Utgivningsår 2017

Nulägesanalys

Underlag till regeringsuppdrag: Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser

ER 2017:04

Energimyndighetens publikationer kan beställas eller
laddas ner via www.energimyndigheten.se, eller beställas
via e-post till energimyndigheten@arkitektkopia.se

© Statens energimyndighet

ER 2017:04
ISSN 1403-1892
September 2017
Upplaga: 40 ex
Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

Energimyndigheten (vi) fick i oktober 2016 ett regeringsuppdrag om att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser. I uppdraget står att en sammanställning och analys över nuläget som visar vilka sektorer i Sverige som har högst utsläpp, deras respektive möjligheter till minskade utsläpp och möjlig utveckling på området ska göras i ett första skede. I den här rapporten redovisar vi resultatet av nulägesanalysen. Naturvårdsverket och Tillväxtanalys har bidragit med underlag till utredningen.

Zofia Lublin
Avdelningschef

Malin Lagerquist
Utredningsledare

Innehåll

Förord 1

Begrepp 4

Slutsatser 5

1 Inledning 7

1.1 Uppdraget och syfte 7

1.2 Data och metod 8

1.3 Avgränsning 9

2 Industrin i Sverige 11

2.1 Utsläpp och energianvändning i industrin 11

2.2 Ekonomiska och marknadsförutsättningar 14

2.3 Vad krävs för att ett företag ska investera i ny teknik? 16

3 Stålproduktion inklusive järnmalmsgruvor 18

3.1 Framställning av järn och stål 19

3.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp 21

3.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser 24

3.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar 26

3.5 FOI i branschen 31

4 Metallverk inklusive övriga gruvor 32

4.1 Framställning av övriga metaller 32

4.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp 34

4.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser 34

4.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar 35

4.5 FOI i branschen 39

5 Raffinaderi och kemi 40

5.1 Tillverkning av kemiska produkter och tillverkning i raffinaderi 40

5.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp 42

5.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser 44

5.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar 45

5.5 FOI i branschen 48

6 Mineralindustri 49
6.1 Tillverkning inom mineralindustrin 49
6.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp 50
6.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser 52
6.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar 53
6.5 FOI i branschen 57

7 Uppföljning och utvärdering 58
7.1 Forskning behövs för utveckling 58
7.2 Uppföljning av omställning 58

Referenser 62

Bilaga Uppdragsbeskrivning 65

Bilaga Statistik 69

Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning 71

Begrepp

Begrepp som används i rapporten

Process-, förbrännings- och diffusa utsläpp är utsläpp av växthusgaser till luften och skillnaden mellan dom beskrivs nedan.

Diffusa utsläpp: Diffusa (eller flyktiga) utsläpp sker under hantering av fossila bränslen. Utsläpp kan ske när bränslena extraheras ur jordskorpan och förädlas till de produkter som används i samhället samt vid leveranser av dessa produkter. I Sverige sker diffusa utsläpp främst vid våra raffinaderier och koksverk, till exempel utsläpp av vätgas-produktion (i raffinaderi) samt läckage från rörledningar.

Förbränningsutsläpp: Förbränningen av en energivara ger upphov till förbrännings-utsläpp när huvudändamålet med förbränningen är att generera värme.

Industri: Tillverkningsindustrin definieras som SNI 05–33 (SNI 2007), se också Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning.

Nya tekniker: Det är teknik som ännu ej är kommersialiserad.

Processutsläpp: I riktlinjerna för klimatrapporteringen beskrivs vilka utsläpp som ska bedömas som processutsläpp.[1] Vad processutsläpp ska omfatta diskuteras men det finns inte en entydig definition. De största processutsläppen kommer från industriella processer som kemiskt eller fysiskt omvandlar material. Processutsläpp från energi-varor uppkommer framförallt när de används på tre sätt; som råvara, som reduktions-ämne och som icke-energiprodukt. Ett fossilt bränsle kan användas som *råvara* för att producera en vara, i första hand organiska kemikalier, vilket framförallt sker inom kemi- och raffinaderiindustrin. En del av kolet stannar kvar i slutprodukten. Kol i en energivara kan användas som *reduktionsämne* för att tillverka olika metaller och oor-ganiska kemikalier, antingen i direktreducering eller indirekt via elektroder i elektro-lys. I de flesta fallen oxiderar större delen av kolet under processen så endast mindre delar finns kvar i slutprodukten. En energiprodukt användas som *icke-energiprodukt* när den används direkt, utan förbränning/kemisk omvandling. De används då för sina fysiska egenskaper, som utspädningsmedel eller som kemiska mellanprodukter, t.ex. smörjmedel i motorer eller paraffinvax i pappersproduktion. Även annan råvaruanvänd-ning, t.ex. kalksten i cementproduktion, orsakar processutsläpp när den omvandlas vid uppvärmning.

Processutsläpp kan bestå både av koldioxid och av andra växthusgaser.

[1] IPCC, 2006 och IPCC, 1996.

Slutsatser

- För flera av de möjliga teknikerna för att minska industrins processutsläpp som presenteras i den här rapporten är det en förutsättning att industrin har tillgång till biobaserade råvaror och produkter av rätt kvalitet och i tillräcklig mängd. Tillgång på miljövänligt producerad el är också viktigt för vissa tekniska lösningar. Behov av vidare forskning och demonstration om detta har identifierats. Men eftersom dessa och andra systemeffekter är utmaningar som ligger utanför rapportens egentliga avgränsningar nämns de bara utan vidare fördjupning.
- Stålproduktionen står för mer än hälften av industrins processutsläpp. Det pågår forskning kring möjliga lösningar och det finns olika vägval att göra. Några lösningar innebär att det finns en möjlighet till att producera stål fossilfritt, t.ex. genom direktreduktion med vätgas som producerats med elektrolys eller genom att använda biomassa. Det är också möjligt att minska utsläppen genom att t.ex. komplettera nuvarande teknik med toppgasåterföring och CCS.
- Metallverk och övriga gruvor står för en mindre del av industrins totala processutsläpp, men nästan 90 av branschens totala utsläpp är processutsläpp. Störst processutsläpp sker inom framställning av koppar m.m. Energimyndigheten stödjer idag ingen forskning för att minska processutsläppen inom kopparprocessen. Det är möjligt att insatser behövs för att få in ansökningar för forskning om tekniker för att minska dessa utsläpp eller på annat sätt aktivera utvecklingen för att minska dem.
- Inom raffinaderi och kemi är den stora utmaningen att ersätta fossila råvaror. För vissa produkter/applikationer finns redan kommersialiserade biobaserade lösningar men för andra finns ett fortsatt behov av forskningsinsatser för att utveckla biobaserade alternativ.
- Mineralindustrin (inklusive cement) behöver hitta sätt att ta hand om koldioxidutsläppen och också fortsätta leta efter lösningar som kan substituera kalciumkarbonat. Projektering av ett fullskaligt demonstrationsprojekt för CCS kopplat till bl.a. cementindustrin pågår i Norge och beslut om att genomföra projektet beräknas till 2019.
- Det pågår forskning för att ta fram tekniker, pilot- och demonstrationsprojekt för att minska utsläppen av växthusgaser. Fortsatt forskning och demonstration behövs för att nå målet att Sverige ska ha nettonollutsläpp av växthusgaser till 2045. Men det behövs fokus och prioritering av forskningsanslagen för att få så stor nytta som möjligt. När tekniken är mogen att användas kan det behövas andra styrmedel än forskningsanslag, t.ex. möjlighet till förmånliga lån, produktmärkning eller exportfrämjande som komplement för att den ska spridas och användas.
- Det är svårt att ta fram en indikator som visar vilken betydelse och effekt som innovationsfrämjande insatser har för att minska processindustrins utsläpp och för att bidra till klimatmålet 2045. Indikatorer kan användas för att se om utvecklingen går i riktning mot uppsatta mål men behöver kompletteras för att förstå orsakerna till utvecklingen och föreslå eventuella styrmedel.

Att regelbundet uppdatera en nulägesanalys kan bidra till att se om identifierade behov har börjat åtgärdas och om andra prioriteringar eller styrmedel behövs. Nulägesanalysen bör användas inför utlysningar och för att prioritera och bedöma forskningsansökningar. Utvecklingen av utsläpp av växthusgaser följs bäst med hjälp av den officiella statistiken. Indikatorn fossil användning som andel av Sveriges materialkonsumtion är en möjlig indikator för att följa hur användningen av fossila material och energivaror utvecklas.

1 Inledning

De långsiktiga mål som beskrivs i ”En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige”[2] innebär att industrins totala utsläpp behöver minska kraftigt till år 2045. I första hand regleras den konkurrensutsatta industrin av EU ETS och för att utsläppsminskningar i den delen av industrin också ska få en effekt på de globala utsläppen behöver de utsläppsrätter som inte behöver användas att annulleras. I utredningen presenteras också ett förslag om en bred nollutsläppsstrategi för basmaterialindustrin, bl.a. en satsning på forskning, utveckling och demonstration av ny processteknik, det står också att förutsättningar för Carbon Capture and Storage (CCS) ska beskrivas. Det uppdrag som Energimyndigheten (vi) har fått, innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser, bidrar till att en del av den strategi som miljömålsberedningen föreslår för att minska industrisektorns utsläpp av växthusgaser nås.

1.1 Uppdraget och syfte

Syftet är att ta fram en nulägesanalys som ska beskriva den del av industrin som står för störst andel processutsläpp av växthusgaser. Nulägesanalysen innehåller tre delar och omfattar följande:

1. En nulägesbeskrivning som innehåller en kort beskrivning av de viktigaste processerna, branschernas energianvändning och utsläpp av växthusgaser och deras ekonomiska och marknadsförutsättningar samt konkurrenssituation.
2. En beskrivning av tekniker som branscherna kan använda för att minska utsläppen av växthusgaser och vilka utmaningar som finns för att använda dem.
3. Ett resonemang om mål och indikatorer till 2030 för den forskning som behövs för att industrin ska kunna använda de framtida teknikerna.

Resultatet ska kunna användas som grund för det fortsatta arbetet med uppdraget innovationsfrämjande insatser för att minska industrins processutsläpp av växthusgaser, till hjälp för att bedöma inkomna ansökningar i kommande utlysning[3] och bidra till Naturvårdsverkets satsning Transformativ industri – banbrytande innovationer för nollutsläpp.[4]

Naturvårdsverket och Tillväxtanalys har bidragit med underlag till utredningen.

Den här rapporten inleds med ett kapitel som beskriver industrin i Sverige, kapitel 2. I kapitel 3–6 beskrivs de olika tillverkningsprocesserna, energianvändning, processutsläpp av växthusgaser, vilka tekniker som skulle kunna användas för att minska processutsläppen och ekonomiska förutsättningar. Därefter förs ett resonemang om mål och indikatorer som kan bidra till forskning för utveckling av möjligheter till minskade utsläpp i kapitel 7.

[2] SOU 2016:47.

[3] http://www.energimyndigheten.se/utlysningar/insatser-for-att-minska-processindustrins-utslapp-av-vaxthusgaser/

[4] http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Miljoteknik-och-miljoinnovationer/

1.2 Data och metod

I den här rapporten används, om inte annat anges, 2014 års statistik. År 2014 används eftersom det var det senaste året som all statistik fanns tillgänglig för vid årsskiftet 2016/2017 då underlaget togs fram. Industrins produktion, utsläpp, energianvändning m.m. varierar mellan olika år beroende på t.ex. konjunkturläge och underhållsstopp. Siffrorna för 2014 ska därför främst ses som indikationer på storleksordningen på variablerna som undersöks.

Många olika datakällor har använts för att ge underlag till rapporten. De huvudsakliga statistikkällorna är:

- Statistik utsläpp växthusgaser, Naturvårdsverket: Nationella utsläpp av växthusgaser.
- Energistatistik – årliga energibalanser, Energimyndigheten: Energianvändning.
- Företagens ekonomi, SCB: Antal anställda, nettoomsättning, och produktionsvärde. Förädlingsvärde till branschkapitlen.
- Utrikeshandel med varor, SCB: Import och export per bransch (SPIN[5]).
- International trade in goods, Eurostat: Import och export på produktnivå samt fördelat på avsändar-/mottagarland (HS/Kn[6]).
- Nationalräkenskaper, SCB: BNP och förädlingsvärde för kapitel 2.2.

En mer detaljerad beskrivning om statistiken finns i Bilaga Statistik.

Statistikkällorna är från flera olika statistikundersökningar med olika urval, avgränsningar, klassificeringssystem m.m. Det innebär att det är omöjligt att använda samma branschavgränsningar för all statistik. För branschindelning är skillnaden att statistik för växthusgasutsläpp fördelas enligt CRF[7]-koder och övrig statistik enligt SNI[8]-koder. Ferrolegeringar tillhör Övrig metall i utsläppsstatistiken men Stålproduktion i resten av statistiken. Gruvindustrin är en egen bransch i utsläppsstatistiken men fördelas mellan Stålproduktion och Metallverk i resten av statistiken.

Förutom branschindelad statistik används även varuindelad statistik. I den statistiken används SPIN-koder, som stämmer överens med SNI och därför kallas samma sak i rapporten, och HS/Kn-nummer. Syftet med HS/Kn-nr är att klassificera produkter och har inte en direkt koppling till branschindelning. Därför har en bedömning gjorts för vilka produkter som är relevanta för respektive bransch. En mer detaljerad beskrivning av statistikkällor och vad som ingår i varje bransch och produktkategori finns i Bilaga Statistik och Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning.

Utöver statistik baseras beskrivningar och slutsatser på rapporter, företagens årsredovisningar m.m. Vissa av underlagsrapporterna använder inte samma branschavgränsningar som den här rapporten. I de fallen har bedömningar gjorts för att avgöra vilken bransch i den här rapporten de tillhör.

[5] Standard för svensk produktindelning enligt näringsgren.

[6] Harmonized system/Kombinerade nomenklaturen.

[7] Common Reporting Format.

[8] Svensk näringsgrens indelning.

Beskrivningar och bedömningar av processutsläpp, energianvändning och ny teknik för att minska processutsläppen av växthusgaser görs på branschnivå och för olika produktkategorier. Alla företag är olika och produktkategorier kan innehålla ett stort antal olika varor med olika egenskaper och kvalitet. Det innebär att situationen för enskilda företag och produkter kan skilja sig från branschen som helhet.

Beskrivning och resonemang om konkurrenskraft baseras delvis på metod från Tillväxtanalys rapport Svensk konkurrenskraft – utfall och förslag till metod för framtida analys[9].

1.3 Avgränsning

Industrins tillverkningsprocesser är komplexa och ofta är ett företags slutprodukt insatsvara i ett annat företags produktion. I den här rapporten tas, så långt det är möjligt, ett helhetsperspektiv på de processer som står för störst utsläpp i de utvalda branscherna. Det innebär att järnmalmsgruvor och stålproduktion är en bransch, och övriga gruvor och metallverk är en annan bransch. En teknikförändring i en del av tillverkningsprocessen kan innebära förändringar i andra delar av processen, vilket gör att det är viktigt att ha en översikt över hela processen. Att använda branschkategorier som omfattar hela tillverkningsprocessen minskar risken att resultaten påverkas av företagsstrukturen i Sverige.

De branscher som valts ut är Stålproduktion inklusive järnmalmsgruvor, Mineralindustri (inklusive cement), Metallverk inklusive övriga gruvor och Raffinaderi och kemi. De utvalda branscherna är de med störst andel av industrins processutsläpp. En stor del av branschens utsläpp är processutsläpp eller så står de för en stor andel av industrins totala utsläpp.

I första hand fokuserar den här rapporten på tillverkningsprocessen och de nya tekniker som är i forsknings- eller innovationsstadiet med syfte att minska processutsläppen. I en del fall beskrivs även viktiga systemfaktorer kopplat till de nya teknikerna, t.ex. behov av andra insatsvaror eller infrastruktur. Utsläpp från elproduktion ingår inte i rapporten, utöver elproduktion med fossila gaser från stålproduktion.

Syftet är att beskriva industrins processutsläpp och nya tekniker för att minska dem. Därför ingår inte utsläpp i andra delar av ekonomin, t.ex. inom skogsbruk och markanvändning. I den här rapporten beskrivs endast direkta utsläpp från industrins tillverkningsprocesser (och inte konsumtionsbaserade utsläpp).

Rapporten är en nulägesanalys av tillverkning, företag och växthusgaser i Sverige så utsläpp från produktion utomlands ingår inte (tillverkningsperspektiv). I beskrivning av ekonomiska och marknadsförutsättningar ingår andra länder i den mån tillgängligt material tillåter det.

Rapporten omfattar inte ev. skifte i efterfrågan, t.ex. att ett ökat byggande i trä kan minska behovet av cement eller att kolfiber ersätter stål. Sådana efterfrågeskiften är möjliga och kan påverka framtida utsläpp men omfattas inte i den här utredningen eftersom fokus är på industrins tillverkningsprocesser.

[9] Tillväxtanalys, 2009.

Den här rapporten är avgränsad till de processer och branscher där utsläppen uppstår. Företagen i dessa branscher ingår även i andra värdekedjor och påverkar andra företag, t.ex. som uppdragsgivare, kunder och leverantörer. Ett exempel som nämns i Vinnova 2013[10] är hur växelspelet mellan LKAB och Boliden som beställare och Sandvik och Atlas Copco som leverantörer har bidragit till utveckling av avancerad utrustning för underjordsbrytning. De två sistnämnda företagen har tillsammans en marknadsandel på cirka 60 procent av den globala marknaden för underjordsutrustning. Effekter av sådan samverkan och t.ex. indirekta sysselsättningseffekter ingår inte i rapporten.

Eftersom rapporten fokuserar på utsläpp av växthusgaser från tillverkning i svensk industri ingår inte t.ex. import/export av tekniklösningar inom klimatområdet i utredningen. Innovativa klimat- och energilösningar kan ha potential att minska utsläpp globalt och leda till export. Men eftersom sådan export inte är huvudfokus för branscherna med högst växthusgasutsläpp har de avgränsats bort. Det är dock möjligt att bredda analysen och omfatta sådan teknik- och exportutveckling i framtida/ kompletterande nulägesanalyser.

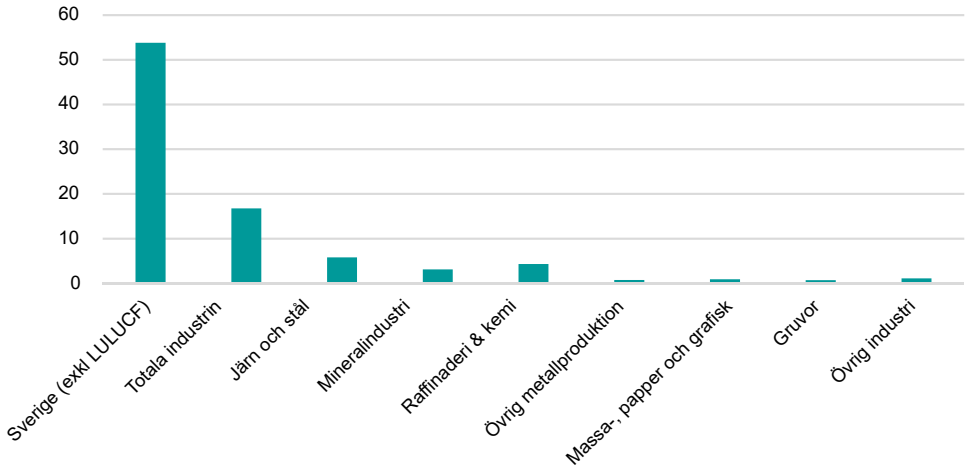
[10] Vinnova, 2013 a.

2 Industrin i Sverige

År 2014 stod industrin för en dryg tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser och nästan två femtedelar av energianvändningen. Industrins förädlingsvärde uppgick till 15 procent av BNP och industrin stod för 24 procent av omsättningen i Sverige. Det finns nya tekniker för att minska industrins processutsläpp och de beskrivs mer ingående i respektive branschkapitel.

2.1 Utsläpp och energianvändning i industrin

Industrin svarande 2014 för en dryg tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser, se Figur 1. Utsläppen kan delas in i processutsläpp, förbränningsutsläpp och diffusa utsläpp[11]. Drygt hälften av industrins utsläpp var förbränningsutsläpp och drygt 40 procent var processutsläpp. Resten av industrins utsläpp var diffusa utsläpp. Branscherna med störst processutsläpp stod för nästan en tredjedel av industrins totala energianvändning.



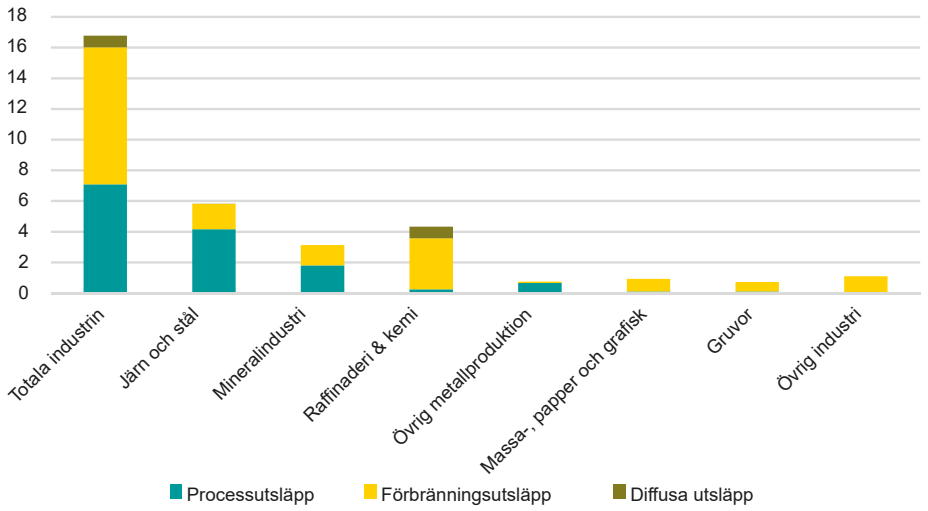
Figur 1. Totala utsläpp av växthusgaser i Sverige, för hela industrin och per bransch 2014. Miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Källa: Naturvårdsverket, Klimatrapportering, egen bearbetning.

[11] Processutsläpp kan sammanfattas med att de största processutsläppen kommer från industriella processer som kemiskt eller fysiskt omvandlar material. Förbränningsutsläpp innebär förbränning av en energivara med målet att använda värmen. Diffusa utsläpp är till exempel utsläpp av vätgasproduktion (raffinaderi) samt läckage från rörledningar. Se avsnitt Begrepp för en mer detaljerad förklaring.

Nästan alla industrins processutsläpp kommer från tre branscher: järn- och stål[12], mineralindustrin[13] och övrig metall[14], se Figur 2. De största totala utsläppen kommer från järn- och stål, raffinaderi och kemi[15] samt mineralindustrin. Nästan alla diffusa utsläpp i industrin sker i raffinaderi och kemi. Den bransch som har störst utsläpp, både totalt och processutsläpp, är järn- och stål. Processutsläppen beskrivs med i detalj under respektive bransch.

Industrins process- och förbränningsutsläpp är ofta kopplade till varandra. Nya tekniker som minskar processutsläpp kan därför påverka företagens förbränningsutsläpp också.



Figur 2. Industrins utsläpp totalt och per bransch fördelat på process-, förbrännings- och diffusa utsläpp 2014. Miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Källa: Naturvårdsverket, Klimatrapportering, egen bearbetning.

Industrins utsläpp och energianvändning har minskat

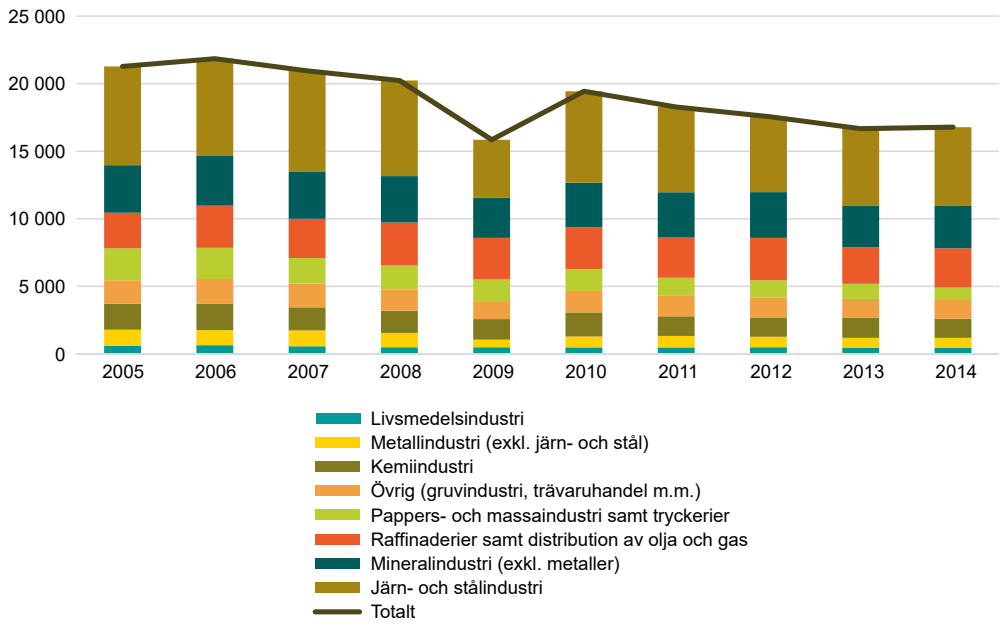
Industrins totala utsläpp har minskat med drygt 20 procent sedan 2005. Övrig metall samt järn och stål, som står för störst andel av processutsläppen, har minskat sina utsläpp med 37 respektive 20 procent under samma period. Massa-, papper- och grafisk industrin har minskat sina utsläpp mest (drygt 60 procent) under samma period, men inom den branschen är utsläppen övervägande förbränningsutsläpp. Under samma period (2005–2014) har industrins produktionsvärde ökat med 2 procent. Valet av jämförelseår har dock stor betydelse för den procentuella utvecklingen eftersom industrins produktion har varierat mellan åren, framförallt sedan finanskrisen 2008.

