsströmmarna, sett till värde, var inom läkemedel och farmaceutiska basprodukter, raffinaderi och baskemikalier m.m. och råpetroleum. Nettoexporten för hela branschen var negativ, men i delbranscherna raffinaderi, färg, lack m.m., samt läkemedel och farmaceutiska basprodukter var exporten större än importen. Stora delar av importen av råpetroleum används dock inom raffinaderi och baskemikalier och skulle den importen läggas till får även denna delbransch en negativ nettoexport.

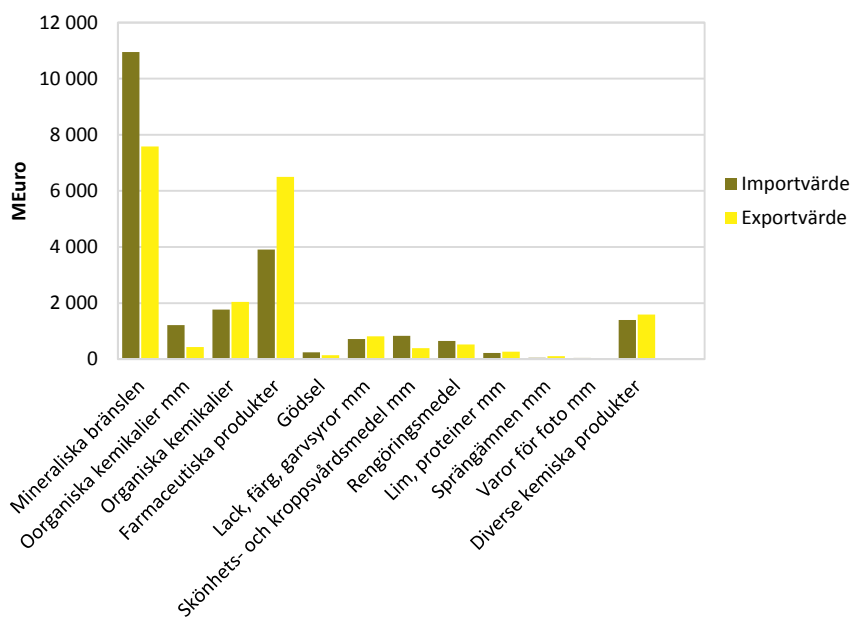
---

<sup>155</sup> Preem, 2016, *Årsredovisning 2015* och Profu. 2012. *Industristruktur och tillhörande energiaspekter för kemi- och plastindustri, läkemedelsindustri och raffinaderier i Sverige. Underlagsrapport till Energimyndigheten.*



Figur 27. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2016, miljarder kronor.  
Källa: SCB.<sup>156</sup>

Exportvärdets andel av produktionsvärdet var 83 procent för raffinaderi och kemi. Kvoten är hög för alla delbranscher, vilket antyder att ansenlig del av produktionen i Sverige exporteras.<sup>157</sup>



Figur 28. Import- och exportvärde per varukategori (HS), miljoner euro.  
Källa: Eurostat, International trade in goods.

<sup>156</sup> SCB, 2018d. Sekretess för SPIN 205, annan kemisk industri, så den ingår inte. Sekretessen innebär även att summan av staplarna i diagrammet inte exakt överensstämmer med total import/export.

<sup>157</sup> För SNI 061, råpetroleum, och 062, naturgas, finns inget produktionsvärde tillgängligt och för 20.5, annan kemisk industri, saknas exportvärde så de ingår inte i beräkningen.

Branschens största varukategori för både import och export är mineraliska bränslen, följt av farmaceutiska produkter. Tillsammans utgjorde dessa varukategorier knappt 70 procent av branschens import- och exportvärden. Cirka 60 procent av branschens totala import och export skedde från och till länder inom EU-28.

Cirka 55 procent av importen av mineraliska bränslen kommer från länder utanför EU, främst Ryssland, Norge men även från Danmark och Finland. Den största importprodukten är råolja, med drygt en fjärdedel av branschens importvärde. Därefter kommer raffinerade oljeprodukter med en femtedel. Den största delen av exporten inom mineraliska bränslen går till länder inom EU, framförallt Finland, Storbritannien, Nederländerna och Norge. Den största exportprodukten var raffinerade oljeprodukter med en dryg tredjedel av branschens exportvärde.

För farmaceutiska produkter sker majoriteten av importen från länder inom EU, främst Tyskland, Danmark, Storbritannien och USA. Runt hälften av exporten 2016 gick till länder inom EU. De största mottagarna var Tyskland, USA och Kina. Medikamenter är branschens tredje största importprodukt och den näst största exportvaran (en fjärdedel). Blod m.m. är en annan stor produktkategori inom farmaceutiska produkter

Totalt sett exporteras över 80 procent av den svenska raffinaderiproduktionen, främst till nordvästra Europa. Sett till kvantitet, exporterar denna delsektor nästan dubbelt så stor mängd färdiga petroleumprodukter som den importerar.

På total nivå är branschens import- och exportvärde relativt lika och många företag är specialiserade. Generellt kan man säga att företagen med stora utsläpp inom raffinaderi och kemiindustri importerar fossila råvaror som de förädlar till fossila bränslen och varor med fossil bas, t.ex. plast, och som sedan till stor andel exporteras. Den höga andelen av exportvärdet och produktionsvärdet stärker detta. Samtidigt är branschen mycket diversifierad och även inom samma produktkategori finns stora variationer mellan produkterna.

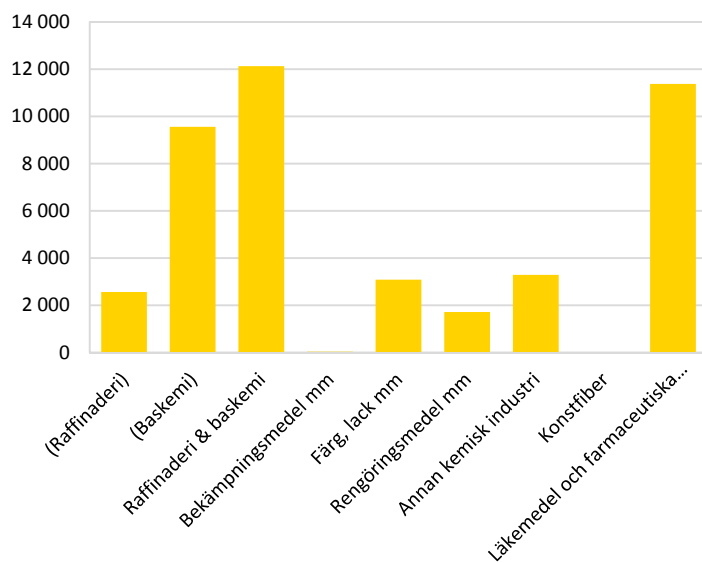
#### **4.4.3 Ekonomi**

Antalet anställda i raffinaderi och kemiindustrin 2016 var knappt 31 600, vilket är högst av de studerade branscherna.<sup>158</sup> Majoriteten av de anställda fanns inom delbranscherna raffinaderi och baskemi samt läkemedel, vilka tillsammans står för nästan tre fjärdedelar av sysselsättningen inom raffinaderi och kemiindustrin. Trots det stora antalet företag arbetar de flesta inom ett mindre antal företag. Enligt Vinnova stod 14 procent av antalet företag för 80 procent av de anställda år 2010.<sup>159</sup>

Raffinaderi och kemiindustrin hade den högsta nettoomsättningen av de studerade branscherna, 238 miljarder kronor. Delbranschen raffinaderi och baskemi hade den största omsättningen och läkemedel och farmaceutiska basprodukter näst störst, tillsammans svarar de för 86 procent av branschens omsättning. Antalet företag är mer jämnt fördelat, den största andelen finns i raffinaderi och baskemi samt i rengöringsmedel m.m.

