

Så klarar svensk industri klimatmålen

En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet

TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI

APRIL 2019



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

Innehåll

Förord	4
Observationer	6
Inledning	12
Nuläge – svensk industri	14
Den svenska industrins omställning	20
Branschbeskrivning: Järn- och stålindustri	24
Branschbeskrivning: Gruv- och mineralindustri	28
Branschbeskrivning: Metallindustri	32
Branschbeskrivning: Cementindustri	36
Branschbeskrivning: Raffinaderier	40
Branschbeskrivning: Skogsindustri	43
Branschbeskrivning: Kemiindustri	48
Branschbeskrivning: Övrig industri	52
Branschbeskrivning: Pågående projekt	56
Appendix	58
Fotnoter	59
Referenser	60
Bilaga 1: Antaganden	63
Bilaga 2: Skatter	64



Förord

»Sverige har som mål att bli klimatneutralt till 2045. IVA vill bidra med ett helhetsperspektiv i frågan för att det ska bli lättare för olika beslutsfattare att väga alternativ mot varandra.«

Sverige har som mål att bli klimatneutralt till 2045. Det finns ett stort engagemang i samhället för att jobba med klimatfrågor. IVA vill bidra med ett helhetsperspektiv i frågan för att det ska bli lättare för olika beslutsfattare att väga alternativ mot varandra. Syftet med IVAs projekt Vägval för klimatet är att ta fram förslag på åtgärder för att Sverige ska uppnå klimatmålen samtidigt som det stärker svensk konkurrenskraft. Projektet drivs genom fem olika delprojekt och kommer sedan att sammanfattas i en syntes:

- Industrisystem
- Transportsystem
- Energisystem
- Jordbruk
- Samhällssystem

Denna delrapport belyser möjligheterna och förutsättningarna för en omställning av industrin. Den ger också en översikt över initiativ och utvecklingsprojekt som pågår för att olika branscher ska kunna ställa om till en klimatneutral produktion. Arbetsgruppen har lagt ned ett stort arbete på att få fram bra och sammanhängande statistik över hur stora utsläppen är. Hur stora är utsläppen från olika sektorer? Hur ser energibehoven ut framöver? Hur ser industrins omställning ut för att klara klimatmålen? I rapporten sammanställs ett antal utmaningar och möjligheter som observationer.

Arbetsgruppen Industrisystem

Ordförande: *Mikael Dahlgren*, ABB
 Projektledare: *Anna Nordling*, WSP
Anna Liljeblad/Anna Wallentin, Energigas Sverige
Ellika Berglund Aas, IF-Metall
Emma Nehrenheim, Northvolt
Göran Hult, Fortum Corporation
Göran Persson, Siemens AB
Henric Dernegård/Roine Morin, Södra Cell
Martin Vallstrand/Per Sundell, Vattenfall
Mikael Möller, IKEM
Helén Axelsson, Jernkontoret
Per Holm, Energiföretagen Sverige
Erika Skogsjö, Svemin
Stefan Savonen, LKAB
Anders Carlson, Borealis

Arbetet har genomförts under 2018–2019 och har baserats på nu känd kunskap och aktuella bedömningar om framtida teknik- och kostnadsutveckling. Arbetsgruppen är väl medveten om att tekniksprång och förändrade marknadsförutsättningar i framtiden kan förändra förutsättningarna för de analyser och slutsatser som har presenterats.

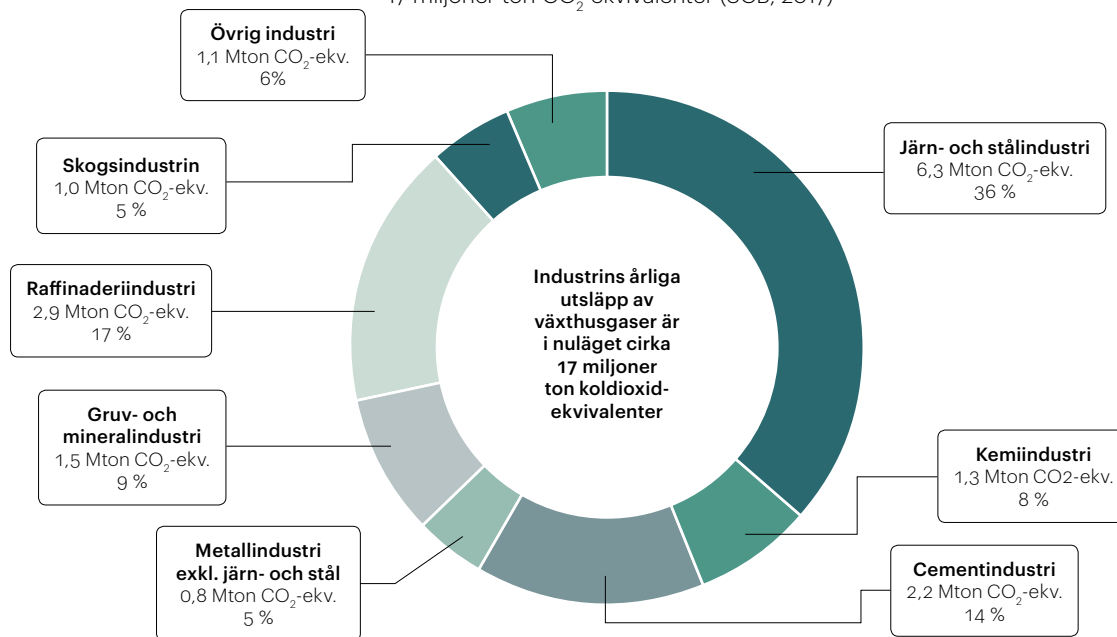
Arbetsgruppen står bakom rapporten i sin helhet, men alla individer står inte bakom alla formuleringar.



Observationer

»En avgörande faktor för industrins omställning är att företagen fortsatt kan vara konkurrenskraftiga på marknaden.«

Figur 1: Industrins utsläpp av växthusgaser 2017, totalt 17 miljoner ton CO₂-ekvivalenter (SCB, 2017)



Sverige har som mål att uppnå netto-nollutsläpp av växthusgaser till atmosfären 2045. För den svenska industrin innebär detta en stor omställning då delar av den svenska industrin fortfarande är fossilberoende. Industrins årliga utsläpp av växthusgaser är i nuläget cirka 17 miljoner ton koldioxidekvivalenter av Sveriges totala utsläpp på 54 miljoner ton per år (2017). Fördelning av utsläpp från industrin mellan de olika branscherna illustreras i figuren ovan.

Omställningen av den svenska industrin bygger på teknik-utveckling av klimatsmarta produkter och utveckling av metoder för klimatneutral produktion.

Omställningen innebär en ökad användning av biobaserad energi och råvaror, och el. Bedömningen i denna rapport är att det behövs minst 32 TWh mer el och minst 18 TWh mer förädlad biobaserad energi och råvaror 2045. Sannolikt betydligt mer.

Arbetsgruppen har gjort följande observationer:

Mycket sker redan inom näringslivet

Underlaget för den här rapporten visar att det finns ett stort engagemang inom industrin för att bidra till minskad klimatpåverkan. Många initiativ och pilotprojekt pågår för att skapa nya lösningar och produkter som kan minska utsläppen.

Global klimatnytta med svenska produkter

Svensk industri genererar global klimatnytta redan i dagsläget genom export av varor, med lägre klimatavtryck än motsvarande varor som tillverkas i andra länder. Detta beror på att avancerade svenska produkter innebär effektiviseringar i slutanvändningen och även på att den svenska elen har lågt klimatavtryck. Genom att den svenska industrin utvecklas till att bli klimatneutral ökar den globala klimatnyttan av varor producerade i Sverige. Den globala klimatnytta

Tabell 1: Åtgärder som krävs för industrins omställning

De olika industriernas genomgång av åtgärder beskrivs i branschbeskrivningskapitlet.

	Elektrifiering	Ersätta fossila bränslen med biobränslen	Vätgas	CCS / CCU	Energi-effektivisering	Tillvarata restprodukter	Andra åtgärder
Järn- och stålindustri	★	★	★		★	★	★
Gruv- och mineralindustri	★	★		★	★		★
Metallindustri	★	★			★	★	★
Cementindustri	★	★		★	★	★	★
Raffinaderiindustri	★	★	★	★	★	★	★
Skogsindustri	★	★			★	★	★
Kemiindustri	★	★	★	★	★	★	★
Övrig industri	★	★			★	★	★

som svenska produkter ger vid användning bör därför även beaktas i målen för Sveriges klimatpåverkan.

Konkurrenskraft är en förutsättning för klimatneutralitet

Långsiktig lönsamhet är en förutsättning för att företag och investerare ska våga ta de risker som det innebär att göra stora satsningar och investeringar. En avgörande faktor för industrins omställning är därför att företagen fortsatt kan vara kontinuerligt konkurrenskraftiga på marknaden.

Den svenska industrin säljer på en global marknad. Det innebär att priset sätts i konkurrens med tillverkare från hela världen. Koldioxidneutrala produkter förutsätter nya produktionsmetoder som kan leda till högre kostnader för industriföretagen. På kort sikt finns inte incitament för kunderna att vilja betala extra för koldioxidneutrala produkter. På längre sikt kommer troligen kraven att öka i värdekedjan och företag som kan ställa om sina processer för att minska utsläppen av växthusgaser ser det även som en framtida konkurrensfördel. För produkter som säljs på

en global marknad kan efterfrågan på klimatneutrala produkter inte drivas på med nationella särkrav. För produkter som produceras och säljs på en lokal marknad kan däremot offentliga aktörer bidra till utvecklingen genom att ställa krav, till exempel genom offentlig upphandling.

En större omställning för enskilda industrier måste anpassas till verksamhetens investeringscykler. Beslut för större investeringar tas vid specifika tillfällen och kräver att man ser en långsiktigt hållbar och konkurrenskraftig utveckling för verksamheten. Den typen av investeringar tas av lönsamma företag som tror på framtiden och bedömer att investeringen långsiktigt leder till en ökad konkurrenskraft. Vid investeringen värderas både marknadsrisker och politiska risker.

Politik och styrmedel måste underlätta för industrin

Sveriges mål att senast år 2045 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser innebär att Sverige går före de flesta andra länder och att svensk industri därmed får andra förut-

sättningar än många andra konkurrenter. Det betyder att nationella ramvillkor måste utformas så att de bidrar till förbättrad konkurrenskraft för industrin och gynnar investeringar i svenska anläggningar.

Om nationella styrmedel och incitament innebär kostnadsnackdelar jämfört med konkurrenterna, bromsas utvecklingen av ny teknik och innovationer i Sverige. Målen som sätts upp måste driva innovativ utveckling och främja resurseffektivitet.

Det är viktigt att hela energi- och klimatpolitiken inklusive de långsiktiga nationella målsättningarna ses i sitt sammanhang utifrån vad som redan görs drivet av övriga styrmedel, omvärldsförändringar, teknikutveckling och branschens egna initiativ till omställning. Förutsättningar för omställning (tekniskt, ekonomiskt, juridiskt, geografiskt, etc.) måste beaktas tillsammans med relaterade styrmedel, liksom utifrån

idag och framtida bedömd tillgång till biobaserade bränslen och el.

En omställning av industrin till klimatneutralitet sträcker sig långt utanför fabriksgrindarna. Det måste också finnas en pålitlig infrastruktur för energi och transporter.

För flera av de industrier som ingår i EU ETS kommer nästa handelsperiod innebära ökade kostnader för utsläpp vilket påverkar både konkurrenskraften på en global marknad och möjligheterna till satsningar i utsläppsreducerande åtgärder. Det faktum att Sverige inte utnyttjat möjligheten att kompensera industrin för ETS påverkan på elpriset innebär konkurrenssnedvridning även på den inre marknaden.

En förutsättning för att lösa klimatproblematiken är att det finns ett globalt genomförande. Fokus bör därför vara att Parisfördraget genomförs av samtliga parter. Det är därför

Tabell 2: Svenska industrins ökade behov av biobränslen och el

Industrins totala användning (2017) av biobränsle var 56 TWh och av el var 50 TWh. Nedan visas en uppskattning av hur behovet av biobränslen och el kan komma att öka vid en omställning. Siffrorna angivna nedan är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045. Bakgrunden till dessa siffror presenteras i kapitlet om den svenska industrins omställning under branschbeskrivningar.

	Uppskattat ökade behov av förädlade biobränslen 2045 (TWh) ^v	Uppskattat ökade behov av el 2045 (TWh)	Förtydliganden
Järn- och stålindustri ⁱ	~4,5	~17	ⁱ ett avskaffande av masugnar innebär även en reduktion av eltillförsel från järn- och stålindustrin. ⁱⁱ ett ökat tillvaratagande av restprodukter som används till exempel i andra industrier kan leda till minskad elproduktion från skogsindustrin. ⁱⁱⁱ kemiindustrin står inför olika scenarier som påverkar det uppskattade behovet och fördelningen mellan ökat biobränslebehov och elbehov. Vilken väg man väljer har stor påverkan. ^{iv} I denna siffra inräknas inte en massiv utbyggnad av batteriindustri och datacenter utan bygger på nuvarande sammansättning av industrin. ^v Omfattar olika biobaserade råvaror och bränslen som motsvarar dagens fossila dito.
Gruv- och mineralindustri	~2,0–2,5	~1,0–1,7	
Metallindustri	~1–2	~0–0,5	
Cementindustri	~4,5	~6–7	
Raffinaderiindustri	~1,5	~1,6–2,1	
Skogsindustri ⁱⁱ	~2,4	~0,3	
Kemiindustri ⁱⁱⁱ	~0–12,7	~4,2–22,3	
Övrig industri ^{iv}	~2,1	~1,5	
SUMMA	~18–32	~32–52	

viktigt att svenska politiker och andra aktörer verkar genom EU, och inte bara nationellt.

Forskning och utveckling behöver uthålligt stöd

Många av de tekniska lösningar som krävs för att industrin ska kunna ställa om kräver stora satsningar i forskning och utveckling. Staten har därför en viktig roll i omställningen. Det behövs stöd i hela kedjan forskning -> utveckling -> uppskalning -> kommersialisering för att industrins omställning ska kunna realiseras. Nationella styrmedel har en viktig roll i att stödja utveckling av ny teknik och bidra till att skapa möjligheter för pilot- och demonstrationsanläggningar i Sverige. Uppskalningen av dessa är för industrin en viktig del av utvecklingen. Det är viktigt att det finns en flexibilitet i systemen så att stöd kan anpassas till industrins investeringscykler.

Effektivare och mer rättssäkra tillståndprocesser är en förutsättning

Förändringar i drift, produktionshöjningar och investeringar i ny teknik inom industrin innebär oftast krav på uppdaterade eller nya verksamhetstillstånd. Konkurrenskraft och investeringsförmåga påverkas av tillståndprocesserna. En trend är att tillståndsprövningarna tar allt längre tid och kräver allt större resurser från verksamheterna. När produktionskapaciteten ska ökas, ny teknik installeras eller när en ny verksamhet ska etableras finns möjlighet att investera i nya, mer miljö- och klimateffektiva system. Svårigheter att få tillstånd till förändringar av verksamhet (eller tillstånd till helt ny verksamhet) har blivit ett hinder för nya investeringar och har en bromsande effekt, vilket drabbar bland annat omställning mot ny, fossilfri teknik i Sverige. En översyn för att säkra effektiva och rättsäkra tillståndprocesser, med tydliga och förutsägbara krav, skulle möjliggöra nya och nödvändiga investeringar.

Elförsörjningen, både effekt och energi, måste byggas ut för att klara framtidens behov

Elbehovet inom industrin kommer att öka som en följd av omställningen. När bränsleanvändning byts mot el ökar beroendet av stabil eltilförsel och möjligheterna för flexibilitet minskar eftersom någon alternativ energibärare inte finns att tillgå. Därför behövs ett robust och tillförlitligt elsystem där både energi- och effektbehov tillgodoses. Kortare ledtider för etablering av ny fossilfri elproduktion och ny förstärkt transmission och eldistribution är möjliggörare för omställningen. Att totalkostnaden för elförsörjningen är konkurrenskraftig för industrin är också av största vikt.

Restenergier som kommer från industrin ökar resurseffektiviteten i samhället

I den svenska industrin produceras en stor mängd restenergier, främst i form av värme men även en del processgaser. Ur ett systemperspektiv är det fördelaktigt att använda denna restenergi då den annars går till spillo. Redan idag utnyttjas till exempel restvärme i många fjärrvärmesystem i Sverige, men det finns fortfarande en outnyttjad potential. Investeringar för att till exempel binda samman fjärrvärmesystem kan leda till större effektivitet och lägre klimatutsläpp. Restenergier används även internt i industriernas processer eller inom andra industrier.

Restprodukter från skogen är kopplat till uttaget av timmer till sågade trävaror

Restprodukter från den svenska skogen är en viktig inhemsk källa till biobaserad energi och råvaror. Volymen av restprodukter beror på uttaget av timmer till sågade trävaror.

Efterfrågan på timmer till hus och möbler styr därför även tillgången på biomassa för energiändamål och som råvara för till exempel textilier och förnybar plast. Andra källor till biobaserad energi och råvaror kan komma från jordbruket eller importeras.

Att skogen, som är en viktig biobränslekälla, är välskött är en förutsättning för att få tillgång till hållbara biobränslen. Tack vare välskötta skogar med systematisk skogsvård (till exempel återplantering, röjning och gallring) lämpar sig Sverige bättre än många andra länder för att producera hållbara biobränslen. Det behövs dock en förädlande industri som betalar för det välskötta skogsbruket.

Cirkulär ekonomi och slutna kretslopp är en viktig klimatåtgärd

En utvecklad cirkulär ekonomi med slutna kretslopp och utvecklad industriell symbios ökar resurseffektiviteten och minskar utsläppen av växthusgaser. Exempel på cirkulära kretslopp är återvinning av metallskrot, tillverkning av biogas från restprodukter och avfall, återvinning av plast, koldioxid och batterier.

Klimathotet sätter fokus på utsläpp av koldioxid. Genom att material cirkulerar i ett kretslopp och inte oxiderar till koldioxid kan stora utsläpp förhindras.

Koldioxidinfångning och lagring (CCS) och – användning (CCU) gör klimatneutral produktion möjlig

Teknik för att avlägsna, lagra eller använda koldioxid bedöms vara ett komplement för att reducera en del av industrins koldioxidutsläpp. Koldioxidinfångning, lagring eller användning (CCS och CCU) gör det möjligt att hantera utsläpp för vilka det idag saknas teknik att hantera eller

som är svåra att hantera på annat sätt. Det handlar framför allt om verksamheter där koldioxidutsläpp uppkommer i produktionen till följd av råvarans specifika egenskaper, till exempel när koldioxid kemiskt frigörs när kalksten upphettas i cement- och kalkproduktion. Det kan också vara ett tänkbart komplement i en övergångsfas till koldioxid-neutrala system. Genom CCU kan koldioxid återvinnas och användas som råvara vid produktion istället för att släppas ut. För att göra koldioxidavskiljning, CCS och CCU tekniskt gångbart krävs fortsatt forskning- och utveckling. Vidare behövs klargörande av regelverk som möjliggör lagring, liksom sannolikt nationsöverskridande gemensamma insatser och system för lagring.

För att skapa en klimatneutral industri behöver inte den biogena koldioxiden inräknas eftersom den inte medför nettoutsläpp av koldioxid till atmosfären. CCS av biogen koldioxid (BECCS) kan dock ändå vara ett alternativ om det finns större eller av andra orsaker lämpliga biogena koldioxidkällor som passar bättre för CCS än de fossila källorna. Idag finns inga incitament eller strukturer för att detta ska komma till stånd.



Inledning

»För att möta klimatmålen utvecklar befintliga industrier sin verksamhet och helt nya industrier växer fram. Det krävs en samverkan mellan olika aktörer för att vi ska nå målen.«

Sverige har som mål att uppnå nettonollutsläpp av växthusgaser till atmosfären 2045.

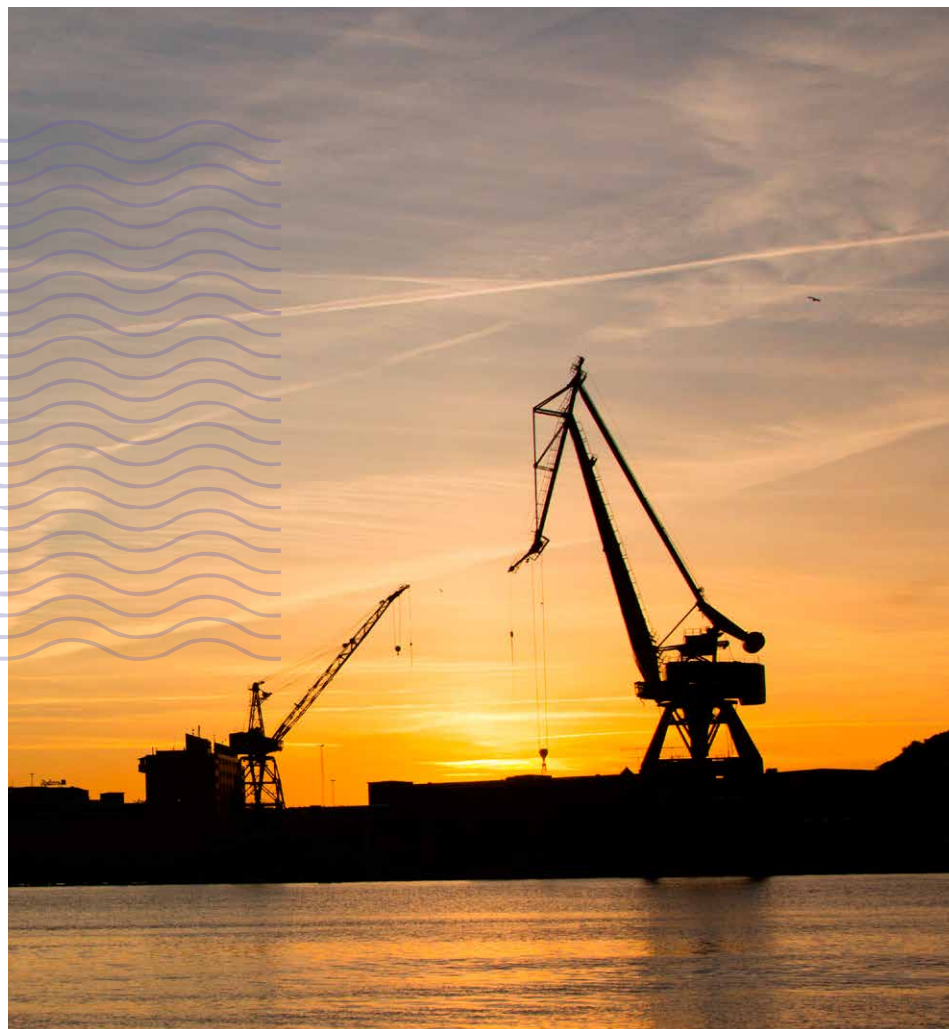
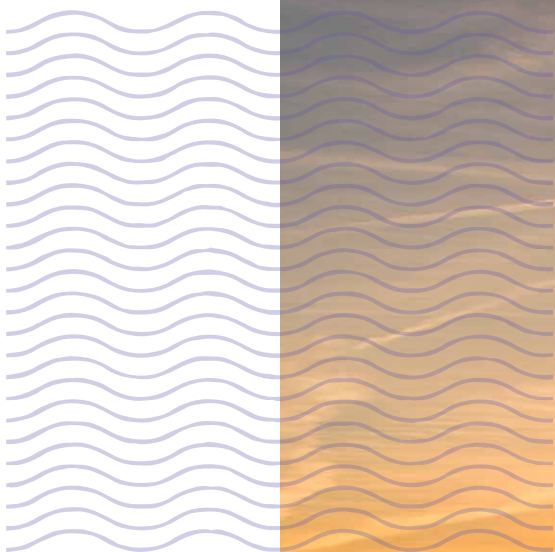
Syftet med projektet "Vägval för klimatet" är att ta fram en handlingsplan för hur Sverige uppnår netto-nollutsläpp och ökad konkurrenskraft, baserat på de komparativa fördelar Sverige har inom energiområdet i kombination med ett högt industriellt kunnande och en väl utbyggd infrastruktur.