[12] CRF 1.A.2.a, 1.B.a, 1.A.1.a, 1.A.1.b, 2.C.1, vilket motsvarar ungefär SNI 241–3 exklusive ferrolegeringar.

[13] CRF 1.A.2.f, 2.A, motsvarar ungefär SNI 23.

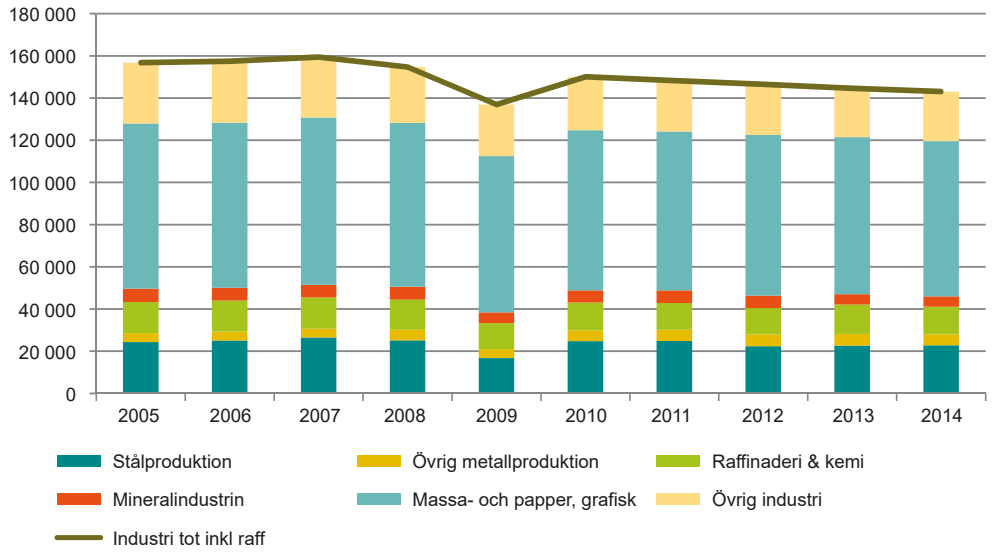
[14] CRF 1.A.2.b, 2.C.2–7, motsvarar ungefär SNI 244–5 och ferrolegeringar.

[15] CRF 1.A. 1.b, 1.A.2.c, 1.B.2, 2.B, vilket motsvarar ungefär SNI 19–21. Läkemedel ingår i kemi.



Figur 3. Växthusgasutsläpp per bransch, 2005–2014, tusen ton koldioxidekvivalenter.
Källa: Naturvårdsverket, Klimatrapportering, egen bearbetning.

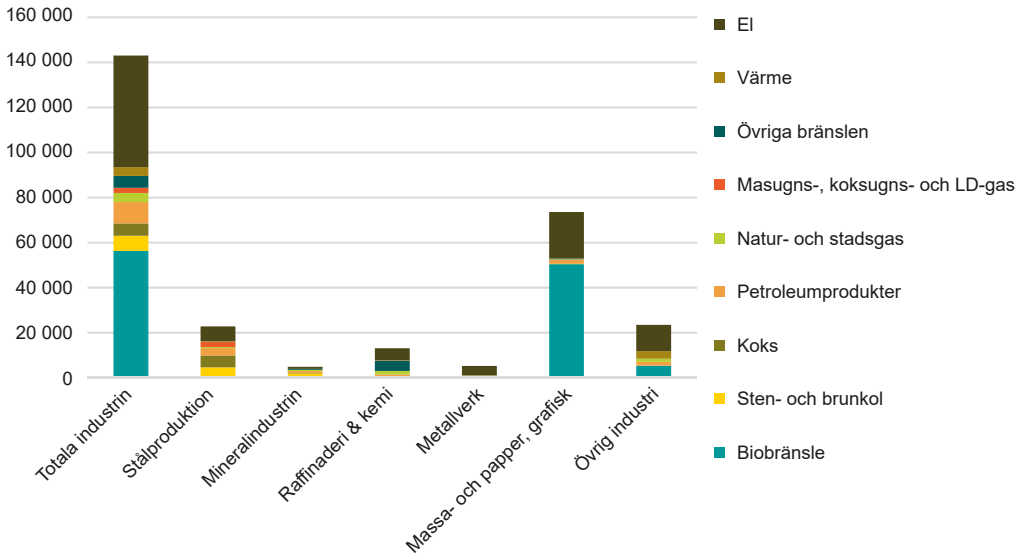
Sedan 2005 har industrins energianvändning minskat med nästan en tiondel. Av de branscher som har störst processutsläpp har mineralindustrin minskat sin energianvändning mest med nästan en tredjedel, därefter kommer raffinaderierna och kemiindustrin med en dryg tiondel. Övriga metaller har ökat sin energianvändning med nästan en fjärdedel.



Figur 4. Energianvändning per bransch, 2005–2014, GWh.
Källa: Energimyndigheten, Årliga energibalanser.[16]

[16] Notera att branschindelningen inte är helt lika för utsläppsstatistiken som för statistiken över energi och ekonomi.

Den största skillnaden mellan energianvändning och processutsläpp är att den bransch som använder mest energi, massa och pappersindustrin med drygt hälften av industrins energianvändning, har väldigt liten andel processutsläpp. Stålindustrin är den bransch som har högst andel fossila bränslen och störst andel processutsläpp på knappt 60 procent. Intressant att notera är att nästan ingen användning av biobränslen finns i de branscher som beskrivs i den här rapporten. Mineralindustrin står för en liten andel av industrins energianvändning (tre procent) men står för en dryg fjärdedel av industrins totala processutsläppen. För mer information om trender före 2005 se Energiläget[17] samt Energiindikatorer[18] för trender inom industrin och uppföljning av Sveriges energipolitiska mål.



Figur 5. Energianvändning per bransch och fördelat på energislag 2014, GWh.
Källa: Energimyndigheten, Årliga energibalanser.

2.2 Ekonomiska och marknadsförutsättningar

De största handelsströmmarna, mätt i värde, 2014 fanns i övrig industri, framförallt i verkstadsindustri, och i raffinaderi och kemi, se Figur 6[19]. Det är de branscherna som handlar mest med omvärlden. Nettoexporten, som visar hur mycket större exportvärdet är jämfört med importvärdet, är störst i massa-, papper- och grafisk industri och stål-produktion. Det innebär att de branscherna bidrar med de största nettoinkomsterna från export.

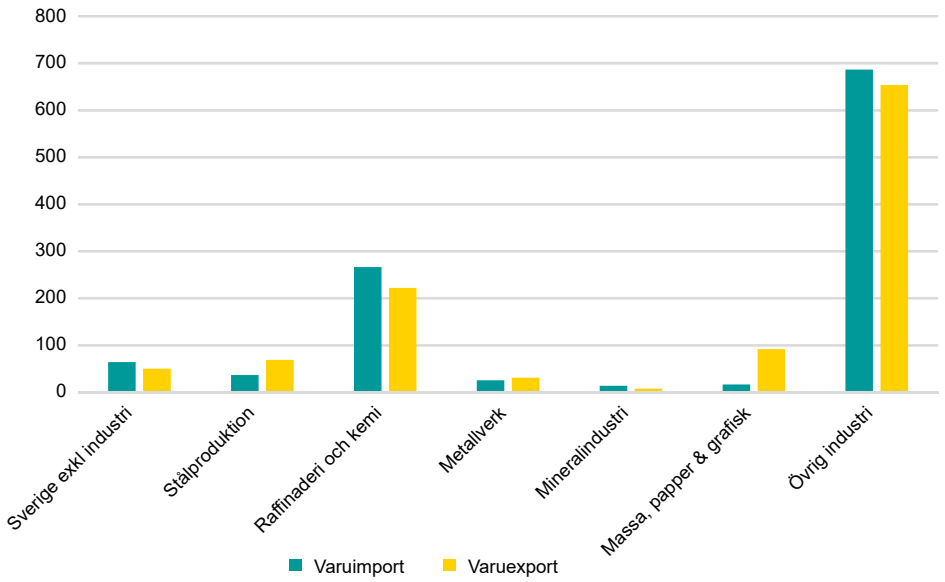
Import- och exportsiffrorna är redovisade på branschnivå och ska därför främst ses som en indikation på mängderna som handlas. Inom varje bransch handlas många olika varor och kvaliteter och i de flesta fall importeras och exporteras inte samma sorts vara i lika mängder. I vissa fall, t.ex. raffinaderi, kan det vara en råvara som

[17] http://www.energimyndigheten.se/statistik/energilaget/

[18] http://www.energimyndigheten.se/statistik/energiindikatorer/

[19] Notera att branschindelningen inte är helt lika för utsläppsstatistiken som för statistiken över energi och ekonomi.

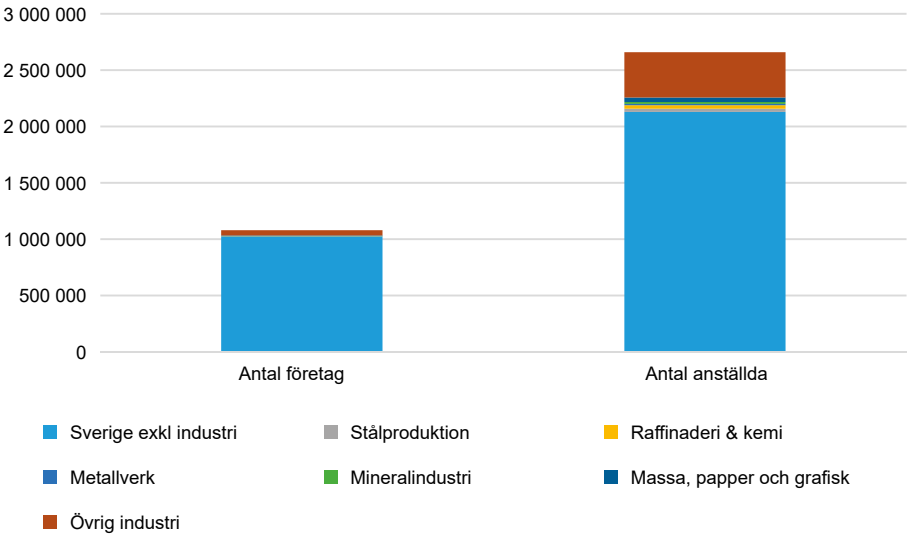
importeras och förädlade varor som exporteras. I andra fall, t.ex. stålproduktion, finns en stor produktion av vissa varor i Sverige som exporteras medan andra varor inom branschen främst produceras i andra länder och importeras. En något fördjupad analys på produktnivå görs därför för respektive bransch.



Figur 6. Import- och exportvärde för vissa branscher, övrig industri och resten av Sverige, 2014. Miljarder kronor.

Källa: SCB, utrikeshandel med varor.

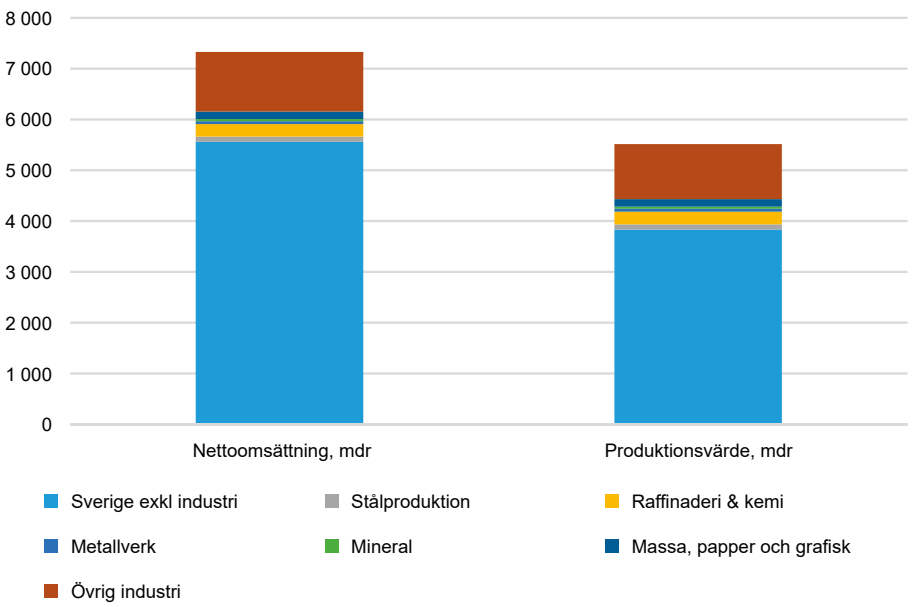
Antalet anställda inom industrin motsvarar en femtedel av de anställda i Sverige. Den största delen av de anställda återfinns i verkstadsindustri som i den här rapporten ingår i övrig industri. Av de fyra branscher som studeras närmare i denna rapport finns flest anställda i raffinaderi och kemi.



Figur 7. Fördelning av antal anställda och antal företag. 2014.

Källa: SCB, Företagens ekonomi.

Industrins förädlingsvärde uppgick till 15 procent av BNP enligt Nationalräkenskaperna. Liksom för antal anställda var den största andelen av industrins förädlingsvärde i verkstadsindustrin och den största av de studerade branscherna var raffinaderi och kemi. Industrins nettoomsättning var på cirka 1 800 miljarder kronor vilket motsvarar nästan en fjärdedel av omsättningen i Sverige. Verkstadsindustrin var även här den största industribranschen och raffinaderi och kemi den största av de studerade branscherna, se Figur 8.



Figur 8. Nettoomsättning och produktionsvärde 2014, miljarder kronor.
Källa: SCB Företagens ekonomi.

Tillverkningsprocesserna som beskrivs i rapporten har ofta fler än en slutprodukt och produkterna säljs ofta till andra företag för vidare bearbetning till slutkundsprodukter, t.ex. stål säljs vidare till en bilfabrik för att bli en del av en bil. Men slutprodukterna kan också vara avsedda att användas direkt, t.ex. cement som används för att bygga ett hus. Dessutom kan tillverkningsprocessen ske i olika företag/anläggningar och det kan finnas flera slut- och biprodukter längs processvägen, t.ex. säljs mycket järnmalmspellets på export för att användas till järnproduktion i andra länder.

2.3 Vad krävs för att ett företag ska investera i ny teknik?

Det finns många faktorer som påverkar om, när och vilket investeringsbeslut ett företag tar. Många företag i industrin är internationella vilket innebär att de också tar hänsyn till förutsättningar i alla deras andra anläggningar för att genomföra den investering som är mest lönsam. Ett exempel på en av många faktorer som påverkar konkurrenskraften vid investeringsbeslut är kostnaden för företagens olika insatsvaror. Energi är en insatsvara och några av de energirelaterade faktorer som har betydelse för företagens investeringsbeslut är det förväntade energipriset och, framför allt, osäkerheten gällande hur det kommer att variera som en följd av regionala marknadsförhållanden och politiska beslut samt tillgången på energi och stabil energiförsörjning.

För att ett företag ska investera är en grundförutsättning att investeringen är lönsam. Det krävs också att den är relativt mer lönsam än andra investeringar eftersom ett företag har en begränsad budget och väljer den investering med högst förväntad avkastning. Begreppet lönsamhet omfattar många variabler och ett investeringsval i en ny teknik kan därför variera mellan företag. Det beror bl.a. på vilken ränta och vilka energipriser som företaget antar. Att investera i ny teknik för att t.ex. minska processutsläpp innebär även en risk för problem med produktion och kvalitet vilket också tas hänsyn till vid bedömning av vilken investering som ska genomföras. Det kan medföra att ett företag väljer en mer konventionell teknik som är mindre effektiv för att minska utsläppen av växthusgaser istället för en mindre beprövad teknik som är mer effektiv.

En investering som påverkar ett företags process är ofta en relativt dyr investering vilket gör att ev. investeringstillfälle för en ännu mer effektiv teknik skjuts på framtiden. Både förutsättningar och vad som är ekonomiskt rationellt kan skilja sig mellan ett företags och ett samhällsekonomiskt perspektiv. Det kan vara ett motiv till att styrmedel behövs för och om de företagsekonomiska besluten också ska ta hänsyn till det samhällsekonomiska perspektivet.

Ett incitament för att företag ska investera i ny teknik för att minska sina utsläpp är om efterfrågan på en mer miljövänlig slutprodukt ökar. För att våga ta beslut om att genomföra en större investering krävs att efterfrågan är tillräckligt stor och den också förväntas vara stabil eller öka för att investeringen ska förväntas bli lönsam. Ett sätt att bidra till att kunderna ska bli mer välinformerade och på ett enklare sätt kunna ta hänsyn till produkters klimatpåverkan när de bestämmer vad de ska köpa är märkning av produkter.

3 Stålproduktion inklusive järnmalmsgruvor

Stålproduktion[20] börjar med brytning av järnmalm och avslutas med färdiga järn-/stålprodukter och andra ferrolegeringar. Det finns slutprodukter längs hela produktionsvägen, t.ex. järnmalmspellets (även det exporteras). År 2014 motsvarade energianvändningen i stålproduktionen 16 procent av industrins energianvändning. Branschens processutsläpp stod för nästan 60 procent av industrins totala processutsläpp. Branschens totala utsläpp stod för 11 procent av Sveriges totala utsläpp.

Företag som producerar stål med masugnsteknik har påbörjat en förstudie med en pilot- och demonstrationsanläggning för vätgasbaserad stålproduktion som mål. Demonstrationsprojekt kring biobaserad järnpulvertillverkning pågår också. Målet är att få en fossilfri produktion. Det finns också andra möjliga tekniker för att minska utsläppen, t.ex. kan nuvarande teknik kompletteras med toppgasåterföring och CCS.[21]

Inom stålproduktion inklusive järnmalmsgruvor finns flera olika processer och företag. Den tillverkningsprocess som har störst växthusgasutsläpp i branschen är malmbaserad ståltillverkning via masugn. Masugnsbaserad ståltillverkning är därför fokus för möjliga tekniker för att minska växthusgasutsläppen i branschen. I Sverige finns även malmbaserad järnpulvertillverkning som ger stora utsläpp per ton producerad produkt men vars totala utsläpp är lägre än den masugnsbaserade tillverkningens. Dessutom omfattar branschen bland annat skrotbaserad ståltillverkning och bearbetning av stål.

Det fanns 245 företag i branschen 2014. Trots det relativt låga antalet företag hade stålproduktion näst flest anställda av de utvalda branscherna. I Sverige finns två anläggningar för malmbaserad stålproduktion med integrerade system med koksverk och masugn, en anläggning som tillverkar järnpulver via direktreduktion och omkring tio anläggningar för skrotbaserad stålproduktion.[22] Därutöver finns ett antal anläggningar för bearbetning av stål. Det finns tre större järnmalmsgruvor, varav två är underjordsgruvor och ett är ett dagbrott. I anslutning till gruvorna anrikas också järnmalmen till järnmalmspellets. Alla tre gruvorna ägs av samma företag och båda anläggningarna för masugnsbaserad ståltillverkning ägs av ett företag. Branschen domineras av ett antal koncerner.

[20] SNI 241–243 + 071 + 05. KN/HS: 72, 73, 2601, 2701, 2704, 2705. CFR 1.A.2.a, 1.B.1, 2.C.1, 1.A.1.b, 1.A.1.b Notera att branschindelningen inte exakt överensstämmer med utsläppsstatistiken eftersom järnmalmsgruvor och ferrolegeringar ingår i stålproduktion i detta kapitel, förutom för utsläpp av växthusgaser. Se Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning.

[21] Carbon capture och storage (koldioxidavskiljning och lagring).

[22] Naturvårdsverket, 2016.

3.1 Framställning av järn och stål

Det finns två grundtyper av framställning av järn och stål, malm- respektive skrotbaserad.[23] För den malmbaserade produktionen är den största andelen utsläpp processrelaterade medan processutsläppen för den skrotbaserade ståltillverkningen är relativt små och motsvarar bara fyra procent branschens processutsläpp. Det här kapitlet fokuserar på malmbaserad produktion med masugn eftersom den processen står för mest utsläpp och den har också störst hinder för kraftiga utsläppsminskningar. Tillgången på skrot är begränsad vilket begränsar möjligheterna att övergå från malm- till skrotbaserad produktion.

Vid järnmalmsbaserad produktion produceras järn från järnmalm. Järnmalm är ett brytvärt mineral som innehåller grundämnet järn. I Sverige bryts malmen i gruvor, antingen i dagbrott eller via underjordsbrytning. Därefter krossas malmen till mindre bitar i sovringsverk där även gråbergsrester sorteras bort. Sedan anrikas malmen genom malning, separation och flotation för att avskilja de sista orenheterna. Anrikad malm (som också kallas slig) rullas och bränns till pellets för att passa till nästa steg i processen.

I masugnsbaserad ståltillverkning används bl.a. järnmalmspellets och koks. Koksen framställs genom att kol upphettas i syrefri atmosfär så att flyktiga beståndsdelar och vatten avgår i ett så kallat koksverk. Själva koksen används sedan i masugnen både som bränsle och som reduktionsmedel. I masugnen reduceras järnet för att omvandla järnoxiderna i malmpelletsen till metalliskt järn. I nästa steg blåses syrgas på det flytande råjärnet i LD-konverten för att sänka kolhalten på råjärnet. Även skrot används som insatsvara, men det är begränsat till 20–30 procent av produktionen. Skrotet tillsätts då i LD-konverten. Det är en exotermisk[24] process vilket gör att skrot kan tillsättas utan att det krävs extra energi för att smälta skrotet. I de olika processtegen bildas även gaser som kan användas som bränsle i processerna samt för el- och värmeproduktion. Om gaserna inte används facklas de bort.

Stålet legeras sedan med olika legeringsmetaller och gjuts ut i lämplig form för att sedan bearbetas vidare genom valsning eller smide. Stålet genomgår ett antal värmebehandlingar för att skapa speciella egenskaper för respektive produkt och ändamål. De färdiga stålprodukterna brukar kallas ”Handelsfärdigt stål”.

Järn kan även produceras från malm genom direktreduktion i fast fas för att framställa järnsvamp. En metod för direktreduktion används i Sverige för att producera järnpulver med specifika egenskaper. Järnsvamp kan också användas för att producera råstål, men då används en annan direktreduktionsprocess och järnsvampen smälts sedan i en ljusbågsugn för att producera råstål. Denna typ av ståltillverkning finns inte i Sverige. De olika typerna av malmbaserad tillverkning beskrivs närmare i kapitel 3.1.1 och 3.1.2

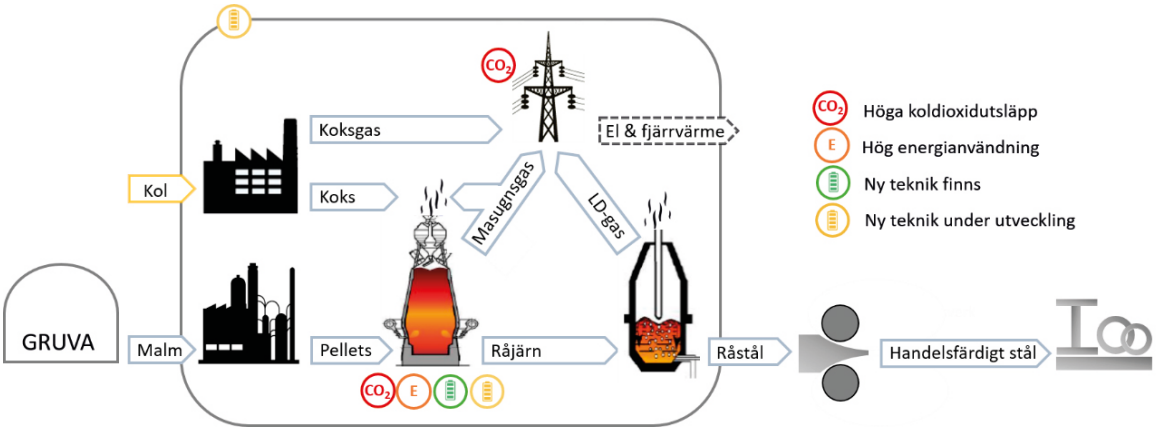
I skrotbaserad ståltillverkning används återvunnet järn- och stålskrot som råvara som smälts ner vanligtvis genom en elektrisk ljusbågsugn. Man kan även smälta tackjärn i en ljusbågsugn vilket innebär att processen inte nödvändigtvis behöver vara enbart skrotbaserad.

[23] Malmbaserad produktion kallas även primär produktion och skrotbaserad kallas sekundär produktion.

[24] Exoterm är en kemisk process som avger energi (i detta fall värme).

Masugnsbaserad ståltillverkning dominerar stålproduktionen, både i Sverige och internationellt. Runt 70 procent av världens stålproduktion sker med en masugn där kol eller koks används som reduktionsmedel medan 7 procent tillverkas med direktreduktion.[25] Resten av stålproduktionen är skrotbaserad produktion med ljusbågsugn.