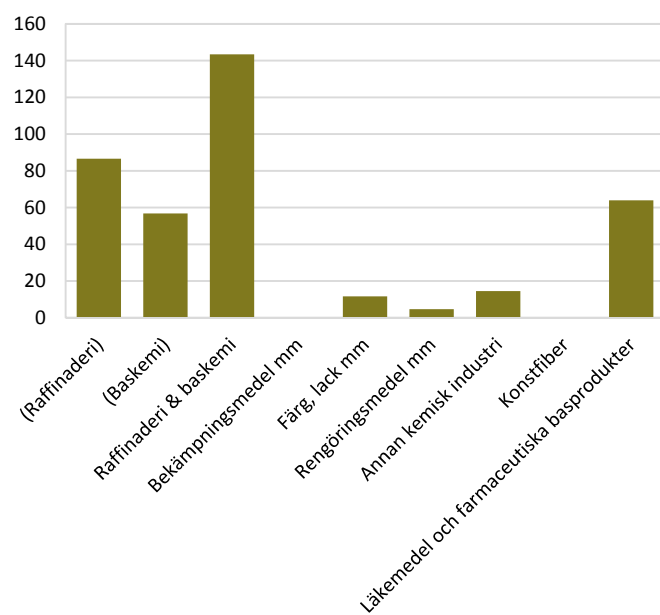
<sup>158</sup> SCB, 2018b. SNI 06 ingår inte p.g.a. sekretess.

<sup>159</sup> Mossberg, J. 2016.



Figur 29. Antal anställda per delbransch, 2016.

Källa: SCB.<sup>160</sup>



Figur 30. Nettoomsättning per delbransch, 2016, miljarder kronor.

Källa: SCB.<sup>161</sup>

<sup>160</sup> SCB, 2018b.

<sup>161</sup> SCB, 2018b.

## 5 Metallverk, inklusive övriga gruvor

Metallverk stod för 1 procent av Sveriges totala växthusgasutsläpp och 2 procent av energianvändningen 2016. 86 procent av utsläppen var processutsläpp. Processutsläppen uppstår främst i smältverken vid tillverkningen av malmbaserade basmetaller. Branschen omfattar även skrotbaserad tillverkning, mineralutvinning och gjuterier. Ett fåtal forskningsprojekt pågår för att minska utsläppen.

I branschen metallverk ingår produktion av andra metaller än stål samt all mineralutvinning och malmbrytning utom järnmalm. Detta inkluderar bland annat framställning av basmetallerna koppar, zink, bly och nickel, ädelmetaller samt aluminium. Jämfört med de andra branscherna som ingår i rapporten är utsläppen små, men majoriteten är processutsläpp som inte går att komma åt genom bränslebyten.

Aluminium tillverkas från skrot eller malm. Bauxit innehåller 50–60 procent aluminium och är den vanligaste råvaran i malmbaserad produktion.<sup>162</sup> Den malmbaserade aluminiumproduktionen (primäraluminium) har genomgått betydande förändringar de senaste tio åren, vilket resulterat i mer effektiv produktion och sänkta utsläpp. Trots det stod aluminiumproduktionen för 39 procent av processutsläppen inom metallverk år 2014.<sup>163</sup> Medan övrig malmbaserad metallproduktion utgår från råvaror som bryts i Sverige behöver bauxiten importeras från andra länder. Primäraluminium tillverkas bara i Kubals smältverk i Sundsvall. Utsläppen från skrotbaserad aluminiumproduktion är jämförelsevis små.

Övrig metallindustri stod för 42 procent av processutsläppen i metallverk 2014, men till skillnad från aluminiumindustrin har utsläppen varit relativt konstanta över tid.<sup>164</sup> Framställning av andra basmetaller domineras av mineral- och smältverksföretaget Boliden, som även har verksamhet i Sveriges grannländer och på Irland. I Sverige har bolaget ett koppardagbrott, underjordsgruvor för komplexmalm, smältverk för malm- och skrotbaserad metallproduktion och Nordens enda sekundära smältverk för bly. De flesta basmetaller som produceras säljs vidare till andra industrikunder, framförallt inom bygg- elektronik- och fordonsindustrin, för vidareförädling till slutprodukter. Två tredjedelar av all koppar används för att producera och leda elektricitet. Bly används framförallt i batterier. Zink används för att galvanisera stål, dvs. skydda stålet från rost. Branschen är även stor inom återvinning av elektronikskrot och kasserade blybatterier.<sup>165</sup> Dessutom finns flera gruvföretag, gjuterier och andra bearbetningsföretag.

<sup>162</sup> Svenskt Aluminium, 2018. <https://www.svensktaluminium.se/om-aluminium/> (hämtad 2018-09-17)

<sup>163</sup> SCB, 2018a. Eftersom processutsläppen i delbranschen övrig metallindustri är sekretessbelagda 2016 används 2014 för båda delbranscherna i texten för att underlätta jämförelser.

<sup>164</sup> SCB, 2018a.

<sup>165</sup> Boliden, 2018a. <https://www.boliden.com/sv/verksamhet/> (hämtad 2018-09-13).

I det här kapitlet beskrivs processer för malmbaserad produktion av basmetaller, branschens energianvändning och växthusgasutsläpp, tekniker som kan minska utsläppen samt branschens marknad och ekonomi. Både gruvbrytningen och smältprocesserna som sker i smältverken kräver mycket energi, men det senare orsakar majoriteten av processutsläppen och är därför i fokus i det här kapitlet.

## 5.1 Framställning av koppar, bly och aluminium

Koppar och bly framställs antingen från metallkoncentrat (anrikad malm), eller från återvunnen metall.<sup>166</sup> Malmen bryts i dagbrott eller i underjordsgruvor, krossas och transporteras till ett anrikningsverk. I anrikningsverket mals den krossade malmen, innan den separeras från övriga mineraler genom flotation.<sup>167</sup> Därefter avvattnas och filtreras den malda malmen för att få fram metallkoncentrat. Koncentratet transporteras till smältverk där det förädlas till rena metaller. Eftersom malmen ofta är så kallad komplexmalm, dvs. består av olika metaller, separeras malmkoncentratet och transporteras till olika smältverk. Smältverken i Sverige producerar i huvudsak koppar och blylegeringar, men har materialflöden både till och från andra smältverk i Finland och Norge och mellan varandra.<sup>168</sup>

Kopparsmältverket Rönnskär i Skelleftehamn producerar i första hand koppar, men även zinkklinker, bly, svavelsyra, guld och silver. Råvarorna består av koppar- och blykoncentrat samt återvunnet elektronikskrot och restprodukter från andra industrier. Först smälts koncentratet och den återvunna metallen i en ugn för att separera kopparhaltig skärsten från slagg. Skärstenen förs vidare till en konverterugn. I konverterugnen separeras råkoppar från järn, svavel och föroreningar. Medan svavel och övriga processgaser leds vidare till ett svavelsyraverk transporteras råkopparn vidare till en anodugn. Där reduceras syrehalten innan koppar slutligen utvinns med hjälp av elektrolys. Ur elektrolysslammet utvinns ädelmetaller.

I Figur 31 illustreras kopparframställningen, med fokus på processerna som sker i smältverket.

I Sverige produceras både primär- och sekundärbly. Boliden Bergsöe i Landskrona är Nordens enda sekundära blysmältverk. Sekundärbly framställs från återvunnen metall, vilket främst utgörs av kasserade blybatterier. Först smälts råmaterialet i en ugn och därefter raffinerar och legeras blyet innan det gjuts till tackor. En stor andel av det bly som produceras används för tillverkning av bilbatterier. Överskottsvärmen täcker det årliga fjärrvärmebehovet för hela Landskrona kommun.

Primäraluminium tillverkas från importerad aluminiumoxid (bauxit). Aluminium produceras genom elektrolys av aluminiumoxid i en saltsmälta.<sup>169</sup> För elektrolysen används en kolbaserad anod, som förbrukas vid användning. Då bildas perfluorklorväten (PFC) och koldioxid.