I denna delrapport är fokus på att minska växthusgasutsläppen från industrisektorn. För den svenska industrin innebär detta en stor omställning då delar av den svenska industrin fortfarande är fossilberoende. Det pågår en teknikutveckling för att hitta alternativ som är baserade på fossilfri el eller bioenergi. Exempel är järn- och stålindustrin, cementindustrin och kemiindustrin. För att möta klimatmålen utvecklar befintliga industrier sin verksamhet och helt nya industrier växer fram. Det krävs en samverkan mellan olika aktörer för att snabbare gå från forskning och utveckling, till implementering av ny teknik.

I detta delprojekt redovisas möjliga åtgärder, och förutsättningarna analyseras, för att industrin ska bli klimatneutral samtidigt som det bidrar till ökad svensk konkurrenskraft.

Metod

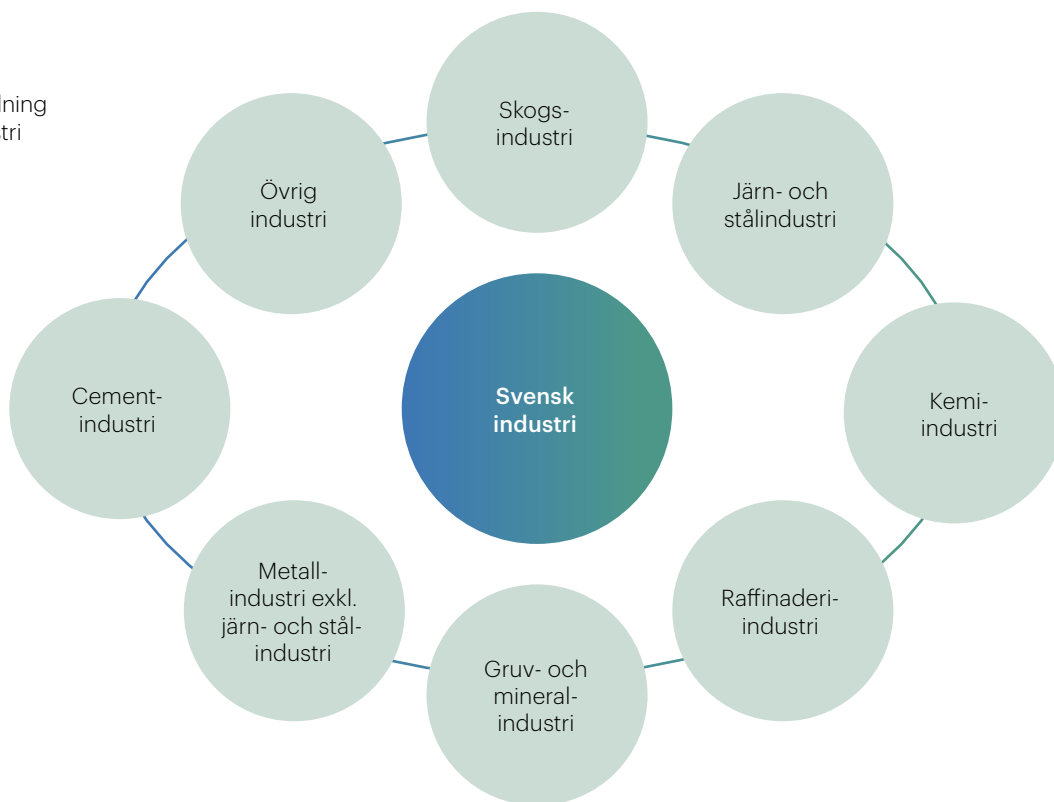
Projektet har bedrivits utifrån IVAs väl beprövade projektmodell i bred samverkan med andra organisationer i ett gränsöverskridande arbete mellan akademi och näringsliv. Antaganden som ligger till grund för arbetet presenteras i bilaga 1.



Nuläge – svensk industri

»Svensk industri är en viktig motor för svenskt välstånd och i dagsläget står industrin och industrinära tjänster för cirka en femtedel av Sveriges BNP.«

Figur 2: Uppdelning av svensk industri i olika sektorer



Svensk industri kan delas upp i olika sektorer beroende på dess slutgiltiga produkt. Uppdelningen ser dock inte alltid lika ut i den statistik som finns framtagen av bland annat branschföreningar, SCB och myndigheter. Bilden ovan förtydligar hur detta projekt delar in industrin i olika sektorer. Varje industrisektor presenteras sedan i detalj i kapitel 4, branschbeskrivningar.

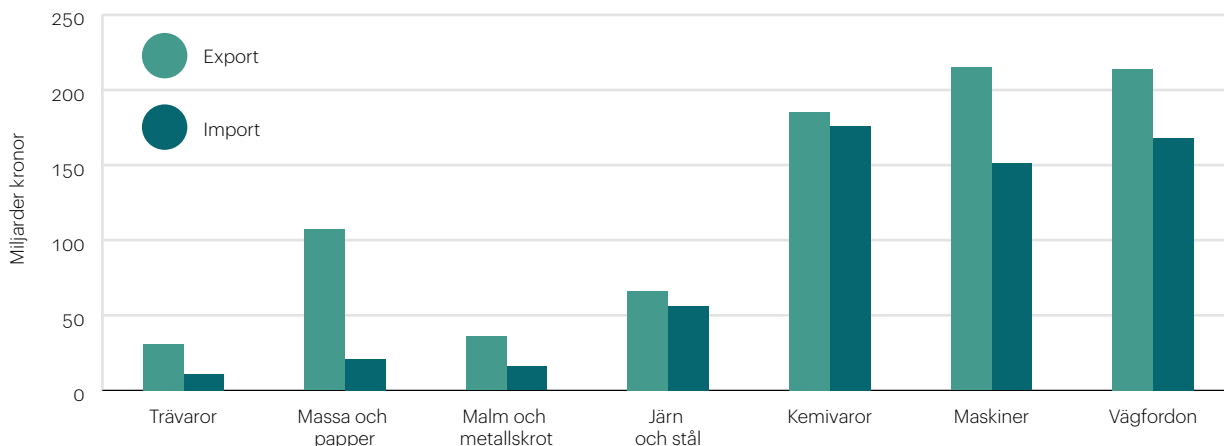
Svensk industri har varit, och är än idag, en viktig motor för svenskt välbefinnande och i dagsläget står industrin och industri-nära tjänster för cirka en femtedel av Sveriges BNP. De utgör tillsammans 77 procent av Sveriges samlade exportvärde, motsvarande nästan halva BNP. (Regeringskansliet, 2015)

Konkurrenskraft

Tillverkningsindustrin är i regel mer konkurrensutsatt än övriga branscher. En hög exportandel samt ett högt utlands-ägande gör att industrin är starkt utsatt för global konkurrens. I stort handlar det om att industrin i allmänhet är mer inriktad mot globala marknader, medan övriga branscher i större utsträckning fokuserar mer på hemmamarknaden.

Olika branscher är kopplade till varandra i värdekedjan. Små industrier är ofta underleverantörer till de större företagen, vilket innebär att de ofta utsätts för en betydande prispress. De små företagen är oftast verksamma i Sverige och verkar

Figur 3: Ett urval av svenska industrins export och import av olika varugrupper 2017 (SCB, 2017)



i det svenska kostnadsläget, samtidigt är de indirekt utsatta för global konkurrens genom att deras varor ingår i de stora företagens exportvaror. Detta läge kan bidra till att konkurrenskraften blir svagare (Tillväxtverket, 2018). Export och import från ett urval av olika typer av industrier illustreras i figuren ovan och visar på Sveriges stora handelsberoende.

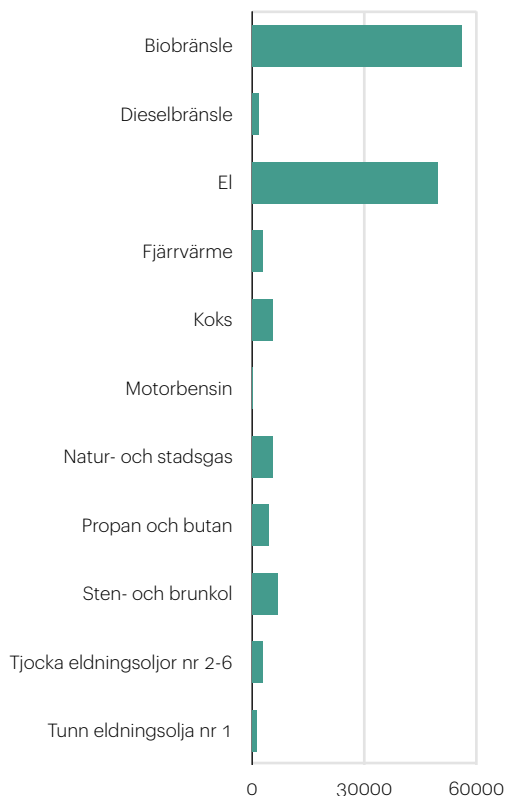
Energianvändning och utsläpp från industrin

Den svenska industrins energianvändning uppgick till 136 TWh, 2017 (SCB, 2017), och dominerande energislag är el och biobränsle (fast, flytande eller gas). Dessa tillsammans står för cirka 78 procent av energivarubalansen. (Energimyndigheten, 2018) Se figuren till höger.

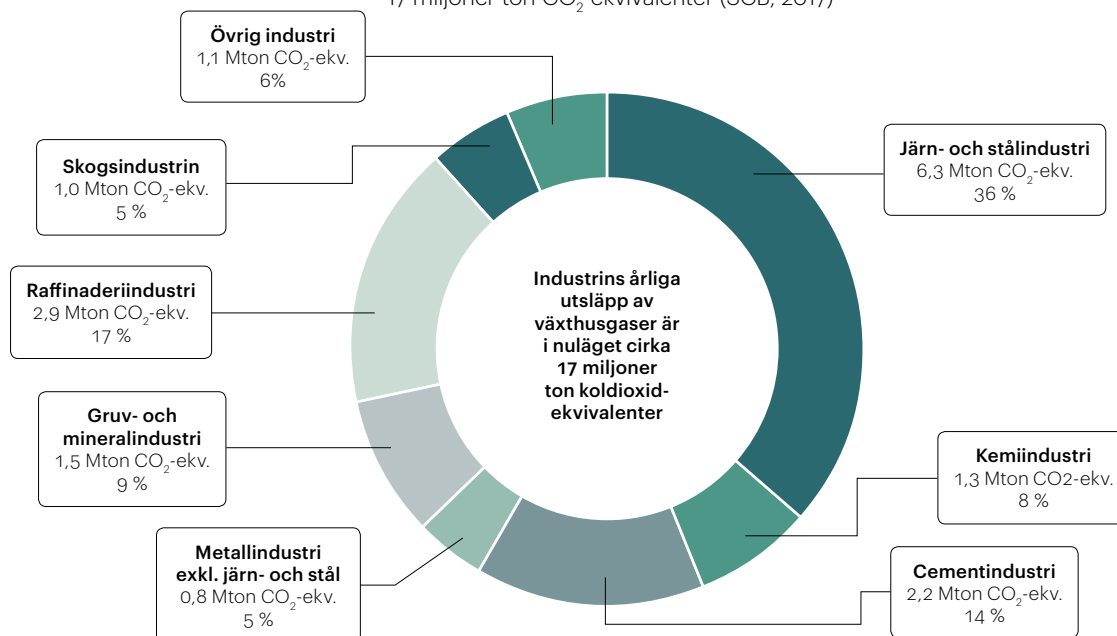
Energianvändningen i svensk industri domineras av massa- och pappersindustrin där användningen uppgår till drygt 70 TWh (exklusive transporter), vilket motsvarar cirka 52 procent av svensk industris energianvändning. En stor del av den energi som används inom massa- och pappersindustrin är dock interna bränslen.

Sett till växthusgasutsläpp från industrierna så står järn- och stålindustrin för den största andelen, där utsläpp av

Figur 4: Industrins energianvändning, totalt 136 TWh 2017 (SCB, 2017)



Figur 5: Industrins utsläpp av växthusgaser 2017, totalt 17 miljoner ton CO₂-ekvivalenter (SCB, 2017)



koldioxid dominerar. Figuren ovan visar industrins utsläpp av växthusgaser fördelat på olika branscher och uppgår till totalt 17 miljoner ton koldioxidekvivalenter (SCB, 2018).

Även vid förbränning av biomassa bildas koldioxid. Biogen koldioxid från hållbart producerad biomassa bidrar dock inte till en ökad koncentration av koldioxid i atmosfären över tid, såsom utsläpp av fossil koldioxid gör, eftersom samma mängd utsläpp koldioxid som släpps ut vid förbränning åter ackumuleras i växande biomassa.

Regelverk och styrmedel för industrin

Industrin påverkas av regelverk och styrmedel. Dessa kan vara övergripande och gälla för samtliga industrier, eller vara specifika för respektive industri/bransch.

Enligt de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken 2 kap. ska den som driver en industri minska anläggningens påverkan på hälsa och miljö så långt det är rimligt. Villkor om utsläpp från en anläggning läggs fast i en tillståndsprövning.

De flesta industrier behöver tillstånd eller behöver anmäla sin verksamhet enligt miljöbalken. Det är viktigt att påpeka att tillståndsprövning inte reglerar eller sätter något tak för koldioxidutsläppen från en industrianläggning utan det finns andra styrmedel som syftar till att minska utsläpp från industriverksamheter.

Även på EU-nivå finns direktiv med syfte att minska utsläppen av koldioxid från industrier/företag. Svensk basindustris utsläpp omfattas av handelssystemet EU-ETS¹. EU-ETS innebär att företagen måste överlämna en utsläppsrätt för varje ton koldioxid verksamheten släpper ut under ett utsläppstak som sänks varje år. Viss gratis tilldelning av utsläppsrätter förekommer till internationellt konkurrensutsatta sektorer för att undvika koldioxidläckage, det vill säga att produktion flyttas till andra länder och där befaras ge upphov till större utsläpp.

Under kommande handelsperiod för utsläppsrätter, 2021–2030, kommer den fria tilldelningen av utsläppsrätter begränsas och priset sannolikt att öka.

Ett urval av styrmedel och regelverk som berör den svenska industrin sammanfattas nedan.



EU ETS

Principen för EUs handelssystem är att begränsa utsläppen av växthusgaser. Detta görs genom att en övre gräns sätts för hur stora de totala utsläppen från företagen i systemet får vara. Denna högsta tillåtna gräns kallas "utsläppstak". (Naturvårdsverket, 2019b)

IED

Industriutsläppsförordningen är den svenska införlivningen av EUs industriutsläppsdirektiv i svensk lagstiftning. Industriutsläppsdirektivet reglerar krav på att tillämpa bästa tillgängliga teknik och redovisa föroreningar.

Elcertifikat

Elcertifikatsystemet medför en kostnad i elkundens faktura för utbyggnaden av förnybar el. För registrerade elintensiva industrier finns det rätt till avdrag vid beräkning av kvotplikten. Avdraget gäller el som använts i tillverkningsprocessen

(Energimyndigheten, 2019). Elintensiv industri har rätt till detta avdrag för att deras konkurrenskraft inte ska försämrats jämfört med konkurrenter i andra länder. Utöver möjligheten till avdrag innebär registreringen samma skyldigheter som för elintensiv industri, som för övriga kvotpliktiga i elcertifikatsystemet. (Energimyndigheten, 2019)

Miljöbalken

Industrier räknas som miljöfarlig verksamhet. Enligt de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken ska den som driver en industri minska anläggningens påverkan på hälsa och miljö så långt det är rimligt. Villkor om utsläpp från en anläggning läggs fast i en tillståndsprövning. De flesta industrier behöver tillstånd eller behöver anmäla enligt miljöbalken. (Naturvårdsverket, 2019a)

Reduktionsplikt

För att främja användningen av biodrivmedel har regeringen infört reduktionsplikt för bensin och diesel. Det innebär



att alla drivmedelsleverantör varje år måste minska växthusgasutsläppen från bensin och diesel med en viss procent-sats. (Energimyndigheten, 2018c)

Energikartläggning

Lagen om energikartläggning i stora företag (2014:266) är en del av de krav som ställs enligt EU:s energieffektiveringsdirektiv, EED (Direktiv 2012/27/EU). Enligt lagen har stora företag skyldighet att göra kvalitetssäkrade energikartläggningar minst vart fjärde år. Med stora företag menas företag som sysselsätter minst 250 personer och har en omsättning som överstiger 50 miljoner Euro eller en balansomslutning som överstiger 43 miljoner Euro per år. (Energimyndigheten, 2018b)

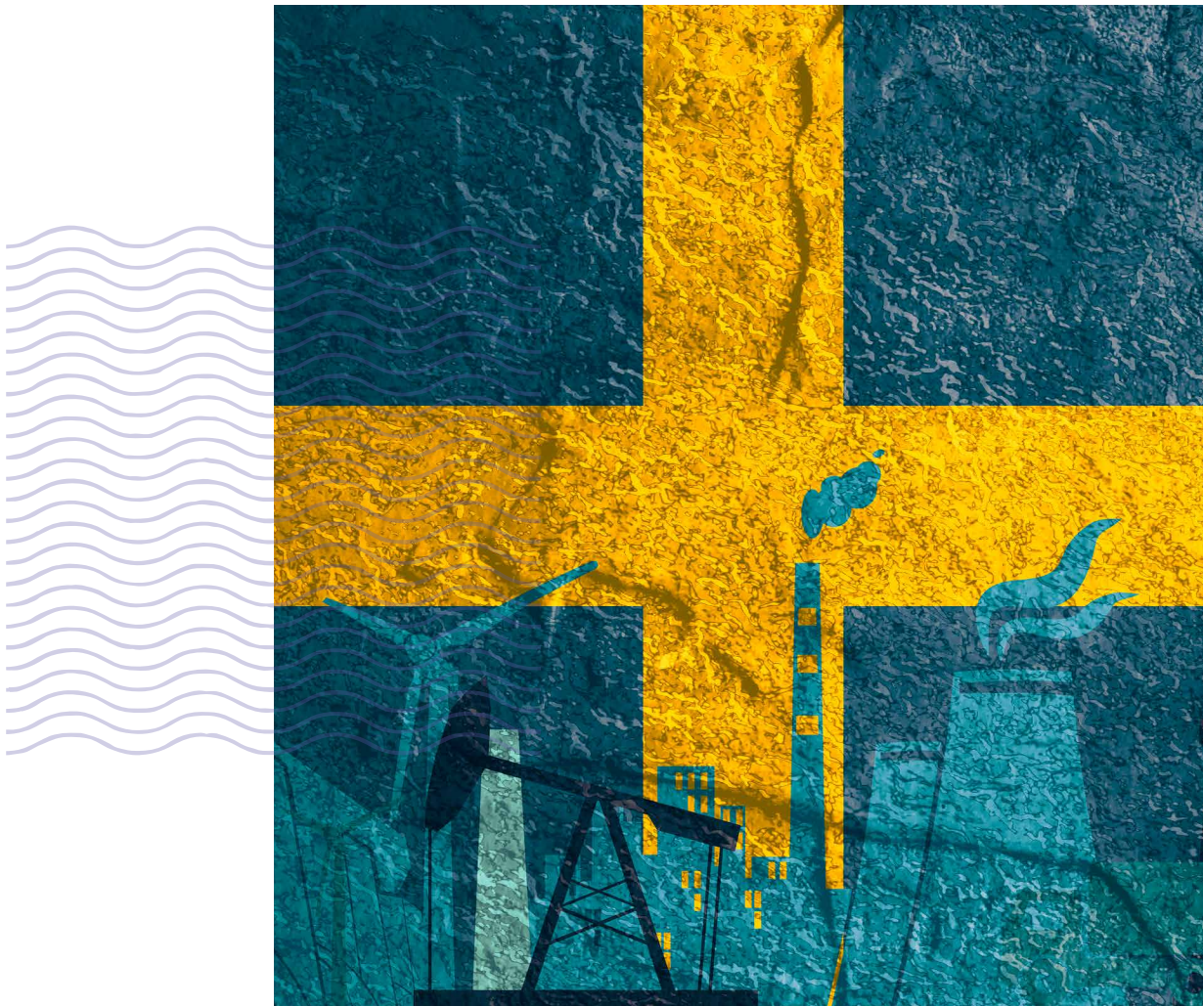
Koldioxidskatt och energiskatt på bränslen

Lagen (1994:1776) om skatt på energi, förkortad LSE, reglerar skatter på bränslen och el. Skattereglerna är anpassade

till energiskattedirektivet². Grundregeln är att bränslen och el ska beskattas men viss användning av vissa energislag kan undantas från beskattning, antingen genom tvingande unionsrättslig reglering eller genom att medlemsstaterna ges en möjlighet till detta.