I Figur 9 illustreras förenklat den masugnsbaserade processen för järn- och stål-produktion, från gruvbrytning till färdiga stålprodukter. Här illustreras produkter samt energiflöden mellan de olika stegen. Figur 9 visar vart energianvändningen och utsläppen är störst samt vart behov av teknikutveckling finns för att kunna minska utsläppen i processen. Energianvändning och utsläpp är störst i masugnen och teknik-utmaningen är som störst för att ersätta hela processen, se avsnitt 3.2



Figur 9. Malmbaserad ståltillverkning i masugn.

3.1.1 Malmbaserat järn producerat av järnmalmspellets i en masugn

För att kunna reducera malmen i masugnen krävs koks. Koksen fungerar som reduktionsmedel, bränsle och som lastbärare för pellets. Koks framställs genom torrdestillation av kol där kolet hettas upp till över 1 000 grader. De flyktiga beståndsdelarna som avgår vid koksning bildar en energirik gas, koksgas, som används som bränsle i processerna och för tillverkning av el och värme.

I masugnen används både kol och koks som reduktionsmedel när järn ska reduceras för att omvandla järnoxiderna i malmpelletsen till metalliskt järn och som bränsle för uppvärmning. Järnets smältpunkt är 1 535 grader och därför krävs extremt höga temperaturer i masugnen. Gasen som avgår från masugnsprocessen, masugnsgas, innehåller mest koldioxid men även kolmonoxid och används också som bränsle.

I LD-konvertern[26] blåses syrgas för att ta bort kol från smältan och omvandla järnet till stål. LD-gasen som bildas är något mer energirik än masugnsgasen och används för el- och värmeproduktion.

[25] Tillväxtanalys, 2016 b.

[26] LD-konverter står för Linz Donawitz-konverter.

3.1.2 Järn kan också produceras från malm genom direktreduktion

Direktreduktion innebär att järnet reduceras i fast fas.[27] Till skillnad från masugnstillverkning sker processen vid lägre temperaturer och järnet blir aldrig flytande. När järnmalmen reduceras i en direktreduktionsprocess skapas järnsvamp som är en porös järnmassa med hög järnhalt. Det finns idag olika typer av direktreduktionsprocesser. Beroende på vilken typ av process som används får järnsvampen olika järnhalt, partikelegenskaper m.m. och används på olika sätt. Runt hälften av produktionen med direktreduktion sker i Indien och Iran.[28]

I Sverige används en direktreduktionsprocess för att tillverka järnpulver.[29] Järnslig och en reduktionsblandning bestående av koks, antracit och kalk packas då i cylindriska kapslar av keramiskt gods. Genom uppvärmning reduceras järnsligen till järn och bildar en järnsvamp. Uppvärmningen sker med hjälp av naturgas. Järnsvampen bearbetas sedan vidare till järnpulver med specifika egenskaper. Tillverkningen sker i flera steg: malning och siktning av järnsvampen, glödgning i bandugnar där järnpulvret sintrar ihop till en fast kaka vid en temperatur på mellan 700 och 1 000 °C, varefter det krossas och siktas. Både legerat och olegerat järnpulver produceras.

Den vanligaste metoden globalt för att framställa järnsvamp genom direktreduktion använder naturgas och är därför vanligast i länder med billig naturgas. Vid järnsvampstillverkningen transporteras järnmalmspellets med hög järnhalt nedåt i ett schakt där det möter reduktionsgasen. Reduktionsgasen består mest av väte (H_2) och koloxid (CO) och produceras från naturgas. Järnmalmen reduceras och bildar järnsvamp. Järnsvampen används som järnråvara och smälts i en ljusbågsugn för att tillverka råstål som sedan kan bearbetas vidare till olika stålprodukter.

3.1.3 Gruvor och anrikning av järnmalm

Malm som bryts behöver behandlas genom krossning, malning, sovring och anrikning för att sedan pelletera malmen till slutprodukten pellets. I nuläget används fossila bränslen för att tillföra den värme som behövs i tillverkningen av pellets.

Det är tekniskt möjligt att minska utsläppen av växthusgaser genom att byta till naturgas eller biobaserade bränslen. Med nuvarande förutsättningar är de fossila bränslena de mest lönsamma. Gruvindustrin satsar redan idag på elektrifiering på grund av arbetsmiljöskäl och där det är ekonomiskt möjligt, men det behövs ändå bränsle för anrikningsprocessen.[30] Eftersom det finns teknik omfattas inte gruvor i avsnitt 3.2.

3.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp

3.2.1 En vätgasbaserad stålproduktion kan vara en möjlig lösning

HYBRIT är ett forskningsprojekt som genomförs i samarbete mellan SSAB, LKAB och Vattenfall. Syftet är att ta fram en **vätgasbaserad stålproduktion** där direktreduktion används för att skilja järnet från syret för att få slutprodukterna järnsvamp

[27] Jernkontoret mailkontakt 2017-04-21–28 och Jernkontoret, 2000.

[28] Tillväxtanalys, 2016 b.

[29] Jernkontoret mailkontakt 2017-04-21–28 och Jernkontoret, 2000.

[30] Energimyndigheten, 2016.

och vatten.[31] Nu pågår en förstudie och ett forskningsprojekt som har mål att också leda till ett pilotprojekt. Försöken i pilotanläggningen beräknas pågå till 2024. Försök i industriell skala i en demonstrationsanläggning planeras sedan pågå fram till 2035. Den tänkta processen går i grova drag ut på att järnmalmspellets eller finfördelad järnmalm direktreduceras med vätgas i en schaktugn eller fluidiserad bädd, och sedan smälts till råstål i en ljusbågsugn. Direktreduktion med vätgas till järnsvamp och ljusbågsugn för råstålsproduktion ersätter hela processen från järnmalmspellets till färdigt råstål i Figur 9. Detta innebär en möjlighet att producera järn med mycket låga koldioxidutsläpp. För att stålproduktionen ska bli fri från utsläpp av växthusgaser måste vätgasen produceras med elektrolys (via klimatneutral el). Utvecklingen av elektrolysbaserad vätgasproduktion i tillräckligt stor skala är därför en av de viktiga delarna i HYBRIT-projektet, liksom elsystemrelaterade frågor för att tillgodose det stora elbehovet som processen har. Att se till att slutprodukterna får samma produktegenskaper och -kvalitet som i dagsläget är en annan del i projektet. En viktig skillnad från den direktreduktion till järnsvamp som finns idag är alltså att reduktionsgasen inte har sitt ursprung i naturgas utan skapas genom elektrolys och därmed inte innehåller något kol.

Tillväxtanalys diskuterar i en rapport möjligheter till sänkta växthusgasutsläpp från stålindustrin och marknadsrisker för olika strategier för detta.[32] I rapporten ser man en risk att priset på utsläppsrätter ensamt inte kommer att motivera investeringar i tekniker för sänkta växthusgasutsläpp. Reduktion av stål med vätgas kan motiveras både av klimatskäl och energipolitiskt och nationella styrmedel kan användas för att stimulera efterfrågan. Därför bedöms det vara en strategi med lägre marknadsrisk.

Även **biomassabaserad stålproduktion** kan vara ett alternativ för fossilfri stål-produktion. Detta kan ha vissa fördelar jämfört med reduktion med fossilt kol genom exempelvis ett lägre svavelinnehåll, hög reaktivitet, hög ytarea och stabil porstruktur.[33] Det innebär även vissa praktiska utmaningar som ett lägre värmevärde vilket innebär ett behov av förbehandling och pyrolys. Även skillnader i andra egenskaper, som mekaniska egenskaper, kan innebära utmaningar. Biobränslets porositet kan innebära svårigheter att injicera det i tillräckligt hög takt, större variationer i partikelstorlek efter malning kan för vissa processer skapa behov av ett extra förbehandlingssteg för att sortera ut rätt partikelstorlek etc. Det kan också finnas svårigheter kopplade till att få tillgång till tillräckliga mängder biomassa.

Träkol används som reduktionsmedel och energikälla för produktion av tackjärn och stål i Brasilien.[34] Träkolen framställs lokalt med biobränsle från planterad skog. Höga logistikkostnader gör det relativt lönsamt för de brasilianska järn- och stålproducen-terna att använda den lokalt producerade träkolen. I Sverige undersöks möjligheterna att industriellt använda förbehandlad biomassa (bio-kol) i masugnar bland annat av projektet ” Bio-kol för minskade utsläpp av fossila växthusgaser från masugnen (BIO4BF)”.[35] Projektet syftar till att visa på möjligheterna att industriellt använda förbehandlad biomassa (bio-kol) i masugnar för att på kort och medellång sikt minska koldioxidutsläppen från masugnsprocessen. Inom projektet demonstreras ersättning

[31] Energimyndigheten, 2017 och Ny teknik, 2016-04-04.

[32] Tillväxtanalys, 2016 b.

[33] Elsayed Mousa, Chuan Wang, Johan Riesbeck, Mikael Larsson. November 2016.

[34] Tillväxtanalys, 2016 a.

[35] Energimyndighetens projektdatabas, projektnumret 44676-1.

av en del av kolpulvret och/eller koks i masugnsprocessen med klimatneutralt bio-kol. Projektet kan leda till minskade utsläpp av växthusgaser genom att ersätta fossila råvaror i masugnen med biobaserade. Fullt utvecklad, utbyggd och implementerad beräknas tekniken kunna minska utsläppen av koldioxid från masugnsbaserad ståltillverkning med 30 procent. Implementering uppges kunna inledas inom 3–5 år och vara fullt utbyggd inom 10–15 år. Resultaten kan överföras till andra länder med biomassatillgångar och bidra till global minskning av koldioxidutsläpp.

Inom den svenska järnpulvertillverkningen pågår ett arbete för att skapa möjligheter att använda biomassa i produktionen.[36] Under 2017–2018 pågår ett demonstrationsprojekt där en anläggning för förgasning av biomassa testas hos Höganäs. Anläggningen ska producera syntesgas som kan användas i tillverkningsprocesserna. Som en biprodukt i förgasningsprocessen bildas också biokol som skulle kunna ersätta en del av kolet som används i reduktionsprocessen. Demonstrationsprojektet sker inom projektet Probiostål, som finansieras av Energimyndigheten, och har även fått finansiering av Klimatklivet. Efter demonstrationsfasen ska anläggningen övergå till kommersiell drift. Anläggningen kommer att ha en kapacitet på 6 MWh.

Inom projektet Probiostål utvärderas bland annat möjligheten att bygga ett system för förgasning av bioråvaror som är ekonomiskt och miljömässigt rimligt för användning inom stålindustrin. Förgasning är en relativt etablerad process inom stålindustrin för att driva värmningsugnar, dock inte med biomassa som råvara. Systemet innehåller också ett pyrolyssteg, vilket gör det möjligt att använda en bredd av bioråvaror i processen

Att ersätta fossila bränslen i stålproduktion med biomassabaserade bränslen kräver stora mängder biomassa vilket kan leda till en konkurrenssituation med annan biomassaanvändning.[37] Möjligheten till användning av biobränslen i järn- och stålindustrin kan också påverkas av tillgången på biomassa. Det pågående projektet ”Industrin går åt skogen? Metallindustrins framtida skogsbiomassaanvändning – möjligheter och konsekvenser” ska bl.a. utveckla en regional prisbestämmande marknadsmodell för skogliga råvaror och biobränslemarknader som ska beakta förutsättningar för omställning av gruv- och metallindustrin mot en mer biobaserad produktion och jämföra hur växthusgasutsläppen kan påverkas om bioråvaror används i dessa industrier relativt i andra tillämpningar.

Även **elektrolysprocesser** kan vara en möjlighet för fossilfri stålproduktion.[38] En sådan process är ULCOWIN (kallas också electrowinning) som bygger på elektrolys där en järnmalmsanod och en järnkatod används vid drygt 100 grader. Tekniken har en jämförelsevis låg produktionstakt. I ULCOLYSIS, som är en metod för elektrolys vid högre temperatur, löses järnmalmen upp i en fast oxid vid en temperatur som är tillräckligt hög för att det järn som produceras vid katoden ska vara i smält form (ca 1 600 °C). Vid den inerta anoden utvecklas syrgas. Teknikerna är i laboratoriefas. Utmaningar är bl.a. att hitta material för elektroder och reaktorkärl som klarar den heta och aggressiva miljön i processen[39]. Att tillverka stål med elektrolys är alltså en helt ny produktionsprocess som behöver stor mängd (koldioxidneutral) el.

[36] Höganäs AB 2017, Cortus Energy 2016, Verkstäderna 2017 och Energimyndighetens projektdatabas, projektnummer 38685-2.

[37] Energimyndighetens projektdatabas, projektnummer 42197-1.

[38] Quader, Shamsuddin, Dawal, och. Nukman. Mars 2016.

[39] Tillväxtanalys, 2016 b.

3.2.2 *Andra tekniker för att minska utsläppen av växthusgaser finns*

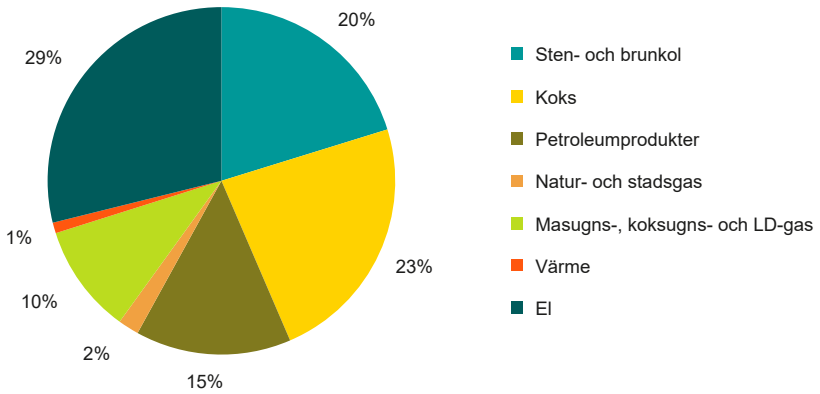
I det här avsnittet beskrivs tekniker som kan minska utsläppen av växthusgaser trots att fossila bränslen fortfarande används i stålproduktionen. Båda teknikerna som beskrivs är tänkta att kombinera **med CCS**. CCS beskrivs närmare under kapitel 6.2.

Masugn med toppgasåterföring är en variant av masugnsprocessen där luftflödena i masugnen ersätts av syrgas och de masugnsgaser som är möjliga att använda återförs till ugnen som reduktionsmedel. Tekniken kan användas i befintliga masugnar men innebär en kostnadshöjning.[40] Tekniken har testats i bl.a. LKAB:s experimentmasugn i Luleå, däremot har inte några fullskaleförsök gjorts. Om tekniken kombineras med CCS bedöms den kunna halvera koldioxidutsläppen.

Smältreduktionsprocess (HIsarna) innebär att malmen smälts i en cyklon, varefter smältan reduceras.[41] Delar av kolet ersätts med andra reduktionsmedel som biomassa, naturgas eller vätgas. Användning av HIsarna kräver investering i nya anläggningar. En pilotanläggning finns i Nederländerna och planer på en demonstrationsanläggning finns men finansiering saknas[42]. Ulcos HIsmelt (del av HIsarna) är tänkt att kombinera med CCS vilket skulle minska utsläppen med 80 procent.[43]

3.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

Energianvändningen vid stålproduktion var drygt 23 TWh 2014 och stod för 16 procent av industrins energianvändning. Vid järnmalmsutvinning används främst el och kol men även en del eldningsolja. Elen används främst till gruvdrift medan eldningsolja och kol används vid pelletstillverkning. Järn- och stålindustrin använder främst kolprodukter[44] och el.



Figur 10. Energianvändning i stålproduktion per energislag, 2014.
Källa: Energimyndigheten, Årliga energibalanser.

[40] Quader, Shamsuddin, Dawal, och. Nukman. Mars 2016.

[41] Quader, Shamsuddin, Dawal, och. Nukman. Mars 2016.

[42] Tillväxtanalys, 2016 b.

[43] Quader, Shamsuddin, Dawal, och. Nukman. Mars 2016.

[44] Med kolprodukter menas här kol, koks, masugn- och koksugnsgas samt LD-gas.

El används vid ljusbågsugnar medan kolprodukter används vid produktion av stål från järnmalm. I Figur 9 illustreras vart energianvändningen och utsläppen är som störst och en del av energiflödena. Masugnen är den process som använder mest energi och där stora mängder av utsläppen sker. Även i koksverket sker stora utsläpp. Men alla processteg, tillverkning av pellets, masugn, LD-konverter, koksverket, produktion av el- och värme kräver energi och genererar utsläpp.

Vid järnpulvertillverkning används främst naturgas och elenergi men även i denna process används koks som reduktionsmedel.

Utsläpp av växthusgaser

Utsläpp från järnmalmsgruvor och ferrolegeringar kan inte särskiljas i utsläpps-statistiken och därför redovisas här utsläpp från själva järn- och stålproduktionen och hela gruvindustrin[45]. I den övriga statistiken i kapitlet ingår järnmalmsgruvor och ferrolegeringar. De totala utsläppen i järn- och stålproduktion 2014 var cirka 5,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter och 72 procent av utsläppen var processutsläpp. Utsläppen för hela gruvindustrin var 0,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2014 och enbart 15 procent var processutsläpp 2014.

Störst utsläpp i gruvindustrin sker i järnmalmsgruvor och de största utsläppen där kommer från pelletsverken.

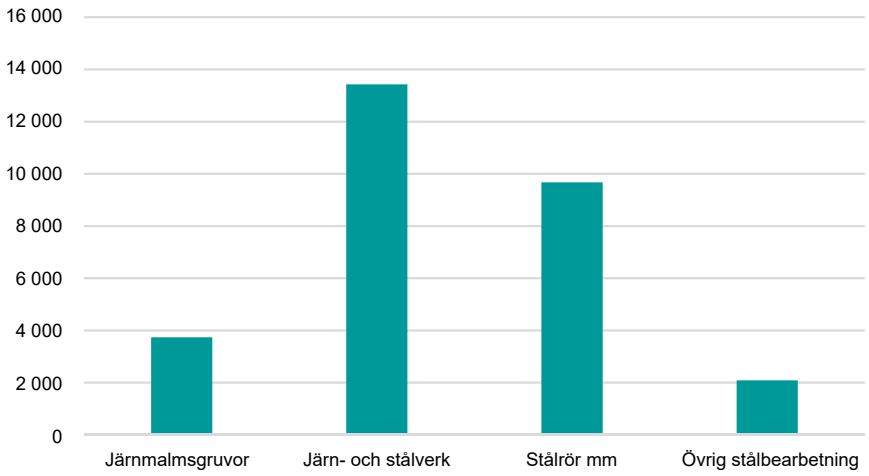
De största processutsläppen i järn- och stålproduktionen kommer från kol och koks samt kolbaserade gaser som används i masugnar och koksverk. I koksverken görs koks av kol som upphettas mycket kraftigt vilket också orsakar växthusgasutsläpp. Koksen används sedan i masugnarna som reduktionsmedel men ger även den värme/energi som processen behöver. Som tidigare nämnts sker störst utsläpp i masugnsprocessen. Koksen bygger samtidigt en stadig bädd som tillåter en god passage av gaserna. Koks och pellets tillsätts ovanifrån. Nedifrån blåser man in het blästerluft. I nedre delen tillsätts även injektionskol, som också är ett reduktionsmedel till processen. Inuti masugnen där temperaturen som högst är över 2 000 °C sker reduktionsprocessen. Syre i luften förenar sig med kolet i koksen och bildar koloxid. Gaserna strömmar uppåt och möter malmen och kokset som rör sig nedåt genom masugnen. I masugnen sker ett flertal kemiska reaktioner, men de viktigaste är de som bildar järnoxid, järn, koldioxid och kolmonoxid. I den översta delen av ugnen, där temperaturen ligger på mellan 75–250 °C, sker inga reaktioner utan gasen värmer endast materialet. Det är först vid ungefär 400 °C som järnoxiderna i pelletsen börjar reduceras.

När koksen produceras i koksverken och råjärnet i masugnen skapas även koks- och masugnsgas som restprodukter. Dessa gaser tillsammans med LD-gas samlas in och används i processen, till el- och värmeproduktion eller facklas bort. Oavsett om gaserna används eller facklas bort så uppkommer växthusgasutsläpp när de förbränns.

[45] Ferrolegeringars utsläpp redovisas under metallverk.

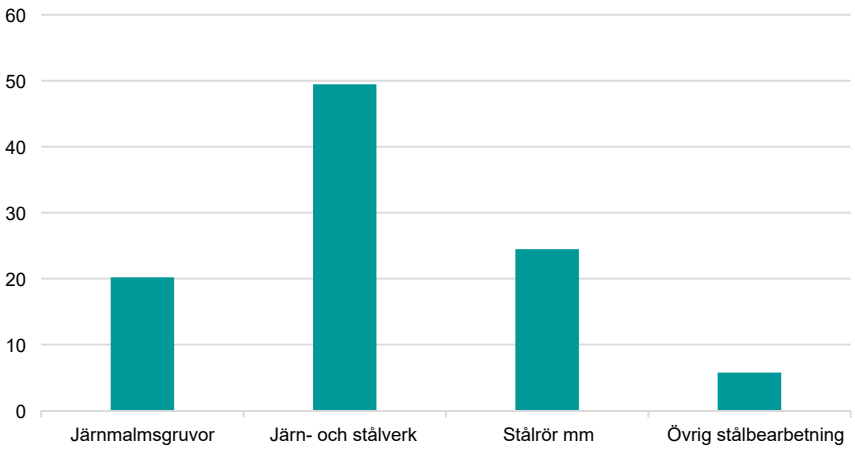
3.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar

Företagen inom stålproduktion hade cirka 28 900 anställda 2014 och en total nettoomsättning på knappt 100 miljarder kr.[46] Den största andelen av både anställda och omsättning fanns inom delbranschen järn- och stålverk, se Figur 11 och Figur 12. En stor del av de anställda arbetar på de stora produktionsenheterna.[47] Vinnova bedömer att ytterligare tre- till femtusen personer sysselsätts inom konsult-, underhålls- och serviceverksamhet kopplat till järn-, stål- och metallverk.



Figur 11. Antal anställda 2014 per delbransch.

Källa: SCB, Företagens ekonomi.



Figur 12. Nettoomsättning per delbransch 2014, miljarder kronor.

Källa: SCB, Företagens ekonomi.

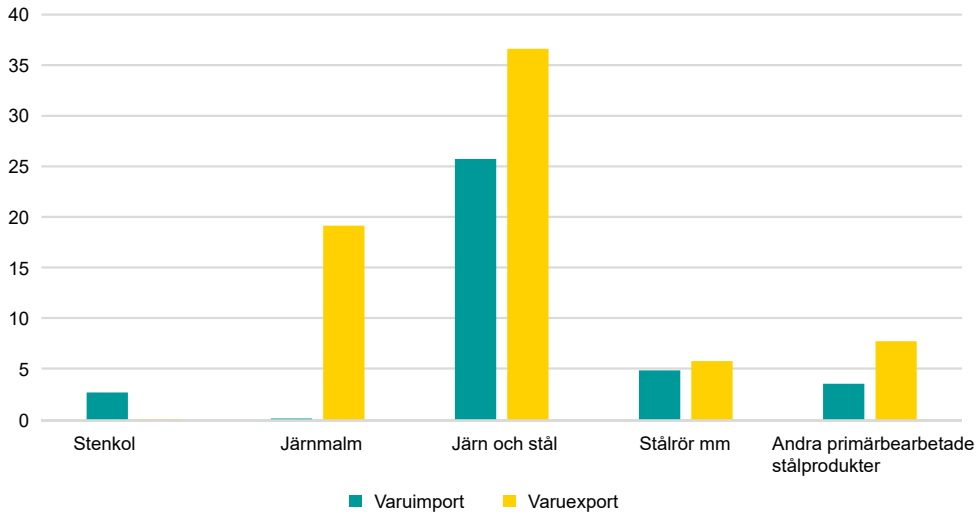
[46] SCB, Företagens ekonomi.

[47] Vinnova, 2013 b. I rapporten ingår även metallverk vilket behandlas i kapitel 4 i denna rapport. Dessa 3–5 000 ytterligare personerna sysselsätts alltså i verksamheter kopplade till både järn-, stål- och metallverk.

Stålföretagen är spridda över Sverige men finns framförallt i Mellansverige och på några platser i Skåne och Norrbotten.[48] 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. Det senare uppger Vinnova som den kanske viktigaste faktorn över tid.

Produktion och marknad

Sverige svarade 2011 för 90 procent av järnmalmsproduktionen i EU.[49]



Figur 13. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), miljarder kronor.
Källa SCB, Utrikeshandel med varor.

Värdet av branschens varuimport 2014 var drygt 34 miljarder kronor och den största delen av detta var inom själva järn och stål. Varuexportens värde var nästan 69 miljarder kronor, varav drygt hälften inom själva järn och stål och en dryg fjärdedel 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 att sedan exportera slutprodukterna. Branschen bidrar därmed med positiv handelsinkomst till Sverige genom sin export.

Branschens exportvärde uppgår till nästan 70 procent av produktionsvärdet, vilket antyder att en större del av produktionen exporteras.[50] Andelen är hög i alla delbranscher, utom i stålrör m.m. där den var knappt 25 procent. Den höga kvoten indikerar att en stor del av branschens produkter går på export och att utrikeshandeln är viktig för branschens utveckling.

[48] Vinnova, 2013 b.