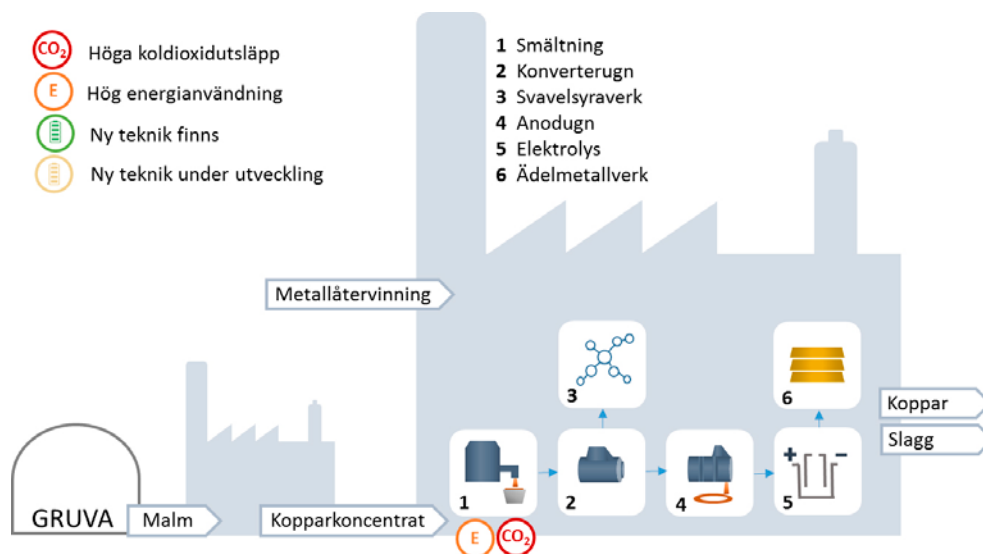
<sup>166</sup> Den återvunna metallen består bland annat av elektronikskrot och restprodukter från tidigare processteg.

<sup>167</sup> Flotation är en kemisk process för att separera hydrofoba material från hydrofila.

<sup>168</sup> Boliden, 2018b. *Årsredovisning 2017*.

<sup>169</sup> Svenskt Aluminium, 2013. *Material och energiflöden i svensk aluminiumindustri. Slutrapport GeniAl*.

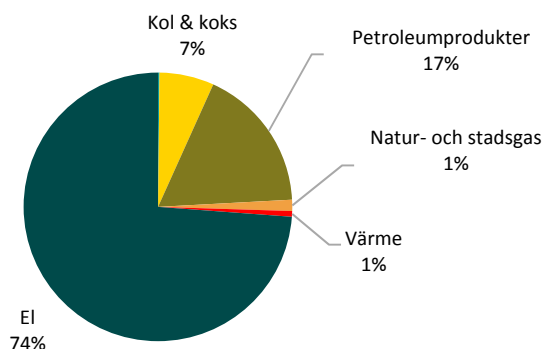




Figur 31. Kopparframställning – från gruva till slutprodukt.  
Källa: Energimyndigheten.

## 5.2 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

Branschens energianvändning uppgick till 5,8 TWh 2016, vilket motsvarar 4 procent av industrins totala energianvändning. Figur 32 visar fördelningen mellan olika energibärare.



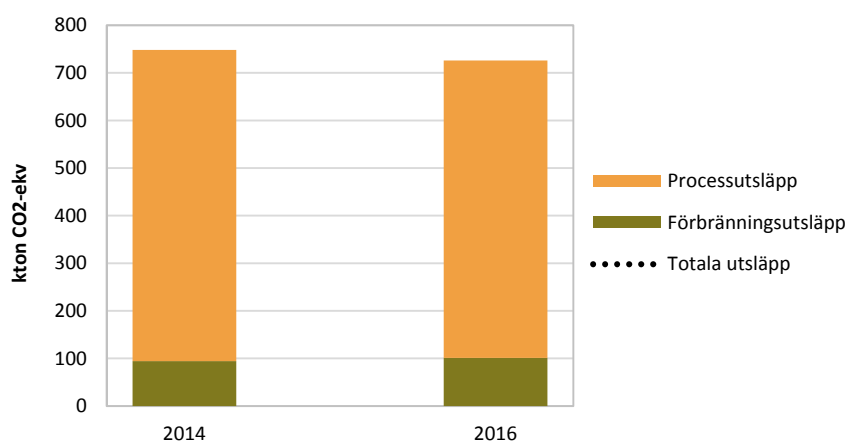
Figur 32. Energianvändningen i metallverk, inklusive övriga gruvor, 2016.  
Källa: Energimyndigheten.<sup>170</sup>

Elanvändningen utgör ungefär tre fjärdedelar av branschens totala energianvändning. El används bland annat i elektrolysprocesserna vid aluminium- och kopparframställning. Gasol används för malmbaserad aluminium- och kopparframställning och andra petroleumprodukter används bland annat för blyframställning. Kol är en viktig energibärare i kopparframställningen och används i smältprocessen samt i elektrolys av aluminiumoxid.

<sup>170</sup> Energimyndigheten, 2018.

Aluminiumindustrin står för knappt två procent av industrins totala energianvändning och framställning av koppar för en procent. Ungefär hälften av energianvändningen inom kopparframställning är el, en fjärdedel är kol och resterande är oljor samt naturgas. Betydligt mindre energi används vid framställning av bly och zink. Bly- och zinkproduktionen står för mindre än två procent av den totala energianvändningen inom metallverk.

Branschens totala utsläpp av växthusgaser uppgick till cirka 730 tusen ton CO<sub>2</sub>-ekv 2016, vilket motsvarar 4 procent av industrins totala utsläpp. 86 procent av utsläppen var processutsläpp och resten var förbränningsutsläpp, se Figur 33.



Figur 33. Metallverkens utsläpp 2014 och 2016, fördelat mellan förbränningsutsläpp och processutsläpp. Branschen har inga diffusa utsläpp. Fördelningen 2015 är sekretessbelagd.

Källa: Naturvårdsverket/SCB.<sup>171</sup>

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.

Drygt en tredjedel av processutsläppen sker i aluminiumproduktionen och resten sker i övrig metallindustri, som inkluderar framställning av basmetaller, och produktion av järnlegeringar, vars energianvändning ingår i järn- och stålindustrin. Processutsläppen från malmbaserad aluminiumproduktion har mer än halverats sedan 2008 till följd av investeringar i ny teknik. Detta har lett till att branschens totala processutsläpp har minskat, trots att samma trend inte kan ses inom de andra delbranscherna.

Produktion från elektronikskrot och blybatterier orsakar en del av utsläppen eftersom koldioxid frigörs när plastdetaljer smälts. Den typen av utsläpp har ökat de senaste åren i takt med att kapaciteten att ta hand om elektronikskrot har ökat.<sup>172</sup>

### 5.3 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp

Även om flera av branschens tillverkningsprocesser liknar de som används inom järn- och stålindustrin står metallverk delvis inför andra utmaningar. Att använda direktreduktion för att producera aluminium är till exempel inte möjligt ur ett kemiskt

<sup>171</sup> SCB, 2018a.

<sup>172</sup> Naturvårdsverket, 2016.

perspektiv eftersom aluminium är ett starkare reduktionsmedel än kol.<sup>173</sup> Däremot bör det inte vara omöjligt att ersätta de fossila kolanoderna i elektrolysprocessen med biokol.

Branschgemensam forskning inom aluminiumindustri kan hanteras av Tekniska Högskolan i Jönköping, Casting Innovation Center (CIC) och Swerea Swecast.<sup>174</sup> Forskning kopplat till primär aluminiumproduktion bedrivs vid Norska Tekniska Högskolan i Trondheim och vid Linköpings universitet. FoU-insatser inom aluminiumindustri beräknas uppgå till cirka 100 miljoner kronor per år inom instituten och företagsinterna aktiviteter.<sup>175</sup> Det strategiska innovationsprogrammet Metalliska material omfattar Sveriges metallindustrier och syftar till att främja innovation inom branschen.<sup>176</sup> Metalliska material är ett av flera strategiska innovationsprogram som finansieras av Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

Nedan beskrivs några tekniker som undersöks för att minska utsläppen från metallverk. Energimyndigheten känner inte till några forskningsinitiativ utöver dessa som är direkt inriktade mot att minska processutsläppen inom t.ex. till framställning av koppar, zink m.m.