Det primära syftet med koldioxidskatt är att minska användningen av fossila bränslen. Koldioxidskatten tas ut med ett skattebelopp per vikt- eller volymenhet bränsle. Skattebeloppet har beräknats utifrån bränslets innehåll av fossilt kol. Eftersom skattebeloppet beräknas på bränslets innehåll av fossilt kol ska ingen koldioxidskatt ut på biobränslen enligt logiken.

Utöver de regelverk och styrmedel som presenterats ovan finns ett antal FoU initiativ som Industriklivet, Klimatklivet och Energisteget. Det finns även ett antal skatter som påverkar industrin, dessa presenteras i bilaga 2.



Den svenska industrins omställning

»Industrin ser ett kraftigt ökat behov av el och biobaserade råvaror för att klara omställningen.«

Tabell 3: Åtgärder som krävs för industrins omställning

	Elektrifiering	Ersätta fossila bränslen med biobränslen	Vätgas	CCS / CCU	Energi-effektivisering	Tillvarata restprodukter	Andra åtgärder
Järn- och stålindustri	★	★	★		★	★	★
Gruv- och mineralindustri	★	★		★	★		★
Metallindustri	★	★			★	★	★
Cementindustri	★	★		★	★	★	★
Raffinaderiindustri	★	★	★	★	★	★	★
Skogsindustri	★	★			★	★	★
Kemiindustri	★	★	★	★	★	★	★
Övrig industri	★	★			★	★	★

De olika industriernas genomgång av åtgärder beskrivs i branschbeskrivningskapitlet.

Samtliga industrier ser ett behov av mer el och biobaserade råvaror och bränsle för att klara omställningen till klimatneutralitet. I övrigt består omställningen av att tillvarata restprodukter, använda vätgas, CCS/CCU och ett antal åtgärder som specifikt berör en industrigren. Energieffektivisering av processerna är något som alla industrier kommer att behöva jobba med kontinuerligt. De olika branschernas omställning sammanfattas i tabellen ovan.

Elektrifiering

För att el ska kunna användas som ett alternativ till fossila bränslen måste den i sin tur vara fossilfri. Elektrifiering av processer leder till minskade direkta utsläpp från den processen, men elbehovet kommer öka. Ett stabilt elsystem med låga utsläpp, teknikutveckling och nya innovationer inom industriella processer är en viktig möjliggörare för industriell utveckling och minskad klimatpåverkan.

El kan ersätta användningen av bränslen i olika värmningsprocesser. Svårigheten att elektrifiera värmning uppstår främst vid höga temperaturerna (1200–1300 grader Celsius) och ytterligare forskning krävs för att undersöka möjligheterna vidare inom detta område.

Elektrifiering av transporter är en annan möjlighet som bland annat är en del i gruvindustrins omställning.

Framställning av vätgas och eventuella elektrobränslen kommer i sin tur innebära ett ökat elbehov.

Ersätta fossila bränslen med biobränslen

Att ersätta fossila bränslen med biobränslen är en viktig del av samtliga industriers omställning. Beroende på vilken typ av fossilt bränsle som ska ersättas behövs olika typer av

biobränsle – gas, fast, flytande. Även vissa fossila råvaror såsom kol och olja behöver ersättas av motsvarande råvaror baserade på biomassa. I denna sammanställningen har dessa olika behov summerats som slutanvänd energi. Det är dock viktigt att notera att det är bränslen och råvaror av olika kvalitet där de flesta kommer att kräva en hög förädlingsgrad. Hur olika industrier kan ersätta fossila bränslen med biobränslen beskrivs närmare i branschbeskrivningarna.

Vätgas

Vätgas har länge använts inom industrin, vilket gör att det finns mycket erfarenhet kring användning av gasen (Vätgas Sverige). Idag används vätgas främst inom kemisk industri, till exempel för att tillverka ammoniak och inom raffinaderier där råolja omvandlas till bensin och diesel genom tillsats av vätgas.

Vätgas kan både användas som bränsle eller råvara, beroende på industri. En möjlighet är att ersätta kol med vätgas vid framställning av järn.

För att vara koldioxidneutral måste vätgasen produceras på ett fossilfritt sätt. Det sker genom att vätgasen tillverkas genom elektrolys av vatten med fossilfri el.

CCS/CCU

Det finns tekniska lösningar för att fånga in koldioxiden innan den når atmosfären. Det finns två sätt att ta tillvara på koldioxiden. Antingen lagras den under jord (CCS – Carbon Capture Storage) eller så tas den tillvara och används som råvara i andra processer (CCU – Carbon Capture and Usage). En fördel med CCU framför CCS är att infångning av koldioxid kan bli mer ekonomisk då intäkter kan genereras genom att sälja den koldioxid som fångats in. Insamling

av koldioxid är en teknik som är applicerbar inom vissa industrier och forskning och försök inom området pågår.

Enligt den klimatstrategi för Sverige som regeringen presenterade i april 2018 pågår en utredning som fokuserar på ökad kolsänka, avskiljning och lagring av koldioxid för att öka kunskapen om möjligheterna att nå negativa utsläpp till och bortom år 2045. (Regeringen, 2018)

Energieffektivisering

Energieffektivisering sker kontinuerligt inom industrin, dels för att öka kostnadseffektiviteten då energikostnader är, och kommer sannolikt fortsätta vara, en stor del av industrins kostnader, vilket gör energieffektivisering av såväl produktions- och stödprocesser till en viktig konkurrensfaktor. Energieffektivisering ingår som en viktig parameter inom forskning och utveckling av industrins processer.

Tillvarata restprodukter

Användning av restprodukter och restenergier från industrin kan minska utsläpp genom att det ersätter andra råvaror och primär energi, antingen inom industrin eller i omgivande samhället. Det finns potential att öka användningen av restenergi, framförallt värme i omgivande fjärrvärmesystem. Teknik för att omhänderta restenergi finns och har potential att utvecklas ytterligare.

Övriga åtgärder

Utöver de åtgärder som beskrivits ovan finns även industrispecifika åtgärder som är en del av omställningen. Ett exempel på detta är nya cementsorter inom cementindustrin.

Tabell 4: Svenska industrins ökade behov av biobränslen och el

Industrins totala användning (2017) av biobränsle var 56 TWh och av el var 50 TWh. Nedan visas en uppskattning av hur behovet av biobränslen och el kan komma att öka vid en omställning. Siffrorna angivna nedan är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045. Bakgrunden till dessa siffror presenteras under branschbeskrivningar.

	Uppskattat ökade behov av förädlade biobränslen 2045 (TWh) ^v	Uppskattat ökade behov av el 2045 (TWh)	Förtydliganden
Järn- och stålindustri ^I	~4,5	~17	I ett avskaffande av masugnar innebär även en reducering av eltillförsel från järn- och stålindustrin. II ett ökat tillvaratagande av restprodukter som används till exempel i andra industrier kan leda till minskad elproduktion från skogsindustrin. III kemiindustrin står inför olika scenarier som påverkar det uppskattade behovet och fördelningen mellan ökat biobränslebehov och elbehov. Vilken väg man väljer har stor påverkan. IV I denna siffra inräknas inte en massiv utbyggnad av batteriindustri och datacenter utan bygger på nuvarande sammansättning av industrin. V Omfattar olika biobaserade råvaror och bränslen som motsvarar dagens fossila dito.
Gruv- och mineralindustri	~2,0–2,5	~1,0–1,7	
Metallindustri	~1–2	~0–0,5	
Cementindustri	~4,5	~6–7	
Raffinaderiindustri	~1,5	~1,6–2,1	
Skogsindustri ^{II}	~2,4	~0,3	
Kemiindustri ^{III}	~0–12,7	~4,2–22,3	
Övrig industri ^{IV}	~2,1	~1,5	
SUMMA	~18–32	~32–52	

Sammantaget behov

Det ökade behovet av el och biobränsle för att klara industrins omställning presenteras i tabellen ovan. Tabellen visar uppskattat behov av förädlade biobränslen och el enligt dagens produktionsnivåer utan att ta hänsyn till energieffektivisering eller tillväxt.

Tillväxt

Vid ett antagande om industriell årlig tillväxt på 1 procent och vidare antagande om att detta slår igenom även på behovet av biobränsle och el ger det istället ett behov på *minst* 23 TWh biobränsle och *minst* 41 TWh el 2045 men sannolikt mer.

Branschbeskrivning: Järn- och stålindustri

Den svenska stålindustrin sysselsätter idag 16 200 personer (2017). Järn och stål tillverkas dels från skrot och dels från malm. År 2017 producerades totalt 4,9 miljoner ton råstål i Sverige och det mesta av den svenska stålproduktionen exporteras till närmare 150 länder. Generellt finns tre processvägar inom svensk stålindustri: malmbaserad tillverkning via masugn, malmbaserad järnpulvertillverkning via tunnelugn och skrotbaserad tillverkning via ljusbågsugn.³

Vid produktion med järnmalm som råvara genomgår malmen först en reduktionsprocess för att separera järn och syre. Vid tillverkning från skrot behövs inte detta steg, utan skrotet smälts direkt. Vid ståltillverkning görs tillägg av legeringsämnen och stålet raffinerats för att få rätt egenskaper. Därefter gjuts stålet och värms sedan upp för vidare bearbetning.

Järn och stål framställs vid totalt 13 anläggningar i Sverige, 10 skrotbaserade stålverk, 2 malmbaserade järn- och stålverk och 1 malmbaserat järnsvampverk. Den geografiska spridningen är stor, från Höganäs i söder till Luleå i norr. Då anläggningarna är anpassade för den specifika produktionen av respektive specialprodukt varierar tillverkningsutrustningen mellan respektive anläggning.

Svensk stålindustri är högt specialiserad. Alla typer av stål produceras därför inte i Sverige, vilket leder till att stål behöver importeras. Exportvolymen och importvolymen är ungefär lika stora. Sverige har trots detta en positiv handelsbalans på cirka 10 miljarder kronor, det vill säga värdeskillnaden mellan import och export. Det beror på att genomsnittspriset på det högspecialiserade stål som Sverige exporterar är cirka 30 procent högre än på det stål som importeras.

DEN SVENSKA JÄRN- OCH STÅLINDUSTRIN



Malmbaserad tillverkning via masugn,
2 anläggningar. Står för cirka 2/3 av den svenska råstålproduktionen.



Malmbaserad järnpulvertillverkning via tunnelugn (järnsvampverk), 1 anläggning.
Tillverkning av järnsvamp.



Skrotbaserad tillverkning via ljusbågsugn,
10 anläggningar. Står för cirka 1/3 av den svenska råstålproduktionen.

Energianvändning i järn- och stålindustrin

Tillverkning av järn och stål kräver betydande mängder energi då processerna oftast sker vid höga temperaturer, runt 1000 grader Celsius och högre.

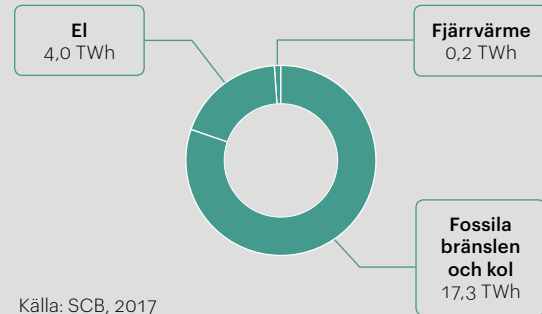
El används vid smältning och bearbetning som till exempel valsning. För värmning och värmebehandling som kräver temperaturer över 1000 grader Celsius eller speciella värmningsförlöpp, behövs bränslen med högt energiinnehåll och jämn kvalitet som också ger en stabil ugnsatmosfär. Huvudsakligen används gasformiga bränslen såsom naturgas och gasol.

För reduktionsprocessen där järnmalm omvandlas till järn används kol som reduktionsmedel. Processgaser från masugnsprocessen används också som bränsle i olika processer samt för produktion av el och värme. Järn- och stålindustrin använde cirka 22 TWh energi och processkol, 2017 medan 2,5 TWh restenergier såldes för extern användning.

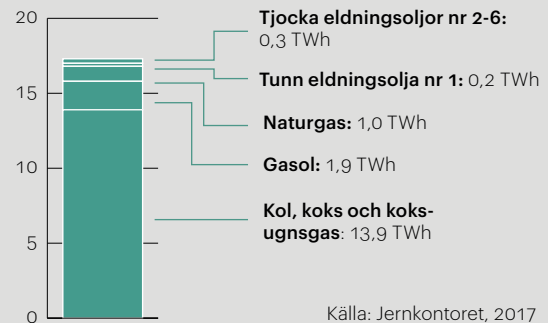
Utsläpp från järn- och stålindustrin

Järn- och stålindustrin släpper ut cirka 6 miljoner ton koldioxid per år. Totalt 85 procent kommer från användning av kol för reduktion där masugnsprocessen står för den största delen, 12 procent av utsläppen kommer från användning av bränslen för värmning och värmebehandling och 3 procent av utsläppen kommer från råvaror och tillsatsämnen till exempel legeringsämnen, kalk, skrot och elektroder.

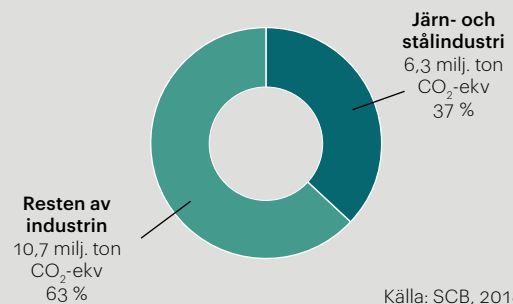
ENERGIANVÄNDNING, 22 TWh, 2017



ANVÄNDNING AV FOSSILA BRÄNSLEN, 17,3 TWh, 2017



UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER 2017, MILJ. TON CO₂-EKV.



Järn- och stålindustrins omställning

Järn- och stålindustrin har under många år varit i fokus för forskning om smartare produktionsprocesser, effektivare energi- och resursanvändning och minskade utsläpp. För att minska koldioxidutsläppen krävs radikala processförändringar och byten av energikällor. Nedan visas olika åtgärder som järn- och stålindustrin arbetar med.

H₂ Reduktion av järnmalm med vätgas

Masugnprocessen är redan effektiv och det finns små möjligheter att genomföra ytterligare effektiviseringar för att minska utsläppen. Ett alternativ är att istället använda vätgas som reduktionsmedel. Det kan göras via en direktreduktionsprocess där järnmalm reduceras till järnsvamp och restprodukten blir vatten i stället för koldioxid. Järnsvampen måste därefter smältas i en ljusbågsugn för att stål ska kunna tillverkas. För att processen ska bli fossilfri med vätgasreduktion krävs dock att vätgasen produceras fossilfritt. Ett sätt att göra det är genom elektrolys av vatten med fossilfri el och storskalig vätgaslagring. En sådan process kräver mycket el och om all masugnsbaserad stålproduktion i Sverige skulle övergå till vätgasreduktion uppskattas elbehovet öka med cirka 15 TWh per år. Utöver ökat elbehov påverkar förändringen den totala energiförsörjningen i anläggningen och omgivande samhälle. Processgaser från koksverk och masugnar fungerar idag som bränsle i värmningsugnar och för kraftvärmeproduktion. En övergång till vätgasreduktion innebär därmed att detta bränsle behöver ersättas med någon annan energikälla. I sammanställningen av åtgärder i Tabell 4 på nästa sida inkluderas detta behov under "Ersätta fossila bränslen".



Byta kol mot biokol i Höganäsprocessen och i smältningsprocesser

För produktion av järnpulver i Höganäsprocessen, som är den andra typen av malmbaserad produktion av järnmalm

i Sverige idag, bedöms det inte gå att ersätta kol med ett annat reduktionsmedel. Då skulle järnpulvrets egenskaper påverkas negativt.

Däremot finns en möjlighet att ersätta det fossila kolet med förädlat biobaserat kol. Kolet måste ha en hög kvalitet och vara väldigt rent, ha hög densitet och vara mindre reaktivt. För att tillverka sådant kol krävs fortfarande ett utvecklingsarbete för att hitta rätt råvaror och utveckla tillverkningsprocessen.

Tillverkningsprocessen kräver också ett gasformigt bränsle där biogas av kvalitet motsvarande naturgas är en möjlighet.

Kol tillsätts även i smältningsprocessen för att ge stålet sina unika egenskaper. Det kol som används idag skulle kunna ersättas med biobaserade kol, men mer forskning och utveckling krävs om vilka kolprodukter som skulle kunna användas var och i vilka processer.



Byta naturgas och gasol mot biogas eller biogasol för värmning inför varmbearbetning

Inför varmbearbetning av stålet sker värmning i framför allt bränsleldade ugnar med en temperatur på 1200–1300 grader Celsius. I dagsläget används framförallt gasol och naturgas som bränsle i ugnarna.

De fossila bränslena skulle utan större processförändringar kunna ersättas av biogas eller biogasol med motsvarande kvalitet. Även värmebehandling av vissa material kommer fortsatt behöva använda bränsleldade ugnar.

Även i tillverkningsprocessen i Höganäsprocessen samt i smältningsprocesser krävs gasformiga bränslen som i dag är fossila. Biogas av kvalitet motsvarande naturgas är en möjlig ersättare för att minska utsläppen.



Elektrifiera värmebehandling

Värmning kan endast till mindre del elektrifieras på grund av de höga temperaturerna (1200–1300 grader Celsius). Ytterligare forskning krävs för att undersöka möjligheterna vidare inom detta område. Värmebehandling som sker i temperaturer mellan 600–1200 grader Celsius är redan delvis elektrifierad. Det är fullt möjligt med dagens teknik att elektrifiera värmebehandlingen ytterligare. Elektrifiering av värmebehandlingsprocesser kräver konvertering av befintliga ugnar eller installation av nya ugnar, vilket innebär stora investeringar.



Energieffektivisering

Energikostnader är, och kommer sannolikt fortsätta vara, en stor del av järn- och stålindustrins kostnader, vilket gör energieffektivisering av såväl produktions- och stödprocesser till en viktig konkurrensfaktor. Mest energi används i huvudprocesserna och dessa är i hög grad effektiviserade redan idag. Kommande tekniskiften för att eliminera utsläpp kommer innebära ett förändrat energibehov jämfört med vad dagens processer kräver. Exempelvis kommer utbyte av masugnen sannolikt leda till större totalt energibehov och behov av nya bränslen

för att täcka de interna bränslen, framförallt processgaser, som uppstår i masugnsprocessen och används i andra processer.

Utöver minskad användning av energi i processerna finns potential att öka användningen av restenergi, framförallt värme i omgivande fjärrvärmesystem. Teknik för att omhänderta restenergi finns och har potential att utvecklas ytterligare.



Användning av restprodukter minskar resursbehovet

Inom järn- och stålindustrin finns möjlighet att tillvarata restprodukter som uppkommer i produktionsprocesserna. Restprodukter används i den egna produktionen, som material i vägkonstruktion och som råvaror i externa processer till exempel cementindustrin. Det minskar behovet av nya råvaror och bidrar därmed till minskade utsläpp i den egna industrin såväl som i andra delar av samhället.

Det pågår också projekt för att undersöka möjligheten att ta tillvara på processgaser från masugnen för att producera bränslen som till exempelvis metanol.

Järn- och stålindustrins omställning sammanfattas i tabellen nedan.

Tabell 5: Järn- och stålindustrins omställning. Siffrorna nedan är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

Järn- och stålindustrins omställning	H ₂	Vätgas	 Ersätta fossila bränslen	 Elektrifiering	Σ Summa
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~4-5		~0,6-0,8	~0,3-0,4	
Ökat behov av biobränsle (TWh)			~4,5 ⁷		~4,5
Ökat behov av el (TWh)		~15		~2	~17

Branschbeskrivning: Gruv- och mineralindustri

Som gruv- och mineralindustri avses här gruvverksamhet, mineralverksamhet, järnmalmsspelletisering samt kalkbränning. Sammanlagt finns det idag 15 gruvor i drift i Sverige, varav 14 är metallgruvor för utvinning av metaller som järn, koppar, bly, zink, guld, silver, nickel, platina, palladium och tellur. Fyndigheterna av järnmalm är framförallt lokaliserade i de nordligaste delarna av Sverige, medan bas- och ädelmetaller framförallt finns i Skellefteåfältet i norra Västerbotten och i Bergslagen. Sverige står idag för 90 procent av all järnmalm, 40 procent av all bly respektive zink, 9 procent av all koppar och 23 procent av allt guld som produceras i EU.⁴

Gruvföretagen sysselsätter idag nära 7 000 personer i Sverige, och omkring 20 000 personer om branschens underleverantörer inkluderas. Till gruv- och mineralindustrin räknas också kalkbrytning. De största kalkstensfyndigheterna finns på Gotland. Varje år produceras gruv- och mineralindustrin cirka 7 miljoner ton kalk i Sverige (2014).

Metaller och mineral är centrala byggstenar i samhället och början på långa värdekedjor. Behovet av mineral och metaller växer i världen. Metaller och mineral behövs för att lyckas med klimatomställningen och nå uppsatta klimatmål. De är avgörande i infrastruktur, kommunikationsutrustning, elektronik, uppladdningsbara batterier och hållbara energisystem såsom solceller och vindkraft. Svensk gruv- och mineralindustrin medverkar aktivt i omställningen för klimatteffektiv produktion. En konkurrenskraftig, energi- och klimatteffektiv brytning och produktion i Sverige gynnar såväl Sverige som klimatet.