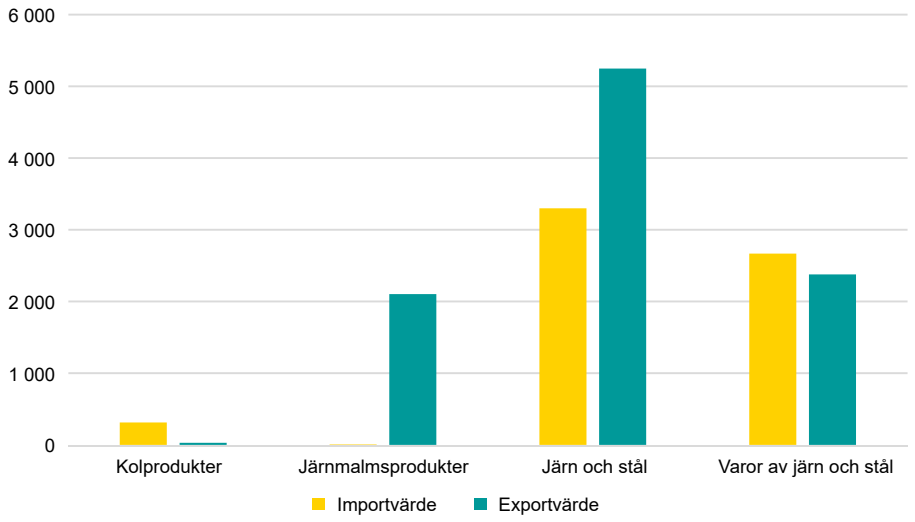
[49] Vinnova, 2013 a.

[50] Produktionsvärde saknas för SNI 05, stenkol, så den ingår inte i beräkningen.

Figur 14. Andel exportvärde för järnmalmsprodukter per mottagarland, 2014.
Källa Eurostat, International trade in goods.

Figur 15. Andel exportvärde för järn och stål samt varor av järn och stål per mottagarland, 2014.
Källa: Eurostat, International trade in goods.

Majoriteten av importen 2014 kommer från länder inom EU28, medan exporten är mer lika fördelad med nästan 60 procent inom EU28. Importen av järnmalmsprodukter står för en ytterst liten andel av branschens import och kommer i princip bara från Norge. Importen av kolprodukter domineras av stenkol från länder utanför EU28, framför allt 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, Italien, Kina och Danmark. Importen av järn och stål samt varor av järn och stål skedde framförallt från Tyskland, Finland, Storbritannien, Danmark och Norge.



Figur 16. Import- och exportvärde per varukategori (HS), 2014, Miljoner Euro.
Källa: Eurostat, International trade in goods.

Handelsströmmarna var störst i varukategori 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, konstruktioner och konstruktionsdelar samt övriga järn- och stålvaror. Bland de tio största import- respektive exportproduktkategorierna var fyra produktkategorier gemensamma för både import och export (dvs. 4 av 16).

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.[51] Nischstrategin har inneburit att den historiskt nära kopplingen mellan stålverken och lokala metallarbetande teknikföretag har minskat. Många av teknikföretagen använder standardstål som de importerar som insatsvara. Den här branschstrukturen är en förklaring till handelsmönstren där exporten främst består av kvalificerade stålkvaliteter och importen av standardstål.

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 16 stora import-/exportkategorierna var det bara fyra produktkategorier där importkvoten var större än exportkvoten vilket indikerar en lägre förädlingsgrad på exporten. För alla fyra produktkategorier som var gemensamma i topp tio för både import och export var exportkvoten högre än importkvoten. Importkvoten för järnmalmsprodukter var högre än exportkvoten men den totala importen utgjorde inte ens en procent av exporten.

Att ett företag verkar på en nischmarknad är dock inte ett skydd mot konkurrens eftersom det kan finnas både konkurrerande tillverkare och konkurrerande material.[52]

[51] Vinnova, 2013 b.

[52] Vinnova, 2013 b.

Järnmalmsprodukter produceras främst av LKAB som är EU:s största järnmalms-producent och bryter ca 75 procent av all järnmalm inom EU.[53] Sverige är en liten aktör på den globala järnmalmsmarknaden, men är världens tredje största leverantör på den sjöburna importmarknaden. Den främsta importmarknaden för järnmalm är Asien, Europa, Mellanöstern och Nordafrika. Övriga marknader är mycket små eller har i huvudsak inhemsk råvaruförsörjning. 66 procent av försäljningen 2015 var masugnspellets och nästan 25 procent direktreduktionspellets. 76 procent av LKAB:s produktion såldes inom Europa och nästan 25 procent inom Mellanöstern och Nordafrika.

Marknaderna för järnmalm och stål är nära förknippade

Järnmalmsmarknaden styrs av efterfrågan på stål som i sin tur beror av världsekonomins utveckling.[54] En viktig drivkraft för metallmarknaderna är infrastrukturutveckling, t.ex. byggande av bostäder, transportleder, fordon, telekommunikation m.m.[55] Så 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.

Mest stål i världen produceras i Kina som 2013 producerade cirka 820 miljoner ton stål, vilket motsvarade hälften den globala produktionen.[56] Två dagars produktion i Kina motsvarade hela Sveriges årsproduktion på drygt 4 miljoner ton. Världens näst största stålproducent är Japan och Indien är tredje största land. Produktionskapaciteten i Kina och Indien har ökat de senaste åren. USA är världens fjärde största stålproducent (5 procent av världens stålproduktion) men där har produktionen har minskat sedan 1970-talet. Nya aktörer som Indien, Taiwan, Iran och Mexiko växer på marknaden.

Drygt 90 procent av den kinesiska stålproduktionen sker i masugnar. Resten av produktionen sker främst i ljusbågsugnar men det finns även stålverk som använder sig av direktreduktion. Några stora japanska stålproducenter är t.ex. Tata Steel (som även har anläggningar utomlands, t.ex. i Nederländerna där de är involverade i Ulcos) och Steel Autorithy of India Limited (SAIL). De större bolagen i Indien producerar framförallt stål med masugnar, medan skrotbaserat stål mest produceras i små anläggningar och av mindre producenter. I USA sker tillverkningen främst vid 15 större stålverk med masugnar och vid ett drygt hundratal mindre anläggningar med elektriska ljusbågsugnar.

I dag finns en överkapacitet inom stålbranschen.[57] Efter finanskrisen 2008 minskade efterfrågan på stål kraftigt. Även om efterfrågan har återhämtat sig något är utbudet på världsmarknaden fortfarande stort, inte minst eftersom den inhemska efterfrågan i Kina gått ned samtidigt som produktionskapaciteten är kvar. Att investera i högvärdiga stål och ny produktionsteknik är en central fråga för branschens framtid i Europa, men i dagens läge är det svårt att hitta kapital för stora nyinvesteringar. Denna allmänna bild påverkar också möjligheterna att satsa på nya tekniker med väsentligt lägre klimatpåverkan.

Andelen legerade stål i svensk stålproduktion är cirka 55 procent av den totala produktionen, jämfört med cirka 10–15 procent i USA och EU.[58]

---

[53] LKAB, 2016.

[54] LKAB, 2016.

[55] Vinnova, 2013 b.

[56] Tillväxtanalys, 2016 b.

[57] Tillväxtanalys, 2016 b.

[58] Vinnova, 2013 b.

3.5 FOI i branschen

De stora metalltillverkande företagen i Vinnovas undersökning av metallföretag i Sverige har egna FOU-enheter inom företagen vilka är helt inriktade på branschspecifika frågor.[59] Forskning sker även inom branschens institut som är samlade inom Swerea-koncernen. Nästan en tredjedel av företagen som levererar insatsvaror och tjänster till järn-, stål- och metallverk har egen FoU eller är aktiva i FoU-samarbeten. Vid mer än hälften av Vinnovas nästan 300 metallarbetsställen pågick FoU-samarbete med andra organisationer eller ett aktivt produktions- och produktutvecklingsarbete internt. FoU-samarbeten med en viktig kund som samarbetspartner ökar.

Forskning inom stålproduktion har en grundstruktur där grundforskning av intresse för branschen sker på universitet och högskolor, framför allt på KTH, Luleå Tekniska Universitet och Högskolan Dalarna. Branschforskningsinstituten Swerea Mefos och Swerea Kimab är inriktade mot järn och stål och arbetar med gemensamma produkt- och produktionsfrågor. Forskning med fokus på specifika produkt- och produktionsfrågor sker på företagens egna FoU- och kundserviceavdelningar (inklusive upphandlade FoU-tjänster på företagens uppdrag). Forskningen på den nivån omfattas av strikt sekretess eftersom den omfattar kunskap som kan ha en avgörande påverkan på företagens konkurrenskraft. FoU-projekt i nära samverkan med nyckelkunder ökar. Vinnova uppskattade att cirka 60 procent av FoU-arbetet genomförs internt hos de stora företagen medan resterande 40 procent genomförs i samverkan med institut och universitet/ högskolor.

Vinnova uppskattade att järn- och stålbranschen 2013 satsade cirka 1,6 procent av omsättningen på FoU årligen, vilket motsvarar cirka 800 miljoner och 800 manår.[60] Hur mycket olika branscher satsar på FoU varierar kraftigt och snittet för totala industrin 2013 var cirka tre procent.[61]

Det finns också annan, tvärgående, forskning, som inte direkt kopplas till branschen men vars resultat kan vara till nytta för den. Men eftersom den inte är direkt kopplat till stålbranschen så fångas den inte i Vinnovas rapport och diskuteras inte vidare i den här rapporten heller. Tvärgående forskning finns även kopplat till de andra branscherna i rapporten men diskuteras inte heller närmare i övriga kapitel.

[59] Vinnova, 2013 b. I rapporten ingår både järn-, stål och metallverk. Uppdelningen är alltså inte helt lika uppdelningen i den här rapporten så ”metallarbetsställen” här syftar till både järn-, stål- och metallverk. I Vinnovas rapport diskuteras även delar av den studerade branschen. I resten av detta kapitel lyfts de delar av rapporten som behandlar stålproducerande företag och i kapitel 4.5 de delar som rör övriga metallverk och gjuterier. Där diskuteras även gruvor.

[60] Vinnova, 2013 b.

[61] SCB, Forskning och utveckling inom företagssektorn. Siffran omfattar företagens egna FoU-kostnad.

4 Metallverk inklusive övriga gruvor

Metallverk[62], t.ex. framställning av aluminium, bly, zink och koppar, omfattar flera olika typer av processer. I utsläppsstatistiken redovisas även ferrolegeringar i den här kategorin. De största processutsläppen finns i kopparprocessen som beskrivs mer ingående. Utsläpp för övriga metaller står för fyra procent av industrins totala utsläpp och andelen processutsläpp är nästan 90 procent. Energianvändningen står för fyra procent av industrins energianvändning. Framställning av koppar m.m. har branschens högsta utsläpp.

Det pågår, vad Energimyndigheten känner till, ingen forskning i Sverige för att minska processutsläppen inom kopparprocessen.

Den process i branschen som har störst utsläpp av växthusgaser och som kapitlets tekniska delar kommer att fokusera på är processen för framställning av koppar, bly m.m. Ferrolegeringar ingår i övrig metall i utsläppsstatistiken och har också en stor del av utsläppen, men de ingår i stålproduktion i övrig statistik och ingår i det kapitlet i rapporten. Utöver framställning av koppar, bly m.m. ingår framställning av aluminium och gjutning av metall i branschen, liksom gruvor för brytning av andra malmer än järnmalm och brytning av mineral.

Totalt fanns 800 företag inom metallverk i Sverige 2014. Branschen domineras av några större företag. Ett av dem har tre gruvområden och två anrikningsverk i Sverige. Bolaget har ett dagbrott med främst kopparmalm och flera dagbrott och underjordsgruvor med malm som innehåller varierande andelar av bland annat zink, koppar, bly, guld, silver m.m. I ett av anrikningsverken används malm och skrot för att utvinna främst koppar, guld, silver och bly men även biprodukter som t.ex. zinkklinker. I det andra anrikningsverket återvinns blybatterier för att producera bly och blylegeringar. Det finns en anläggning för malmbaserad[63] aluminiumproduktion i Sverige. Malmbaserad aluminiumproduktion har efter investeringar i ny teknik minskat sina utsläpp av växthusgaser. Det finns även ett antal anläggningar för skrotbaserad aluminiumproduktion, annan metalltillverkning och gjuterier, liksom mindre gruvor och täkter för utvinning av mineraler och malm.

4.1 Framställning av övriga metaller

Koppar och bly framställs antingen från mineralkoncentrat (anrikad malm), eller från återvunnen metall.[64] Malmen bryts i dagbrott eller i underjordsgruvor, krossas och transporteras till ett anrikningsverk. I anrikningsverket mals den krossade malmen,

[62] SNI 244–245, 072–08. HS/Kn: 2602-26SS, 74–76, 78–81. CFR 1.A.2.b, 2.C.2–2.C.7, 1.A.2.g, del av 2.C.1 Notera att branschindelningen inte helt stämmer med kapitel 2 2.1 eftersom övriga gruvor ingår här medan ferrolegeringar inte ingår. I statistiken över växthusgaser ingår dock ferrolegeringar i detta kapitel. Se Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning.

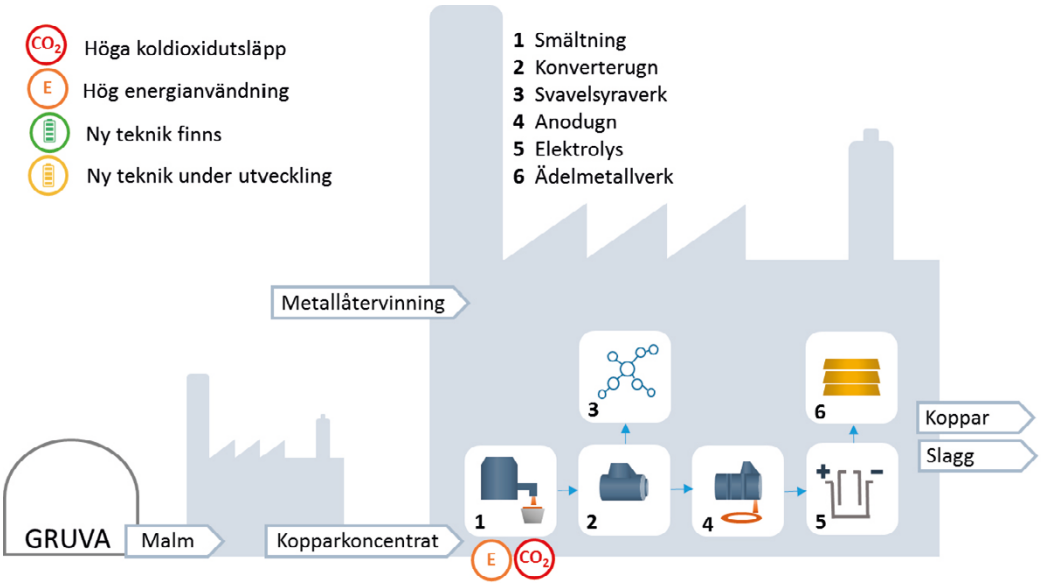
[63] Malmbaserad produktion kallas även primär produktion och skrotbaserad kallas sekundär produktion.

[64] Den återvunna metallen består bland annat av elektronikskrot och restprodukter från tidigare processteg.

antingen automatiskt (genom s.k. autogenmalning) eller med konventionell teknik[65], innan den separeras från övriga mineraler genom flotation.[66] Därefter avvattnas och filtreras den malda malmen för att få fram mineralkoncentrat. Koncentratet transporteras sedan till smältverk där det förädlas till rena metaller. Både gruvbrytningen och smältprocesserna som sker i smältverken kräver mycket energi. Processen för att framställa koppar står för mest utsläpp, därför beskrivs den processen mer ingående än de andra.

Koppar framställs från kopparkoncentrat och återvunnen metall i kopparsmältverk. 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 de andra processgaserna) 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 ädelmetallerna guld, silver, palladium och platina.

I Figur 17 illustreras kopparframställningen, med fokus på processerna som sker i smältverket.



Figur 17. Kopparframställning - från gruva till slutprodukt.
Källa: Boliden (egen bearbetning).

En stor andel av den koppar som framställs i Sverige används för att generera och leda elektricitet. Koppar används även inom byggnads-, verkstads- och processindustrin.

I Sverige produceras både primär- och sekundärbly. Primärbly framställs från blykoncentrat och sekundärbly framställs från återvunna metaller (främst kasserade blybatterier). Först smälts råmaterialet i en ugn och därefter raffineras och legeras blyet

[65] Med konventionell malning menas i detta fall kvarnar som maler malmen.

[66] Flotation är en kemisk process för att separera hydrofoba material från hydrofila.

innan det gjuts till tackor. Gjutningen av blytackor sker ofta automatiskt. En stor andel av det bly som produceras används vid tillverkning av bilbatterier.

Aluminiumutvinning från malm sker genom elektrolys av smälta. För elektrolysen används en kolbaserad anod, som förbrukas vid användning. Då bildas perflourklorväten[67] och koldioxid.

4.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp

För att minska processutsläppen vid aluminiumproduktion utvecklas s.k. inerta anoder. Inerta anoder skulle minska utsläppen av koldioxid och PFC samtidigt som energianvändningen minskar väsentligt och borde därför kunna motiveras av rent företagsekonomiska skäl.[68] Inerta anoder utvecklas och testas i flera olika projekt. Exempelvis testas ytbeläggning av t.ex. keramer eller metallegeringar som inte förbrukas i reaktioner med smältan. Åsikterna om när de kan vara kommersiellt tillgängliga varierar kraftigt.

Energimyndigheten finansierar några projekt inom metallverk, framförallt med fokus på energieffektivisering. I den här utredningen har ingen pågående teknikutveckling med direkt koppling till minskade processutsläpp i framställning av koppar, bly m.m. identifierats. Det finns finansieringsmöjligheter för satsningar inom området, i den mån ansökningar kommer in som kan konkurrera om medlen.

4.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

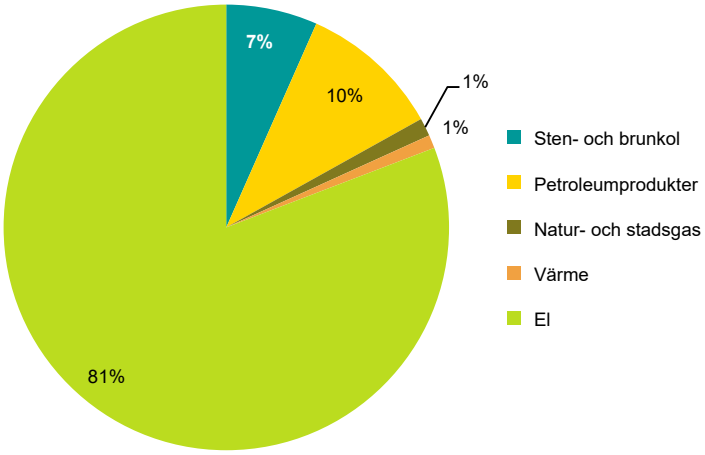
Metallverk använde cirka 5 TWh år 2014, vilket motsvarar fyra procent av industrins totala energianvändning.

Aluminiumindustrin står för knappt två procent av industrins totala energianvändning och framställning av koppar för en procent. Knappt hälften av energianvändningen inom kopparframställning är el, en fjärdedel är kol och resterande är oljor samt naturgas. Energianvändningen för framställningen av bly och zink är betydligt mindre och står för två procent av energianvändningen inom metallverk.

Den främsta energikällan inom metallverk är el som bland annat används vid elektrolysen i aluminium- och kopparframställning. El står för över 80 procent av branschens totala energianvändning, se Figur 18. Därefter kommer petroleumprodukter. Gasol används för malmbaserad aluminium- och kopparframställning och andra petroleumprodukter används bland annat för blyframställning. Den tredje vanligaste energikällan är sten- och brunkol. Kol är en viktig energibärare för kopparframställning och används vid smältprocessen (steg 1 i Figur 17). Smältugnen är det processteg i kopparframställningen som kräver mest energi och som släpper ut mest växthusgaser.

[67] PFC, CF_4 och C_2F_6.

[68] Åhman M., Nikoleris A., Nilsson L. J. 2012.



Figur 18. Energianvändning i metallverk per energislag, 2014.
Källa: Energimyndigheten, Årliga energibalanser.

Utsläppen av växthusgaser inom övrig metall uppgick till cirka 0,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter Största delen av utsläppen (nästan 90 procent) var processutsläpp. De största processutsläppen sker inom produktion av bly, zink och koppar. I utsläpps-statistiken ingår här även ferrolegeringar som i övrig statistik ingår i järn- och stålprocessen.

Utsläpp från blyproduktionen kommer bl.a. från blyåtervinning där koldioxid uppstår när batterier med plast på smälter och kolet i plasten ger då utsläpp.

Utsläppen från kopparproduktion kommer från kol, koks, anoder m.m. Utsläppen har ökat de senaste åren. Ökningen beror på att kapaciteten för att ta hand om elektronikskrot har ökat, vilket ökade produktionen och därmed utsläppen.[69]

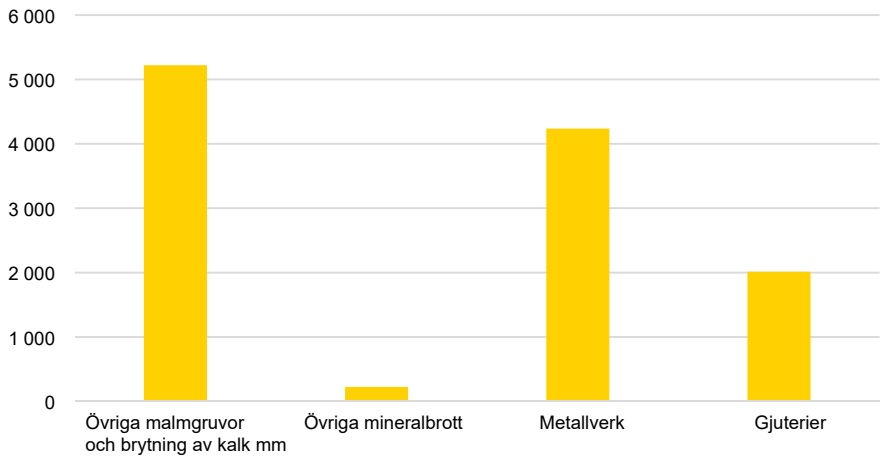
Aluminiumindustrin delas upp i malmbaserad[70] och skrotbaserad produktion. Processutsläpp från malmbaserad aluminiumproduktion består dels av perflour-klorväten och dels av koldioxid som avges från anoderna vid elektrolysen. Skrot-baserad aluminiumproduktion använder främst fossila bränslen för energiändamål. Sedan 2008 har processutsläppen från malmbaserad aluminiumproduktion minskat drastiskt till följd av investeringar i ny teknik.

4.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar

2014 fanns nästan 12 000 anställda inom metallverk. De flesta företagen och anställda finns inom Övriga malmgruvor och brytning av kalk m.m. Andra delbranscher med en större andel företag/anställda är metallverk och gjuterier.

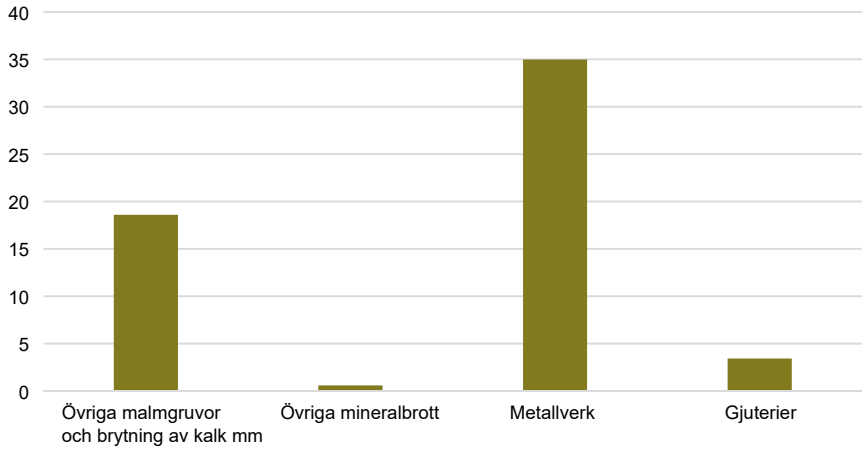
[69] Naturvårdsverket, 2016

[70] Malmbaserad aluminiumproduktion kallas även för primär och skrotbaserad för sekundär produktion.



Figur 19. Antal anställda per delbransch, 2014.

Källa: SCB, Företagens ekonomi.



Figur 20. Nettoomsättning per delbransch, 2014, miljarder kronor.