### **5.3.1 Algteknik kan rena processutsläpp från blyproduktion**

Under 2018 och 2019 ska Boliden tillsammans med forskningsinstitutet RISE undersöka om algodlingar kan minska växthusgasutsläppen från metallindustrin. Tekniken, som utvecklats av RISE och tidigare testats vid ett pappersbruk, ska nu testas vid Boliden Bergsöes blysmältverk. Målet är att utvärdera reningseffekt och kostnad för att med hjälp av mikroalger minska koldioxidutsläppen och binda metaller från gas och processvatten, samt ta fram en prototyp för biobaserat metallkolfilter. Projektet finansieras delvis av Energimyndigheten.<sup>177</sup> Vid Bolidens andra smältverk i Sverige, Rönnskär, pågår byggnationen av ett nytt djupförvar för farligt avfall. Djupförvaret väntas bli färdigt 2020.<sup>178</sup>

### **5.3.2 Inerta anoder kan minska aluminiumproduktionens utsläpp**

För att minska processutsläppen från aluminiumproduktion kan så kallade inerta anoder utvecklas. Inerta anoder skulle kunna minska utsläppen av koldioxid och PFC, samtidigt som energianvändningen minskar väsentligt. Sådana satsningar borde därför kunna motiveras av företagsekonomiska skäl.<sup>179</sup> Inerta anoder har utvecklats och testats i flera projekt, exempelvis testas ytbeläggning av keramer eller metallegeringar som inte förbrukas i reaktioner med smältan. Åsikterna om när de kan vara kommersiellt tillgängliga varierar kraftigt.

---

<sup>173</sup> <http://ravaramarknaden.se/aluminium-varldens-vanligaste-metall/> (hämtad 2018-09-17).

<sup>174</sup> Vinnova, 2013a.

<sup>175</sup> Vinnova, 2013a.

<sup>176</sup> Metalliska material, 2018. <http://www.metalliskamaterial.se/sv/om-metalliska-material/> (hämtad 2018-09-17)

<sup>177</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P45363-1.

<sup>178</sup> Boliden, 2018b.

<sup>179</sup> Åhman M., m.fl. 2012. *Decarbonising industry in Sweden – an assessment of possibilities and policy needs.*

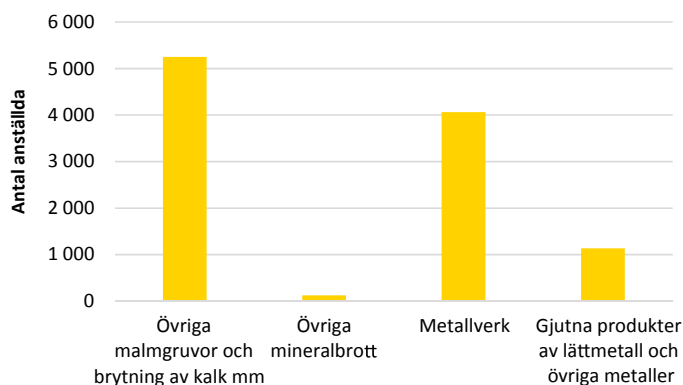
### 5.3.3 Potentiella forskningsområden inom aluminiumproduktion

Den nationella intresseorganisationen Svenskt Aluminium har efterfrågat mer forskning kopplat till aluminiumindustrin. Fossila bränslen bör enligt dem rent tekniskt kunna ersättas med förnybar energi i flera processteg. Det bör även undersökas om fossilt kol kan ersättas med biokol. Förbättrade processer för återvinning av aluminium och energieffektivisering kan också minska utsläppen.<sup>180</sup>

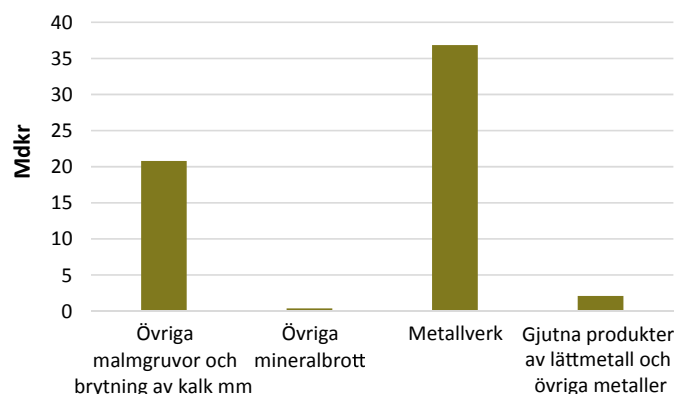
Mellan 2015 och 2018 pågår ett forskningsprojekt som ska undersöka potentialer för energieffektivisering i hela värdekedjan från metallframställning till återvinning och därmed bidra till ökad energieffektivisering i aluminiumindustrin.<sup>181</sup>

## 5.4 Marknad och ekonomi

År 2016 var cirka 10 500 anställda inom metallverk. De flesta företagen och anställda finns inom delbranschen övriga malmgruvor och brytning av kalk m.m.



Figur 34. Antal anställda per delbransch, 2016.  
Källa: SCB.<sup>182</sup>



Figur 35. Nettoomsättning per delbransch, 2016, miljarder kronor.  
Källa: SCB.<sup>183</sup>

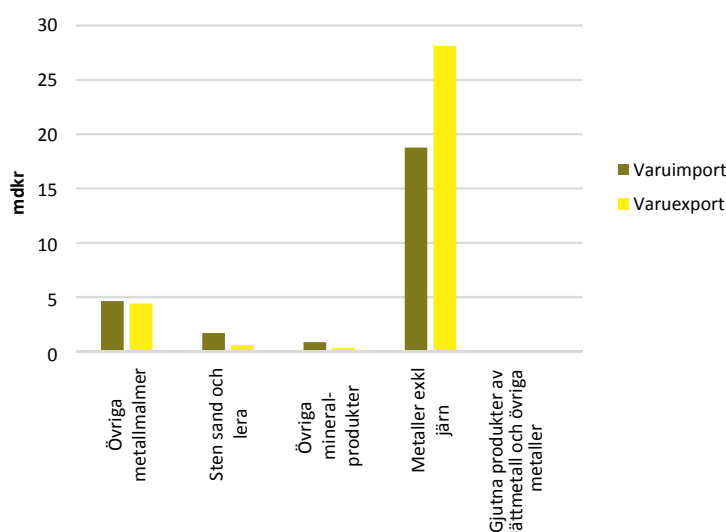
<sup>180</sup> Svenskt Aluminium, 2013.

<sup>181</sup> Energimyndighetens projektdatabas, P40552-1.

<sup>182</sup> SCB, 2018b.

<sup>183</sup> SCB, 2018b.

Företagen inom aluminiumindustrin är framförallt koncentrerade till Östergötland och Småland, vilket troligtvis beror på företagarkulturen och närhet till kunder och leverantörer.<sup>184</sup> Produktionen av primäraluminium, där processutsläppen inom aluminiumproduktion sker, ligger i Sundsvall. Stenbrott och sand-, grus-, berg- och lertäkter står för ett stort antal företag som är spridda över stora delar av Sverige.<sup>185</sup> De produkter som fås från den verksamheten har höga transportkostnader, lågt varuvärde per ton och materialen är vanligt förekommande. Det gör att produktion och användning av dessa produkter är lokal, vilket förklarar den stora geografiska spridningen och låg import/export. Flest antal anställda inom andra metallmalmsgruvor finns i Västerbotten, Norrbotten och i Örebro län. Branschens omsättning var 62 miljarder kronor 2016 och mer än hälften var inom metallverk.