I Sverige bryts malm och mineral dels genom så kallad underjordsbrytning, dels i dagbrott. I Sverige är många gruvor dagbrott och globalt motsvarar dagbrottsbrytning

DEN SVENSKA GRUV- OCH MINERALINDUSTRIEN

Brytning	Underjord (metallmalm)	Dagbrott (metallmalm, kalksten)
Förädling	Anrikning metaller ¹	Kalcinerings/ kalkbränning

¹ vidareförädling av metall i smältverk ingår i denna rapport i "Metallindustri".

cirka 60–70 procent av all malmbrytning. Dagbrottsbrytning i Sverige sker till exempel i Aitik (Boliden), där Europas största koppargruva är lokaliserad, och i Zinkgruvan (Zinkgruvan Mining AB). Underjordsbrytning innebär att malm bryts under jord på grund av att den ligger långt ner under markytan eller vertikalt i förhållande till marken. Underjordsbrytning är mer tekniskt komplicerat och därför mer kostsamt än brytning i dagbrott. LKAB är den enda av världens tio största järnmalmproducenter som bryter under jord.

Förutsättningarna för gruv- och mineralföretagen är krävande jämfört med många andra verksamheter. Verksamheternas lokalisering kan inte påverkas och det rör sig om mycket stora tonnager av material (malm, gråberg, kalksten), vilket medför komplex och industrispecifik teknik och transportlösningar. Verksamheterna finns framförallt i glesbygd och till stor del i norra Sverige där klimatet är kallt och snörikt, vilket ställer specifika krav på fordon, drivmedel och utveckling. Test och implementering av alternativa lösningar tar tid och resurser i anspråk.

Gruv- och mineralindustrin präglas av stora investeringar med långa tidshorisonter. Företagen är pristagare på en internationell marknad, vilket innebär att priset på metaller och produkter sätts på internationella börser. Det innebär i sin tur att investerings- och driftskostnader inte kan föras vidare till kunderna. Investeringskapaciteten styrs av industrins lönsamhet. Det innebär att skatter och styrmedel bör därför ta hänsyn till vikten av att värna förutsättningar för bibehållen global konkurrenskraft för industrin, för att bibehålla eller öka climateffektiv produktion i Sverige.

Energianvändning i gruv- och mineralindustrin

Under år 2017 användes cirka 6 TWh energi till utvinning av mineral, där knappt 60 procent av energianvändningen är el, följt av kol (20 procent) och dieselbränsle (10 procent). Energin används framför allt för transportarbete, bearbetnings- och förädlingsprocesser.

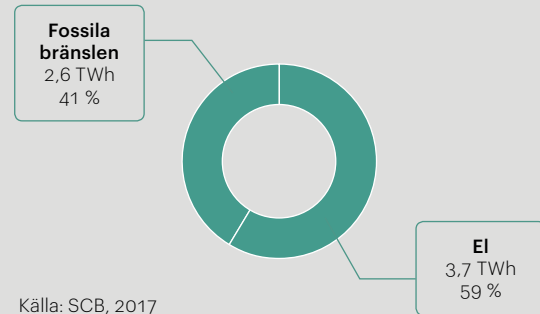
Utsläpp från gruv- och mineralindustrin

Gruv och mineral släpper ut cirka 1,5 miljoner ton koldioxid per år. Koldioxidutsläpp genereras i flera delar av gruv- och mineralindustrins värdekedja och är dels kopplade till interna transporter (gruvtruckar, lastfordon, borrhägar) och maskindrift (inklusive stödprocesser som till exempel uppvärmning), men framför allt till förädlingsprocesserna.

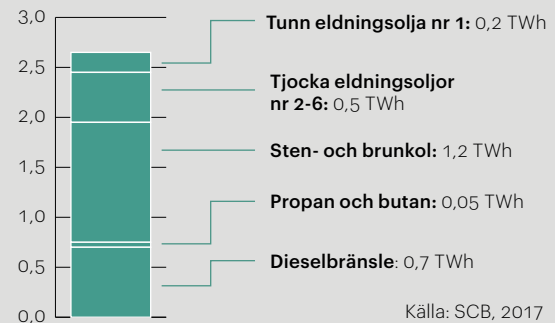
En betydande del av koldioxidutsläppen uppkommer i förädlingsprocesserna, såsom framställningen av kalk, där kalksten omvandlas till kalciumoxid och vid järnmalmsspeltisering.

Koldioxidutsläpp uppstår således både i förädlingsprocessernas kemiska reaktioner samt vid förbränning av bränslen för att uppnå de höga temperaturer som processerna kräver. De processutsläpp som uppkommer till följd av den kemiska omvandlingsprocessen kan således inte minskas enbart genom bränslebyte.

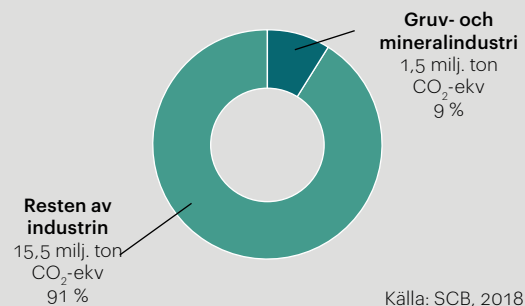
ENERGIANVÄNDNING, 6,3 TWh, 2017



ANVÄNDNING AV FOSSILA BRÄNSLEN, 2,6 TWh, 2017



UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER 2017, MILJ. TON CO₂-EKV.



Gruv- och mineralindustrins omställning

Gruv- och mineralindustrin har kommit relativt långt när det gäller att ersätta fossila bränslen i brytningsverksamheterna, medan förädlingsprocesserna kommer att kräva mer för att bli fossilfria. Flera processer och tekniker i de brytningsrelaterade delarna av verksamheterna är elbaserade. Branschen har kommit långt med att byta dieseldrivna maskiner till eldrivna. Digitalisering driver effektivisering och optimering vilket minskar energi- och bränsleåtgång. Dock finns processrelaterade utsläpp som inte kan åtgärdas till följd av mineralets kemiska sammansättning, vare sig genom elektrifiering eller bränslebyte. Då krävs kompletterande insatser med koldioxidinfångning och lagring (CCS) eller att materialen kan återanvändas och återvinnas i en cirkulär ekonomi.

Omställningen inom gruv- och mineralindustrin består av elektrifiering av dessa interna transporter och maskindrift, övergång från fossila bränslen till biobränslen eller vätgas, optimering genom energieffektivisering och digitalisering samt teknikskiften till ny eller utvecklad teknik i förädlingsprocesserna.

Vidare är återvinning av metaller och till exempel betong viktigt för att ställa om mot en cirkulär ekonomi. Gruv- och mineralindustrin arbetar för mer cirkulära produktionsprocesser och effektivisering av system. Även betydelsen av ökad utvinning av metaller eller mineral utöver de traditionella värde-metallerna, till exempel fosforutvinning ur järnmalm och utvinning av sällsynta jordartsmetaller, ökar. Ämnen som idag inte tillvaratas direkt i förädlingskedjan, såsom fosfor och sällsynta jordartsmetaller, hamnar ofta i deponerat avfall. Betydelsen av, och möjligheten att, omhänderta och kunna förädla denna typ av ämnen, för att tillgodogöras marknaden, kommer att öka.



Elektrifiering av interna transporter och maskindrift samt övergång från fossila bränslen till biobränsle och vätgas

Brytningsprocesserna inom gruvnäringen är till stor del fossilfria redan idag. Brytning, krossning och malning, samt sovring och anrikning är i stor utsträckning baserade på eldrivna

system. Branschen har också kommit långt med att byta ut dieseldrivna fordon och arbetsmaskiner till eldrivna. Viktiga drivkrafter är digitalisering och automation som driver effektiviseringen och optimeringen framåt inom branschen. Dock kvarstår omställningsarbete innan både interna transporter och maskindrift genomgående är fossilfria.

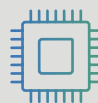
Interna transporter och maskindrift bedöms vara enklast att förändra inom gruv- och mineralindustrin. Elektrifiering av de gruvinterna transporter bedöms kunna ske till 90–95 procent, och resterande del bedöms kunna bli fossilfria med hjälp av biobränsle och/eller vätgas till omkring 2035.

Gasdrift är även möjligt för interna transporter. När det gäller stora smältverk kan också konvertering till flytande naturgas eller biogas (LNG/LBG) vara ett alternativ för att sänka koldioxidutsläppen.



Optimering genom energi-effektivisering och digitalisering

Genom energieffektivisering och digitalisering kan den totala energi- och bränsleåtgången minska, vilket bidrar till minskade utsläpp och mindre mängd energi som behöver ersättas med el, vätgas eller biobränslen. Exakt hur stor optimering som kan göras och hur stora utsläppsminskningar det kan ge är dock svårt att uppskatta.



Teknikskiften i förädlingsprocesserna

Förädlingsprocesserna kräver störst insatser för att för att bli fossilfria och minska koldioxidutsläppen från svensk gruv- och mineralutvinning till 2045. Det behövs både utveckling av befintliga tekniker och skiften till nya tekniker. En del av dagens fossilbränslen i förädlingsprocesserna kan ersättas med biobränslen, men både bränsleegenskaperna och bränsleförsörjningen måste utvecklas.

En omställning av förädlingsprocesserna kopplade till gruv- och mineralnäringen (pelletisering av järnmalm, metallproduktion (se "Metallindustri) respektive kalk- och cementframställning (se "Cementindustri) inbegriper förändrade processer med en kombination av elektrifiering, vätgas och biobränslen. Forskning och utveckling behövs även för att hitta processvägar och systemlösningar för fossilfri framställning. Därtill kommer även lösningar som CCS att krävas för att hantera de utsläpp från mineralframställningen som inte minskas genom bränslebyten eller andra framställningsprocesser. Detta behandlas vidare i kapitlet om Cementframställningsindustrin.

Med utvecklade förädlingsprocesser möjliggörs ökat tillvaratagande av restprodukter som fosfor och jordartsmetaller som bildas i förädlingskedjan men som idag deponeras. Genom att ta tillvara, förädla och tillgodogöra dem på marknaden minskar behovet att bryta nytt och importera, vilket kan bidra till minskade utsläpp från industrin.



Kolavskiljning och lagring eller användning – CCS/CCU

CCS eller CCU behöver användas för att fånga in utsläpp som inte kunnat reduceras genom bränslebyte, elektrifiering eller andra processlösningar.

Gruv- och mineralindustrins omställning sammanfattas i tabellen nedan.

Tabell 6: Gruv- och mineralindustrins omställning. Siffrorna angivna nedan är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

Gruv- och mineralindustrins omställning	Ersätta fossila bränslen med biobränsle ⁸	Ersätta fossila bränslen med el ⁹	Elektrifiering av transporter ¹⁰	CCS ¹¹	Summa
					
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~0,5-0,6	~0,3	~0,03	~0,5	
Ökat behov av biobränsle (TWh)	~2,0-2,5				~2,0-2,5
Ökat behov av el (TWh)		~1,0-1,5	~0,05	~0,15	~1,0-1,7

Branschbeskrivning: Metallindustri

I Sverige finns en primär och en skrotbaserad aluminiumtillverkning. Vidare finns i Sverige en anläggning för tillverkning av ferrokrom som används som råvara inom stålindustrin. I Sverige finns en anläggning för kopparframställning från malm. Där finns även Europas största anläggning för elektronikåtervinning där framför allt koppar, guld och silver återvinns. Sverige är också en av Europas största återvinnare av förbrukade blybatterier. Varje år återvinns bly från fyra miljoner uttjänta bilbatterier.⁵

DEN SVENSKA METALLINDUSTRIN

Som metallindustrier omfattas i denna rapport förädling av icke järnmalmsmetaller såsom aluminium, koppar, zink och bly samt ferrolegeringar. Icke-järnmalmsmetaller förädlas från mineralkoncentrat till rena metaller i smältverk, alternativt smälts om från återvunna metaller.

Energianvändning i metallindustrin

Metallindustrin i Sverige använder 4,9 TWh energi och processkol varje år (SCB, 2017). Den största energikällan som används är el följt av kol som reduktionsmedel och fossila bränslen.

Från elektrolyprocessen i aluminiumindustrin, där aluminiumoxid omvandlas till aluminium, uppkommer även perfluorkarboner som är en mycket potent växthusgas. Dessa står för cirka 15 procent av aluminiumindustrins utsläpp.

Utsläpp från metallindustrin

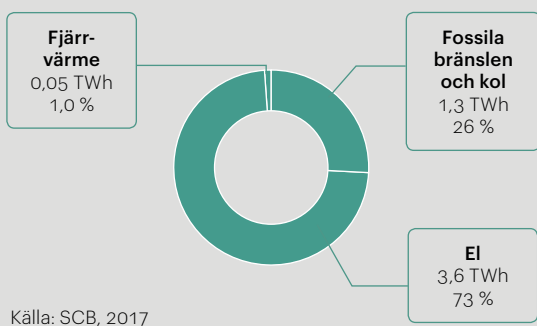
Enligt utsläppsstatistik från SCB gav metallindustrin upphov till utsläpp av 0,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2017. Utsläppen inom metallindustrin kommer främst från bränsleanvändning och metallframställningsprocesser.

I processerna uppkommer utsläpp till följd av användning av koks, kol, olja och bränslegaser för reduktion och smältning av koppar, bly och zinkkoncentrat, respektive användning av kol i reduktionsprocesser vid tillverkning av aluminium och ferrokrom.

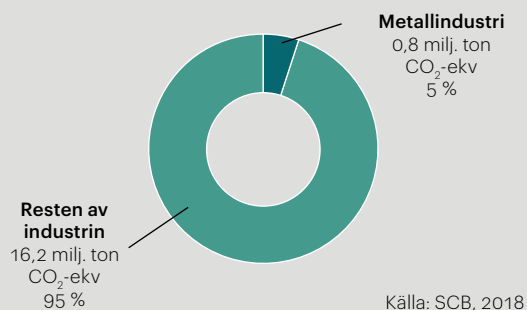
En mindre del av utsläppen kommer från användning av fossila bränslen i stödprocesser, uppvärmning och från råmaterialen.



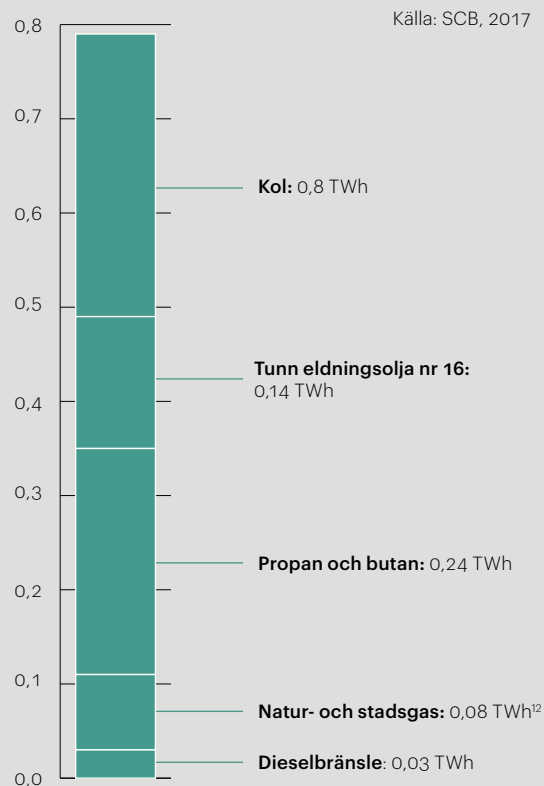
ENERGIANVÄNDNING, 4,9 TWh, 2017



UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER 2017, MILJ. TON CO₂-EKV.



ANVÄNDNING AV FOSSILA BRÄNSLEN, 1,3 TWh, 2017



Metallindustrins omställning

Metallindustrin som den är definierad här omfattar tillverkning av vitt skilda metaller. Tillverkningsprocesserna är specifika för respektive råvara eller produkt och i Sverige finns endast några enstaka anläggningar av varje slag. Det finns ett behov av forskning och utveckling för att skapa möjligheter till fossilfri metallproduktion. Eftersom det handlar om, för Sverige, unika processer så hamnar ett stort utvecklingsansvar på enskilda företag. Det kan innebära stora kostnader som måste kunna hanteras med bibehållen konkurrenskraft om satsningar på utveckling av fossilfri tillverkning ska kunna ske i Sverige. Utländskt ägande påverkar också möjligheterna till satsningar och det internationella klimatarbetet är därför viktigt.



Byta ut kol mot biokol i reduktionsprocesser

De största utsläppen kommer från det kol som används i reduktionsprocesserna både i form av elektroder vid aluminiumtillverkning och koks i ferrolegeringstillverkning och metallproduktion (koppar, zink, bly). Kol och koks skulle kunna bytas mot biokol men detta kräver forskning för att utveckla ett biokol som uppfyller processkraven och det kräver test och tillämpning i stor skala. Det är också en fråga om tillgång, marknad och prissättning på biokol.



Ersätta fossila bränslen med biobränslen eller el

De bränslen som används för förbränning i stödprocesser skulle kunna ersättas av framförallt biobränslen. Användandet av biobränslen i metallurgiska processer har testats och utvärderats men ännu inte testats eller tillämpats i större skala.

Delar av metallindustrin är redan utpräglad elintensiv. Ytterligare elektrifiering kan eventuellt vara ett alternativ men förutsätter stabil tillgång till el liksom konkurrenskraftiga elkostnader.



Energieffektivisering

Det finns kontinuerligt potential för ytterligare energieffektivisering i metallindustrin. I forskning inom processutveckling är energieffektivitet en av de viktigaste parametrarna.

En annan viktig del är att tillvarata den överskottsenergi och el som uppkommer i metallframställningsprocesser och distribuera i till exempel fjärrvärmenät, vilket delvis redan sker.



Återvinning och användning av restprodukter

Återvinning av metaller är viktigt för att ställa om mot en cirkulär ekonomi. Metaller är 100 procent återvinningsbara och det finns en fungerande marknad för metallskrot, elektronikskrot och bilbatterier. Till exempel återvinns 99 procent av alla blybatterier i Europa och blyet går tillbaka till batteriindustrin för att bli nya batterier. Metallindustrin arbetar också för mer cirkulära produktionsprocesser där alla material ses som resurser och kan nyttjas i nya värdekedjor. Det kan bidra till ökad resurseffektivitet och minskade utsläpp från materialframställning. Vid återvinning av metall från elektronikmaterial separeras plast och andra material ut så långt som möjligt. I kvarvarande delar är dock plast och metall mycket tätt sammanlänkade, exempelvis i kretskort, vilket innebär att det sker viss förbränning av plast. På sikt kan nya krav på produktdesign ge möjlighet till ytterligare demontering och utsortering, vilket kan minska förbränningen av plast och de koldioxidutsläpp det medför.

I metallprocesserna uppstår också andra restmaterial som till exempel slagger som kan användas inom exempelvis anläggningsindustrin. Ett exempel är järnsand, vilket är en restprodukt i kopparproduktionen. Slaggen renas och granuleras och kan sedan användas i vägfyllnad eller byggnadskonstruktioner och därmed minska behovet av naturgrus.

Metallindustrins omställning sammanfattas i tabellen nedan.



Tabell 7: Metallindustrins omställning. Nedanstående siffror är en grov uppskattning beroende på teknikval och utveckling av relevanta råvaror. Siffrorna är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

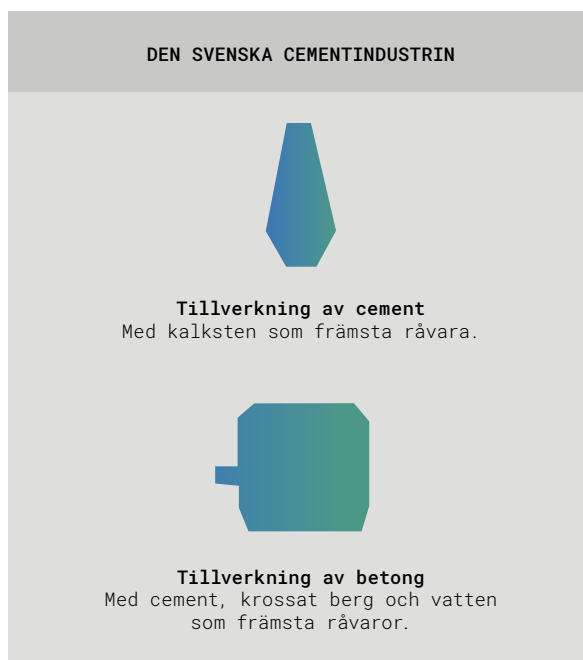
Metallindustrins omställning	Byta ut kol mot biokol 	Byta ut fossila bränslen mot biobränslen eller el 	Summa Σ
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~0,5-0,6	~0,1	
Ökat behov av biobränsle (TWh)	~1-1,5	0-0,5	~1-2
Ökat behov av el (TWh)		~0-0,5	~0-0,5

Branschbeskrivning: Cementindustri

Framställning av cement är den tredje största utsläppskällan bland de svenska industribranscherna. Cement är en produkt som i huvudsak tillverkas, säljs och används regionalt. Svensk cementindustri levererar idag produkter som är ungefär 15 procent bättre ur klimathänseende än ett globalt genomsnitt. Ur ett globalt perspektiv kan den svenska cementindustrin, genom att vara konkurrenskraftig i Sverige, fortsätta visa vägen i den globala klimatomställningen.

Energianvändning i cementindustrin

Totalt använder cementindustrin cirka 3,5 TWh energi (Cementa, 2019). Mest energi används för upphettning av kalksten till nästan 1500 grader Celsius för att bilda cementklinker. Upphettningen kräver mycket energi och högvärdiga bränslen (Cementa, 2018). Vid cementproduktion krävs därför bränslen med högt energiinnehåll. Den största energikällan är fossila bränslen bestående av utsorterade avfallsbränslen, varav majoriteten har fossilt ursprung, samt kol och koks. Avfallsbränslet består framförallt av fossilt verksamhetsavfall, primärt gummidäck som förbränns för att uppnå höga temperaturer vid cementtillverkning. Även mindre delar fossilt hushållsavfall förekommer och inkluderas i övriga bränslen. Avfallsbränslen består av väl sorterade och behandlade avfallsfraktioner som inte kan jämföras med traditionell avfallsförbränning. I stor omfattning består bränslet av sekundäravfall, utsorterade fraktioner som med dagens teknik och design inte låter sig materialåtervinnas.