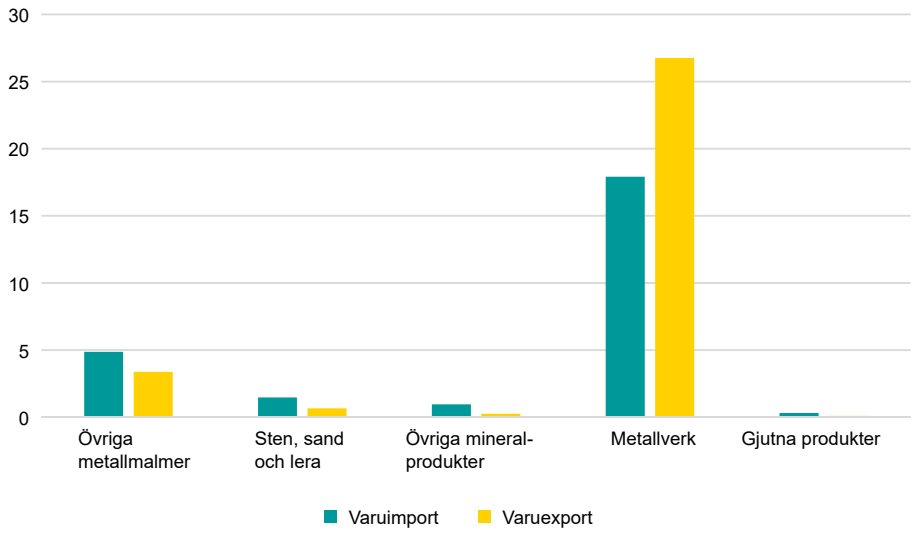
Källa: SCB, Företagens ekonomi.

Företagen inom aluminiumindustri är framförallt koncentrerade till Östergötland och Småland, vilket troligtvis beror på företagarkulturen och närhet till kunder och leverantörer.[71] Produktion 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 en stor del av Sverige.[72] 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.

[71] Vinnova, 2013 b.

[72] Vinnova, 2013 a.

Branschens omsättning 2014 var cirka 58 miljarder kronor och mer än hälften av det var inom metallverk. Produktionsvärdet var cirka 56 miljarder kronor och även här är den största andelen inom metallverk. Branschens förädlingsvärde var cirka 14 miljarder kronor. Mer än hälften av förädlingsvärdet var inom övriga malmgruvor och brytning av kalk m.m.

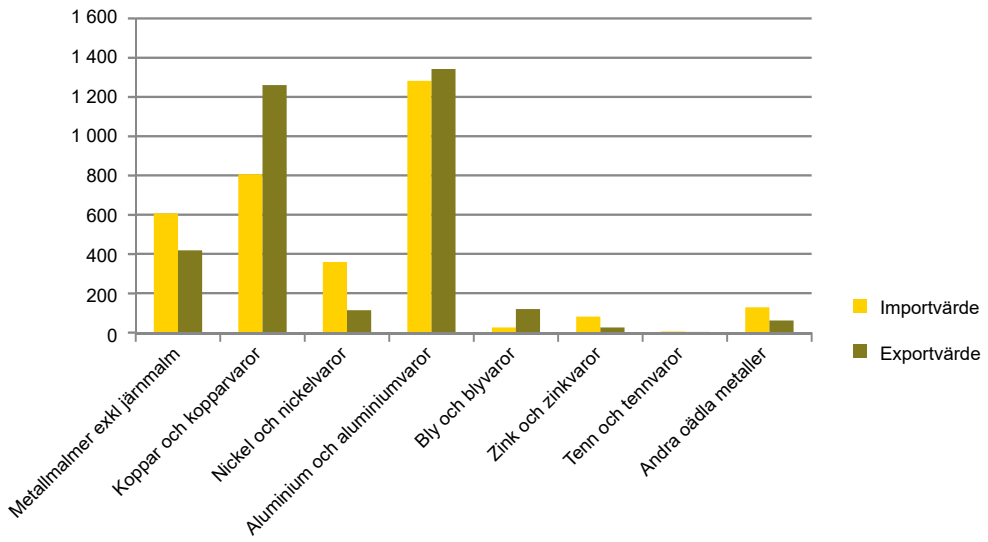


Figur 21. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2014, miljarder kronor.
Källa: SCB, utrikeshandel med varor.

Importvärdet för metallverk inklusive gruvor 2014 var knappt 26 miljarder kronor och exportvärdet var drygt 31 miljarder. Nettoexporten var alltså positiv vilket beror på hög nettoexport i metallverk (knappt 9 miljarder). I övriga delbranscher var importvärdet större än exportvärdet. Metallverk stod för branschens största internationella handel med en majoritet av både import och export.

Exportvärdets andel av produktionsvärdet var drygt 55 procent för branschen totalt. Den högsta andelen var inom delbranschen metallverk där den var nästan 80 procent och lägst var den inom gjuterier där den var 3 procent. Det kan ses som en indikation att utrikeshandeln är viktig för vissa delbranscher medan andra delbranscher främst säljer inom Sverige.

Importvärdet är jämnt fördelat mellan länder inom och utanför EU28. De länder som mest import kommer från är Norge och Tyskland. Av exporten går cirka 80 procent av värdet till länder inom EU28 och de största mottagarländerna var Tyskland, Finland och Polen.



Figur 22. Import- och exportvärde per varukategori (HS) 2014, miljoner Euro.
Källa: Eurostat, International trade in goods.

De största importvarukategorierna var aluminium och aluminiumvaror, koppar och kopparvaror samt metallmalmer exklusive järnmalm. De största importprodukterna var kopparmalm och -koncentrat, obearbetat aluminium och kopparskrot.

De största exportvarukategorierna var samma som för import men på produktkategori-nivå finns skillnader. Den största exporten är inom raffinerad obearbetad koppar och kopparlegeringar, koppartråd och obearbetat aluminium. Inom metallmalmer exklusive järnmalm exporteras framförallt zinkmalm och -koncentrat samt blymalm och -koncentrat.

Kopparmalm och kopparskrot importeras för att användas tillsammans med inhemsk malm och skrot i kopparanrikningsverket. Koppar exporteras sedan som bland annat raffinerad koppar/kopparlegeringar och koppartråd.

Obearbetad aluminium importeras och exporteras i relativt lika mängder och det går inte att finfördela produkterna mer i handelsstatistiken, vilket gör att vi inte kan avgöra om det är olika produkter som importeras eller exporteras. Om vi jämför kvoten mellan importvärde och importerad vikt med kvoten av exportvärde och exporterad vikt är exportkvoten bara något lägre. Det antyder att produkterna inom obearbetad aluminium som importeras troligen är av ungefär samma förädlingsnivå som produkterna som exporteras.

Sverige är en liten aktör på den globala metallmarknaden men en viktig aktör inom EU.[73] Den svenska produktionen av guld och bly uppgick 2011 till en tredjedel av EU:s, zinkproduktionen en fjärdedel, en tiondel av kopparen och en femtedel av silverproduktionen.

Boliden som äger det stora kopparsmältverket uppger att de har drygt 10 procent av den europeiska kopparmarknaden.[74] Majoriteten av deras kopparproduktion 2015

[73] Vinnova, 2013 a.

[74] Boliden, 2016.

såldes till industrikunder i Europa, främst producenter av valstråd, kopparstång och kopparlegeringar. Boliden bryter även zink i Sverige men den anrikas inte i Sverige utan i företagens anläggningar i Finland och Norge. Bolaget som helhet var världens 6:e största gruv- och anrikningsbolag för zink och har drygt 20 procent av Europas zinkmarknad.

4.5 FOI i branschen

Som nämns i kapitel 3.5 har de stora metallföretagen[75] i Sverige egna FOU-enheter inom företagen som är helt inriktade på branschspecifika frågor. Forskningssamarbeten tillsammans med viktiga kunder ökar, särskilt inom gjuteriföretagen.

Branschgemensam forskning inom aluminiumindustri och för gjuteriföretag kan hanteras av Gjuteriföreningen, Tekniska Högskolan i Jönköping, Casting Innovation Center (CIC) och Swerea Swecast.[76] Forskning kopplat till primär aluminiumproduktion finns vid Norska Tekniska Högskolan i Trondheim och delvis vid Mittuniversitetet i Sundsvall. FoU-insatser inom aluminiumindustri beräknas uppgå till cirka 100 miljoner per år inom instituten och företagsinterna aktiviteter.

Flera av de sysselsättningsmässigt stora företagen inom gruvor har egna forsknings-enheter eller deltar i forskningsprojekt.[77]

[75] Vinnova, 2013 b. I rapporten ingår både järn-, stål och metallverk, så ”metallföretagen” här avser både järn-, stål- och metallverk. I Vinnovas rapport diskuteras även delar av den studerade branschen så i styckena nedan lyfts de delar av rapporten som behandlar övriga metallverk och gjuterier, medan delarna som behandlar stålproducerande företag diskuteras i kapitel 3.5. Se också det kapitlet för övergripande information om FoU i järn-, stål- och metallverksindustrin.

[76] Vinnova, 2013 b.

[77] Vinnova, 2013 a.

5 Raffinaderi och kemi

Tillverkning av kemiska produkter och tillverkning i raffinaderi[78] skiljer sig åt på vissa områden men liknar också varandra. År 2014 stod dessa branscher för nästan tio procent[79] av industrins totala energianvändning. Växthusgasutsläppen inom raffinaderi och kemiindustrin står för drygt en fjärdedel av industrins totala utsläpp och efter stålprocessen har den här branschen störst utsläpp inom industrin. Dessutom står branschen för nästan alla diffusa utsläpp inom industrin. Utsläppen i dessa processer kommer främst från själva insatsvaran, som är fossil. Här är teknikutmaningen att ersätta de fossila insatsvarorna.

Det finns många slutprodukter från kemiindustrin och för en del av dem finns redan kommersialiserade biobaserade lösningar. Det pågår också forskningsarbete för att ta fram nya, biobaserade produkter.

Raffinaderi och kemi är en väldigt diversifierad bransch med en mycket stor mängd produkter, insatsvaror, produktionsprocesser m.m. Raffinering av petroleumprodukter och tillverkning av kemiska produkter i kracker är de tillverkningsprocesser som har störst växthusgasutsläpp och därför är i fokus för de tekniska beskrivningarna. Utöver det omfattar branschen även många andra kemiska produkter, färger, bekämpningsmedel, rengöringsmedel, konstfiber, läkemedel m.m.

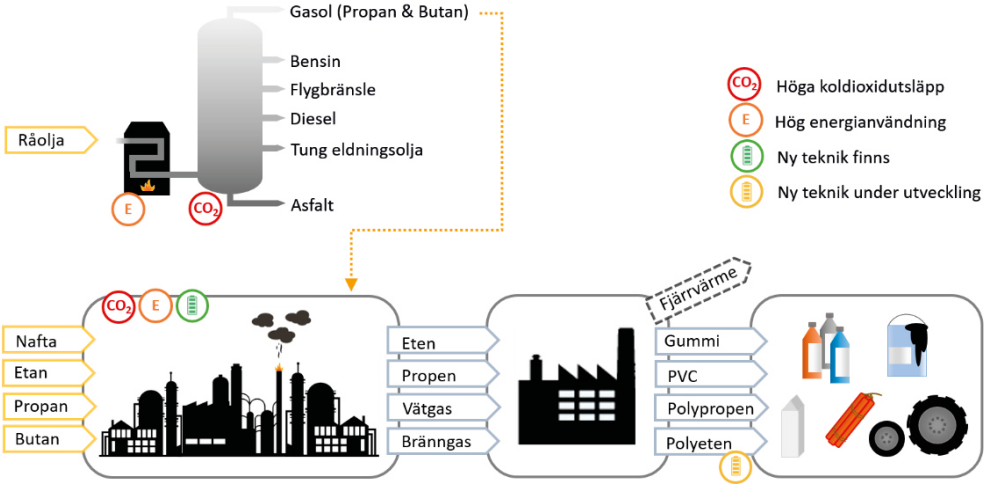
Totalt fanns drygt 1 000 företag inom raffinaderi och kemi 2014, men liksom för de andra branscherna sker de största utsläppen och energianvändningen i en liten andel av dessa. Raffinaderi och kemi har högst antal anställda, omsättning och förädlingsvärde av de fyra studerade branscherna och har näst flest antal företag. Det finns fem raffinaderier i Sverige som ägs av tre företag. Ett av företagen står för cirka 80 procent av raffinaderikapaciteten. Ett viktigt baskemikluster ligger i Stenungssund där flera företag samlats kring en krackeranläggning.

5.1 Tillverkning av kemiska produkter och tillverkning i raffinaderi

Raffinaderi och kemiindustrins processer är komplexa och ser mycket olika ut, här beskrivs några olika typer av processer. I Figur 23 illustreras några av de viktigaste processerna från insatsvara till slutprodukt.

[78] SNI 19, 20, 21, 06. HS/Kn: 28-38, 27 exklusive 2701, 2704 och 2705. CFR 1.A.1.b, 1.A.2.c, 1.B.2, 2.B.

[79] Inklusive energianvändningen i raffinaderi. Denna indelning skiljer sig från Energimyndighetens energibalanser och är därför inte jämförbar med dessa.



Figur 23. I ett oljeraffinaderi separeras råoljan i destillationskolonnen (överst till vänster). Vissa produkter vidarebearbetas sedan i krackeranläggningen (nederst till vänster). Krackeranläggningen är även det första steget vid tillverkning av kemiska produkter.

Vid raffinaderierna i Sverige i dag tillverkas petroleumprodukter. Tillverkning av petroleumprodukter i ett raffinaderi kan delas upp i tre huvudsteg, separation, konvertering och behandling. I separationsprocessen delas oljan upp i olika fraktioner genom destillering. Tre typer av destillering finns, råoljedestillering (atmosfärisk destillation), vakuumdestillation och gasseparation. Därefter krackar man produkten, d.v.s. man slår sönder de långa kolvätekedjorna på lite olika sätt genom termisk uppvärmning, katalysator eller hydrokrackning. Som tidigare nämnts finns det fem raffinaderier i Sverige i dag. Tre av dessa producerar till största delen bensin, diesel, tunn- och lättoljor och två av dessa producerar bitumen och naftabaserade produkter. Två anläggningar har katalytisk kracker, två stycken har vätgasanläggningar och fyra har svavelåtervinningsanläggningar.[80]

Vid tillverkning av kemiska produkter används idag en krackeranläggning där huvudsaklig råvara 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. Därefter används dessa produkter som insats till vidareutveckling av kemiska produkter. Några av dessa processer beskrivs nedan. Krackern har ett stort energibehov, ungefär lika stort som ett raffinaderi. Det huvudsakliga bränslet är den egenproducerade bränngasen. Bränngasen är en biprodukt från produktionen och baseras därför på den till största delen fossila råvaran. Utmaningen är därför att ersätta de fossila råvarorna med biobaserade.

En viktig process för hela den organiska industrin är destillation av råolja. Råoljan värms upp till hög temperatur och olika ämnen och ämnesgrupper i den utgående gasen separeras från varandra utifrån kokpunktsegenskaper. I raffinaderier åtgår stora mängder energi genom att det är stora flöden av råolja in som ska värmas upp och via olika destillationsprocesser och andra termiska och katalytiska processer resultera i olika produktströmmar. Andra viktiga energikrävande processer inkluderar fasändring mellan gas och vätska. Dessa omfattar bl.a. strippningsprocesser, kondensation och olika adsorptionsprocesser.

[80] Naturvårdsverket, 2016.

I processugnar värms råvaror direkt eller indirekt via strömning i rör och via ånga. Energi används inom den kemiska industrin för att få igång reaktioner och för att de ska förlöpa på ett bra sätt. Pannor eldade med olika bränslen (ofta internt producerade) ger ånga eller värme till processerna. Processugnar eldade med externa eller interna bränslen ger energi åt reaktionerna.

El kan användas direkt för att värma reaktorer som ett alternativ till ånga. El används också för olika elektrolysprocesser. I övrigt används el i stor utsträckning för pumpar och fläktar och för kompressorer samt för att finfördela fasta ämnen i olika krossnings- och malningsoperationer.

Inom kemiindustrin tillverkas många olika produkter. Några exempel är polyvinylklorid, väteperoxid och läkemedel. Polyvinylklorid (PVC) är en plastsort som används i t.ex. rör, kablar och golvbeläggningar. Tillverkningen av PVC omfattar tre produktionssteg: tillverkning av klor, vinylkloridmonomer (VCM) och PVC. Klor utvinns ur koksalt genom elektrolys. Klorgas och eten används sedan för att framställa VCM. VCM 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.

Väteperoxid används främst till blekning av pappersmassa och som blekningsmedel i tvättmedel. Väteperoxid tillverkas från vätgas, syrgas och vatten. Vätgasen framställs i en reformeranläggning där avsvavlad naturgas blandas med ånga. Reaktionen mellan naturgas och ånga sker i rör som upphettas utifrån.

Tillverkning av läkemedel sker huvudsakligen i slutna processer utan kontakt med omgivningen och i renrumsmiljöer för att säkerställa produkternas kvalitet. Produktion av läkemedel är till skillnad från raffinaderi- och kemiindustrin inte energikrävande eller har processer med stora växthusgasutsläpp och beskrivs därför inte mer ingående.[81]

5.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp

Byte av fossila till biobaserade råvaror och produktion av kemikalier från el och koldioxid kan bidra till att minska processutsläpp från sektorn. Även CCS kan vara ett alternativ.

När den fossila råvaran byts ut mot en bioråvara kan man antingen processa råvaran så att det bildas byggstenar som kan användas i befintlig process 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. bensin, diesel och plastkassar, vilket innebär att det finns lösningar som redan är kommersialiserade.

Representanter från Stenugnssundsklustret, 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.[82] Däremot finns betydande osäkerheter om uppskalning av omvandling av skogsråvara till etanol och metanol. Det finns också

[81] Profu, 2012.

[82] Vinnova, 2015.

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 i dagsläget 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 med fraktioneringstekniker som t.ex. delignifiering, hydrolys 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. Större pilotanläggningar för förgasning finns i biogasanläggningen GoBiGas i Göteborg och en svartlutsförgasningsanläggning i Piteå, som dock är lagd i malpåse.

Ett annat sätt att ersätta den fossila råvaran mot bioråvara är att genom elektrolys ”bygga upp” organiska molekyler baserade på exempelvis koldioxid.[83] 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 reagera med t.ex. koldioxid för att bilda exempelvis myrsyra, metanol eller eten. De kan sedan i sin tur kan 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, in situ produktseparering och en minskning av antalet nödvändiga processteg. 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.[84] 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 induktions-värmning, 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.

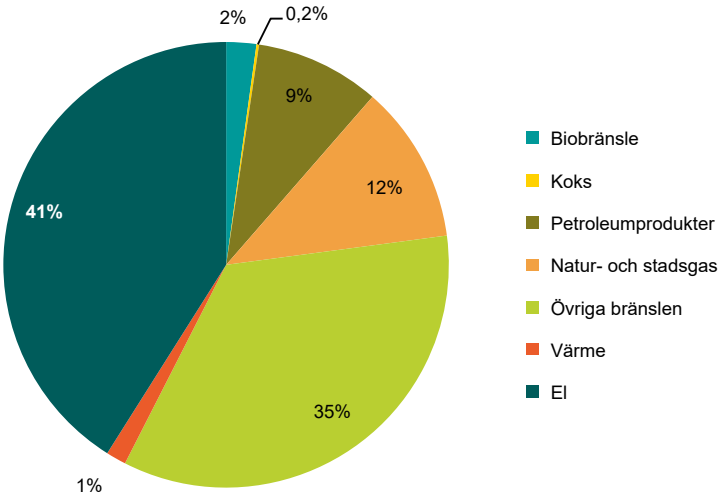
Utveckling av CCS inom raffinaderi och kemiindustrin och en övergång till bio-baserade råvaror utesluter inte varandra utan kan tvärtom på längre sikt ge synergi-effekter eftersom det kan leda till negativa utsläpp när CCS används på utsläpp med biogent ursprung.

[83] http://www.voltachem.com/news/whitepaper-electrification-offers-chemistry-a-sustainable-and-profitable-fu

[84] http://www.voltachem.com/news/whitepaper-electrification-offers-chemistry-a-sustainable-and-profitable-fu

5.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

2014 använde raffinaderi och kemi cirka 13 TWh energi.[85] El och restgaser från processen är de energibärare som används mest inom branscherna. Men även en del naturgas används.



Figur 24. Energianvändning i raffinaderi och kemi per energislag, 2014.
Källa: Energimyndigheten, Årliga energibalanser.

Energivaror används även som råvaror i krackeranläggningarnas processer och för att lättare förstå de flödena beskrivs här både hur mycket som tillsätts till processen, hur mycket som används och hur mycket som produceras. Det här avsnittet beskriver energiflödena i alla krackeranläggningar i Sverige, både de i raffinaderi och kemi-industrin. Totalt tillsätts 224 TWh råolja eller lättoljor och av dessa produceras ett antal produkter med ett totalt värde av 220 TWh. Några av produkterna är gasol, raffinaderigas, bensin, diesel, tunn och tjock eldningsolja m.fl. Egenanvändningen av energi i processen är relativt liten, cirka 2 TWh, och består ungefär till hälften av el och till resterande del av fossila bränslen.

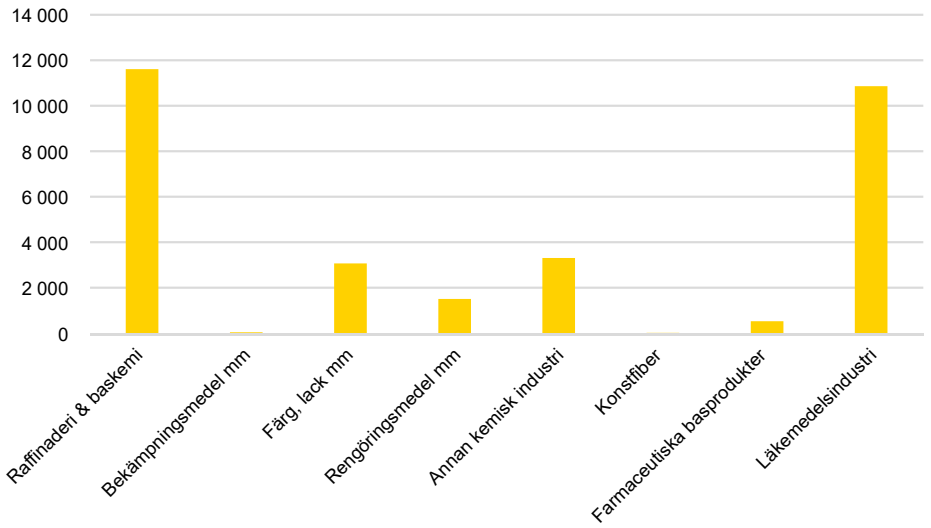
Utsläpp

De totala utsläppen för raffinaderi och kemi 2014 var cirka 4 miljoner ton koldioxid-ekvivalenter. Den största delen av utsläppen var förbränningsutsläpp och diffusa utsläpp. Raffinaderi stod för större delen av de totala utsläppen och alla diffusa utsläpp medan processutsläppen uppstår i kemiindustrin. Utsläppen uppkommer till största delen vid destillering i raffinaderiprocessen samt vid krackning av nafta, etan och propan i kemiindustrin. Dessa utsläpp är direkt relaterade till den insatsvara som krävs för processen idag.

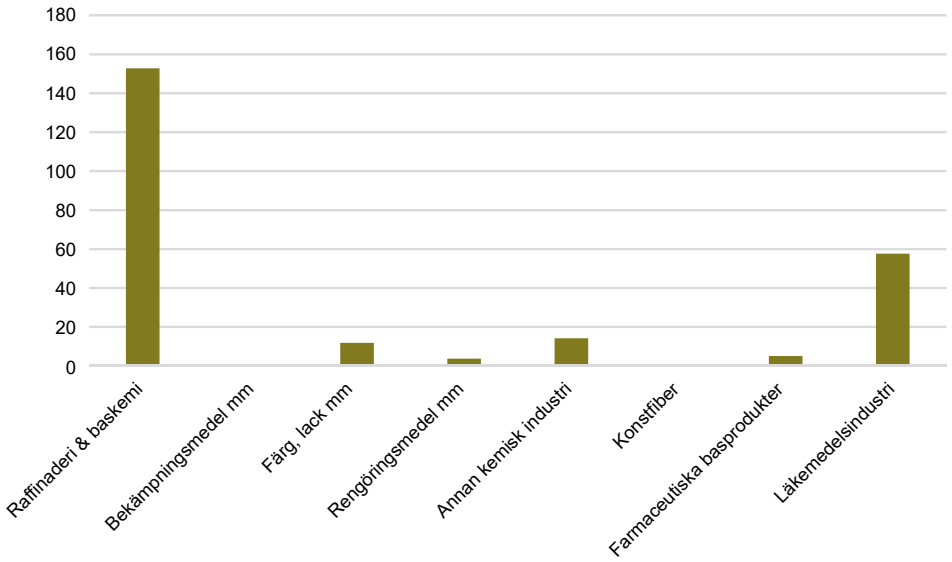
[85] Inklusive energianvändningen i raffinaderi. Denna indelning skiljer sig från Energimyndighetens energibalanser och är därför inte jämförbar med dessa.

5.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar

Antalet anställda i raffinaderi och kemi 2014 var knappt 31 000 vilket är högst av de studerade branscherna.[86] Majoriteten av de anställda fanns inom raffinaderi och baskemi samt läkemedel, vilka tillsammans anställer nästan tre fjärdedelar av de sysselsatta inom raffinaderi och kemi. Trots det stora antalet företag anställs de flesta inom ett mindre antal företag. Enligt Vinnova stod 14 procent av antalet företag för 80 procent av de anställda år 2010.[87]



Figur 25. Antal anställda per delbransch, 2014.
Källa: SCB, Företagens ekonomi.