Figur 36. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2016, miljarder kronor. Källa: SCB.<sup>186</sup>

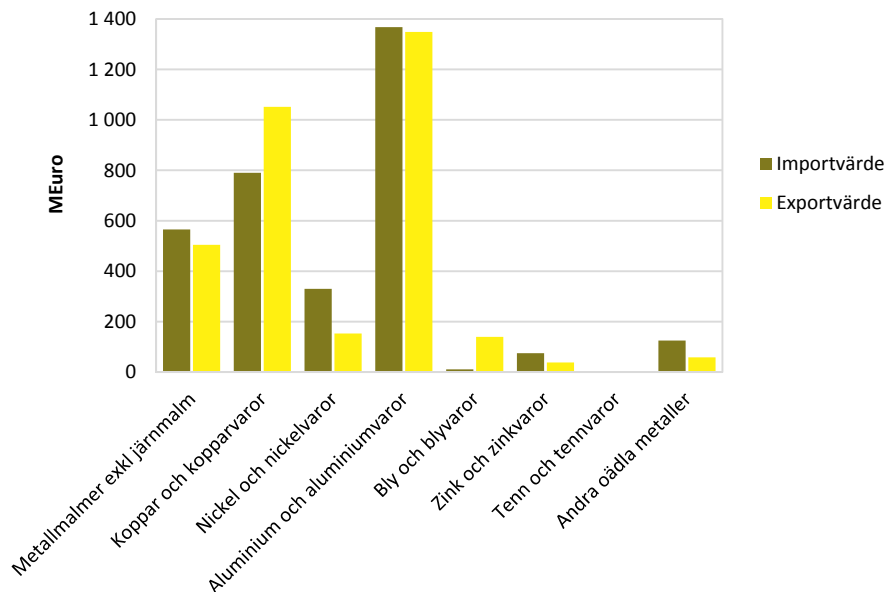
Importvärdet för metallverk inklusive gruvor 2016 var knappt 26 miljarder kronor och exportvärdet var drygt 33 miljarder. Nettoexporten var alltså positiv vilket beror på hög nettoexport i metaller exklusive järn, drygt 9 miljarder. I övriga delbranscher var importvärdet större än exportvärdet. Metaller exklusive järn stod för branschens största internationella handel med en majoritet av både import och export.

Exportvärdets andel av produktionsvärdet var cirka 55 procent för branschen totalt. Variationen mellan delbranscher är dock stor. Det kan ses som en indikation på att utrikeshandeln främst är viktig för vissa delbranscher medan andra delbranscher säljer främst inom Sverige. Importvärdet är jämnt fördelat mellan länder inom och utanför EU. De länder som mest import kommer från är Norge, Tyskland och Finland. Av exporten går cirka 80 procent av värdet till länder inom EU och de största mottagarländerna är Tyskland, Finland, Norge och Polen.

<sup>184</sup> Vinnova, 2013a.

<sup>185</sup> Vinnova, 2013a.

<sup>186</sup> SCB, 2018d.



Figur 37. Import- och exportvärde per varukategori (HS) 2016, miljoner euro.

Källa: Eurostat, International trade in goods.

De största importvarukategorierna är aluminium och aluminiumvaror, koppar och kopparvaror samt metallmalmer exklusive järnmalm. De största importprodukterna är kopparmalm och -koncentrat, obearbetad aluminium, plåt och band av aluminium samt kopparskrot. De största exportvarukategorierna är samma som för import men på produktkategorinivå finns skillnader. Den största exporten är inom raffinerad obearbetad koppar och kopparlegeringar, koppartråd, zinkmalm och -koncentrat samt obearbetad aluminium.

Kopparmalm och kopparskrot importeras för att användas tillsammans med inhemsk malm och skrot i kopparanrikningsverket. Koppar exporteras sedan som bland annat raffinerad obearbetad koppar och kopparlegeringar samt koppartråd. Obearbetad aluminium importeras och exporteras i relativt lika mängder och det har inte varit möjligt att i den här rapporten finfördela statistiken ytterligare. Om kvoten mellan importvärde och importerad vikt jämförs med kvoten av exportvärde och exporterad vikt är exportkvoten något lägre. Det antyder att produkterna inom obearbetad aluminium som importeras troligen är av ungefär samma förädlingsnivå som produkterna som exporteras.

Boliden är det 16:e största kopparsmältverksföretaget i världen, men världsledande i återvinning av elektronikskrot.<sup>187</sup> För kopparbrytning är Boliden en mindre global aktör, men en av de största i Europa. Boliden bryter även zink i Sverige, men den anrikas inte i Sverige utan i företagets anläggningar i Finland och Norge. Bolaget som helhet är världens 4:e största gruvbolag och 6:e största för zink.

<sup>187</sup> Boliden, 2018b. Uppgifterna omfattar även Bolidens verksamhet i Norge, Finland och Irland.

## 6 Uppföljning och utvärdering av Industriklivet

### 6.1 Forskning behövs för utveckling

Regeringens mål för forskningspolitiken är att Sverige ska vara ett av världens främsta forsknings- och innovationsländer och en ledande kunskapsnation, där högkvalitativ forskning, högre utbildning och innovation leder till samhällets utveckling och välfärd, näringslivets konkurrenskraft och svarar mot de samhällsutmaningar vi står inför, både i Sverige och globalt.<sup>188</sup>

Forskningsfinansiering är ett styrmedel som bidrar i flera steg, från att ny teknik tas fram till att den testas i ett demonstrationsprojekt. Det finns behov av statliga insatser inom forskning eftersom ett företag tar många risker när de ska ta fram eller testar ny teknik. En risk med att gå före och investera i ny teknik är att det kan påverka produktion och kvalitet negativt och det kan vara svårt att få en fördel för kostnaden för utveckling av ny teknik och kunskap.

Att det finns stora risker med att ta fram ny teknik innebär också att en del av de forskningsansökningar som beviljas kommer att misslyckas med att nå sitt förväntade resultat. Några av de tekniker som stöds kan visa sig inte fungera i full skala, men det betyder inte nödvändigtvis att det var en felaktig satsning. Dels kan det bidra till att sälla fram en fungerande ny teknik. Dels kan det bidra till att projekt med högre risk ändå genomförs, vilket kan leda till andra/ytterligare viktiga resultat, som annars inte hade kommit fram. Det är omöjligt att veta hur stor andel av forskningsstödet som kommer att finansiera ”lyckade” projekt och att veta hur många det blir. Det är en anledning till att det är svårt att ta fram mål och indikatorer för att mäta effekten av forskning. Det finns många utredningar som har försökt ta fram indikatorer och de kommer också fram till att det är en komplex uppgift.<sup>189</sup>

Eftersom forskningsfinansiering syftar till att bidra till innovation och att ny teknik tas fram och testas, som annars inte hade tagits fram, är det viktigt att mäta Industriklivets framgång utifrån ett bredare perspektiv än enbart utifrån lyckade projekt. Som hjälp har Energimyndigheten tagit fram en utvärderingsplan.

### 6.2 Uppföljning och utvärdering av Industriklivets bidrag till måluppfyllelse av politiska mål

Industriklivet är en stor och långsiktig satsning som behöver följas upp och utvärderas både löpande och efter avslut. Under 2018 pågår därför arbetet med att ta fram en utvärderingsplan för Industriklivet. Syftet med utvärderingsplanen är att lägga grunden för och möjliggöra uppföljning och utvärdering över tid. Genom att redan vid start se över hur satsningen ska följas upp och utvärderas förbättras möjligheterna till måluppfyllelse, samhällsekonomisk lönsamhet och att utvärderingar genomförs med god kvalitet.

<sup>188</sup> Proposition 2016/17:50

<sup>189</sup> Se t.ex. Energimyndigheten, 2013. *Indikatorer för FOI Uppföljning och utvärdering av Energimyndighetens insatser för forskning och innovation*. ER 2013:30.