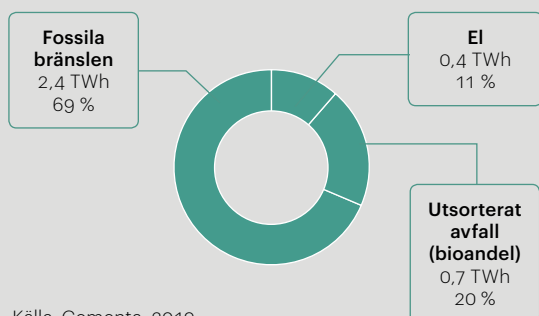


Utsläpp från cementindustrin

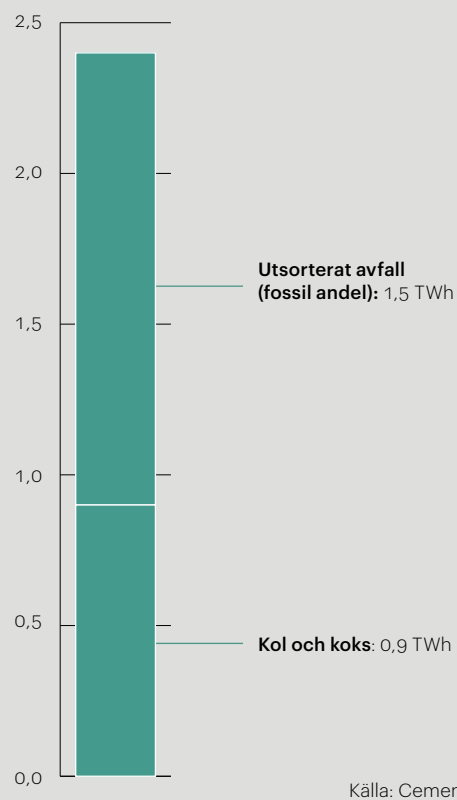
Utsläppen från cementindustrin i Sverige motsvarade cirka 2,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2017 (Naturvårdsverket, 2019c). Vid cementframställning kommer cirka två tredjedelar av utsläppen från kalkstenen och en tredjedel från bränslet i processugarna (Energimyndigheten, 2017). Cementindustrin i Sverige står för den tredje största utsläppskällan av industrin, se diagram på nästa sida.



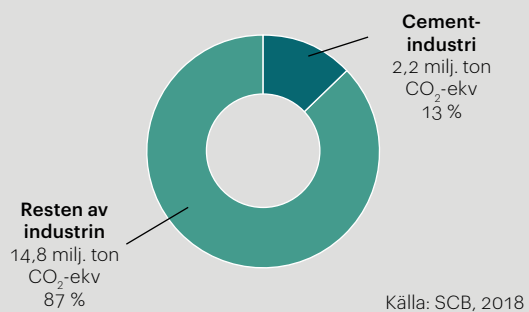
ENERGIANVÄNDNING, 3,5 TWh, 2017



ANVÄNDNING AV FOSSILA BRÄNSLEN, 2,4 TWh, 2017



UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER 2017, MILJ. CO₂-EKV.



Cementindustrins omställning



Ersätta fossila bränslen med biobränslen

Cirka en tredjedel av dagens utsläpp från cementindustrin kommer från förbränning av fossila bränslen, i huvudsak utsorterade avfallsfraktioner. En övergång från fossila bränslen till avfallsbränslen pågår för att minska klimatbelastningen, men det ger inte nollutsläpp på grund av fossila andelar i avfallet. En övergång till enbart rena biobränslen är ett alternativ för att minska utsläppen än mer, men kräver viss förbehandling av bränslet för att det ska leva upp till cementtugnens höga krav och krav på tillgänglighet av biobränslen till konkurrenskraftiga priser. Andelen biobränslen och avfallsbränslen som används för förbränning har ökat kraftigt sedan 1990 och stod år 2017 för 20 procent respektive 50 procent av den totala bränsleanvändningen. Det finns stor potential att öka andelen biobränslen men kostnadsbilden och tillgång till rätt kvalitet av bränslen anges vara avgörande för omställningstakten. (Cementa, 2018)



Övergång från fossila bränslen till eldrift

Undersökningar kring byte från fossilfria bränslen för förbränning till eldrivna processer är igång. En utmaning är att uppnå tillräckligt höga temperaturer för att erhålla rätt kvalitet på produkten. Pilotprojekt pågår där förutsättningar för att använda el istället för fossila bränslen i produktionen. Målet är att ersätta termiska processer med elektrifierade processer, vilket bland annat undersöks i projektet CemZero.

Resultat från förstudien inom CemZero visar att elektrifiering av uppvärmningen ser ut att vara teknisk möjlig med hjälp av plasmateknik. Elektrifiering bedöms konkurrenskraftig jämfört med andra alternativ för att nå radikala utsläppsminskningar. CemZero visar på uppskattningsvis en fördubbling av produktionskostnaden för cementen med elektrifierad uppvärmning, vilket i slutändan innebär en kostnadsökning på ett par procent av den färdiga infrastrukturen eller byggnaden. (Vattenfall & Cementa, 2018)

En elektrifierad tillverkningsprocess ökar möjligheterna att fånga in processutsläppen. Initiala studier visar att elektrifiering gör exempelvis koldioxidinlagring mer effektiv vilket samtidigt innebär att kostnaden för koldioxidinlagring är jämförbar med dagens mest mogna tekniker för koldioxidinlagring. (Cementa, 2018)



Energieffektivisering

För att minska energianvändningen och därigenom utsläppen sker ett kontinuerligt arbete inom energieffektivisering.



Nya cementsorter

För att minska utsläppen sker utveckling inom framtagning av nya cementsorter med mindre klimatavtryck. Det finns på marknaden nya cementsorter där delar av klinkern ersätts med liknande reaktiva material, till exempel slagg eller flygaska, vilket då minskar mängden kalk och därmed även växthusgasutsläppen från produktionen. År 2017 ersatte Cementa 14 procent av cementklinkern med andra industriella restmaterial (Cementa, 2018). En utmaning med användning av industriella restmaterial är den varierande tillgången och kvaliteten, vilket är avgörande för att få rätt egenskaper på cementen. Forsknings- och utvecklingsarbete samt standardisering av nya cement- och betongprodukter pågår för att ge branschen bättre förutsättningar att använda ersättningsmaterial (Cementa, 2018).



Koldioxidupptag

15–20 procent av processutsläppen från cementindustrin tas upp av befintliga betongkonstruktioner. Detta motsvarar ett årligt upptag på 300 000 ton i Sverige. Genom att förbättra krossning och hantering av rivna betongkonstruktioner kan



detta upptag nästintill fördubblas. Det beror på att större exponerade betongytor skapas (Cementa, 2018).



Kolavskiljning och lagring eller användning – CCS/CCU

Inom cementindustrin uppstår stora utsläpp i processerna som med dagens teknik inte kan elimineras. För att reducera utsläpp krävs därför satsningar för storskalig CCS inom cementindustrin. Genom att geologiskt lagra koldioxiden är

det möjligt att få en helt koldioxidneutral verksamhet. Tekniken behöver strategier för en framtida utveckling. Två väsentliga faktorer för utvecklingen av storskalig CCS är de stora investeringskostnaderna som företagen själva inte kommer att kunna bära utan det kommer att behövas finansiering från statliga aktörer. Det behöver också förutsättningar för lagring av koldioxid som idag inte är på plats. Det finns också andra tekniska, politiska och infrastrukturella barriärer som måste övervinnas innan användandet av CCS är möjligt. För att få ner nettoutsläppen till noll tills år 2045 behövs fullskaliga CCS-anläggningar. (Cementa, 2018)

Cementindustrins omställning sammanfattas i tabellen nedan.

Tabell 8: Cementindustrins omställning. Nedanstående siffror är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

Cementindustrins omställning ¹³	Ersätta fossila bränslen med bibränsle	Ersätta fossila bränslen med el	Cement-recept	Karbo-natisering / CO ₂ -upptag	CCS	Energi-effektivi-sering	Summa
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~0,5 ¹⁴	~0,7-0,9 ¹⁵	~0,4	~0,4	>1	~0,05	
Ökat behov av bibränsle (TWh)	~4,5						~4,5
Ökat behov av el (TWh)		4-5			>2 (Cementa, 2019)		~6-7

Branschbeskrivning: Raffinaderier

I de svenska raffinaderierna tillverkas petroleumprodukter från råolja. Det finns idag fem raffinaderier i Sverige, tre producerar framförallt bensin, diesel, tunn- och lättoljor och två producerar bitumen och naftabaserade produkter. (Energimyndigeten, 2017) Vid ett av raffinaderierna tillverkas även biodrivmedel (Preem, 2019).

Raffinaderier brukar delas in i enkla (hydroskimning refinery) och komplexa raffinaderier (cracking refinery). Det enkla raffinaderiet består huvudsakligen av en destillationsanläggning medan det komplexa raffinaderiet består av destillationsanläggning och vidareförädlingsanläggning. De olika typerna innebär olika sammansättning av processer och de blir, i skriven ordning, mer komplexa och får större förmåga att processa tyngre råolja. (Wanders, 2017) Det finns även en tredje typ av raffinaderier som bara tillverkar asfalt, så kallade asfaltsraffinaderier (top refinery).

Traditionellt har de svenska raffinaderierna raffinerat råolja. Delar av ett av de svenska raffinaderierna har dock byggts om till ett bioraffinaderi som kan raffinera förnybara råvaror. Tabellen nedan visar den teknik de olika typerna av raffinaderier beskrivna ovan innehåller. Nedersta raden i tabellen visar antalet svenska raffinaderier inom varje teknik.

Energianvändning raffinaderier

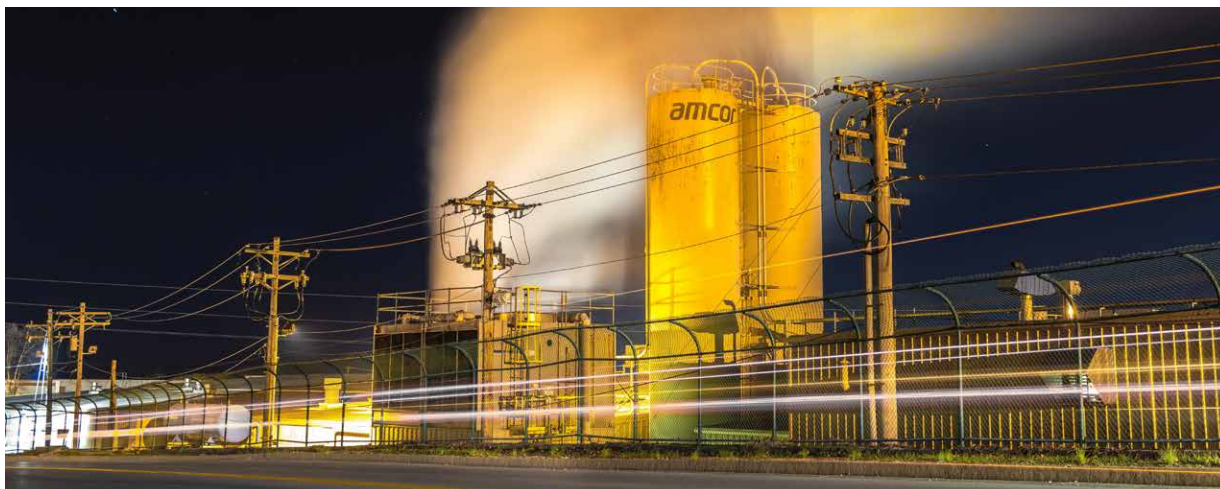
Under år 2017 använde de svenska raffinaderierna cirka 2,8 TWh energi (SCB, 2017). En stor del av energin går till att värma upp de stora mängder råolja som via olika destillationsprocesser, termiska och katalytiska processer ska bearbetas till produkter. Mycket energi går även till krackern och till processer för fasomvandling mellan gas och vätska. Det huvudsakliga bränslet är den egenproducerade bränngasen, som är en biprodukt från produktionen och därmed till stor del baseras på fossil råvara. (Energi-myndigheten, 2017)

Utsläpp från raffinaderier

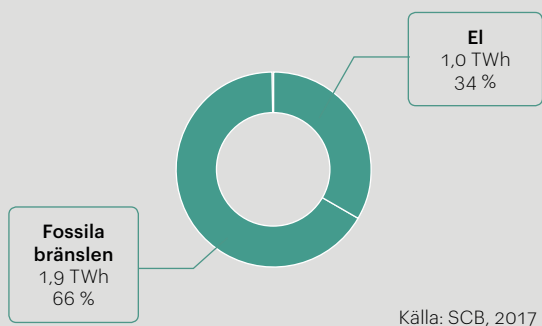
År 2017 stod raffinaderier och distribution av olja och gas för ett utsläpp av totalt 2,9 miljoner ton växthusgaser (SCB, 2018). Av utsläppen från raffinaderier är majoriteten från förbränningsprocesser (SCB, 2018). På nästa sida illustreras raffinaderiernas del av den svenska industrins utsläpp.

SVENSKA RAFFINADERIER – KATEGORISERING

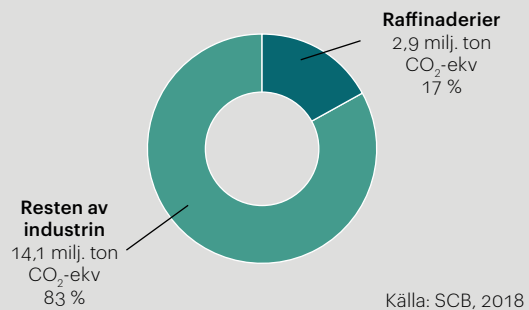
	Asfalts- raffinaderier	Enkla raffinaderier	Komplexa raffinaderier
Destillation	★	★	★
Naftareformering		★	★
Vakuumdestill. och kat. kracker och/eller hydrokracker			★
Svenska raffinaderier	2	1	2



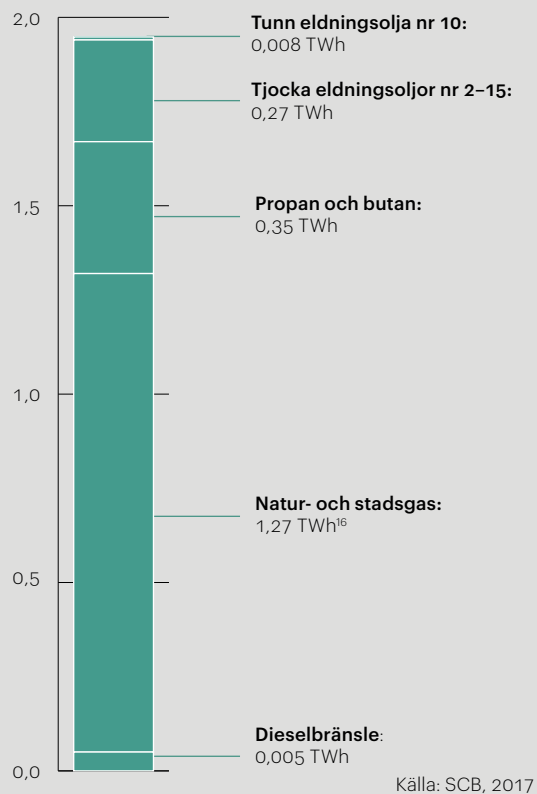
ENERGIANVÄNDNING, 2,9 TWh, 2017



UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER 2017, MILJ. CO₂-EKV.



ANVÄNDNING AV FOSSILA BRÄNSLEN, 1,9 TWh, 2017



Raffinaderiindustrins omställning

Raffinaderiernas omställning kan delas in i två delar. Dels kan de ställa om nuvarande processer till mer klimatneutrala och fortfarande producera råoljebaserade produkter. Den andra delen av omställningen är att börja raffinera förnybara insatsvaror. Raffinaderiernas omställning kan sammanfattas till följande primära åtgärder.



Övergång från fossila råvaror till biobaserade

Det finns flera alternativ till hur utsläppen kan minskas i raffinaderier. En avgörande åtgärd är att, där det är möjligt, byta ut fossila bränslen till biobränslen.

I ett raffinaderi går cirka 5 procent av oljeflödet genom raffinaderiet till förbränning för att driva de interna processerna. Denna mängd olja som används internt skulle teoretiskt kunna bytas ut mot biobränslen, framförallt fasta sådana, för att minska utsläppen.



Produktion av vätgas genom elektrolys

Ytterligare en lösning för att minska en del av utsläppen är att använda naturgas eller ännu hellre biogas istället för nafta för produktion av vätgas (som behövs för att tillverka transformatoroljor och andra specialprodukter). Det ger dock bara en minskning om naturgas används, inte nollutsläpp. Ett annat alternativ är att producera vätgas genom elektrolys (Preem, 2017). Vätgas behövs även för produktion av biooljor, så det kommer behövas även vid övergång till biobaserade råvaror. Om elektrolysen utförs med elektricitet från fossilfria energikällor blir processen koldioxidneutral.



Kolavskiljning och lagring eller användning – CCS/CCU

Ett annat alternativ är att införa lagring för koldioxid. Genom att geologiskt lagra koldioxiden är det möjligt att få bort de direkta koldioxidutsläppen från raffinaderiverksamheten.

Raffinaderiernas omställning sammanfattas i tabellen nedan.

Tabell 9: Omställning inom raffinaderier. Nedanstående siffror är uppskattningar baserade på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

Omställning raffinaderier ¹⁷	Ersätta fossila bränslen	Vätgasproduktion genom elektrolys	CCS	Summa
		H ₂		Σ
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~0,5	~0,3	~2	
Ökat behov av biobränsle (TWh)	~1,5			~1,5
Ökat behov av el (TWh)		~1-1,5	~0,6 ¹⁸	~1,6-2,1

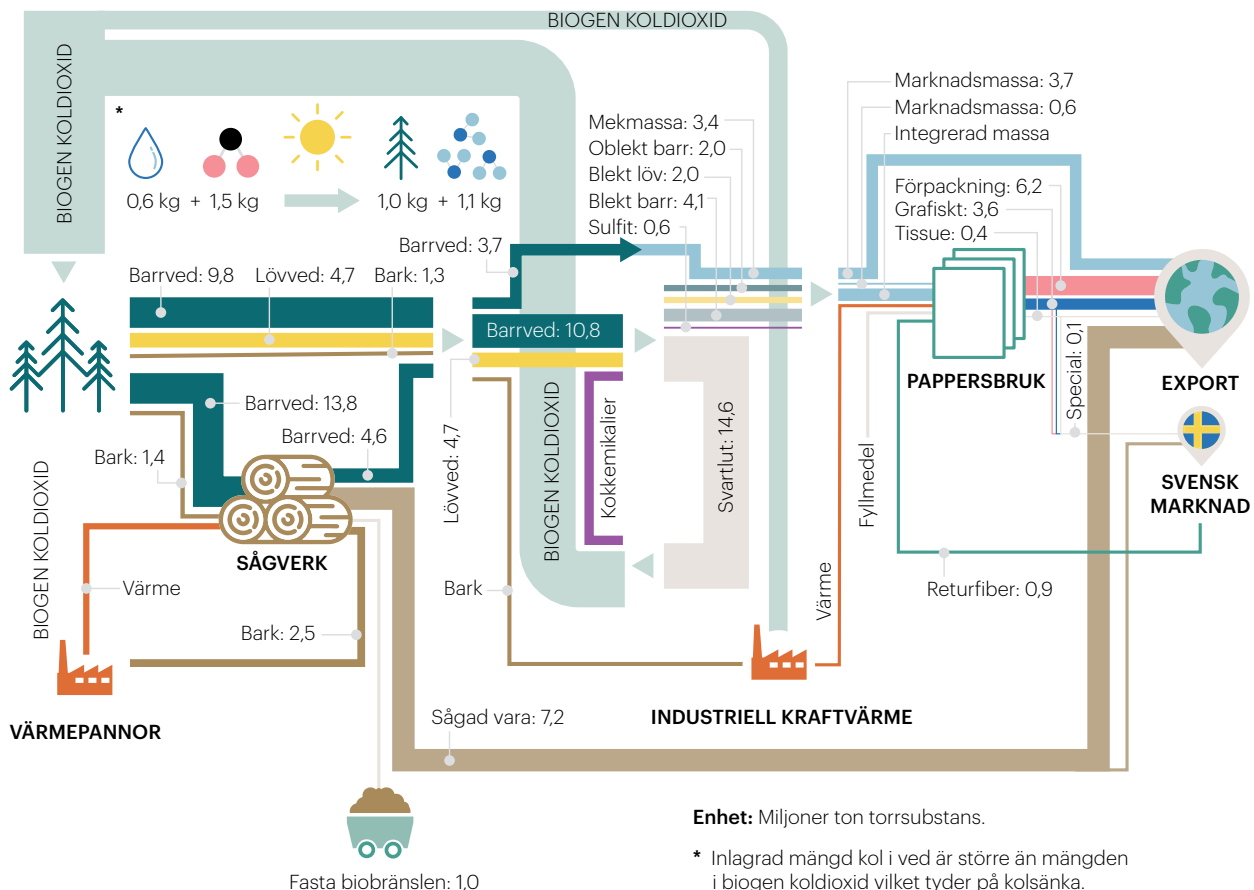
Branschbeskrivning: Skogsindustri

Eftersom skogsindustrin redan är i princip fossilfri i sina interna processer är dess främsta roll i omställningen från fossilt till biobaserat att tillverka produkter med god klimatprestanda. Skogsindustrin levererar byggnadsmaterial och papper, men även råvaror för kemikalier, textilier och drivmedel, och bidrar genom detta

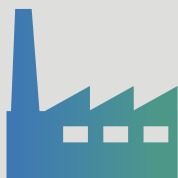
till minskade utsläpp av växthusgaser jämfört med alternativen. Produkter med god klimatprestanda som ersätter produkter med lägre klimatprestanda har mycket större effekt än åtgärder internt i skogsindustrin som direkt minskar utsläpp. Den svenska skogsindustrins biomassaflöden illustreras i figuren nedan.