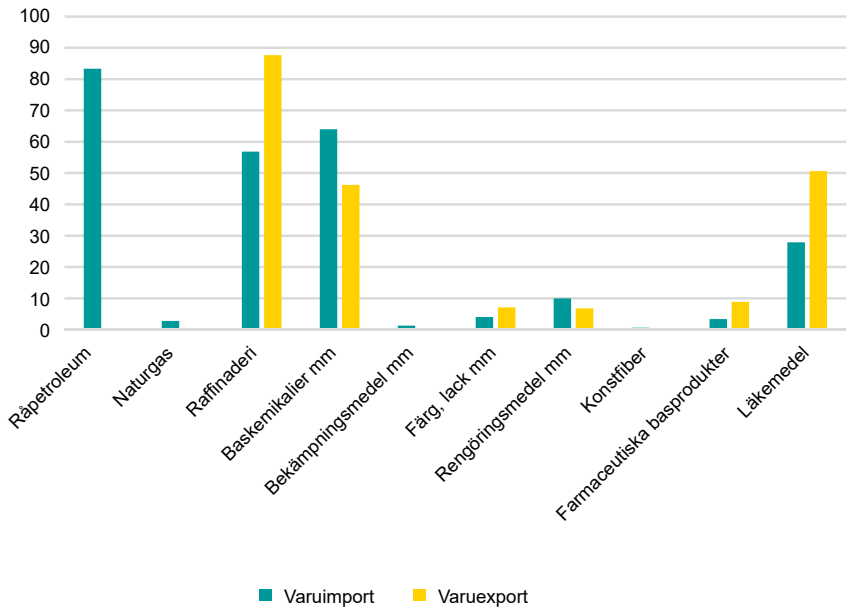


Figur 26. Nettoomsättning per delbransch, 2014, miljarder kronor.
Källa: SCB, Företagens ekonomi.

[86] SCB, Företagens ekonomi, 06 ingår inte p.g.a. sekretess.

[87] Vinnova, 2013 c.

Raffinaderi och kemi hade den högsta nettoomsättningen av de studerade branscherna, cirka 245 miljarder kr. Delbranschen raffinaderi och baskemi hade den största omsättningen och läkemedel näst störst, tillsammans svarar de för 86 procent av branschens omsättning. Sett till branschens förädlingsvärde, totalt 61 miljarder kr, var förhållandet omvänt så läkemedel hade störst förädlingsvärde och raffinaderi och baskemi näst störst. Antalet företag är mer jämnt fördelat, den största andelen företag finns i raffinaderi och baskemi samt rengöringsmedel m.m., men mer än 10 procent av företagen finns även i annan kemisk industri, läkemedelsindustrin respektive färg, lack m.m.



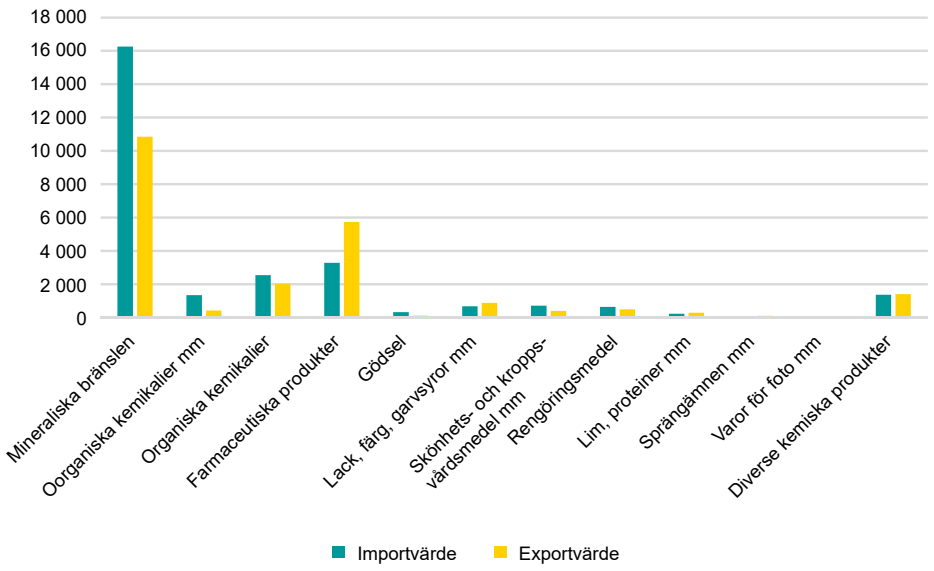
Figur 27. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2014, miljarder kronor.
Källa: SCB, utrikeshandel med varor.[88]

Den totala varuimporten var knappt 267 miljarder kronor och den totala varuexporten var cirka 222 miljarder kronor 2014. De största handelsströmmarna, sett till värde, skedde inom råpetroleum, raffinaderi, baskemikalier m.m. och läkemedel. Nettoexporten för hela branschen var alltså negativ, men i delbranscherna raffinaderi, färg, lack m.m., farmaceutiska basprodukter och läkemedel var exporten större än importen. Stora delar av importen i råpetroleum används inom raffinaderi och skulle den importen läggas till får även raffinaderi en negativ nettoexport.

Exportvärdets andel av produktionsvärdet var 87 procent för raffinaderi och kemi. Kvoten är hög till relativt hög (över 60 procent) för alla delbranscher vilket antyder att ansenlig del av den svenska produktionen går på export.[89]

[88] Sekretess för SPIN 205, annan kemisk industri, så den ingår inte.

[89] För SNI 061, råpetroleum, och 062, naturgas, finns inget produktionsvärde tillgängligt så de ingår inte i beräkningen.



Figur 28. Import och export per varukategori (HS), Miljoner Euro.
Källa: Eurostat, International trade in goods.

Branschens största varukategori för både import och export är mineraliska bränslen. Därefter kommer farmaceutiska produkter och organiska kemikalier. Tillsammans utgjorde dessa tre varukategorier cirka 80 procent av branschens import- och exportvärde.

Cirka 60 procent av importen av mineraliska bränslen kommer från länder utanför EU28, främst Ryssland och Norge. Den största importprodukten är råolja, med drygt hälften av importvärdet, därefter kommer raffinerade oljeprodukter med en tredjedel. Den största delen av exporten inom mineraliska bränslen går till länder inom EU28, framförallt Storbritannien, Finland och Nederländerna. Den absolut största exportprodukten var raffinerade oljeprodukter. I mineraliska bränslen ingår även el som 2014 var den näst största exportprodukten inom kategorin, men markant mindre än raffinerade oljeprodukter.

För farmaceutiska produkter sker majoriteten av importen från länder inom EU, främst Danmark, Tyskland och Storbritannien. Runt hälften av exporten 2014 gick till länder inom EU. De största exportländerna var Tyskland, USA och Kina. Medikamenter är den största varukategorin för både import och export, den näst största är blod m.m.

Den största delen av organiska kemikalier importeras från länder inom EU, främst Frankrike, Norge och Tyskland. Exporten sker framförallt till USA, Belgien, Tyskland, Kina och Australien. De största importprodukterna är inom kategorierna heterocykliska föreningar och eten, propen m.m. De största exportvarorna är inom hormoner m.m., heterocykliska föreningar och konfidentiella kemiprodukter.

Om man jämför kvoten mellan importvärde och importerad vikt med kvoten mellan exportvärde och exporterad vikt för de fyra största produktkategorierna där det sker både betydande import och export så är exportkvoten något lägre för raffinerade oljeprodukter och betydligt lägre för heterocykliska föreningar, medan den är högre för medikamenter och blod m.m. Det antyder att Sverige importerar mer förädlade produkter än exporterar för de två första och att exporten är mer förädlade än importen i de två senare.

Det största drivmedelsföretaget i Sverige svarar för ca 80 procent av den svenska raffinanderikapaciteten.[90] Nästan två tredjedelar av företagets totala produktion exporterades 2015. Försäljningen skedde främst till nordvästra Europa. Den ryska råoljan Urals är en viktig råvara för raffinaderiet i Lysekil.

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 kemi importerar fossila energivaror för att förädla till fossila bränslen och varor med fossil bas, t.ex. plast, av vilka sedan en relativt 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.

5.5 FOI i branschen

Enligt Vinnova finns det inget övergripande branschspecifikt forskningsprogram kopplat till raffinaderi och kemi, på samma sätt som för andra branscher.[91] Men generella program för forskningsfinansiering kan användas av raffinaderi- och kemiindustrin och på många svenska universitet, högskolor och forskningsinstitut sker mycket forskning inom kemi och kemiteknik. Det strategiska innovationsprogrammet BioInnovation baseras på agendor från kemiindustri, skogsindustri och textilindustri och har fokus på produkter.

Raffinaderi- och kemiindustrin är en väldigt diversifierad bransch och det är därför svårt att säga något generellt om forskningssituationen. Läkemedelsindustrin är den del av kemiindustrin där mest forskning sker inom företagen och i forskningssamarbeten.[92] Även inom raffinaderiindustri 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.

Mycket av kemiindustrins teknik utvecklas inte av de enskilda företagen utan köps in från konsultbolag. 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 och inte fångas fullt ut i Vinnovas rapport.

FoU-kostnaderna för branschen raffinaderi och kemi uppgick 2013 till cirka fyra procent.[93]

---

[90] Preem, 2016 och Profu, 2012.

[91] Vinnova, 2013 c. 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.

[92] Vinnova, 2013 c.

[93] SCB, Forskning och utveckling inom företagssektorn. Siffran omfattar företagens egna FoU-kostnad

6 Mineralindustri

Inom mineralindustrin[94] ingår bland annat tillverkning av glas, byggmaterial, porslin, cement, kalk, gips och betong. Cementproduktion är den delbransch som använder mest energi och har de största processutsläppen och är därför i fokus för detta kapitel. Mineralindustrin står för tre procent av industrins totala energianvändning. Utsläppen står för närmare 20 procent av industrins totala utsläpp, varav nästan 60 procent är processutsläpp. De största utsläppen sker när koldioxid drivs ut ur kalkstenen.

För att minska utsläppen från cementproduktionen behövs forskning och teknikutveckling, demonstration, standardisering och sedan spridning av resultat som visar på substitut till råvaran kalksten. Det pågår projekt om CCS från företag som producerar cement som också kan vara en lösning för att minska utsläppen.

Mineralindustrin omfattar många olika verksamheter och företag. Cementproduktion är den delbransch som använder mest energi och har de största processutsläppen och är därför i fokus för de tekniska delarna i detta kapitel. Även tillverkning av andra kalkbaserade produkter har höga processutsläpp på grund av kalcineringsprocessen. I branschen ingår även produktion av glas och glasprodukter, tegel, keramiska produkter, stenvaror, varor av betong m.m.

Mineralindustri har flest antal företag av de studerade branscherna, drygt 2 000 stycken. Cement produceras av ett företag i tre fabriker i Sverige, placerade på Gotland, Öland och i Skövde.[95] Totalt produceras ca 2–3 miljoner ton cement per år. Tillverkning av andra kalkstensbaserade produkter sker vid ett antal anläggningar i Sverige, ägda av ett fåtal företag.

6.1 Tillverkning inom mineralindustrin

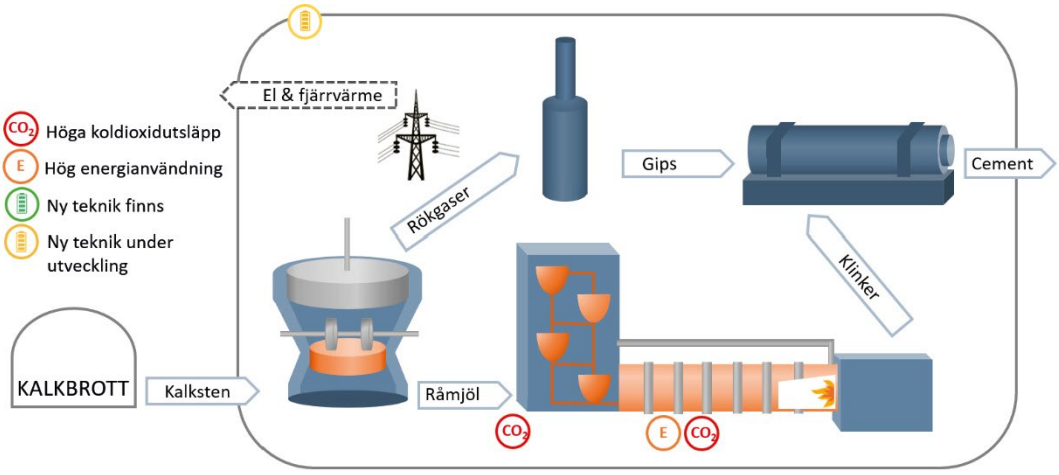
6.1.1 Tillverkning av cement

Det huvudsakliga råmaterialet för cementproduktion (Portlandcement[96]) är kalksten som krossas till ett fint pulver (råmjöl) och blandas med mindre mängder av andra ämnen. Processutsläpp sker vid kalcineringsreaktionen när kalkstenen omvandlas till kalciumoxid, som går vidare i cementproduktionen, och koldioxid. Därefter värms materialet (kalciumoxid) snabbt upp till 1 450 °C och kyls sedan snabbt ner igen för att bilda mellanprodukten klinker. Vid uppvärmningen används en del fossila bränslen som också ger utsläpp av växthusgaser. Klinkern mals ner och blandas med små mängder kalksten, gips, flygaska och stålslagg för att få slutprodukten cement. I Figur 29 illustreras cementtillverkningsprocessen från råvara (kalksten) till slutprodukt (cement).

[94] SNI 23. HS/Kn: 25, 68, 69, 70. CFR: 1.A.2.f, 2.A.

[95] Naturvårdsverket, 2016 och Profu, 2013.

[96] Portlandcement är den vanligaste formen av cement.



Figur 29. Cementtillverkning.

6.2 Tekniker för att minska växthusgasutsläpp

Det finns möjligheter att till viss del minska processutsläppen från kalcinering genom nya cementsorter/alternativa blandningar men därefter krävs troligtvis CCS för resterande utsläpp. Potentialen i dessa alternativa cementsorter verkar vara lägre än man tidigare trott. Förbränningsutsläppen kan minska genom bränslebyte, energieffektivisering eller CCS.[97]

Försök har gjorts för att hitta andra typer av cement med bättre klimatprestanda som skulle kunna ersätta en del av dagens Portland cement, men utan förväntade resultat.[98] Forskning pågår fortfarande om nya cementsorter som skulle kunna ersätta kalkbaserad cement, men det verkar svårare än man tidigare trott. Några av de som gjort sådana försök har nu ersatt sin ursprungsidé och de produkter som man nu forskar på kommer inte att ge lika stora utsläppsminskningar som tänkt.

För att minska utsläppen i nuvarande process är det möjligt att ersätta delar av klinkern med andra liknande reaktiva material t.ex. flygaska eller slagg.[99] En ökad slaggtillsats kan ha fördelen att mindre kalksten behövs, vilket kan bidra till sänkta växthusgasutsläpp. Utmaningar för detta kan vara olika egenskaper för klinkern som porositet, kristallstorlek, reaktivitet för klinkern, det resulterande materialets åldringsegenskaper och tillgång till de alternativa råvarorna.

En generell utmaning för både byte av råmaterial och bränslebyte kan vara att få rätt egenskaper på cementen. Osäkerheten om den nya produktens prestanda innebär att de nya alternativen behöver testas för att visa att det uppfyller samma standard som Portlandcement och accepteras av byggbranschen. Det finns exempel på nya produkter där prestandan visat sig lägre än för ”traditionella” blandningar vilket kan leda till skepsis mot nya produkter vars prestanda ännu inte har verifierats.[100]

[97] Tillväxtanalys, 2016 c.

[98] Tillväxtanalys, 2016 c.

[99] Benhelal et al., 2013.

[100] Sweco, 2016.

CCS (koldioxidavskiljning och lagring) och/eller CCU (koldioxidavskiljning och användning) är ett alternativ för att minska utsläppen till luften vid en fortsatt produktion av Portlandcement. Det finns olika tekniker för koldioxidavskiljning och de kan delas in i post-combustion, pre-combustion och oxyförbränningsmetoder.[101]

I Norge finns ett stort forskningsprojekt kring CCS där bland andra Cementas norska systerfabrik, Norcem Brevik, deltar. I fabriken har pilottester av fyra olika avskiljningsmetoder testats, som alla ska ge en lägre energianvändning än första generationens aminobaserade avskiljningsteknik.[102] Pilotförsöket är nu avslutat och nästa steg är förprojektering som ska vara klart i mitten av 2018.[103] Därefter kommer projektet in i beslutsfas med målet att finansieringsbeslut ska tas under första kvartalet 2019. Ifall beslut om finansiering tas enligt plan förväntas det fullskaliga demonstrationsprojektet tas i drift 2022. Demonstrationsprojektet omfattar hela kedjan, från infångning till lagring av koldioxiden. Tre anläggningar där infångning av koldioxid kan ske ingår idag i projektet, varav en är Norcems cementfabrik. Det är ännu inte beslutat om alla tre anläggningarna kommer att delta i demonstrationsfasen 2022.

En aminobaserad teknik har valts för CCS i Norcems cementfabrik i det norska demonstrationsprojektet.[104] För aminobaserad koldioxidavskiljning behövs ingen ombyggnad av ugnar och likande och den har därför liten påverkan på befintlig produktionsprocess.[105] Upptagningsförmågan uppges i praktiken vara upp till 90 procent. Den första generationens aminobaserad CCS är en mycket energiintensiv teknik och fördubblar energianvändningen per ton producerad cement. Mer energieffektiv teknik är under utveckling och har bland annat testats i de norska pilotprojekten. Vi kan i dagsläget inte säga hur mycket effektivare den teknik som valts i det norska demonstrationsprojektet är.

Globalt finns även flera andra projekt kopplat till forskning, utveckling och demonstration av CCS.[106]

För att CCS ska vara möjligt måste det finnas möjlighet att transportera och lagra koldioxiden på ett säkert sätt. Projektet NORDICCS har tagit fram en webbaserad atlas över lagringsmöjligheter i Norden [107] Möjliga lagringsplatser i Sverige finns främst i sydvästra Skåne och sydöstra Östersjön och är till största delen havsbaserade.[108]

Koldioxid kan transporteras med tåg, båt eller rörledningar. För Sverige har en kombination av transportalternativen tåg och båt föreslagits vara det generellt bästa alternativet, eftersom volymen är för liten och avstånden för långa för rörledningar.[109] Även t.ex. juridiska förutsättningar och politisk acceptans påverkar förutsättningarna för koldioxidtransport och lagring.

---

[101] En mer detaljerad beskrivning finns i Røkke m.fl., 2016 och SWECO, 2016.

[102] Energiforsk, 2015.

[103] Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03.

[104] Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03.

[105] Sweco, 2016.

[106] Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03, Sweco, 2016 och Tillväxtanalys, 2016b.

[107] https://data.geus.dk/nordiccs/map.xhtml

[108] Sweco, 2016.

[109] https://www.sintef.no/globalassets/project/nordiccs/nordiccs_report_single.pdf

Det kan också vara möjligt att utnyttja den avskilda koldioxiden istället för att lagra den. Forskning pågår bland annat för att omvandla koldioxid från stålindustrin till myrsyra, etanol och butanol med hjälp av enzymer och elektricitet.[110] Dessa produkter skulle sedan kunna användas som råvara i kemiindustrin. Metoden testas i en pilotanläggning vid Luleå tekniska universitet 2017–2018.[111] Det pågår även forskning där man undersöker mikroalgers förmåga att ta upp koldioxid ur rökgaser från t.ex. cementindustrin.[112] För att användning av koldioxid ska kunna vara en möjlig lösning på utsläppen av växthusgaser så måste inlagringen av koldioxid vara tillräckligt långsiktig och kunna ta hand om tillräckligt stora volymer av koldioxid.[113] Med dagens användningsområden för koldioxid är det inte en trolig lösning. Ur ett resursperspektiv kan en återanvändning av koldioxiden vara bra oavsett om koldioxiden släpps ut igen i ett kort perspektiv. Om koldioxiden används för att ersätta fossila råvaror kan det även minska de totala utsläppen av växthusgaser genom återanvändning.

Förbränningsutsläppen kan minska genom att byta från fossila till biobränsle eller delvis elektrifiera uppvärmningen. Det finns inga tekniska hinder för att använda 100 procent biobränslen för uppvärmning men de behöver de förbehandlas för att säkerställa den höga förbränningstemperatur som krävs i processen. [114] Teknik för förbehandling av biobränsle finns.

6.3 Energianvändning och utsläpp av växthusgaser

Mineralindustrin[115] använde knappt 5 TWh energi år 2014. Mineralindustrin använder till största delen kol, knappt 2 TWh, och el, 1 TWh. Cementindustrin använder mer och mer biobaserade bränslen och alternativa bränslen som verksamhetsavfall m.m. År 2014 var drygt 40 procent av de alternativa bränslena biobaserade, vilket kan jämföras med 2005 då andelen var noll. Den största energianvändningen går åt för att värma upp ugnen där klinker bildas vid 1 450 grader.

[110] Process Nordic, 2016-10-11 och Ny teknik, 2016-10-07.

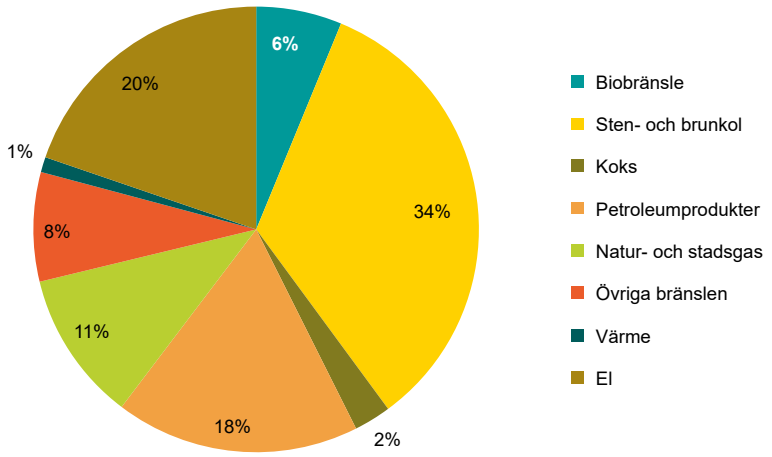
[111] Metaller och gruvor, 2016-11-09.

[112] https://lnu.se/forskning/sok-forskning/forskningsprojekt/algoland/

[113] Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03.

[114] Åhman M., Nikoleris A., Nilsson L. J., 2012.

[115] Eftersom det bara finns ett fåtal anläggningar för cementproduktion i Sverige kan den energianvändningen inte särredovisas p.g.a. sekretess. Därför redovisas bara energianvändning för hela mineralindustrins.



Figur 30. Energianvändning i mineralindustrin per energislag, 2014.
Källa: Energimyndigheten, Årliga energibalanser.

Utsläpp

Mineralindustrins totala utsläpp 2014 var cirka tre miljoner ton koldioxidekvivalenter som fördelade sig på nästan 60 procent processutsläpp och drygt 40 procent förbränningsutsläpp. Cementindustrin stod under 2014 för en dryg femtedel procent av industrins totala processutsläpp.[116] koldioxidutsläpp från cementproduktion uppstår som en biprodukt under framställningen av klinker när kalkstenen upphettas.

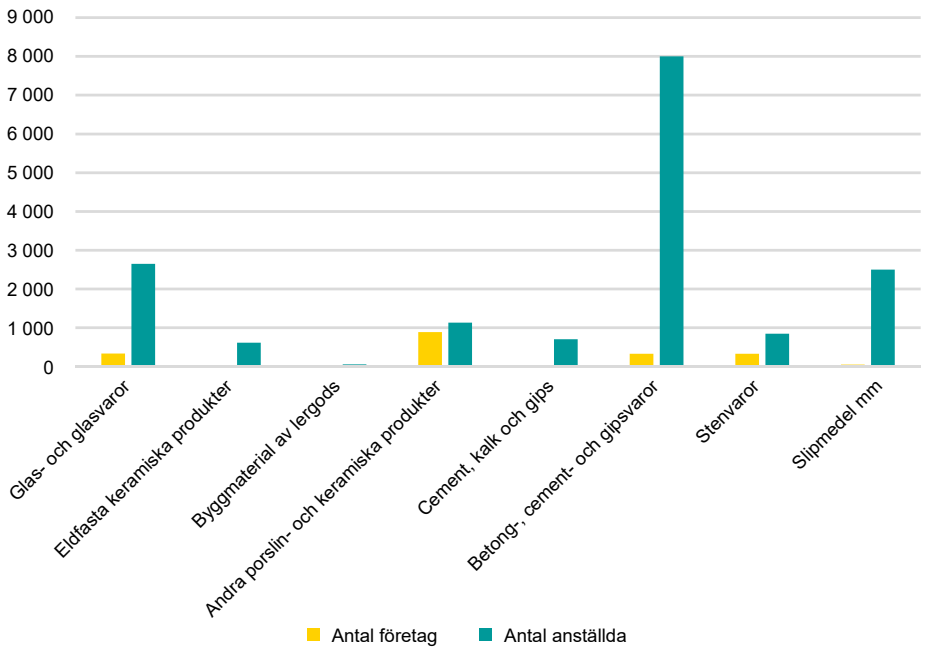
Betongstrukturer tar upp koldioxid i ytskiktet under sin livslängd genom en kemisk process som benämns karbonatisering.[117] I dag motsvarar upptaget 15–20 procent av processutsläppen från cementproduktionen. Genom att förbättra dagens krossning och hantering av rivna betongkonstruktioner för att skapa större exponerade betongytor kan upptaget öka ytterligare. Koldioxid i betongstrukturer ingår idag inte i klimatrapporteringen. Det kan därför troligen inte tillgodoräknas målet om nettonollutsläpp 2045 i dagsläget.