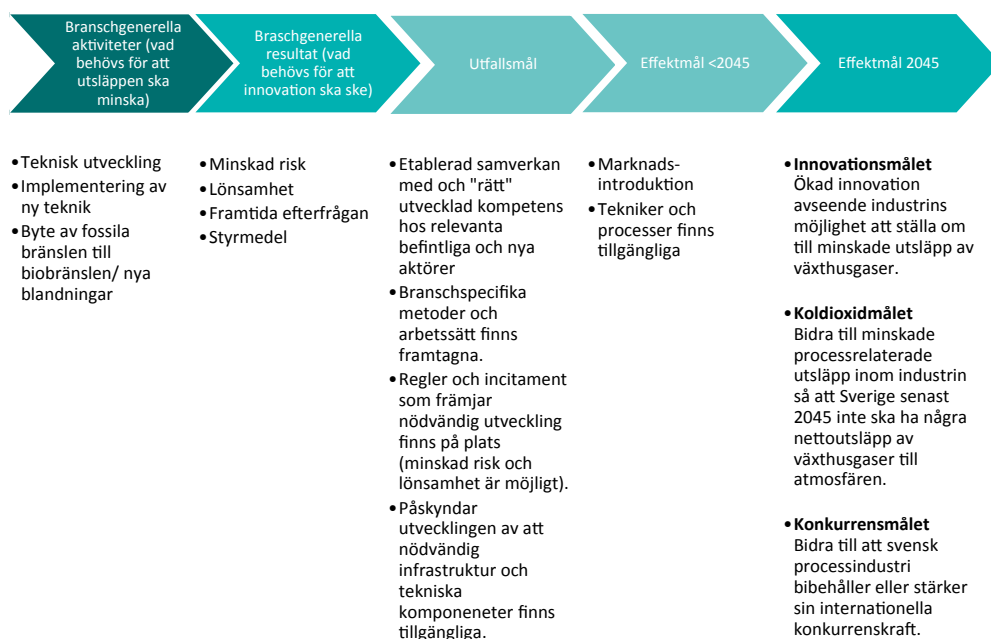
För att på ett systematiskt sätt följa upp och löpande utvärdera vad Industriklivet bidrar till att åstadkomma har Energimyndigheten valt att använda en ansats som utgår från en eller flera effektkedjor, även kallad verksamhetslogik. Detta har lett fram till en generell effektkedja för hela satsningen. Flera branschspecifika effektkedjor ska också tas fram under hösten 2018 eftersom olika branscher har olika utvecklingsbehov för att minska sina processrelaterade utsläpp.

### 6.2.1 Industriklivets effektkedja

I regeringens bakgrundspromemoria till Industriklivet går följande mål att utläsa som satsningen ska bidra till att uppfylla:

- Bidra till minskade processrelaterade utsläpp inom industrin så att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären.
- Ökad innovation avseende industrins möjlighet att ställa om till minskade utsläpp av växthusgaser.
- Bidra till att svensk processindustri bibehåller eller stärker sin internationella konkurrenskraft.

Effekt- och programmålen för Industriklivet är med andra ord givna från regeringens uppdragsbeskrivning<sup>190</sup>. För att lättare kunna avgöra Industriklivets bidrag till målfyllelse har vi konkretiserat ytterligare effekt- och programmål mer specifika för satsningen. Detta har lett till följande effektkedja:



Figur 38. Generell effektkedja för Industriklivet.

<sup>190</sup> Regleringsbrev för budgetåret 2018 avseende anslag 1:20 Industriklivet, Riksdagen har för budgetåret 2018 beslutat om anslag och bemyndiganden om ekonomiska åtaganden (prop. 2017/18:1 utg. omr. 20, bet. 2017/18: MJU1, rskr. 2017/18:115).



Det som skiljer den generella effektkedjan och de branschspecifika effektkedjorna åt är att utfallsmål, resultat och aktiviteter varierar utifrån branschernas behov av utveckling.

### **6.2.2 Indikatorer**

Inom ramen för arbetet med utvärderingsplanen pågår framtagande av indikatorer som kopplar till Industriklivets generella och branschspecifika effektkedjor. Flera indikatorer är redan beslutade och finns beskrivna under respektive bransch i denna rapport. Dessa är *energianvändning, utsläpp av växthusgaser, import- och exportvärde i miljoner euro, antal anställda och nettoomsättning i miljarder kronor*. Ytterligare indikatorer som visar på måluppfyllelse av de uppsatta målen för Industriklivet tas fram under hösten 2018 och kommer presenteras i nästa års nulägesanalys.

### **6.3 Kommande års nulägesanalyser**

Utvecklingen av indikatorerna *energianvändning, utsläpp av växthusgaser, import- och exportvärde i miljoner euro, antal anställda och nettoomsättning i miljarder kronor* kommer följas upp i de årliga nulägesanalyserna.

Kapitlet för uppföljning och utvärdering kommer vidare översiktligt visa de ytterligare framtagna indikatorernas utveckling, eventuellt innehålla fördjupad analys av utvalda indikatorer alternativt resultat från genomförd ex-ante samhällsekonomisk konsekvensanalys.

## Referenser

- Bazzanella, A.M., Ausfelder, F. 2017. *Technology Study – Low carbon energy and feedstock for the European chemical industry*, Dechema – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
- Boliden, 2018a. <https://www.boliden.com/sv/verksamhet/> (hämtad 2018-09-13).
- Boliden, 2018b. *Årsredovisning 2017*.
- Brinkmann, T., Santoja, G.G., Schorcht, F., Roudier, S., Sancho, L.D. 2014. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Chlor-alkali*. Sid. 170, European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/CAK\\_BREF\\_102014.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/CAK_BREF_102014.pdf) (2018-08-16)
- Cementa, 2018a. *Färdplan cement – för ett klimatneutralt betongbyggande*. Cementa HeidelbergCement Group: Fossilfritt Sverige.
- Cementa, 2018b. *Tillverkning av cement*: <https://www.cementa.se/sv/tillverkning-av-cement> (hämtad 2018-07-19).
- Cision, 2018. *Nytt metallforskningsinstitut bildas*. <http://news.cision.com/se/jernkontoret/r/nytt-metallforskningsinstitut-bildas,c2560821> (hämtad 2018-08-20).
- Cortus Energy, 2018. *6 MW WoodRoll i Höganäs – Projekt Probiostål*. <http://www.cortusenergy.se/hoganas> (hämtad 2018-08-17).
- Energimyndigheten, 2018. *Energibalans*. <http://www.energimyndigheten.se/statistik/energibalans/> (hämtad 2018-09-07).
- Energimyndigheten, 2016. *Marknaderna för biodrivmedel 2016*. ER 2016:29.
- Energimyndigheten. 2013. *Indikatorer för FOI Uppföljning och utvärdering av Energimyndighetens insatser för forskning och innovation*. ER 2013:30.
- Eurostat, International trade in goods.
- Jernkontoret, 2018a. *Klimatfärdplan – För en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige*. Jernkontoret: Fossilfritt Sverige.
- Jernkontoret, 2018b. *Fakta och nyckeltal om stålindustrin*. <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/fakta-och-nyckeltal/> (hämtad 2018-07-18).
- Karatzos, S., McMillan, J.D., Saddler, J.N., 2014. *The Potential and Challenges of Drop-in Biofuels – A Report by IEA Bioenergy Task 39*. IEA Bioenergy.
- Kommerskollegium, 2018. *USA:s stål- och aluminiumtullar*. <https://www.kommers.se/verksamhetsomraden/Handelspolitik/USA-staltullar/> (hämtad 2018-10-08).
- LKAB, 2018a. <https://www.lkab.com/sv/> (hämtad 2018-08-15).
- LKAB, 2018b. *2017 Års- och hållbarhetsredovisning*.
- Metalliska material, 2018. <http://www.metalliskamaterial.se/sv/om-metalliska-material/> (hämtad 2018-09-17)

- Mistra Carbon Exit, 2018a. *Nio budskap från Mistra Carbon Exit – vägen till ett kol-dioxidneutralt samhälle 2045*.
- Mistra Carbon Exit, 2018b. <https://www.mistracarbonexit.org/om-oss/> (hämtad 2018-09-10).
- Mousa, E., Wang, C., Riesbeck, J., Larsson, M. 2016. *Biomass applications in iron and steel industry: An overview of challenges and opportunities*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 65, November 2016, Pages 1247-1266. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.061>
- Mossberg, J. 2016. *Chemical industry companies in Sweden – Update including data for competence analysis*. Vinnova Analys VA 2016:04.
- Naturvårdsverket, 2016. *National Inventory report Sweden 2016*.
- Norcem, 2018. *Carbon capture – a part of our zero vision*. [https://www.norcem.no/en/carbon\\_capture](https://www.norcem.no/en/carbon_capture). (Hämtad 2018-09-10).
- NORDICCS – The Nordic CCS Competence Centre, 2016. *Building Nordic Excellence in CCS*. Oslo, Norge. ISSN 1504-8640.
- Profu. 2012. *Industristruktur och tillhörande energiaspekter för kemi- och plast-industri, läkemedelsindustri och raffinaderier i Sverige*. Underlagsrapport till Energimyndigheten.
- Preem, 2016. *Årsredovisning 2015*.
- Regeringen, 2018. *Anpassad miljöprövning för en grön omställning (ID-nummer: Ds 2018:38)*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/departementsserien-och-promemorior/2018/10/ds-201838/> (hämtad 2018-10-05).
- SCB, 2018a. *Utsläpp av växthusgaser från industrin efter växthusgas, bransch och år*. <http://www.statistikdatabasen.scb.se/sq/55982/> (hämtad 2018-07-18).
- SCB, 2018b. *Företagens ekonomi*: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/naringsverksamhet/naringslivets-struktur/foretagens-ekonomi/> (hämtad 2018-08-17).
- SCB, 2018c. *Nationalräkenskaperna*: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper-kvartals-och-arsberakningar/#> (hämtad 2018-09-14).
- SCB, 2018d. *Utrikeshandel med varor*: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor/> (hämtad 2018-10-10).
- SCB, 2018e. *Forskning och utveckling inom företagssektorn*. <https://www.scb.se/UF0302> (hämtad 2018-08-23).
- Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03.
- SSAB, 2018a. <https://www.ssab.se/> (hämtad 2018-09-07).
- SSAB, 2018b. <https://www.ssab.se/ssab/om-ssab/production-sites-in-sweden/oxelosund/fossilfri-produktion> (hämtad 2018-08-17).
- SSAB, 2018c. *Årsredovisning 2017*.