Figur 6: Skogsindustrins energiflöden, miljoner ton torrs substans.

Källa: Skogsindustrierna, Energimyndigheten, Skogsstyrelsen.



DEN SVENSKA SKOGSINDUSTRIN



Massa- och pappersbruk, 51 stycken. 9 är fristående massabruk, 18 är fristående pappersbruk och 24 är integrerade pappersbruk 12,2 miljoner ton massa och 10,3 miljoner ton pappersprodukter (2017) (Skogsindustrierna, 2017b).



Sågverk, 140 stycken 18,1 miljoner m³ sågade barrträråvaror (2017) (Skogsindustrierna, 2017c).

Skogsindustrin består av tre delar; trävaruindustri, tillverkning av massa och tillverkning av papper. Inom trävaruindustrin ingår framför allt sågverksföretag. Skogsbruk inkluderas inte i skogsindustrin utan ingår i skogsnäringen. Denna rapport behandlar enbart skogsindustrin, inte skogsbruk.

År 2017 producerades totalt 18,1 miljoner kubikmeter sågade barrträråvaror i Sverige, varav 13,1 miljoner kubikmeter exporterades. Av dessa volymer var drygt 4,5 miljoner kubikmeter hyvlat virke, knappt 4,5 miljoner kubikmeter sågad furu och cirka 3,2 miljoner kubikmeter sågad gran. (Skogsindustrierna, 2017a)

De fossila bränslena inom massa-, pappers- och pappersvaruindustri och grafisk och annan reproduktionsindustri står för 4 procent av den totala energianvändningen år 2016. Av detta stod eldningsolja 1–5 för cirka 2 procent, gasol och naturgas för cirka 1,7 procent, eldningsolja nr 1 för 0,2 procent och stenkolk för 0,1 procent (Skogsindustrierna, 2018).

Skogsindustrin är en elintensiv industri. Elanvändningen för massa-, pappers- och pappersvarutillverkning samt sågverk uppgår till totalt cirka 21 TWh per år, vilket motsvarar drygt 15 procent av Sveriges totala energianvändning. (Skogsindustrierna, 2018)

Energianvändning i skogsindustrin

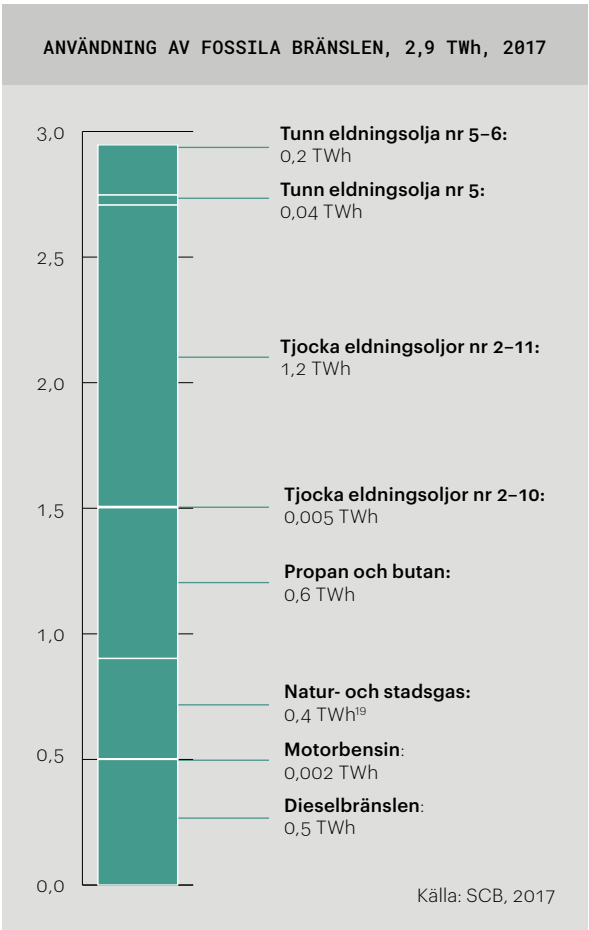
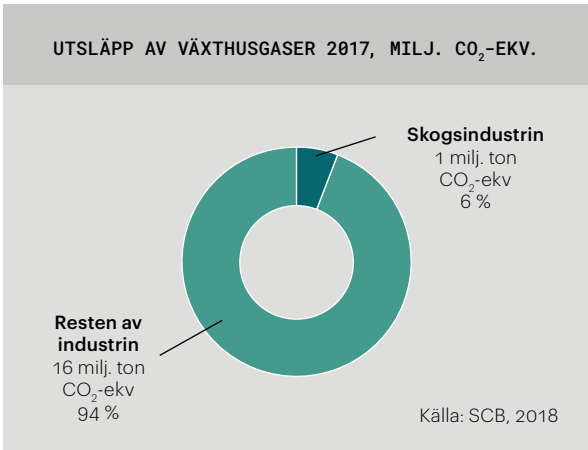
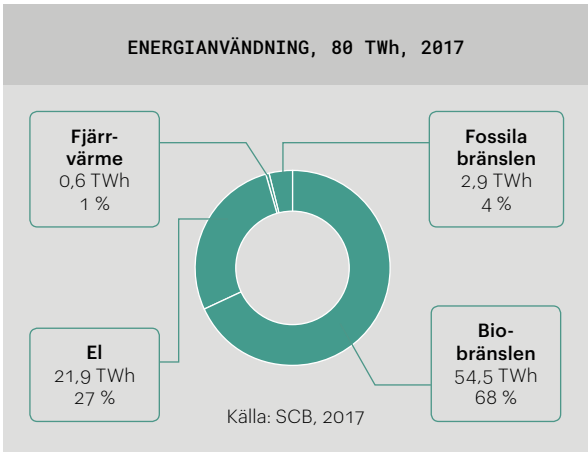
Energianvändningen inom skogsindustrin är framför allt inom inrikes transporter, arbetsmaskiner i industrin och i skogen samt industriprocesser vid massa- och pappersbruk och sågverk. (Skogsindustrierna, 2018)

Massa-, papper- och pappersvarutillverkning använde år 2016, cirka 73 TWh, vilket motsvarar 52 procent av svensk industris totala energianvändning. Majoriteten av energin kommer från biobränslen, framförallt restprodukter från den egna industrin, och el. Trävaruindustrin, ej möbler, använde år 2016 7,5 TWh energi. Energin kommer även här framförallt från fasta biobränslen och el. (Energimyndigheten, 2018)

Utsläpp från skogsindustrin

Skogsindustrins interna processer vid massa- och pappersbruk använder till övervägande del (96 procent) redan idag fossilfria bränslen, och sågverksindustrin är nästan helt oberoende av fossila bränslen. Fortsatt arbete behövs för att helt fasa ut den sista delen fossila bränslen genom byte till biobränslen eller elektrifiering.

Utöver det krävs också utfasning av fossila bränslen för transporter och arbetsmaskiner. Fortsatt arbete för omställningen är att i ännu högre grad tillvarata restprodukter samt ytterligare effektivisera industrin för att minska energi- och resursanvändningen.



Skogsindustrins omställning

Omställningen inom skogsindustrin består av fyra huvudområden.



Övergång från fossila bränslen till biobränslen

De fossila bränslen som används internt i skogsindustrin idag, 4 procent av den totala energianvändningen, används framförallt i sulfatmassabrukens mesaugnar (där mesa, som består av kalciumkarbonat, bränns om till kalk i en reaktion som kallas kalcinering) samt i mindre del för pappersproduktion. (Skogsindustrierna, 2018)

I produktionsprocesserna är det viktigt att skilja mellan fasta, flytande och gasformiga bränslen och det är en utmaning att gå från en form av bränsle till en annan. Inom massa- och pappersindustrin används eldningsolja, naturgas och propan. Eldningsoljan används framförallt i mesaugnarna och skulle kunna bytas ut mot pellets eller fasta biobränslen. Byte mot pellets skulle i dagsläget innebära snarlika bränslekostnader, runt 10 procents kapacitetsförsämring samt kräva en investering på cirka 100 miljoner kronor. Att byta till ännu mer lågvärdiga bränslen utan bättre alternativ avsättning, till exempel fallande bark eller rejektspån skulle kräva en investering på cirka 200 miljoner kronor per anläggning.

Naturgas och fossil propan används framför allt för torkning och skulle kunna bytas ut mot biogas eller förnybar gasol. Det finns i dagsläget inga tekniska hinder för övergång till biogas, utan begränsningen är priset. Användning av biogas eller förnybar gasol i stället för naturgas eller fossil propan innebär med dagens prisnivåer cirka dubbelt så höga kostnader (baserat på information från enskilda industrier). Om biogas transporteras via naturgasnätet måste industrin dessutom fortsätta köpa utsläppsrätter enligt EU-ETS-systemet, vilket innebär att industrin inte kan tillgodogöra sig den kostnadsminskning som borde vara berättigad vid användning av biobränslen inom EU ETS (Energigas Sverige, 2018).

Fossila bränslen används även till arbetsmaskiner och transporter. För arbetsmaskiner inom skogsindustrin uppgick den

fossila bränsleanvändningen till 0,3 TWh år 2016. Cirka 95 procent av detta går till skogsmaskiner, vars behov av lång räckvidd och hög effekt gör att biodrivmedel är mest lämpligt i dagsläget för omställningen. En förutsättning för en sådan omställning är att det finns tillgång till tillräckligt mycket biodrivmedel. (Skogsindustrierna, 2018)



Elektrifiering av process och interna transporter

Ett alternativ är att de fossila bränslena byts mot fossilfri eldrift. Skogsindustrin använder redan idag mycket el och cirka 40 procent av den el, motsvarande 5–6 TWh, som används i processerna genereras inom industrin och är fossilfri. Det är möjligt att elektrifiera processerna ytterligare. Exempelvis är elkalcinering möjligt men inte realistiskt i dagsläget då det kräver extremt billig el. Det sker en utveckling av elektrifiering av processen med exempelvis plasmabrännare.

Behovet av höga temperaturer, omkring 1800–1900 grader, i vissa processer gör dock förbränning av bränslen, till exempel gas, till ett mer realistiskt alternativ. Behovet av värme i andra processer gör förbränning än mer attraktivt än el, då restvärme från förbränningen precis liksom i dagsläget, kan tas tillvara till andra processer.

För transporter är elektrifiering särskilt intressant för arbetsmaskiner inom anläggningen, vilka står för cirka 5 procent av de 0,3 TWh som kom från fossil bränsleanvändning år 2016. Dessa arbetsmaskiner används i stor utsträckning inom ett begränsat område. (Skogsindustrierna, 2018)



Energieffektivisering

Effektivare användning av energi, och även råvaror, kan göra att mängden fossil energi som behöver ersättas blir mindre. Effektiviseringsåtgärder beskrivs vara de viktigaste för att fasa ut fossil energi eftersom de kan genomföras omgående och

har påverkan på både utsläppen och företagens konkurrenskraft. Skogsindustrin lyfter framför allt fram effektivisering av transporter som den främsta åtgärden, då processerna redan har låga utsläpp och redan i hög grad har effektiviserats kraftigt. Digitalisering, automatisering och robotisering skapar nya möjligheter till ytterligare effektivisering av verksamheten genom att exempelvis optimera vägval vid avverkning för att maximera andel timmer per insatt arbetstid. Även utveckling av nya produkter och produkttegenskaper kan leda till minskade utsläpp. Hur stora sådana utsläppsminskningar kan bli är dock svårt att säga. (Skogsindustrierna, 2018)



Tillvarata restprodukter

Trä består främst av tre delar som kan separeras i en kemisk massaprocess – cellulosa, hemicellulosa och lignin. Cellulosa kan bland annat användas till produktion av papper, textil och nanocellulosa. Hemicellulosa och lignin kan framförallt ersätta olja som råvara. Restprodukter tas redan idag tillvara och används framförallt inom industrin. För att ytterligare ta tillvara på restprodukter inom industrin och använda dem inom nya användningsområden så krävs det att det finns en marknad för det. I Japan har man startat programmet: "NEDO Development of Manufacturing Processes for Chemicirkal Products Derived from Non-edible Plants" som bland annat går ut på att ta fram ny raffineringsteknik för att framställa kemiska produkter från biomassa genom att separera ämnen som sedan kan användas inom kemiindustrin. När den tekniska utvecklingen kommit längre, är ambitionen att bygga bioindustriella komplex som integrerar papperstillverkning och kemikalieframställning. (Tillväxtanalys, 2016)

Utöver rester från massa- och pappersproduktion ger skogsindustrin upphov till ytterligare biomassa som kan användas som biobränsle. En stor del av den biomassa som skogsindustrin ger upphov till används inom industrin, men industrin levererade cirka 30 TWh biobränsle till andra branscher år 2017 (Skogsindustrierna, 2018). Av biobränslen som såldes externt var det framförallt bark, grenar och toppar men även torrflis och spån. En stor del av restprodukterna tas tillvara idag men det finns potential för att tillvarata på mer, framförallt skogsrester som grenar, toppar och stubbar. (Skogsindustrierna, 2018)

Restprodukter från skogsindustrin kan även användas som råvara för produktion av biodrivmedel eller förgasas till biogas. År 2015 producerades 1 TWh biodrivmedel från skogsråvara i Sverige (Skogsstyrelsen, 2017) och det bedöms möjligt att producera 10 TWh år 2030, och på längre sikt cirka 20 TWh (Skogsindustrierna, 2018). Idag används dock restprodukten lignin som bränsle internt på bruken. För att ligninet istället ska kunna användas för biodrivmedelproduktion behöver dess pris öka för att göra det mer lönsamt för bruken att sälja lignin och köpa in biomassa istället. Detta skulle också innebära att 16–17 av bruken i Sverige måste investera i en ny panna på flera hundra miljoner kronor, vilket inte är rimligt i dagsläget. Mer rimligt är istället att skogsindustrin kan producera ytterligare 3 TWh biobränsle från sulfatmassafabrikerna och 3 TWh från sågverken 2045 jämfört med idag. Detta är dock inte i förädlad form utan som lignin respektive spån.

Om mer restprodukter som lignin, cellulosa, och hemicellulosa plockas ut från skogsindustrin måste detta ersättas av annat bränsle i skogsindustrin, det är en resurs som används redan idag.

Skogsindustrins omställning sammanfattas i tabellen nedan.

Tabell 10: Skogsindustrins omställning. Siffrorna angivna nedan är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

Skogsindustrins omställning ²⁰	 Ersätta fossila bränslen	 Elektrifiering	 Summa
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~0,9		
Ökat behov av biobränsle (TWh)	~2,4		~2,4
Ökat behov av el (TWh)		~0,3	~0,3

Branschbeskrivning: Kemiindustri

Kemiindustrin består av många olika typer av företag med varierande tillverkning och varierande produktionsprocesser som spänner över komplexa kontinuerliga processer för produktion av stora polymer baskemikalier till småskaliga processer för produktion av specialkemikalier och läkemedel. När kemiindustrier etableras i kluster kan synergieffekter utnyttjas genom sammanlänkning av olika företags processer vilket skapar en effektiv helhet. (WSP, 2015)⁶

Den svenska kemiindustrin kännetecknas av ett mindre antal stora företag och koncerner som i huvudsak är utlandsägda. Tillsammans utgör dessa cirka 15 procent av företagen och de sysselsätter cirka 80 procent av det totala antalet anställda i kemiindustrin. Astra Zeneca och Nouryon är de två största arbetsgivarna. Kemiindustrin är i huvudsak lokaliserad kring storstadsregionerna och i de större städerna längs Norrlandskusten. Utifrån antalet anställda är läkemedelsindustrin störst inom kemiindustrin, följt av kemiska produkter som färg, lackering med mera och baskemikalier. (Vinnova, 2016)

Den svenska kemiindustrin är starkt exportinriktad och konkurrerar på de globala marknaderna. Exportandelen

av produktionen uppgår i snitt till över 85 procent. År 2017 uppgick exportvärdet till 159 miljarder kronor vilket motsvarar cirka 12 procent av den totala exporten av varor. 2017 uppgick importen till 132 miljarder kronor.

Energianvändning i kemiindustrin

År 2017 använde kemiindustrin cirka 11,5 TWh energi (Energimyndigheten, 2018). Fossila och övriga bränslen är den största energikällan och står för 60 procent medan den näst största andelen energi kommer från el. För kemiindustrin omfattar övriga bränslen framförallt processgaser och restgaser med fossilt ursprung från den egna produktionen (Paulsson, 2018).

Utsläpp från kemiindustrin

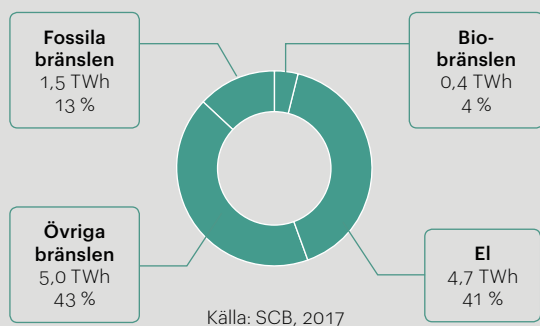
Under 2017 gav kemiindustrin upphov till cirka 1,3 miljoner ton växthusgaser. (SCB, 2018)

BESKRIVNING AV DEN SVENSKA KEMIINDUSTRIN

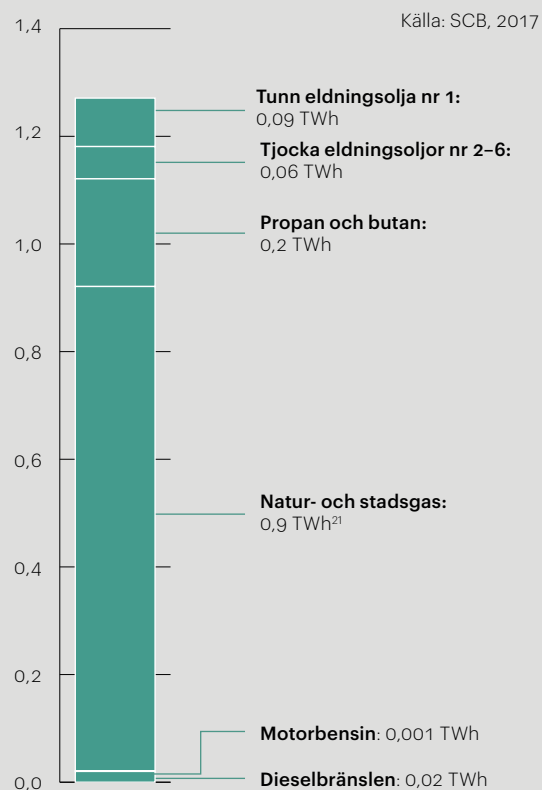
Baskemikalier	Kemiska produkter	Farmaceutiska produkter
Basplast	Färg, beläggningar, lim m.m.	Läkemedel och andra medicinska kemikalier
Organiska och icke organiska baskemikalier	Rengöringsmedel, hygienartiklar m.m.	
	Jordbrukskemikalier, t.ex. växtskydd	



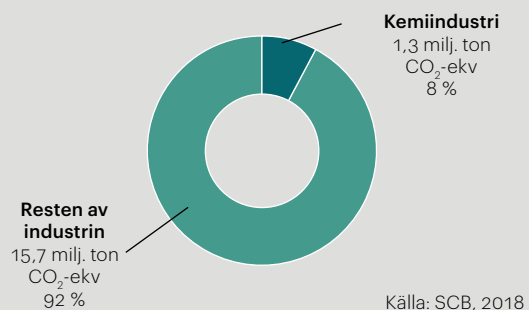
ENERGIANVÄNDNING, 11,5 TWh, 2017



ANVÄNDNING AV FOSSILA BRÄNSLEN, 1,5 TWh, 2017



UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER 2017, MILJ. CO₂-EKV.



Kemiindustrins omställning

Den globala omställningen för ökad hållbarhet kommer att innebära en efterfrågan på nya material och lösningar från kemiindustrin. Världsmarknaden för kemivaror bedöms fördubblas i storlek fram till 2040 (CEFIC, 2018). Den europeiska marknaden för kemivaror kommer att växa men förväntas inte hålla jämna steg med Kina. Detta är en möjlighet för europeisk kemiindustri samtidigt som det globala konkurrenstrycket förväntas att hårdna.

För kemiindustrin kommer ett flertal olika åtgärder, enskilt eller i kombination, att skapa möjligheter till lägre klimatutsläpp. Åtgärder såsom återanvändning av material, mekanisk återvinning av plastavfall och användning av biobaserad råvara tillämpas redan och kan vidareutvecklas i närtid. För andra åtgärder såsom infångning och lagring av koldioxid (CCS), kemisk återvinning av plastavfall till ny råvara och återvinning av koldioxid till ny råvara (CCU) finns ett större behov av forskning och utveckling. En kombination av de olika åtgärderna, till exempel användning av bioråvara och ett slutet kretslopp för koldioxid skapar möjligheter till koldioxidsänka eller negativa koldioxidutsläpp. Gemensamt för de redovisade åtgärderna gäller att en framgångsrik omställning förutsätter att kemiindustrin under, och efter, omställning fortsatt kan visa lönsamhet och stark global konkurrenskraft.

Kemiindustrins omställning beskrivs nedan.



Mekanisk och kemisk återvinning av material

Genom resurseffektiva och cirkulära materialflöden kan ett slutet kretslopp för plast skapas. Därigenom kan samma fossila råvara användas gång på gång och behovet av ny fossil råvara minska. Över tid förutses även en ökad andel biobaserad plast bli en del av kretsloppet. Den mekaniska återvinning som tillämpas i nuläget förväntas att öka och med införandet av kemisk återvinning i så kallade returraffinaderier kan även den plast som inte lämpar sig för mekanisk återvinning tas om hand och upparbetas till ny råvara. I princip skulle därmed all plast kunna återvinnas till nya produkter.