6.4 Ekonomiska och marknadsförutsättningar

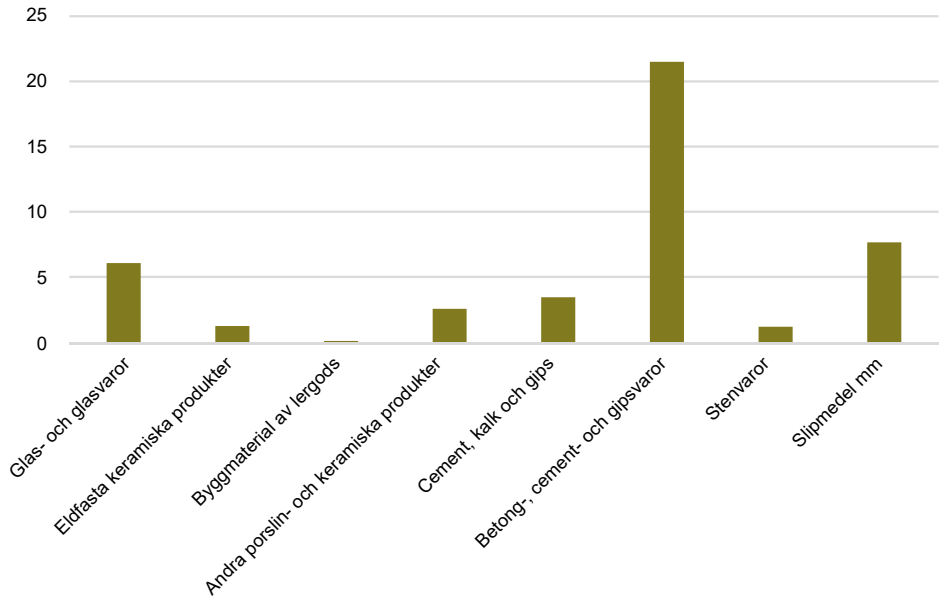
År 2014 ingick ca 2 000 företag med 16 500 anställda i mineralindustrin. Omsättningen var knappt 44 miljarder kronor. Betong-, gips- och cementvaror var den största delbranschen med nästan hälften av både anställda och omsättning. De därefter följande största arbetsgivarna är glas- och glasvaruindustrin och slipmedel mm som även var de två delbranscherna med näst största i omsättning.

[116] Naturvårdsverket, 2016.

[117] Energimyndigheten och Naturvårdsverket, 2016.

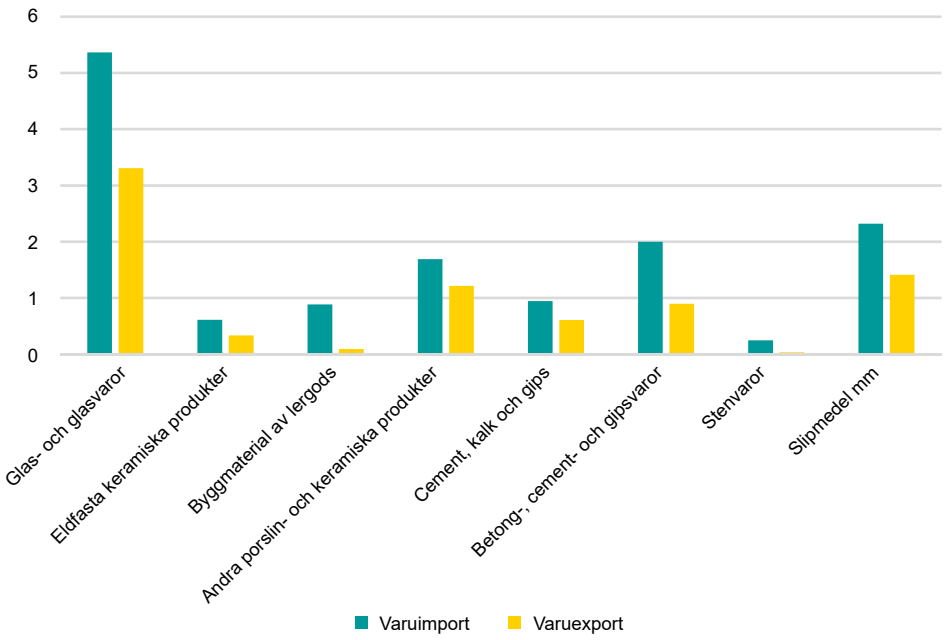


Figur 31. Antal anställda och antal företag per delbransch, 2014.
Källa: SCB, Företagens ekonomi.



Figur 32. Nettoomsättning per delbransch, 2014, miljarder kronor.
Källa: SCB, Företagens ekonomi.

Den koncern som den svenska cementproduktionen ingår i är den näst största cementproducenten i världen.[118] Den svenskproducerade cementen står för cirka 85 procent av den svenska marknaden för cement.



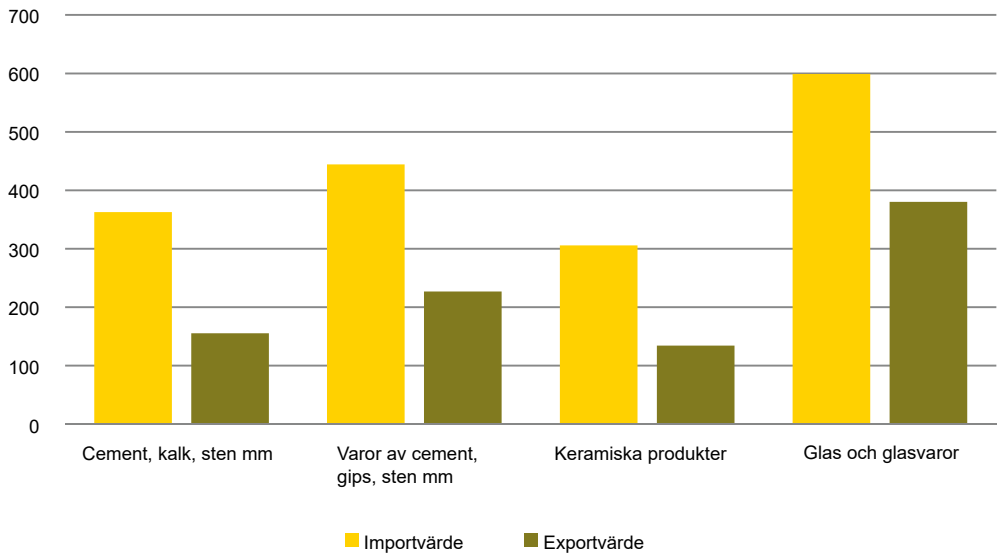
Figur 33. Import- och exportvärde per delbransch (SPIN), 2014, miljarder kronor.
Källa: SCB, Utrikeshandel med varor.

Importen inom mineralindustrin uppgick till knappt 14 miljarder kronor och exporten till knappt 8 miljarder kronor 2014. Importvärdet var nästan 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 19 procent av produktionsvärdet, vilket indikerar att en större del av produktionen säljs inom Sverige. För cement, kalk m.m. är andelen 18 procent.

Cirka tre fjärdedelar av importen av mineralprodukter kom från länder inom EU. De största importländerna är Tyskland, Danmark och Norge. Exportvärdet fördelar sig jämt till länder inom och utanför EU men de länder som Sverige exporterar mest till är Norge, Danmark och Finland. Om exporten mäts i vikt hade även Ryssland en stor exportandel men andelen i värde var lägre.

[118] Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03.



Figur 34. Import- och exportvärde per varukategori (HS), 2014, miljoner Euro.
Källa: Eurostat, International trade in goods.

Import och export fördelat på varukategorier visar att importvärdet fördelas relativt jämt mellan de fyra kategorierna som ingår i mineralindustrin, 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. Import av stenull m.m. samt glas-flaskor och -behållare har också en större importandel, medan keramiska tvättställ, badkar, WC-stolar m.m. och cement har en större andel av exporten.

För cement är importvärdet ungefär lika stort som exportvärdet och uppgår till tre respektive fyra procent av branschens totala import och export. Den främsta importen kommer från länder inom EU28. Runt 85 procent av den svenska marknaden för cement består av svenskproducerad cement[119]. En stor del av exporten går till länder utanför EU, främst Ryssland och USA. Inom EU går den största exporten till Litauen och Danmark. Kvoten mellan värde/vikt är markant lägre för exporten jämfört med importen för cement, vilket antyder att Sverige importerar mer förädlade varor inom kategorien än exporterar.

För keramiska tvättställ, badkar, WC-stolar m.m. och glasfiber är exportkvoten mycket högre än importkvoten. Även för stenull m.m. och säkerhetsglas är exportkvoten högre vilket antyder att exporten är mer förädlad än importen. Det antyder även att dessa varor framförallt konkurrerar med produktkvalitet eller är nischprodukter. För varor av cement och betong och glasflaskor och -behållare är exportkvoten lägre, vilket antyder att Sverige importerar mer förädlade varor än exporterar och att de exporterade varorna är mer troliga att konkurrera på bulkmarknader.

Den låga internationella handeln i förhållande till produktionsvärdet kan antyda att företagen är mindre känsliga för internationell konkurrens än företag med större internationell handel. Men den relativt stora importen på området i kombination med

[119] Seminarium, Klimatneutral processindustri, 2017-05-03.

att Sverige till stor del importerar och exporterar inom samma varukategorier kan innebära att det ändå finns en känslighet för internationell konkurrens. En försämrad internationell konkurrenskraft skulle kunna innebära en ökad import på bekostnad av produktion i Sverige, särskilt för produktgrupper där den svenska produktionen verkar vara inom bulkmarknader. Dessutom kan indirekt konkurrens finnas, t.ex. om cementproduktion och -försäljning minskar i Sverige och ersätts av import av färdiga varor av cement och betong.

Liksom i Kemi finns stora skillnader mellan handeln mätt i värde och vikt.

6.5 FOI i branschen

Mineralindustrins FoU-kostnader uppgick 2013 till cirka en halv procent av branschens omsättning.[120] Som nämnts i kapitel 3.5 var snittet för industrin cirka 3 procent.

[120] SCB, Forskning och utveckling inom företagssektorn. Siffran omfattar företagens egna FoU-kostnad

7 Uppföljning och utvärdering

Kvantitativa mål kan följas upp med kvantitativa indikatorer för att se om utvecklingen håller önskad riktning och takt. Men för att se orsakssamband och vad som krävs för att påverka trender krävs mer information än vad som ryms i indikatorer och de måste därför kombineras med fördjupade analyser. En uppdaterad nulägesanalys som beskriver vilket mål som ska nås, nuläge, vilka framsteg som gjorts och vad som behöver prioriteras för att nå målet är ett lämpligt sätt att följa upp satsningen på innovationsfrämjande åtgärder.

7.1 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.[121]

Forskningsfinansiering är ett styrmedel som ska bidra 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 testa 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 sålla fram en fungerande ny teknik. Dels innebär tanken om att finansieringen till viss del, särskilt vid pilot och demonstration, ska användas för att minska risken för berörda företag att om alla projekt lyckas fullständigt kanske för ”säkra” projekt har stötts. Det är omöjligt att veta hur stor andel som ska 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 också många utredningar som har försökt ta fram indikatorer och de kommer också fram till att det är en komplex uppgift.[122]

7.2 Uppföljning av omställning

Det är viktigt att följa upp politiska mål och visioner. Det är också viktigt att ha indikatorer som kan visa om trender går åt rätt håll för att nå målen. För att sedan bedöma vad utvecklingen beror på och vad som behövs för att t.ex. ändra riktning eller skynda på måluppfyllelsen behövs en fördjupad analys kring trendens orsaker för att se om t.ex. ny teknik behöver utvecklas eller andra styrmedel för att öka användning av tillgänglig teknik.

[121] Proposition 2016/17:50.

[122] Se t.ex. Energimyndigheten, 2013.

7.2.1 Mål kopplade till regeringsuppdraget genomförande av innovationsfrämjande insatser

De viktigaste målen kopplat till uppdraget om att genomföra innovationsfrämjande insatser är:

- Nettonollutsläpp av växthusgaser i Sverige 2045.[123]
- Regeringens mål för forskningspolitiken, se avsnitt 7.1 Forskning behövs för utveckling.
- Energimyndighetens Forsknings- och innovationsstrategi för hållbar industri.[124]
    - Vision till 2050
        - Svensk industrin ska ha ersatt fossil energi och råvaror med förnybara.
        - Svensk industri är världsledande inom resurseffektiv och klimatneutral produktion.
        - Svensk industri är världsledande inom biobaserade system och cirkulära flöden.
        - Svensk industri möter framgångsrikt den globala efterfrågan på hållbara, högvärdiga material, produkter och tjänster.
        - Sverige upprätthåller en internationellt sett mycket hög kompetens inom såväl akademi, institut som näringsliv och har ett mycket gott innovations- och samverkansklimat.
- Målet i regeringens nyindustrialiseringsstrategi, Smart industri, är att industrin i hela Sverige ska öka sin konkurrenskraft och sitt deltagande i främst de högkvalificerade delarna av de globala värdekedjorna.[125]

Det här är övergripande mål på nationell nivå och visar det önskade läget i Sverige vid respektive måls slutår. Olika styrmedel, t.ex. forskningsfinansiering, kan användas för att styra utvecklingen mot målen.

På styrmedelsnivå kan mål också sättas, t.ex. för satsningar inom uppdraget att genomföra innovationsfrämjande insatser. De bör då vara kopplade till den faktiska effekt som man önskar nå med styrmedlet. Det finns idag inga konkreta utfallsmål för uppdraget att genomföra innovationsfrämjande insatser, men det skulle t.ex. kunna vara att en demonstrationsanläggning eller att en pilot finnas på plats i vissa branscher ett visst år.

7.2.2 Indikatorer och uppföljning

Indikatorer kan vara ett sätt att enkelt följa om utvecklingen går i önskad riktning eller om mål nås. I Energimyndighetens rapport Guide till indikatordjungeln definieras indikatorer som ”mätbara företeelser som visar tillståndet hos ett större system”.[126] Rapporten beskriver också viktiga egenskaper hos bra indikatorer. Den ska ha en koppling till ett angivet mål, så enkelt som möjligt mäta den utveckling som ska visas, vara noga utformad så att den verkligen mäter det som avses, tydligt definierad och

[123] SOU 2016:47.

[124] Energimyndigheten, Forsknings- och innovationsstrategi för hållbar industri

[125] Regeringskansliet - Näringsdepartementet, 2016.

[126] Energimyndigheten, 2002.

helst baseras på officiell statistik, och vara spårbar hela vägen från källdata till färdig indikator. Om flera indikatorer används för samma uppföljning bör de inte vara för många.

Det är mycket svårt att i en indikator fånga orsakssambandet mellan utvecklingen mot ett mål och enskilda insatser som genomförts. Det beror på att utveckling mot ett mål oftast beror på många olika faktorer vars påverkan inte kan särskiljas, och också på att en indikator byggd för att följa upp ett mål sällan eller aldrig samtidigt kan byggas för att uttala sig om orsakssamband.

När måluppfyllelse analyseras genom en indikator måste det därför kompletteras med en fördjupad analys över vad som ligger bakom utvecklingen.

7.2.3 Indikatorer för uppföljning

I det här uppdraget om innovationsfrämjande insatser är det övergripande målet att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser för att bidra till det nationella klimatmålet om nettonollutsläpp av växthusgaser i Sverige 2045. Målet om nettonollutsläpp är på systemnivå för hela Sverige. Målet är kvantifierat och följer den internationella klimatrapporteringens ramar. För att följa upp hur utsläppen av växthusgaser utvecklas bör därför den officiella statistiken användas och indikatorn blir totala växthusgasutsläpp i Sverige[127], eventuellt kompletterad med utsläpp per sektor. Genom dessa indikatorer kan utvecklingen mot utsläppsmålet följas liksom hur olika sektorer, bl.a. industrin och industrins processutsläpp, bidrar till måluppfyllelse. Men det går inte att direkt koppla effekter av insatser inom forskning m.m. till utvecklingen av växthusgasutsläppen. Kompletterande analyser krävs, som nämns ovan, för att förstå utvecklingen av indikatorn. Indikatorn visar alltså om utvecklingen går åt önskat håll eller inte, men säger ingenting om varför det utvecklas på det sättet. Den konkurrensutsatta industrin regleras av EU ETS och för att utsläppsminskningar i den delen av industrin också ska få en effekt på de internationella utsläppen behöver de utsläppsrätter som inte behöver användas annulleras. Men utsläppsminskningar i industri som omfattas av EU ETS får tillgodoräknas det svenska klimatmålet om nettonollutsläpp 2045.

För både regeringsuppdragets mål att minska processutsläppen och Energimyndighetens forsknings- och innovationsstrategi för en hållbar industri är minskad användning av fossila råvaror och energibärare viktiga beståndsdelar. Både användningen av fossila material för energiändamål och som råvaror till produktionen omfattas av strategins vision. En utveckling enligt visionen innebär även en minskning av både process- och övriga utsläpp från industri vilket ligger i linje med målsättningen i regeringsuppdraget och målet om nettonollutsläpp till 2045.

En indikator som kan visa hur användningen av fossila råvaror, både för energi- och råvaruändamål, utvecklas skulle därför vara en del i uppföljning både av industristrategin och regeringsuppdraget. Indikatorn skulle även kunna vara en underindikator till klimatmålet 2045, som bidrar med ökad förståelse kring växthusgasutsläppens utveckling. Men det går inte heller för denna indikator att direkt koppla indikatorns utveckling till en eller flera specifika insatser, utan uppföljning måste ske på flera nivåer där orsakerna till indikatorns utveckling analyseras i fördjupande analyser.

[127] Med hänsyn tagen till internationella åtaganden.

Indikatorn för att följa upp den fossila användningen skulle kunna baseras på materialräkenskaperna och bestå av användning av fossila material i Sverige som andel av Sveriges totala materialkonsumtion (DMC). I SCB:s statistikdatabas finns möjlighet att ta ut den totala materialkonsumtionen fördelat på drygt 50 materialkategorier, däribland fossila energibärare. Statistiken omfattar fossila energivaror som används som energibärare och som råvara. Andelen fossila material av Sveriges materialkonsumtion 2014 var 8 procent och andelen har sjunkit sedan 2000. Indikatorn visar hur alltså hur ”fossilintensiv” materialanvändningen i Sverige är och fångar både minskad fossil energi- och råvaruanvändning. Genom att indikatorn är en andel av totala materialanvändningen fångar den tydligare om den fossila materialanvändningen substitueras/effektiviseras, snarare än om hela ekonomin minskar. Men indikatorn kan också minska om industri försvinner från Sverige, om tillverkningens fossilandel är högre än snittet i Sverige. Det är ett exempel på varför orsakssamband bakom indikatorns utveckling också behöver analyseras så att utvecklingen inte misstolkas. Indikatorn kan också kompletteras med andelen biomassaanvändning av DMC vilket gör att man även följa utvecklingen av biomassabaserade material och följa upp de målen i industristrategin.

Materialflödesbalanserna kan i dagsläget inte fördelas på bransch eller på energi- respektive råvaruanvändning. Innan indikatorn används behöver man även undersöka och ta hänsyn till hantering och effekt av import/export. Kompletterande analyser utifrån t.ex. energistatistik kan behövas och/eller vidareutveckling av materialflödesstatistiken utifrån existerande statistik. Kalksten, vars användning inom mineralindustrin är kopplat till utsläpp, ingår inte i fossilandelen. Men det går eventuellt att bryta ut dessa material och bygga en indikator där de ingår.

De två andra övergripande målen för forskningspolitik och konkurrenskraft är inte kvantifierade på samma sätt som klimatmålet och det är därför svårare att i dagsläget föreslå några övergripande indikatorer. Konkurrenskraft är ett komplext begrepp och det finns ingen entydig definition för vad regeringen avser med konkurrenskraft. Vid uppföljning måste man även vara noggrann med vems konkurrenskraft man avser och på vilken nivå (nationell, bransch eller företag). Om man vill följa upp effekter på konkurrenskraft så finns det metoder som eventuellt skulle kunna användas, t.ex. de som nämns i Tillväxtanalys rapport Svensk konkurrenskraft – utfall och förslag till metod för framtida analys[128] eller de internationella index som nämns i regeringens nyindustrialiseringsstrategi, Smart industri.[129] Det har inte varit möjligt att utreda hur dessa metoder skulle kunna användas kopplat till forskningsfinansiering i denna rapport, särskilt eftersom de kräver en konkretisering och analys av målen. Även här finns svårigheterna att indikatorer som visar utveckling inte förklara orsakssamband.

Övriga mål i forsknings- och innovationsstrategin för en hållbar industri kopplar inte lika tydligt till regeringsuppdraget och/eller uppföljning utreds i andra sammanhang så indikatorer och uppföljning av dom diskuteras inte i denna rapport. Men det finns underlag som kan användas för vidare arbete kring uppföljning och indikatorer även för dom.

[128] Tillväxtanalys. 2009.

[129] Regeringskansliet - Näringsdepartementet, 2015.

Referenser

Benhelal et al. 2013. Journal of Cleaner Production 51, sid 142-161.

Boliden. 2016. Annual report 2015.

Cortus Energy AB. 2016. Pressmeddelande 2016-11-18 – Energimyndigheten beviljar Cortus Energy stöd med 3,4 MSEK för demonstrationsfasen av projekt Probiostål i Höganäs 2018.

Elsayed Mousa, Chuan Wang, Johan Riesbeck, Mikael Larsson. November 2016. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 65, Pages 1247-1266.Biomass applications in iron and steel industry: An overview of challenges and opportunities Ref 121. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116303896

Energiforsk. 2015. Processindustrin och nollvisionen. Energiforsk rapport 2015:138. https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/18719/processindustrin-och-nollvisionen.pdf

Energimyndigheten. 2017. Pressmeddelande 2017-02-27: Energimyndigheten satsar stort i initiativet för en koldioxidfri stålindustri.

Energimyndigheten. 2016. Industrins långsiktiga utveckling i samspel med energisystemet – Ett underlag till Energimyndighetens utredning Fyra framtider energisystemet efter 2020. ET 2016:06.

Energimyndigheten. 2013. Indikatorer för FOI Uppföljning och utvärdering av Energimyndighetens insatser för forskning och innovation. ER 2013:30.

Energimyndigheten. 2002. Guide till indikatordjungeln – indikatorer inom energiområdet. ER 1:2002.

Energimyndigheten, Forsknings- och innovationsstrategi för hållbar industri

Energimyndigheten och Naturvårdsverket. 2016. Underhandsuppdrag EU ETS. analys av koldioxidläckage och fri tilldelning. NV-02803-16, EM-2016-3597.

Energimyndighetens projektdatabas, projektnummer 38685-2. http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?projectid=24217

Energimyndighetens projektdatabas, projektnummer 42197-1. http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?projectid=23505

Energimyndighetens projektdatabas, projektnumret 44676-1. http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?projectid=25939

https://data.geus.dk/nordiccs/map.xhtml

http://www.energimyndigheten.se/utlysningar/insatser-for-att-minska-processindustrins-utslapp-av-vaxthusgaser/.

http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Miljoteknik-och-miljoinnovationer/

http://www.voltachem.com/news/whitepaper-electrification-offers-chemistry-a-sustainable-and-profitable-fuhttps://www.technologyreview.com/s/535646/what-happened-to-green-concrete/

https://lnu.se/forskning/sok-forskning/forskningsprojekt/algoland/

https://www.sintef.no/globalassets/project/nordiccs/nordiccs_report_single.pdf

Höganäs AB. 2017. Pressmeddelande 2017-04-18 – Cortus Energy to deliver renewable energy to Höganäs production.

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reporting instructions.

Jernkontoret mailkontakt 2017-04-21–28, Helén Axelsson.

Jernkontoret 2000 Järn- och stålframställning – Malmbaserad processmetalurgi – Jernkontorets utbildningspaket del 2.

LKAB. 2016. Års- och hållbarhetsredovisning 2015.

Metaller och gruvor 2016-11-09. Från stålverksgas till metanol.

Naturvårdsverket. 2016. National Inventory report Sweden 2016.

Ny teknik, 2016-10-07. Stålets utsläpp ska bli ny råvara.

Ny teknik. 2016-04-04. Nya satsningen: Stål utan kol.

Preem. 2016. Årsredovisning 2015.

Process Nordic, 2016-10-11, El gör miljövänligare CO_2.

Profu. 2013. Industristruktur och tillhörande energiaspekter för jord och stenvaruindustrin. Underlagsrapport till Energimyndigheten.

Profu. 2012. Industristruktur och tillhörande energiaspekter för kemi- och plastindustri, läkemedelsindustri och raffinaderier i Sverige. Underlagsrapport till Energimyndigheten.

Proposition 2016/17:50. Kunskap i samverkan – för samhällets utmaningar och stärkt konkurrenskraft. Regeringskansliet.

Quader, Shamsuddin, Dawal och Nukman. Mars 2016. Present needs, recent progress and future trends of energy-efficient Ultra-Low Carbon Dioxide (CO2) Steelmaking (ULCOS) program. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 55, Pages 537–549.

Regeringskansliet - Näringsdepartementet, 2016. Handlingsplan Smart industri – en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige. N2016.14.

Regeringskansliet – Näringsdepartementet, 2015. Smart industri – En nyindustrialiseringsindustri för Sverige. N2015.38.

Røkke N., Aarlien R., Mazzetti M., Kielland Haug J. J., Skagestad R., Onarheim K., Lund H., Kjärstad J. och Lyng Anthonsen K., 2016. Building nordic excellence in CCS NORDICCS – The nordic CCS competence centre. – Slutrapport från Nordiccs.