- Sundelöf, Camilla. *Energianvändning i industrin – En faktarapport inom IVA-projektet energiframsyn Sverige i Europa*, Kungliga ingenjörsvetenskapsakademin, 2002.
- Svemin, 2018. *Färdplan för en konkurrenskraftig och fossilfri gruv- och mineralnärning. Delrapport april 2018*. Svemin: Fossilfritt Sverige.
- Svenskt Aluminium, 2018. <https://www.svensktaluminium.se/om-aluminium/> (hämtad 2018-09-17)
- Svenskt Aluminium, 2013. Material och energiflöden i svensk aluminiumindustri. *Slutrapport GeniAl* [https://www.svensktaluminium.se/media/Slutrapport\\_GeniAl\\_web.pdf](https://www.svensktaluminium.se/media/Slutrapport_GeniAl_web.pdf)
- Sweco. 2016. *Cementindustrins möjlighet till minskade koldioxidutsläpp – CCS-teknik och alternativa bränslen. Underlagsrapport till Tillväxtanalys*.
- Swerea, 2018. *Vägen till en grön masugn*. <https://www.swerea.se/cases/vagen-till-en-gron-masugn> (hämtad 2018-09-25).
- Tillväxtanalys, 2016a. *Så kan stålindustrins utsläpp av växthusgaser minska – Sverige kan lära av Japan och Kina*. Svar direkt 2016:01.
- Tillväxtanalys, 2016b. *En klimatneutral cementindustri – Koldioxidavskiljning och lagring i Sverige?* Svar direkt 2016:24.
- UNFCCC. *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](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_1_Ch1_Introduction.pdf)
- Vinnova. 2015. *From green forest to green commodity chemicals – evaluating the potential for large-scale production in Sweden for three value chains. Slutrapport från projektet Skogskemi*. VR 2015:02
- Vinnova, 2013a. *Metallindustrin i Sverige 2007–2011*. Vinnova Analys VA 2013:02
- Vinnova, 2013b. *Chemical industry companies in Sweden*, Vinnova Analys VA 2013:01
- World steel association 2017. *Steel statistical yearbook 2017*.
- Åhman M., Nikoleris A., Nilsson L. J. 2012. *Decarbonising industry in Sweden – an assessment of possibilities and policy needs*. Environmental and Energy Systems Studies, Lund University.

# Bilaga 1. 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, klassificeringssystem och insamlingsmetod ska jämförelser mellan källorna göras med försiktighet.

## 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 processutsläpp i denna rapport. I den internationella klimatrapporeringen rapporteras dessa utsläpp under elproduktion, 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 så är de för uppdraget relevanta som processutsläpp.

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. En annan skillnad mellan utsläppsstatistiken och övrig statistik är att ferrolegeringar ingår i metallverk i utsläppsstatistiken men i järn- och ståltillverkning i övrig statistik. Se också figuren i slutet av bilaga 2 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.

## Statistik om handel och ekonomi

Vid beräkning av exportvärdets andel av produktionsvärdet används data från två olika källor, Företagens ekonomi och Utrikeshandel med varor, till täljare och nämnare. Kvoten ska därför tolkas med försiktighet, speciellt på finfördelad brachsnivå, och den ska främst ses som en indikation på om en större eller mindre del av produktionen exporteras.

Det handlas många olika varor och kvaliteter inom samma bransch så 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<sup>191</sup> för att skapa en översikt av handelsströmmarna. Även på 4-siffrig HS/KN 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.

<sup>191</sup> På produktnivå antas här att HS/KN 27 relaterar till raffinaderier och 28–29, 31–38 relaterar till kemiindustrin och 30 till läkemedelsindustrin.

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 del av importen används inom ståltillverkning.

Bara egen FoU-kostnad har använts för beräkningen av FoU-kostnad som andel av omsättningen. I statistiken finns även kostnader för utlagd FoU men för att undvika risk för dubbelräkning tas den inte med här. För de studerade branscherna är kostnaderna för utlagd FoU en mindre del av de totala kostnaderna. Det är inte möjligt att bryta ut järn- och stål från metallverk i statistikdatabasen och därför används Vinnovas uppskattning för järn- och stål och ingen siffra redovisas för metallverk. För FoU-kostnadens andel av omsättningen har siffror för 2013 använts.

## Bilaga 2. Bransch-, varu- och produktindelning

Branschuppdelningen har gjorts med avsikt att fånga hela kedjan från råvara till slutprodukt. I tabell 1, 2 och 3 beskrivs vilka SNI-koder och SPIN-koder som ingår i respektive bransch, vilka varu- och produktkategorier dessa motsvarar samt CRF-kodernas branschindelning. I slutet av bilagan finns en schematisk bild över hur branschindelningen i CRF och SNI hänger ihop.

Tabell 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
– Stenkolsutvinning	05.1
– Järnmalmstvinning	07.1
– Framställning av järn och stål samt ferrolegeringar	24.1
– Tillverkning av rör, ledningar, ihåliga profiler och tillbehör av stål	24.2
– Annan primärbearbetning av stål	24.3
– Gjutning/gjutna produkter av järn och stål	24.51, 24.52
Metallverk, inklusive övriga gruvor	07.2–08+ 24.4, 24.53–24.54
– Andra metallmalmer än järnmalm	07.2
– Sand, grus, sten och lera	08.1
– Övrig utvinning av mineral	08.9
– Metallverk /Framställning av andra metaller än järn	24.4
– Gjutierier/Gjutna produkter	24.53, 24.54
Raffinaderier och kemiindustri	06, 19–21
– Raffinaderi och baskemi /raffinaderi och baskemikalier	19.1–20.1
– Raffinaderi	19.2
– Baskemikalier mm	20.1
– Bekämpningsmedel mm	20.2
– Färg, lack mm	20.3
– Rengöringsmedel mm	20.4
– Annan kemisk industri	20.5
– Konstfiber	20.6
– Läkemedel och farmaceutiska basprodukter	21.1–21.2
– Råpetroleum	06.1
– Naturgas	06.2
Mineralindustri	23
Glas- och glasvarutillverkning	23.1
Tillverkning av elfasta produkter	23.2
Tillverkning av byggmaterial av lergods	23.2
Tillverkning av andra porslinsprodukter och keramiska produkter	23.4
Tillverkning av cement, kalk och gips	23.5
Tillverkning av varor av betong, cement och gips	23.6
Huggning, formning och slutlig bearbetning av sten	23.7
Tillverkning av slipmedel och övriga icke-metalliska mineraliska produkter	23.9

Tabell 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.