Övergång till biobaserade råvaror

Genom att använda biobaserade råvaror i produktionsprocessen kan kemiindustrin bidra till en utvecklad bioekonomi och en större andel biobaserade material och produkter. Biobaserad råvara kan till exempel komma från rapsolja, halm, flis, alger, sockerrör samt avfall från skogsindustri och jordbruk. Metan i form av naturgas är en viktig råvara i kemiindustrin. Biogas som matas in på naturgasnätet kan användas som bioråvara i kemiindustrin genom massbalansberäkning. Bioråvara som omvandlas till till exempel etanol eller metanol kan ersätta fossilbaserad råvara som idag används i petrokemisk produktion (Vinnova, 2015). En stegvis övergång till biobaserade råvaror och bränslen i kemiindustrins processer ger möjlighet till negativa utsläpp. Bioråvaror som till exempel skogsavfall kan också gå in tillsammans med plastavfall i ett returraffinaderi. (IKEM, 2018)



Övergång till biobaserade bränslen

Kemiindustrin använder både levererade och interna bränslen i sin produktionsverksamhet. Biobaserade alternativ till de levererade fossila bränslena kan användas under förutsättning att de är likvärdiga i termer av tillgänglighet, funktion, kvalitet och pris. Interna bränslen är en funktion av den råvara som bearbetas i processen. Om råvaran är biobaserad blir således de interna bränslen som återförs för förbränning i processen biogena.



Infångning och lagring av koldioxid (CCS)

Tekniken med infångning och lagring av koldioxid (CCS) är en möjlighet för de utsläpp inom kemiindustrin som är svåra att

neutralisera på annat sätt. En stegvis övergång till biobaserade råvaror och bränslen i kemiindustrins processer ger möjlighet till negativa utsläpp genom CCS. CCS kan också utgöra ett försteg till införande av koldioxidneutrala system såsom återvinning av koldioxid till råvara (CCU).



Återvinning av koldioxid till ny råvara

Genom infångning av koldioxid och återanvändande (CCU) kan stora möjligheter att minska de faktiska utsläppen från den kemiska industrins produktionsprocesser bli möjliga. Genom att återvinna den koldioxid som uppstår i produktionsprocesser och upparbeta den med vätgas till metanol kan den gå in som råvara i produktionsprocesser istället för att släppas ut. En stegvis övergång till biobaserade råvaror och bränslen i kemiindustrins processer ger möjlighet till negativa utsläpp genom CCU. Produktionen av den vätgas som behövs förutses kräva stora mängder el. Insatt el behöver också produceras med låg klimatpåverkan.



Energieffektivisering

Energieffektivisering är en ständigt pågående aktivitet i kemiindustrin. Det fortlöpande arbetet har också över tid resulterat i goda effektiviseringsresultat. På grund av den redan höga effektiviteten är kostnaderna för ytterligare effektivisering i regel hög. Utgångspunkten för industrin är att energieffektivisering ska vara lönsam och stödja konkurrenskraften. För kemiindustrin handlar effektivisering om att få så stort utbyte av insatt energi som möjligt. Ett sätt att uppnå det är att underlätta för utbytet av restenergier mellan industri och samhälle vilket främjar både lägre koldioxidutsläpp och bättre resursutnyttjande.

Kemiindustrins omställning illustreras i tabellen nedan.

Tabell 11: Kemiindustrins omställning. Nedanstående siffror är uppskattningar baserat på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045. Uppskattningarna är baserade på utsläppen från kemiföretagen i Stenungsund som sammantaget stod för 75 procent av kemiindustrins totala utsläpp 2017 och som också rymmer landets enda petrokemiska krackeranläggning.

Kemiindustrins omställning	Mekanisk och kemisk återvinning	Ersätta fossila bränslen och råvaror	CCS – Infångning och lagring av koldioxid	CCU – Återvinning av koldioxid och upparbetning med vätgas	Energi-effektivisering	Summa
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	Återvunnet material ersätter ny råvara ²²	500 – 600 kton ²³	900 kton ²⁴	500–600 kton ²⁵	200 kton genom samman-koppling av fjärrvärme-nätIndustri ²⁶	
Ökat behov av biobränsle (TWh)		5000-6000 kton torr biomassa ²⁷ , 2300 kton biometanol 12,7 TWh		0-2000 kton ²⁸ torr biomassa		~0-12,7
Ökat behov av el (TWh)			0,18-0,27 ²⁹	4-22 ³⁰		~4,2-22,3

Branschbeskrivning: Övrig industri

I denna studie räknas de industrier som enskilt står för mindre än 5 procent av utsläppen i Sverige in i övrig industri. Dessa inkluderar Verkstadsindustri, Livsmedelsindustri, Plast- och gummiindustri, Textilindustri, Grafisk industri, Byggindustri, Småindustri, Övrig tillverkningsindustri, Datahallar, Batteritillverkning, Returindustri. Hela industrins utsläpp visas i figur 3, Övrig industri står för 6 procent.

Verkstadsindustri

Verkstadsindustrin är den del av tillverkningsindustrin vars främsta syfte är att förädla material till slutprodukter. Verkstadsindustrin kan delas in i metallvaruindustri, mekanisk industri, transportmedelsindustri, instrumenttillverkning och elektronisk/elektrisk industri. Verkstadsindustrin sysselsätter totalt cirka 290 000 personer i Sverige och omsätter totalt närmare 800 miljarder kronor per år. Den största delen av den svenska verkstadsindustrin utgörs av tillverkning av personbilar och lastbilar, vilket innefattas i kategorin "transportmedelsindustri". Transportmedelsindustrin utgör störst del av verkstadsindustrin i Sverige och omsätter årligen drygt 180 miljarder kronor och har cirka 80 000 anställda, medan instrumentindustrin har lägst omsättning på cirka 65 miljarder kronor per år. (Industri, 2018) Verkstadsindustrin räknas inte som en energiintensiv bransch men på grund av sin stora produktionsvolym svarar branschen ändå för en stor del av svensk industris totala energianvändning. Inom verkstadsindustrin har tillväxten ökat markant sedan 1990 medan energianvändningen har varit relativt konstant med en något nedåtgående trend. (Naturvårdsverket, 2012)

Utsläppen inom verkstadsindustrin är redan i dag relativt låga jämfört med övriga industrier i Sverige. För att minska utsläppen ytterligare är framförallt övergång från fossila bränslen till biobränslen och el, samt energieffektivisering aktuellt.

Övergång från fossila bränslen till biobränslen samt elektrifiering

För att minska utsläppen krävs främst att de fossila bränslen som förbränns inom industrin idag byts mot fossilfria bränslen eller el. I en scenarioanalys från Naturvårdsverket bedöms energianvändningen i verkstadsindustrin fortsätta att minska. I ett målskenario som Naturvårdsverket utgår från antas fossila bränslen ersättas med biobränslen, el samt fjärrvärme till 2050, enligt antagandet att processerna inom verkstadsindustrin enkelt går att ersätta med dessa energibärare. De fossila bränslena substitueras med 50 procent biobränslen, 25 procent el och 25 procent fjärrvärme. Utsläppen beräknas därmed minska med 90–100 procent till år 2050 jämfört med 2010. (Naturvårdsverket, 2012)

Energieffektivisering

Energieffektivisering är en naturlig del av daglig verksamhet som bedrivits under lång tid. Det fortlöpande arbetet har resulterat i goda effektiviseringsresultat och är en stor anledning till sektorns låga klimatpåverkan. På grund av den redan höga effektiviteten är kostnaderna för ytterligare förbättringar höga. Energieffektivisering minskar energianvändningen och utsläppen, men kan inte ensamt leda till nollnettoutsläpp utan hjälp av övergång från fossila bränslen till förnybara bränslen samt elektrifiering. (Naturvårdsverket, 2012)

Livsmedelsindustri

Livsmedelsindustrin är Sveriges fjärde största tillverkningsindustri. Dominerande i storlek är slakt- och chark, mejeri samt bageri som tillsammans står för närmare hälften av antalet

sysselsatta. Nästan hälften av livsmedelsföretagen finns inom bageri- och konditori. Industrien inkluderar produktion av livsmedel, dryck och tobak (Livsmedelsindustrin.se, 2019).

Den totala energianvändningen 2017 i livsmedelsindustrin var cirka 4,9 TWh, varav 1,5 TWh var med fossila bränslen (SCB, 2018).

Initiativet Hållbar Livsmedelskedja startades 2015, av tio ledande svenska livsmedelsföretag och Världsnaturfonden, med syfte att säkerställa livsmedelsförsörjningen för en växande befolkning och samtidigt hålla sig inom de planetära gränserna. Tillsammans med RI.SE. har en färdplan för 2030 tagits fram för att kartlägga viktiga hållbarhetsutmaningar som exempelvis klimat, biologisk mångfald, markens produktionsförmåga samt bärkraftiga hållbarhetsmål. (Hållbar Livsmedelskedja, 2017)

Livsmedelsindustrin har en viktig roll i den cirkulära ekonomin där råvarorna måste användas effektivt för att säkerställa att metaller, mineraler, fosfor och andra källor inte går förlorade ur jorden. En del i detta är att nyttja biprodukter i produktionen och sluta kretslopp. (Tillväxtverket, 2018)

En del i livsmedelsindustrins omställning är att ersätta fossila bränslen med biobränslen. Både naturgas och fossil gasol kan bytas ut mot biogas eller förnybar gasol i ett flertal processer inom livsmedelsindustrin. Exempel är bland annat rostning av kaffe och chips. Även elektrifiering och energieffektivisering är en del av livsindustrins omställning. Åtgärder som smartare förpackningsdesign för att minska mängden förpackningsmaterial, förenkla återvinning och öka fyllnadsgrad i transporter är ytterligare sätt att nå utsläppsminskningar (Tillväxtverket, 2018).

Livsmedelsavfall som används för att producera biogas bidrar också till en cirkulär ekonomi och ger upphov till ytterligare biobaserat bränsle.

Plast- och gummiindustri

Den totala klimatpåverkan från plastindustrin i Sverige uppgår till cirka 0,04 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år (SCB, 2018). Plast används idag inom många olika branscher, men framförallt inom förpacknings-, byggnads-,

fordons-, elektronik- och kommunikationsindustrin (IKEM.se). Dagens användning av plast inom EU innebär att vi spar nästan 15 gånger mer koldioxid än vad som släpps ut vid tillverkning och avfallshantering. Plastindustrins omställning handlar om ökad cirkularitet och resurseffektivitet. Plastdelprojektet inom IVA-projektet Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi diskuterar för närvarande ett antal handlingsplaner för ökad resurseffektivitet och cirkularitet inom plastområdet (IVA, Rece, 2019). Dessa omfattar bland annat om ökad insamling och efterfrågan på återvunnen plast samt nya tekniklösningar som kemisk återvinning. En annan del av plastindustrins omställning handlar om stegvis ökad användning av biobaserade råvaror. Här är tillgång samt acceptans och förtroende för det så kallade "massbalans" begreppet viktigt (ikem.se).

Datacenter

På senare år har det skett en exponentiell ökning av dataanvändning, vilket har resulterat i en ökning av datacenter, och trenden kommer med största sannolikhet att hålla i sig. Under 2015 stod servrar, inklusive tillhörande infrastruktur som kylanläggningar, för 3,6 procent av EU:s totala elanvändning, vilket då motsvarade 96 TWh (Energimyndigheten, 2018). Till år 2030 beräknas denna öka till 121 TWh (Energimyndigheten, 2018). Globalt står datacenter för liknande andel av total elanvändning, cirka 3 procent, och för 2 procent av de totala växthusgasutsläppen. (The DQ Week, 2017)

År 2013 var den installerade effekten från datacenter i Sverige 150 MW (SOU, 2015:87). Studier indikerar att databranschens storlek kommer att fortsätta att öka. Som nämnts i en tidigare studie av IVA (2016) förväntas den fördubblas fram till 2020, vilket medför ett behov av cirka 200 nya center (större än 5 MW) i Europa (IVA, 2016b).

Miljövänligare materialval och förnybara energikällor

För att minska klimatpåverkan krävs det både att hårdvaran blir grönare genom att välja mer miljövänliga material, men även att välja miljövänliga och hållbara energikällor (The DQ Week, 2017).

Energieffektivisering och värmeåtervinning

Den största möjligheten för att minska elanvändningen från datacenter är via energieffektivisering, vilket sker via ny serverteknologi samt förbättrad kylteknologi. Datacenter ger upphov till mycket spillvärme. Ett sätt att minska koldioxidavtrycket indirekt är att ta tillvara spillvärmen för att ersätta värme från kolbaserade bränslen någon annanstans. Det kan exempelvis göras genom att leverera ut på ett närliggande fjärrvärmenät.

Batteritillverkning

Efterfrågan på batterier ökar, inte minst i och med utvecklingen av elfordon. I batteritillverkning ingår flera stora processteg som i sig själva kommer få en påverkan på energianvändningen och klimatet; råvarubrytning, råvarubehandling, preparering av aktivt material, celltillverkning, formering och laddning, tillverkning av batterisystem och återvinning. Processtegen har traditionellt fördelats på många led i leverantörskedjan.

Batteritillverkning kräver god tillgång till el och material som bland annat koppar, nickel och kobolt. För att möta framtida krav på en energieffektiv och koldioxidsnål batteriproduktion är det troligt att produktionen blir mer omfattande och fabrikena större. Det preliminära behovet av installerad effekt för Northvolts fabriker i Sverige 2024 är cirka 300 MW. Sverige har, med hög andel vattenkraft, stor attraktionskraft även för framtida etableringar av batteriproduktion eller relaterade industrier som till exempel nya raffinaderier. Det finns även möjlighet för den svenska gruvindustrin att bidra med råvaror och för smältverk att återvinna batterier.

Minskade utsläpp i leverantörskedjan

Potentiella utsläpp från batteritillverkning kan minska om fordonsindustrin ställer krav på sina batterileverantörer (Ny Teknik, 2017). För industrier som förläggs i regioner med god tillgång till förnybar energi förskjuts tyngdpunkten för koldioxidutsläppen till andra delar i leverantörskedjan och framförallt till gruvindustrin. Elektrifiering av gruvindustrin

tillsammans med ökad återvinning av batterier bedöms kunna minska klimatavtrycket.

Värmeåtervinning

Ett sätt att minska koldioxidavtrycket indirekt är återvinning av värme från produktionen om det kan ersätta värme från kolbaserade bränslen. Värmen i en batterifabrik är av varierande temperatur och möjligheterna för återvinning ökar om både hög- och lågvärdig värme kan återvinnas för lokala fjärrvärmebehov.

Textilindustri

Textil- och modeindustrin är en av världens mest resursintensiva branscher. I den textila värdekedjan uppstår miljöpåverkan vid flera delar, där produktion av fibrer och behandling av material och produkt är några exempel. Majoriteten av den svenska textilkonsumtionen utgörs av importerade textilier och närmare 80 procent av de produkter som konsumeras i Sverige är tillverkade utanför EU:s gränser (Naturvårdsverket, 2018a). År 2017 var den svenska textilindustrins energianvändning 256 GWh, varav 29 GWh var fossilt (SCB, 2018).

Förutom miljöproblem från en stor kemikalie- och vattenanvändning i textilindustrin, uppstår växthusgasutsläpp på 10–40 kg koldioxidekvivalenter per kg ny textil. Intervallet beror på energislag och material. En genomsnittlig svensk konsumentar 14 kg textilier per år vilket ger ett totalt utsläpp på cirka 1,4–5,6 miljoner ton koldioxidekvivalenter för Sveriges befolkning under ett år. För att minska klimatpåverkan behöver den aktiva livslängden för textilier öka genom att ställa högre krav på producenter. Samtidigt har användaren ett ansvar där återanvändning av textilier är ett viktigt steg för att minska klimatpåverkan. (Naturvårdsverket, 2018a)

Det pågår idag flertalet forskningsprojekt inom textilområdet i Sverige. Bland annat samarbetar textilindustrin med skogsindustrin där bland annat skogskoncernen Södra tillverkar dissolvingmassa som sedan förädlas till textilier av viskos runtom i världen. Andra forskningsområden är att tillverka tyg som framställts med hjälp av metangas. (Veckans affärer, 2016)

Övergång från fossila bränslen till biobränslen samt elektrifiering

Drygt tio procent av energianvändningen i svensk textil-industri kommer från fossila energikällor. För att minska utsläppen kan dessa bytas mot biobränslen eller elektrifierade processer (SCB, 2018).

Övergång från fossila bränslen till biobränslen samt elektrifiering

Byta ut fossila bränslen till biobränslen eller el till transporter och arbetsmaskiner samt effektivisera transportarbetet genom logistikstyrning och samtransporter. (Sveriges Byggindustrier, 2019)

Byggindustri

Den totala klimatpåverkan från byggprocesser i Sverige uppgår till cirka 10 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år. 84 procent av dessa kommer dock från produktion av materialen, vilket har behandlats i tidigare avsnitt och som endast delvis omfattar utsläpp i Sverige. Resterande utsläpp uppstår vid uppförandet av byggnaden (13 procent) och transporter till byggarbetsplatsen (3 procent). Byggindustriens utsläpp uppskattas därmed till cirka 1,6 miljoner ton koldioxidekvivalenter utsläpp per år. Utsläppen som uppstår på byggarbetsplatsen kommer från bland annat bensin- och dieseldrivna maskiner, belysning, drift av bodar, samt torkning av material (IVA, 2014).

I färdplanen för fossilfri konkurrenskraft i bygg- och anläggningssektorn, som omfattar hela värdekedjan från planering, materialval, projektering, entreprenörer till rivning, presenteras åtgärder inom såväl tekniska lösningar, innovationer, upphandling, samverkan och marknadsförutsättningar.

Optimera materialval och öka materialåtervinning

Stor vinning finns i val av klimatsmarta material och optimerad materialanvändning för att minska klimatpåverkan vid tillverkning av material, i byggskede samt användningskede. Ökad återanvändning och återvinning, för att få mer cirkulära flöden, kan bidra till minskade utsläpp. (Sveriges Byggindustrier, 2019)

Övrig industris omställning

Övrig industris omställning beskrivs i tabellen nedan.

Tabell 12: Övrig industris omställning. Siffrorna angivna nedan är uppskattningar baserad på nuvarande produktionsvolym (2017). De tar inte hänsyn till energieffektivisering eller förväntad tillväxt till 2045.

Övrig industris ³¹ omställning	 Ersätta fossila bränslen	 Elektrifiering	 Summa
Möjlig utsläppsminskning (miljoner ton CO ₂ -ekvivalenter)	~0,5	~0,5	
Ökat behov av biobränsle (TWh)	~2,1		~2,1
Ökat behov av el (TWh)		~1,5	~1,5

Branschbeskrivning: Pågående projekt

Ett antal forskningsprojekt pågår som del i den industriella omställningen, i Sverige såväl som i resten av världen. Ett urval av dessa beskrivs nedan.

SUM

SUM (Sustainable Underground Mining) – LKAB:s framtida produktion som autonom och koldioxidneutral. Projektet är hittills egenfinansierat och startade år 2018 i samverkan mellan LKAB, Epiroc, ABB, Volvo och Combitech.

HYBRIT

HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology) – fossilfri järntillverkning. Projektet, som startade år 2016, är nu inne i en pilotfas (2018–2024) som kommer att följas av en demofas (2025–2035). HYBRIT drivs av LKAB, Vattenfall och SSAB, med delfinansiering av Energimyndigheten.

SIMS

SIMS (Sustainable Intelligent Mining systems) – test av intelligenta gruvsystem och eldrivna underjordsmaskiner. Projektet startade år 2017 och drivs i samverkan med flera projektparter, bland annat Epiroc, ABB, LKAB, Boliden, LTU, Agnico Eagle, Ericsson, Mobilaris med flera och med huvudsaklig finansiering via Horizon 2020, EU:s ramprogram för forskning.

Boliden Eltrolley

Boliden Eltrolley – test av eldrivna gruvtruckar ovanjord. Projektet drivs under 2018 – 2019 i samverkan mellan Boliden, ABB, Eitech, Caterpillar och Pon med delfinansiering av Energimyndigheten.

CemZero

CemZero – förstudie om elektrifierad cementtillverkning som startade 2017. Samarbetsprojekt mellan Cementa och Vattenfall med visionen att klara cementtillverkning utan koldioxidutsläpp år 2030. Det motsvarar en utsläppsminskning på cirka 5 procent av Sveriges totala koldioxidutsläpp.

Korslimmade träkonstruktioner (CLT)

Det traditionella sättet att bygga trähus är genom fackverk som är uppbyggda med regler. Fackverkskonstruktionen är dock begränsad då man inte kan bygga så höga hus som är önskvärt för att bygga till exempel flerbostadshus. Med korslimmade träkonstruktioner är hela konstruktionen bärande och högre hus i trä kan byggas.

Laminerad faner (LVL)

Traditionellt görs inte bjälklag och bärlinor av trä då byggmåttarna är långa och egenvikten på konstruktionen blir stor. Med laminerad faner kan sömlösa konstruktioner produ-



ceras i önskade längder, bredder och höjder. Dessa har ett väldigt högt styrka/vikt-förhållande vilket gör att fler konstruktioner kan tillverkas av trä.