Seminarium: Klimatneutral processindustri, 2017-05-03, arrangörer: Tillväxtanalys och Cementa AB.

SOU 2016:47. En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige del 1 – Delbetänkande av Miljömålsberedningen.

Sweco. 2016. Cementindustrins möjlighet till minskade koldioxidutsläpp – CCS-teknik och alternativa bränslen. Underlagsrapport till Tillväxtanalys.

Tillväxtanalys. 2016 a. Innovation i massa- och pappersindustrin. Svar direkt 2016:2.

Tillväxtanalys. 2016 b. Så kan stålindustrins utsläpp av växthusgaser minska – Sverige kan lära av Japan och Kina. Svar direkt 2016:01.

Tillväxtanalys. 2016 c: En klimatneutral cementindustri – Koldioxidavskiljning och lagring i Sverige? Svar direkt 2016:24.

Tillväxtanalys. 2009. Svensk konkurrenskraft – utfall och förslag till metod för framtida analys. Rapport 2009:09.

Verkstäderna. 2017. Höganäs gasar på mot koldioxidneutralt. 2017-04-18. http://www.verkstaderna.se/article/view/432459/hoganas_gasar_pa_mot_koldioxidneutralt?ref=newsletter&utm_medium=email&utm_source=newsletter&utm_campaign=daily#.WPchLzMqMHI.email

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. 2013 a. Företag inom svensk gruv- och mineralindustri 2007–2011. Vinnova Analys VA 2013:12.

Vinnova. 2013 b. Metallindustrin i Sverige 2007–2011. Vinnova Analys VA 2013:02.

Vinnova. 2013 c. Chemical industry companies in Sweden. Vinnova Analys VA 2013:01.

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.

Övrigt underlagsmaterial

Borealis. 2016. Miljörapport 2015.

Borealis. 2016. Annual report 2015.

Energimyndigheten. 2011. Indikatorer och beräkningsmetoder för uppföljning av politik för energieffektivisering. ER 2011:11.

Energimyndigheten. Energiläget. http://www.energimyndigheten.se/statistik/energilaget/

Energimyndigheten. Energiindikatorer http://www.energimyndigheten.se/statistik/energiindikatorer/

Profu. 2012. Industristruktur och tillhörande energiaspekter för järn- och stålindustri samt järnmalmsgruvor. Underlagsrapport till Energimyndigheten.

SSAB. 2016. Årsredovisning 2015.

Tillväxtanalys. 2016. Sverige – ett attraktivt gruvland i världen?. Rapport 2016:06.

www.boliden.com/sv/

www.cementa.se/sv

www.lkab.com

www.ssab.se

Bilaga Uppdragsbeskrivning

Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser

Regeringens beslut

Regeringen uppdrar åt Statens energimyndighet (Energimyndigheten) att genomöra utlysningar och samordna de statliga innovationsfrämjande insatserna för minskade processutsläpp inom svensk industri. Insatserna avser i huvudsak förstudier, innovationssamarbeten samt spridning av nya system och tekniker. Myndigheten ska även, tillsammans med universitet och högskolor, näringsliv och andra relevanta aktörer, verka för samarbeten för utveckling och spridning av ny teknik för en minskad klimatpåverkan.

Särskilt fokus ska läggas på de tekniker och systemlösningar som, på kort respektive lång sikt, bedöms ha störst nytta för såväl minskade utsläpp som stärkt konkurrenskraft. Möjligheterna att i högre grad nyttja internationella insatser och samarbeten för forskning och innovation bör beaktas. Potentialen för innovationer i Sverige att kunna bidra till minskade utsläpp nationellt och internationellt bör belysas samt möjligheten till ökad teknikexport. I arbetet med att genomföra insatser inom ramen för uppdraget ska Energimyndigheten samverka med övriga berörda myndigheter och samordna arbetet för att säkerställa att de sammantagna statliga insatserna får så stort genomslag som möjligt.

I ett första skede ska Energimyndigheten göra en sammanställning och analys över nuläget som visar vilka sektorer i Sverige som har högst utsläpp, deras respektive möjligheter till minskade utsläpp och möjlig utveckling på området.

Uppdraget ska genomföras i samverkan med Naturvårdsverket, Verket för innovationssystem (Vinnova) och Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser (Tillväxtanalys) samt övriga berörda myndigheter. Uppdragets genomförande ska vidare ske i dialog med svensk industri, universitet och högskolor samt institutssektor.

För ändamålet, inklusive programanknutna kostnader, får Energimyndigheten rekvirera totalt högst 35 miljoner kronor, under perioden 2016-2019. Energimyndigheten får rekvirera högst 5 miljoner kronor per år för åren 2016-2017. För 2018 får Energimyndigheten rekvirera högst 10 miljoner kronor och för 2019 högst 15 miljoner kronor. Medlen ska rekvireras engångsvis för respektive år. För 2016 ska rekvisitionen vara inkommen till Kammarkollegiet senast den 30 oktober 2016. För åren 2017, 2018 och 2019 ska rekvisitionerna vara inkomna till Kammarkollegiet senast den 15 mars för respektive år. I rekvisitionerna ska hänvisning göras till detta besluts diarienummer. Utgifterna ska belasta det under utgiftsområde 24 Näringsliv uppförda anslaget 1:5 Näringsutveckling m.m., anslagsposten 1 Näringsutveckl -del till Kammarkollegiet.

Oförbrukade medel ska återbetalas till Kammarkollegiet senast den 15 mars 2020 på bankgirokonto 5052-5781, med angivande av detta besluts diarienummer.

Resultatet av uppdraget och hur medlen har använts ska delredovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 31 augusti 2017, den 31 augusti 2018

och den 31 augusti 2019. I redovisningen 2019 ska Energimyndigheten redogöra för vilka tekniska och marknadsmässiga hinder, tillika hinder i regelverken, som enligt myndigheten bedöms föreligga för minskade växthusgasutsläpp från den svenska processindustrin. Myndigheten ska även redovisa vilka insatser inom forskning, innovation och demonstration som bedöms nödvändiga på området för att bidra till att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp, samtidigt som konkurrenskraften för svensk processindustri stärks. Effekter på andra miljömål, exempelvis giftfri miljö, ska belysas. Uppdraget ska slutredovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 15 mars 2020. I slutredovisningen ska Energimyndigheten lämna en redovisning av medelsanvändningen samt en redovisning av hur insatserna har bidragit till ökad innovation avseende industrins möjlighet att ställa om till minskade utsläpp av växthusgaser, samt hur myndigheterna samordnat sitt arbete i frågan.

Uppdraget genomförs inom ramen för ett av samverkansprogrammen – Uppkopplad industri och nya material – och knyter nära an till nyindustrialiseringsstrategin Smart industri.

Bakgrund

Miljömålsberedningen har föreslagit ett långsiktigt må1 om att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Regeringen planerar att i början av 2017 återkomma med en proposition om ett klimatpolitiskt ramverk och nya må1, med utgångpunkt i Miljömålsberedningens förslag i betänkandet En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige (SOU 2016:47). En stor del av de direkta utsläppen från industrin kommer från energi- och koldioxidintensiva branscher inom processindustrin. I järn- och stålindustrin har det hittills varit svårt att hitta substitut för användning av kol som reduktionsmedel vid framställningen av malmbaserat stål. Inom cementindustrin sker en betydande del av koldioxidutsläppen som avgång av den i kalkstenen bundna karbonaten. Dessa industrier stod för nära hälften av industrins utsläpp 2014 och utsläppsnivåerna har minskat mycket lite sedan 1990. För massa- och pappersindustrin, verkstadsindustrin och livsmedelsindustrin finns inte samma direkta koppling mellan produktionsprocesserna och utsläppen. Dessa branscher har minskat sina utsläpp relativt kraftigt under senare år. I raffinaderi och kemiindustrin används fossila bränslen ofta som insatsvara i processen, vilket leder till betydande växthusgasutsläpp.

Skälen för regeringens beslut

Världens länder enades om ett nytt globalt och rättsligt bindande klimatavtal vid klimatmötet COP21 i Paris. Det nya avtalet kommer att utgöra ramverk för ländernas klimatarbete under lång tid framöver. Regeringen anser att Sverige ska ha en ledande roll i genomförandet av klimatavtalet och klimatomställningen. Genomförandet ställer krav på en omställning till mycket låga eller negativa utsläppsnivåer i alla samhällssektorer. Klimatfrågan präglar i dag regeringens arbete på många områden och det står klart att stora förändringar måste till för att Sverige ska kunna bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. Minskade utsläpp är också en förutsättning för framtida konkurrenskraft, inte minst inom industrin. Det finns goda affärsmöjligheter för svenska företag att bidra till global klimatnytta genom ökad produktion och export av produkter och teknik med jämförelsevis låga utsläpp. Inom industrin förestår nu tekniksprång som innebär att delvis helt ny teknik utvecklas, teknik som kan användas även inom andra områden. Det öppnar upp för export även på nya marknader.

Industrins betydelse för det gemensamma välståndet är stor. Industrin och de industrinära tjänsteföretagen skapar närmare en miljon arbetstillfällen och står för över 70 procent av Sveriges samlade exportvärde. I syfte att stärka svensk industri i omställningen till hållbar produktion har regeringen beslutat om Smart industri – en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige. Det är nödvändigt att hitta en väg framåt där den svenska processindustrin både kan bidra till nödvändiga utsläppsminskningar för att nå högt ställda klimatmål och samtidigt bibehålla internationell konkurrenskraft. En långsiktig utveckling av industrin mot nollutsläpp kräver en integrerad politik som innefattar olika typer av stöd längs hela innovationskedjan. Forskning, innovation och demonstration av nya processtekniker kan också bidra till att attrahera såväl demonstrationsanläggningar som därtill relaterad utveckling och stärka Sverige som innovationsland i enlighet med regeringens insatser för Testbädd Sverige. Nationella innovationsrådet har identifierat miljö- och klimatteknik som ett område där samverkan mellan näringsliv, offentlig sektor, akademi och andra berörda parter kan bidra till att möta samhällsutmaningar och främja konkurrenskraft. Svenska företag ska leda vägen för hållbara innovationer.

Den svenska industrin står för knappt en fjärdedel av Sveriges utsläpp av växthusgaser. Utsläppen har minskat med 24 procent sedan 1990 och Sveriges industri tillhör de minst utsläppsintensiva i en global jämförelse. Likväl är de processrelaterade utsläppen svåra att minska och stora utmaningar kvarstår för industrin. Fortsatta insatser krävs för att kontinuerligt minska utsläppen och ta nödvändiga tekniksprång. EU är det ekonomiska område som har hårdast krav på utsläppsminskningar för sin industri, en industri som i hög utsträckning är utsatt för internationell konkurrens. För att svensk industri ska kunna fortsätta driva teknikutvecklingen mot minskade utsläpp och inte konkurreras ut av mer utsläppsintensiva konkurrenter krävs fokusering av statens resurser på området i nära samarbete med näringslivets insatser inom forskning, innovation och demonstration. Sverige ska vara världsledande inom innovativ och hållbar industriell produktion. Regeringen har därför tagit initiativ till fem strategiska samverkansprogram för att möta samhällsutmaningar. Genom samverkan mellan offentliga och privata aktörer kan innovation medverka till nya lösningar som bidrar till hållbar tillväxt och stärkt konkurrenskraft.

På regeringens vägnar

Mikael Damberg

Annika Holmberg

Kopia till

Statsrådsberedningen/SAM och INRÅD

Utrikesdepartementet/FH

Finansdepartementet/BA

Utbildningsdepartementet/F

Miljödepartementet/MM, KL och EE

Näringsdepartementet/IFK, FOF, KSR, FF och RTS

Energimyndigheten

Kammarkollegiet

Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser

Naturvårdsverket

Tillväxtverket

Verket för innovationssystem

Bilaga Statistik

Som nämns i kapitel 1.2 har följande statistikkällor använts i rapporten:

- Statistik utsläpp växthusgaser, Naturvårdsverket: Nationella utsläpp av växthusgaser.
- Energistatistik – Årliga energibalanser, Energimyndigheten: Energianvändning.
- Företagens ekonomi, SCB: Antal anställda, nettoomsättning, och produktionsvärde. Förädlingsvärde till branschkapitlen.
- Utrikeshandel med varor, SCB: Import och export per bransch (SPIN).
- International trade in goods – EU-trade since 1988 by HS 2,4,6, and CN8 (DS-645593), Eurostat: Import och export på produktnivå samt fördelat på avsändar-/mottagarland.
- Nationalräkenskaper, SCB: BNP och förädlingsvärde för kapitel 2.2.
- Forskning och utveckling inom företagssektorn, SCB: FoU-kostnad.

Eftersom statistikkällorna skiljer sig åt med tanke på t.ex. urval, avgränsningar, klassificeringssystem, insamlingsmetod mm ska jämförelser mellan respektive statistikkälla göras med försiktighet. I de flesta fallen i denna rapport sker jämförelser och beräkningar inom samma källa.

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

Utsläpp från koks-, masugns- och LDgas som använts för produktion av el- och värme räknas till processutsläpp i denna rapport. I den internationella klimatrapporteringen rapporteras dessa utsläpp i elproduktion. Men eftersom utsläppen är direkt kopplade till produktionen i koksverk, masugn och LD-konverter och uppkommer oavsett om gaserna används till elproduktion, inom stålverket eller facklas bort så är de för uppdraget relevanta som processutsläpp och redovisas här som processutsläpp i järn- och stål.

Utsläppsstatistiken är delvis annorlunda uppbyggd än övrig statistik och det har därför inte varit möjligt att helt synkronisera dom. Växthusgasutsläpp i gruvor kan inte fördelas på olika sorters gruvor. Därför redovisas gruvor separat i kapitel 2 och hela gruvindustrin ingår i utsläppen för gruvindustri i kap 3.3. En annan skillnad mellan utsläppsstatistiken och övrig statistik är att ferrolegeringar ingår i metallverk i utsläppsstatistiken men i järn- och stålproduktion i övrig statistik. Se också figuren i slutet av Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning för mer information om skillnaderna i branschuppdelning.

Energianvändningen i raffinaderi ingår i Energibalanserna inte under industrin, utan under tillförsel som egenanvändning. Eftersom raffinaderiernas egenanvändning är energi som används i raffinaderierna ingår det i den här rapporten i raffinaderi och kemi. Därför skiljer sig industrins totala energianvändning i denna rapport något från industrins energianvändning i Energimyndighetens Energibalanser.

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 2-4siffrig HS/KN[130] 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.

All import av stenkol och kolbaserade produkter används inte inom stålproduktion 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 stålproduktion.

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 av 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.

[130] På produktnivå antas här att HS/Kn 27 relaterar till raffinaderier och 28–29, 31–38 relaterar till kemi och 30 till läkemedelsindustrin.

Bilaga Bransch-, varu- och produktindelning

I möjligaste mån har branschuppdelningen gjorts för att fånga hela processen från råvara till slutprodukter. Det innebär t.ex. järnmalmsgruvor och import av stenkol ingår i stålproduktion. Det har inte varit möjligt att få fram statistik endast för kalkbrott och därför ingår de i metallverk och övriga gruvor, inte i mineralindustri. I tabellerna nedan beskrivs vilka SNI/SPIN-koder som ingår i respektive bransch, vilka HS/KN-koder som ingår i respektive bransch och vilka varu-/produktkategorier de motsvarar samt CFR-kodernas branschindelning. Under varje tabell finns länkar till mer information om klassificeringssystemen.

Längst bak finns en schematisk bild över hur branschindelningen i CFR 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**
Stålproduktion inkl. järnmalmsgruvor	05, 07.1, 271–3
– Stenkol	05
– Järnmalmsgruvor /Järnmalm	07.1
– Järn– och stålverk /Järn och stål	23.1
– Stålrör mm	24.2
– Övrig stålbearbetning /Andra primärbearbetade stålprodukter	24.3
Metallverk inklusive övriga gruvor	**07.2–08+ 24.4–24.5**
Övriga malmgruvor och brytning av kalk mm	07.2–08.1
– Övriga metallmalmer	07.2
– Sten, sand och lera	08.1
Övriga mineralbrott/Övriga mineralprodukter	08.9
Metallverk /Metaller exkl. järn	24.4
Gjuterier /Gjutna produkter	24.5
Raffinaderi och Kemi	**06, 19–21**
– Raffinaderi och baskemi	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

Rapportnamn	SNI/SPIN– kod
– Farmaceutiska basprodukter	21.1
– Läkemedel	21.2
– Råpetroleum	06.1
– Naturgas	06.2
Mineralindustri	**23**
Glas och glasvaror	23.1
Eldfasta keramiska produkter	23.2
Byggmaterial av lergods	23.2
Andra porslin– och keramiska produkter	23.4
Cement, kalk & gips	23.5
Betong– , cement– och gipsvaror	23.6
Stenvaror	23.7
Slipmedel mm	23.9

http://www.scb.se/sv_/Dokumentation/Klassifikationer-och-standarder/Standard-for-svensk-produkt-indelning-efter-naringsgren-SPIN/

http://www.scb.se/sv_/Dokumentation/Klassifikationer-och-standarder/Standard-for-svensk-narings-grensindelning-SNI/

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.

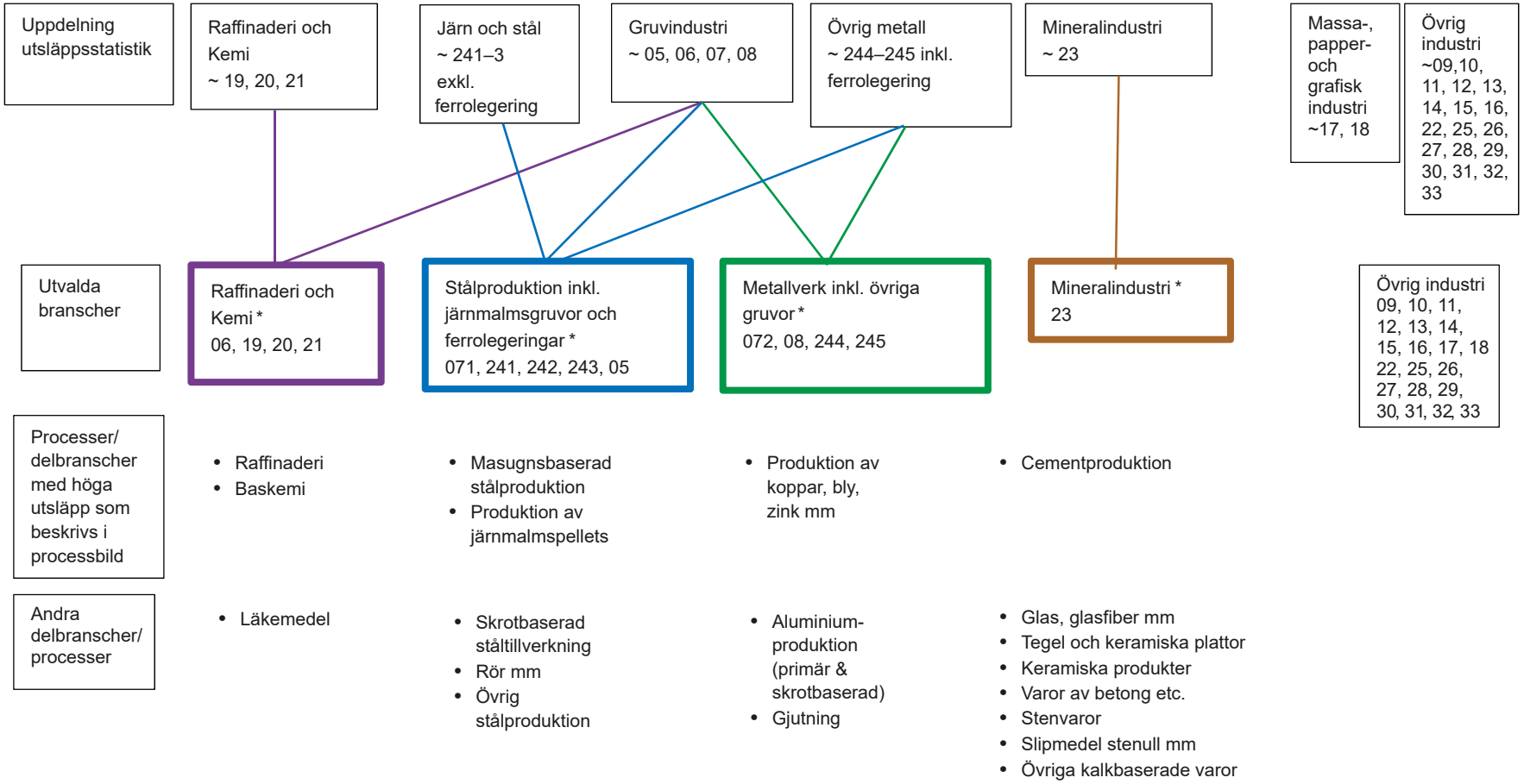
”Bransch”	HS/KN	Rapportnamn
Stålproduktion	2601	Järnmalmsprodukter
Stålproduktion	2701+2704+2705	Kolprodukter
Stålproduktion	2701	Kol; briketter och liknande fasta bränslen av kol
Stålproduktion	270112	Stenkol
Stålproduktion	2704	Koks
Stålproduktion	2705	Kolbaserade gaser mm
Stålproduktion	72	Järn och stål
Stålproduktion	7210	Platta valsade produkter av järn eller olegerat stål.
Stålproduktion	7219	Platta valsade produkter av rostfritt stål
Stålproduktion	7225	Platta valsade produkter av legerat stål
Stålproduktion	73	Varor av järn och stål
Stålproduktion	7308	Konstruktioner och konstruktionsdelar
Stålproduktion	7326	Övriga järn- och stålvaror
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 koppar-legeringar

”Bransch”	HS/KN	Rapportnamn
Metallverk	7404	Kopparskrot
Metallverk	7408	Koppartråd
Metallverk	75	Nickel och nickelvaror
Metallverk	76	Aluminium och aluminiumvaror
Metallverk	7601	Obearbetad aluminium
Metallverk	78	Bly och blyvaror
Metallverk	79	Zink och zinkvaror
Metallverk	80	Tenn och tennvaror
Metallverk	81	Andra oädla metaller
Raffinaderi & kemi – Raffinaderi	27 exkl. 2701,2704 och 2705	Mineraliska bränslen
Raffinaderi & kemi – Raffinaderi	2709	Råolja
Raffinaderi & kemi – Raffinaderi	2710	Raffinerade oljeprodukter
Raffinaderi & kemi – Raffinaderi	2716	El
Raffinaderi & kemi – kemi	28	Oorganiska kemikalier mm
Raffinaderi & kemi – kemi	29	Organiska kemikalier
Raffinaderi & kemi – kemi	2933	Heterocykliska föreningar
Raffinaderi & kemi – kemi	2901	Eten, propen mm
Raffinaderi & kemi – kemi	2937	Hormoner mm
Raffinaderi & kemi – kemi	29SS	Konfidentiella kemiprodukter
Raffinaderi & kemi – kemi	31	Gödsel
Raffinaderi & kemi – kemi	32	Lack, färg, garvsyror mm
Raffinaderi & kemi – kemi	33	Skönhets- och kroppsvårdsmedel mm
Raffinaderi & kemi – kemi	34	Rengöringsmedel
Raffinaderi & kemi – kemi	35	Lim, proteiner mm
Raffinaderi & kemi – kemi	36	Sprängämnen mm
Raffinaderi & kemi – kemi	37	Varor för foto mm
Raffinaderi & kemi – kemi	38	Diverse kemiska produkter
Raffinaderi & kemi – Läkemedel	30	Farmaceutiska produkter
Raffinaderi & kemi – Läkemedel	3004	medikamenter
Raffinaderi & kemi – Läkemedel	3002	Blod mm
Mineral	25	Cement, kalk, sten mm
Mineral	2523	Cement
Mineral	68	Varor av cement, gips, sten mm
Mineral	6806	Stenull mm
Mineral	6810	Varor av cement och betong
Mineral	69	Keramiska produkter
Mineral	6910	Keramiska tvättställ, badkar, WC-stolar mm
Mineral	70	Glas och glasvaror
Mineral	7007	Säkerhetsglas
Mineral	7010	Glasflaskor- och behållare
Mineral	7019	Glasfiber

http://www.scb.se/sv_/Dokumentation/Klassifikationer-och-standarder/Kombinerade-nomenklaturen-KN/

Tabell 3 Statistik över växthusgasutsläpp enligt CRF.

Rapportnamn	CRF	Ung motsvarighet SNI
Järn- och stål	1.A.2.a, 1.B.1, 2.C.1, 1.A.1.b, 1.A.1.b, del av 2.C.1	(SNI 07) 242–243 + del av 241. (SNI02) 272–273 + del av 271
Övrig metallproduktion	1.A.2.b, 2.C.2-2.C.7	(SNI 07) 244–245 + del av 241 (SNI02) 274–275 + del av 271
Gruvor	1.A.2.g, del av 2.C.1	(SNI 07) 05–09 (SNI02) 10–14
Mineralindustri	1.A.2.f, 2.A,	(SNI 07) 23, (SNI02) 26
Raffinaderi och kemi	1.A.1.b, 1.A.2.c, 1.B.2, 2.B,	(SNI 07) 19–21, (SNI02) 23–24



Figur 35. Schematisk bild av rapportens branschindelning och skillnaden mellan utsläppsstatistiken och övrig statistik.

* Bransch som beskrivs i eget 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

Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se