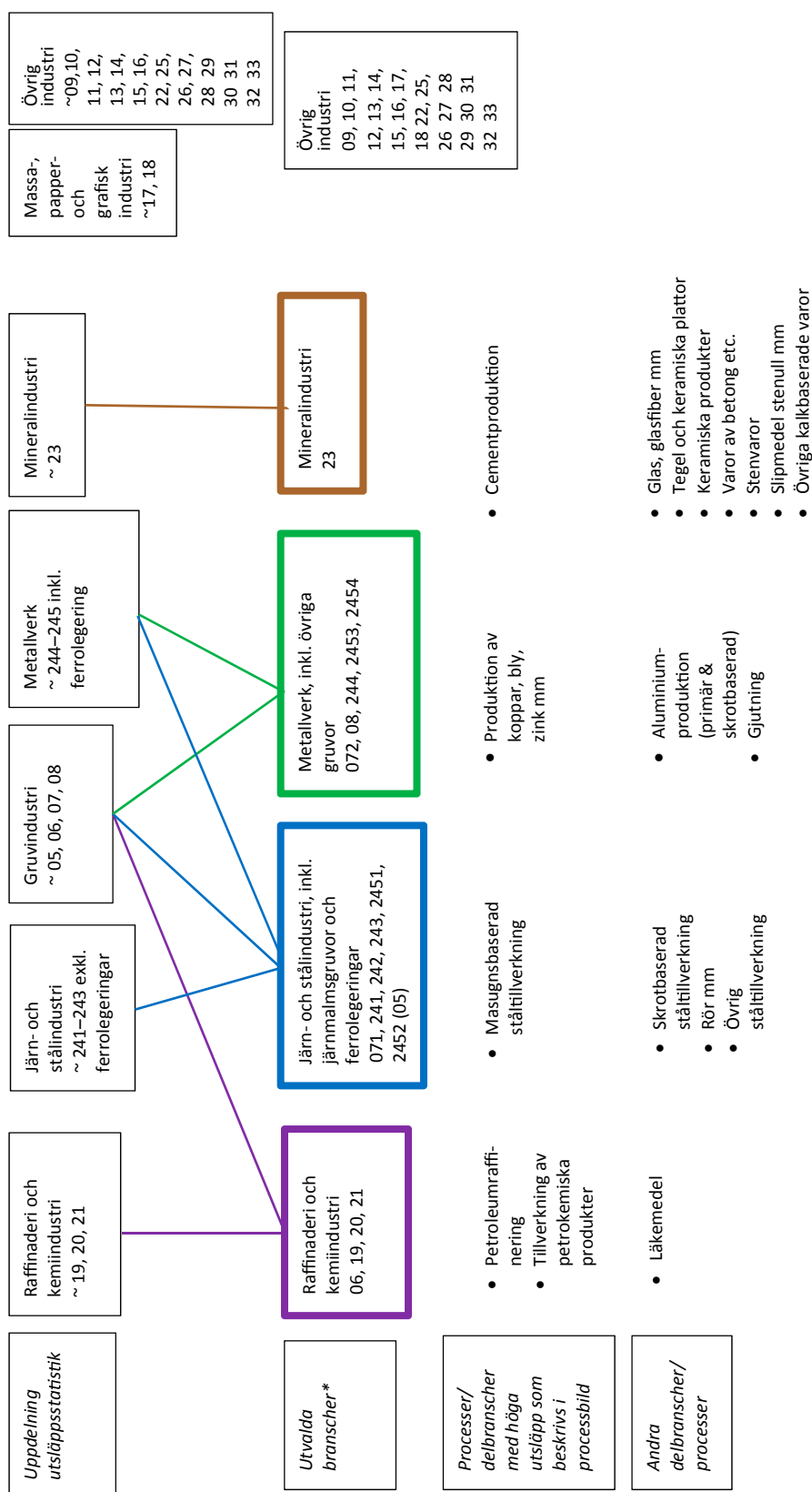
<b>"Bransch"</b>	<b>HS/KN</b>	<b>Rapportnamn</b>
Järn- och stålindustri	2601	Järnmalmprodukter
Järn- och stålindustri	2701+2704+2705	Kolprodukter
Järn- och stålindustri	2701	Kol; briketter och liknande fasta bränslen av kol
Järn- och stålindustri	270112	Stenkol
Järn- och stålindustri	2704	Koks
Järn- och stålindustri	2705	Kolbaserade gaser mm
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
Järn- och stålindustri	7326	Övriga järn- och stålvaror
Järn- och stålindustri	7318	Skruvar, bultar m.m
Metallverk	2602-26MM/SS	Metallmalmer exklusive järnmalm
Metallverk	2603	Kopparmalm och -koncentrat
Metallverk	2607	Blymalm och -koncentrat
Metallverk	2608	Zinkmalm och -koncentrat
Metallverk	74	Koppar och kopparvaror
Metallverk	7403	Raffinerad obearbetad koppar och kopparlegeringar
Metallverk	7404	Kopparskrot
Metallverk	7408	Koppartråd
Metallverk	75	Nickel och nickelvaror
Metallverk	76	Aluminium och aluminiumvaror
Metallverk	7601	Obearbetad aluminium
Metallverk	7606	Plåt och band av aluminium
Metallverk	78	Bly och blyvaror
Metallverk	79	Zink och zinkvaror
Metallverk	80	Tenn och tennvaror
Metallverk	81	Andra oädla metaller
Raffinaderi och kemi – Raffinaderi	27 exkl. 2701, 2704 och 2705	Mineraliska bränslen
Raffinaderi och kemi – Raffinaderi	2709	Råolja
Raffinaderi och kemi – Raffinaderi	2710	Raffinerade oljeprodukter
Raffinaderi och kemi – Raffinaderi	2716	EI
Raffinaderi och kemi – Kemi	28	Oorganiska kemikalier mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	29	Organiska kemikalier
Raffinaderi och kemi – Kemi	2937	Hormoner mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	31	Gödsel
Raffinaderi och kemi – Kemi	32	Lack, färg, garvsyror mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	33	Skönhets- och kroppsvårdsmedel mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	34	Rengöringsmedel



<b>"Bransch"</b>	<b>HS/KN</b>	<b>Rapportnamn</b>
Raffinaderi och kemi – Kemi	35	Lim, proteiner mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	36	Sprängämnen mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	37	Varor för foto mm
Raffinaderi och kemi – Kemi	38	Diverse kemiska produkter
Raffinaderi och kemi – Läkemedel	30	Farmaceutiska produkter
Raffinaderi och kemi – Läkemedel	3004	medikamenter
Raffinaderi och kemi – Läkemedel	3002	Blod mm
Mineralindustri	25	Cement, kalk, sten mm
Mineralindustri	2523	Cement
Mineralindustri	68	Varor av cement, gips, sten mm
Mineralindustri	6806	Stenull mm
Mineralindustri	6810	Varor av cement och betong
Mineralindustri	69	Keramiska produkter
Mineralindustri	6910	Keramiska tvättställ, badkar, WC-stolar mm
Mineralindustri	70	Glas och glasvaror
Mineralindustri	7007	Säkerhetsglas
Mineralindustri	7010	Glasflaskor- och behållare
Mineralindustri	7019	Glasfiber

Tabell 3. Statistik över växthusgasutsläpp enligt CRF.

<b>Bransch</b>	<b>CRF</b>	<b>Ungefärlig motsvarighet SNI 2007</b>
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
Metallverk	1.A.2.b, 2.C.2-2.C.7	244–245 + del av 241
– Aluminiumindustrin	CRF 2C3	–
– Övrig metallindustri		
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



Figur 39. Schematisk bild av rapportens branschindelning och skillnaden mellan utsläppsstatistiken och övrig statistik. Siffrorna är SNI-koder.

\* Branscher som beskrivs i egna branschkapitel.



## **Ett hållbart energisystem gynnar samhället**

Energimyndigheten har helhetsbilden över tillförsel och användning av energi i samhället. Vi arbetar för ett hållbart energisystem som är tryggt, konkurrenskraftigt och har låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat.

Det innebär att vi:

- tar fram och förmedlar kunskap om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter,
- ger utvecklingsstöd till förnybara energikällor, smarta elnät och framtidens fordon och bränslen,
- ger möjligheter till tillväxt för svenskt näringsliv genom att stödja förverkligandet av innovationer och nya affärsidéer,
- deltar i internationella samarbeten, bland annat för att nå klimatmålen,
- hanterar styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter,
- tar fram nationella analyser och prognoser, samt ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99  
E-post [registrator@energimyndigheten.se](mailto:registrator@energimyndigheten.se)  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)