CCS-projekt i Lysekil

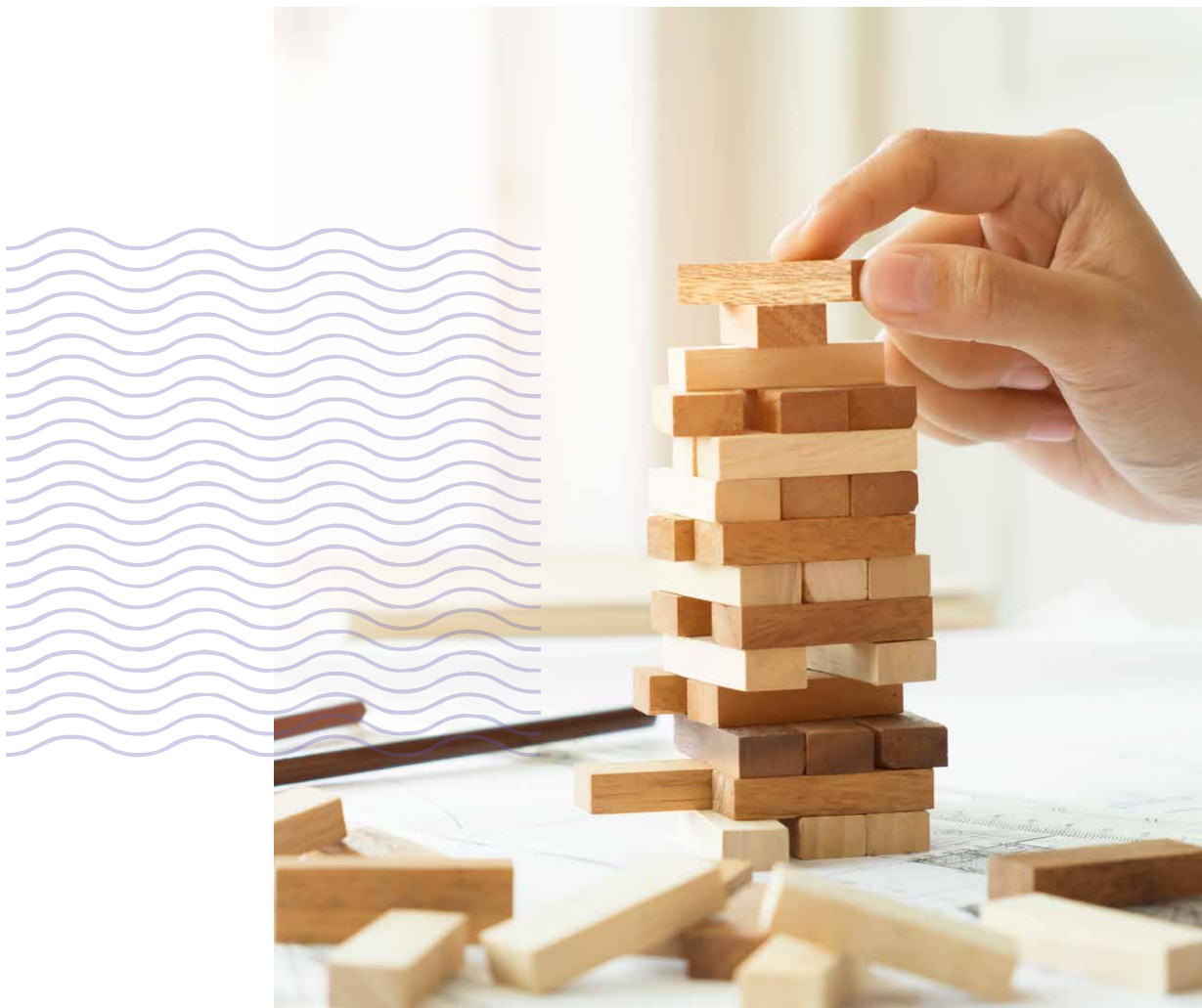
Ett norsk-svenskt demonstrationsprojekt för infångning och lagring av koldioxid genom CCS inleddes under 2019 vid Preems raffinaderi i Lysekil. Energimyndigheten och norska Gassnova har beviljat projektet ekonomiskt stöd. Projektet pågår till 2021 och undersöker möjligheterna att upprätta en fullskalig anläggning för att fånga in och lagra koldioxid på raffinaderiets vätgasanläggning, med potential att minska koldioxidutsläppen från raffinaderiet med 500 000 ton per år.

Extraktion och förvätskning av ligning för uppgradering i raffinaderi

Uppförande av världens första ligninanläggning för biodrivmedel pågår vid Rottneros massabruk i Vallvik, i samarbete med Preem och RenFuel. Anläggningen ska vara färdigställd till 2021 och beräknas producera 30 000 ton lignin per år.

Probistål

Projektet Probistål har som mål att förgasa biomassa till biogas baserad på Cortus Energy's teknik i ett samarbete mellan industrier och akademi. En anläggning har byggts i anslutning till Höganäs AB's metallpulvertillverkning där gasen kan användas. Processen kan också leverera biokol som en mellanprodukt som kommer att utvärderas för metallurgiska processer. Projektet har finansierats av industrin med stöd från Energimyndigheten och Klimatklivet.



Appendix

Fotnoter

Referenser

Bilaga 1: Antaganden

Bilaga 2: Skatter

Fotnoter

- ¹ EU-ETS står för EU Emission Trading System.
- ² Rådets direktiv 2003/96/EG av den 27 oktober 2003 om en omstrukturering av EU-ramen för beskattning av energiprodukter och elektricitet.
- ³ Referens för information i kapitlet Järn- och stålindustri är Jernkontoret om inget annat anges.
- ⁴ Referens för information i kapitlet Gruv- och mineralindustri är Svemin om inget annat anges.
- ⁵ Referens för information i kapitlet Metallindustri är Jernkontoret, Svemin och IKEM om inget annat anges.
- ⁶ Referens för information i kapitlet Kemiindustri är IKEM om inget annat anges.
- ⁷ Varav 2–3 TWh gas och 1–1,5 TWh biokol.
- ⁸ Fossil olja ersätts med bioolja, naturgas byts ut mot biogas och kol/koks ersätts med högkvalitativa fasta bränslen i förädlingsprocessen.
- ⁹ El ersätter fossila bränslen för uppvärmning i förädlingsprocesser, utveckling krävs för att nå önskade temperaturer.
- ¹⁰ Batteridrift, elektriska drivlinor och alternativ elektrisk framledning av arbetsmaskiner.
- ¹¹ CCS används för utsläpp som inte kan reduceras med hjälp av andra metoder.
- ¹² Åtminstone delar av LNG-användningen har sannolikt inte fångats upp i den officiella statistiken för naturgasanvändning. (Energigas Sverige, 2019).
- ¹³ Framtaget av Cementa.
- ¹⁴ Möjlig utsläppsminskning visar potential för respektive åtgärd. Det finns huvudsakligen två alternativ för att ersätta fossila bränslen i uppvärmningen av kalksten. Det första alternativet handlar om att ersätta fossila bränslen med biobaserade bränslen vilket sker i betydande utsträckning idag. Det finns långtgående planer på att i princip helt fasa ut kol till 2030 till förmån för energiåtervinning av avfall. Det andra alternativet handlar om att elektrifiera uppvärmningen av kalksten i cementproduktionen. Initiala studier visar på möjligheter men tekniska osäkerheter är fortfarande stora. Dessa två åtgärder kommer inte genomföras samtidigt i fullskalig verksamhet men oavsett teknikval så kommer behovet av el öka för att få på plats en fullskalig infångning av koldioxid. Exakt när och hur en CCS-lösning är på plats går inte att säga i dagsläget men grundläggande tekniska förutsättningar finns för att lyckas till 2030 (Cementa, 2019).
- ¹⁵ Se not 14 ovan.
- ¹⁶ Åtminstone delar av LNG-användningen har sannolikt inte fångats upp i den officiella statistiken för naturgasanvändning. (Energigas Sverige, 2019).
- ¹⁷ Framtaget av Preem.
- ¹⁸ Beräknat med 0,3 MWh/ton CO₂.
- ¹⁹ Åtminstone delar av LNG-användningen har sannolikt inte fångats upp i den officiella statistiken för naturgasanvändning. (Energigas Sverige, 2019).
- ²⁰ Framtaget av projektets arbetsgrupp.
- ²¹ Åtminstone delar av LNG-användningen har sannolikt inte fångats upp i den officiella statistiken för naturgasanvändning. (Energigas Sverige, 2019)

- ²² Studier om olika teknikval för termokemiska processer har gjorts och ytterligare experimentell forskning anses nödvändig. RISE ETC – Rapport: 2018-05, Omvärldsanalys plaståtervinning till nya olefiner.
- ²³ Baserat på nuvarande produktion av eten och propen.
- ²⁴ Baserat på nuvarande utsläpp från kemiföretagen i Stenungsund.
- ²⁵ Baserat på nuvarande petrokemisk krackning.
- ²⁶ En sammankoppling av fjärrvärmenät mellan Stenungsund och Göteborg har bedömts kunna leda till 200 Kton mindre utsläpp av CO₂ per år baserat på minskad biobränsleanvändning i fjärrvärmeproduktionen givet att biobränsle är en begränsad resurs och att frigjord biobränsle nyttjas för att ytterligare minska användandet av fossila bränslen, se Studie av Profu, CIT industriell energi och Chalmers, 2018 september, Nyttjande av industriell restvärme från Stenungsundsindustrierna som fjärrvärme i Göteborg.
- ²⁷ Baserat på nuvarande produktion av eten och propen och omvandling till mellan 2000 – 2500 kton metanol.
- ²⁸ Baserat på nuvarande petrokemisk krackning. Koldioxid kan antingen fångas från biomassa eller från processutsläpp.
- ²⁹ Uppskattning i IVA projektet Vägval el bedömde elbehovet för CCS till 0,2-0,3 MWh per ton koldioxid.
- ³⁰ Baserat på nuvarand petrokemisk krackning. Elbehovet beror på valet av koldioxidkälla
- ³¹ Framtaget av arbetsgruppen. Övrig industri i denna rapport använder totalt cirka 3 TWh fossila bränslen. För 2045 har antagits att hälften ersätts med el och hälften ersätts med förädlade biobränslen.

Referenser

Cementa, 2018. Färdplan cement – för ett klimatneutralt betongbyggande.

Cementa, J. P., 2019. Sustainability Manager Sweden [Intervju] (09 04 2019).

Energigas Sverige, 2018. Biogas & EU ETS. [Online] Available at: <http://www.utslappshandel.se/upload/utslappshandel/dokumentation/20181106/6-biogas-i-EU%20ETS-energigas-sverige-20181106.pdf> [Använd 23 01 2019].

Energimyndigeten, 2017. Nulägesanalys. Underlag till regeringsuppdrag: Uppdrag att genomföra innovationsfrämjande insatser för att minska processindustrins utsläpp av växthusgaser.

Energimyndigheten och Jernkontoret, 2013. Programbeskrivning för programmet Järn- och stålindustrins energianvändning – forskning och utveckling.

Energimyndigheten, 2018. Användning av energivaror inom mineral- och tillverkningsindustri enligt SNI2007, 2008-. [Online] Available at: http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Industrins%20energianv%C3%A4ndning/-/EN0113_3B.px/?rxid=1c0a9505-c6fa-4628-9a13-fdab8c41e459 [Använd 11 01 2019].

Energimyndigheten, 2018b. Lagen om energikartläggning i stora företag. [Online] Available at: <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jag-vill-energieffektivisera-min-organisation/lag-och-krav/energikartlaggning-i-stora-foretag/> [Använd 17 03 2019].

Energimyndigheten, 2018c. Reduktionsplikt. [Online] Available at: <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/reduktionsplikt/> [Använd 17 03 2019].

Energimyndigheten, 2019. Kvotplikt. [Online] Available at: <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/elcertifikatsystemet/kvotpliktig/elintensiv-industri/> [Använd 17 03 2019].

Eriksson, S., 2019. Preem [Intervju] (01 04 2019)

Hållbar Livsmedelkedja, 2017. Hållbara Produkter.

IKEM, 2018. Industrins utmaningar och möjligheter. [Online] Available at: http://www.energies.se/library/2110/ikem_industrins-utmaningar-och-mojligheter-180130.pdf

IVA, 2016a. Fem vägval för Sverige – Syntesrapport IVA-projektet Vägval el.

IVA, 2016b. Framtidens elanvändning.

IVA, 2019. Projektet Resurseffektivitet och Cirkulärt Samhälle. [Online] Available at: <https://www.iva.se/publicerat/full-fart-mot-okad-plastatervinning/>

Jernkontoret, 2018. Fakta och nyckeltal. [Online] Available at: <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/fakta-och-nyckeltal/> [Använd 22 01 2019].

Jernkontoret, 2018. Klimatfärdplan – För en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige. [Online] Available at: <https://www.jernkontoret.se/globalassets/publicerat/stal-stalind/klimatfardplan2018-1-web.pdf> [Använd 29 05 2018].

Naturvårdsverket, 2012. Sektorsunderlag industri – Underlag till Färdplan 2050.

Naturvårdsverket, 2018a. Hållbara textilier. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Konsumtion-och-produktion/Hallbara-textilier/> [Använd 07 02 2019].

Naturvårdsverket, 2018b. Utsläpp av växthusgaser från industrin. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/> [Använd 22 05 2018].

Naturvårdsverket, 2019a. Miljöbalken. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Industri/> [Använd 17 03 2019].

Naturvårdsverket, 2019b. Naturvårdsverket. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Utslappshandel/> [Använd 24 02 2019].

Naturvårdsverket, 2019c. [Online] Available at: <http://utslappsisiffror.naturvardsverket.se/Sok/>

Ny Teknik, 2017. Kräv minskade utsläpp från batteritillverkningen. [Online] Available at: <https://www.nyteknik.se/opinion/krav-minskade-utslapp-fran-batteritillverkningen-6853528> [Använd 03 12 2018].

Paulsson, J., 2018. Energimyndigheten [Intervju] (27 11 2018).

Preem, 2017. Vätgas från grön el minskar utsläpp av koldioxid. [Online] Available at: <https://www.preem.se/om-preem/insikt-kunskap/gronare-processer/vatgas-fran-gron-el-minskar-utslapp-av-koldioxid/> [Använd 20 11 2018].

Regeringskansliet, 2015. Smart industri – en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige.

SCB, 2017. Användning av energivaror inom mineral- och tillverkningsindustri enligt SNI2007, 2008.

SCB, 2018. Utsläpp av växthusgaser från industrin efter växthusgas och bransch. År 1990–2017. [Online] Available at: http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0107/MI0107Industrin?rxid=29badb39-d842-4c00-88ae-b9 [Använd 14 01 2019].

Skogsindustrierna, 2017a. Fakta & nyckeltal. [Online] Available at: <https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/skogsindustrin-i-korthet/fakta--nyckeltal/> [Använd 25 11 2018].

Skogsindustrierna, 2017b. Massa & pappersindustrin. [Online] Available at: <https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/branschstatistik/massa--pappersindustrin/> [Använd 25 11 2018].

Skogsindustrierna, 2017c. Sågverksindustrin. [Online] Available at: <https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/branschstatistik/sagverksindustrin/> [Använd 25 11 2018].

Skogsindustrierna, 2018. Färdplan för fossilfri konkurrenskraft Skogsnäringen.

Skogsstyrelsen, 2017. Bioenergi på rätt sätt.

Svemin, 2018. Färdplan för en konkurrenskraftig och fossilfri gruv- och mineralnäring.

Sveriges byggindustrier, 2018. Faktisk innovation i bygg- och anläggningsbranschen.

The DQ Week, 2017. How Data centres are becoming carbon neutral. [Online] Available at: <http://www.dqweek.com/how-data-centres-are-becoming-carbon-neutral/> [Använd 15 11 2018].

Tillväxtanalys, 2016. Innovation i massa- och pappersindustrin.

Tillväxtverket, 2018a. Resurseffektiv värdekedja. [Online] Available at: <https://tillvaxtverket.se/amnesomraden/affarsutveckling/sweden-food-arena/omrade-cirkular-mat/resurseffektiv-vardekedja.html> [Använd 29 03 2019].

Tillväxtverket, 2018b. Svensk industri har bra konkurrenskraft. [Online] Available at: <https://tillvaxtverket.se/statistik/vara-undersokningar/resultat-konkurrenskraft/2018-04-12-svensk-industri-har-bra-konkurrenskraft.html> [Använd 11 03 2019].

Wanders, T., 2017. Reducing CO₂ emissions of the Dutch refining industry towards 2050.

Vattenfall & Cementsa, 2018. CemZero – A feasibility study evaluating ways to reach sustainable cement production via the use of electricity.

Veckans affärer, 2016. Framtidens tyg är svenskt, smart och snällt. [Online] Available at: <https://www.va.se/nyheter/2016/01/18/framtidens-tyg-ar-svenskt-smart-och-snallt/> [Använd 03 12 2018].

Vinnova, 2016. Chemical Industry Companies in Sweden.

WSP, 2015. Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050 – Chemicals.

Vätgas Sverige, u.d. Värt att veta om vätgas. [Online] Available at: <http://www.vatgas.se/faktabank/> [Använd 11 03 2019].

Bilaga 1: Antaganden

I arbetet med rapporten har ett antal antaganden gjorts.

Växthusgasutsläpp

För att redovisa utsläpp av växthusgaser från respektive industri har rapporten utgått från statistik från SCB, uttryckt i kton koldioxidekvivalenter. Eftersom uppdelningen av industrier ser annorlunda ut i statistiken jämfört med hur de redovisas i denna rapport har följande bearbetning av data gjorts utifrån SCB:s statistik:

- Gruvindustrin har brutits ut från Övrig industri och lagts samman med Mineralindustri.
- Cementindustri har brutits ut från Mineralindustri.
- Trävaruindustri har brutits ut från Övrig industri och lagts under Skogsindustri, där även pappers- och massaindustri samt tryckerier ingår.
- Livsmedelsindustri har lagts in under Övrig industri.

Energibehov

Rapporten har primärt utgått från Energimyndighetens statistik över användning av energivaror inom mineral- och tillverkningsindustri enligt SNI2007. För några industrier har statistik från branschorganisationer använts där så ansetts lämpligt och data saknats i Energimyndighetens statistik. Följande uppdelning av branscher ligger till grund för redovisningen av statistik i denna rapport:

- Järn- och stålindustri: Energimyndighetens statistik för SNI 24.1-3 samt statistik från Jernkontoret.
- Gruv- och mineralindustri: Energimyndighetens statistik för SNI 05–09 Gruvor och mineralutvinningsindustri.

- Metallindustri: Energimyndighetens statistik för SNI 24.4–24.5 Andra metallverk, gjuterier samt statistik från Jernkontoret, Sverin och IKEM.
- Cementindustri: Energimyndighetens statistik för SNI 23 Jord- och stenvaruindustri.
- Raffinaderier: Energimyndighetens statistik för SNI 19 Tillverkning av stenkolsprodukter och raffinerade petroleumprodukter.
- Skogsindustri: Energimyndighetens statistik för SNI 16 Trävaruindustri, ej möbler och SNI 17 Massa-, pappers- och pappersvaruindustri.
- Kemiindustri: Energimyndighetens statistik för SNI 20–21 Tillverkning av kemikalier och kemiska produkter.

Koldioxidavskiljning (CCS och CCU)

Infångning och lagring av koldioxid är energikrävande och förutsätter god tillgång på el. Tekniken för CCS och CCU är fortfarande under utveckling och det är osäkert exakt hur mycket energi som processen kräver. I IVA-projektet Vägval El uppskattades att det krävs 0,2–0,3 MWh el per infångat ton koldioxid (IVA, 2016a). Denna rapport har räknat med det högsta värdet, det vill säga 0,3 MWh el per ton fångad och lagrad koldioxid.

Fossilfri elproduktion

Vid förslag om elektrifiering har ett antagande gjorts om att elen kommer från fossilfria källor, annars flyttas bara utsläppen till en annan del av värdekedjan.

Bilaga 2: Skatter

Koldioxidskatt och energiskatt på bränslen

Lagen (1994:1776) om skatt på energi, förkortad LSE, reglerar skatter på bränslen och el. Skattereglerna är anpassade till energiskattedirektivet. Grundregeln är att bränslen och el ska beskattas men viss användning av vissa energislag kan undantas från beskattning, antingen genom tvingande unionsrättslig reglering eller genom att medlemsstaterna ges en möjlighet till detta.

Det primära syftet med koldioxidskatt är att minska användningen av fossila bränslen. Koldioxidskatten tas ut med ett skattebelopp per vikt- eller volymenhet bränsle. Skattebeloppet har beräknats utifrån bränslets innehåll av fossilt kol. Eftersom skattebeloppet beräknas på bränslets innehåll av fossilt kol ska ingen koldioxidskatt ut på biobränslen enligt logiken.

Energiskatten är historiskt sett fiskal men har successivt fått en mer resursstyrande karaktär. Syftet med fiskal beskattning är att generera skatteintäkter. Utöver energiskattens tydliga fiskala roll har den också en viss styreffekt, genom att den verkar allmänt dämpande på energianvändningen och bidrar till en ökad energieffektivisering.

Energiskatt och koldioxidskatt tas ut för nästan alla bränslen som används för motordrift och uppvärmning. Men viss användning kan undantas från beskattning, antingen genom tvingande reglering eller genom att medlemsstaterna ges möjlighet till detta. Som exempel på sektorer som helt eller delvis befrias från energiskatt och koldioxidskatt kan nämnas bränslen som används för tillverkningsprocessen i industriell verksamhet, yrkesmässig växthusodling, yrkesmässig jordbruksverksamhet, yrkesmässig skogsbruksverksamhet, yrkesmässig vattenbruksverksamhet, förbrukning i skepp och vissa båtar som inte används privat, tillverkningsprocessen i gruvindustriell verksamhet, värmeleveranser till tillverkande industri, tåg eller annat spårbundet färdmedel, framställning av värme i anläggning som omfattas av utsläppsrätter, framställning av energiprodukter etcetera.

Bränslen som används för framställning av skattepliktig el, oavsett om den sker i ett kondenskraftverk eller i kraftvärmeproduktion, är undantagna från både energiskatt och koldioxidskatt.

För närvarande uppgår koldioxidskatten till 118 öre/kg fossil koldioxid.

Energiskatt på el

Huvudregeln är att all el som förbrukas i Sverige är skattepliktig. För närvarande (februari 2019) ska energiskatt betalas med 34,7 öre per förbrukad kilowattimme elektrisk kraft. Skattelättnader av energiskatten ges beroende på var i Sverige elen förbrukas samt beroende på vilken verksamhet den förbrukas i. Du behöver exempelvis inte betala skatt för el som du förbrukat i metallurgisk process eller vid tillverkning av mineraliska produkter. För el som förbrukas i tillverkningsprocessen i industriell verksamhet, i en datorhall samt i jord-, skogs- och vattenbruk gäller en lägre energiskattenivå om 0,5 öre per kWh, medan annan näringsverksamhet, till exempel servicesektorn, inte har någon lägre beskattning utan betalar full energiskatt på el, det vill säga samma skatt som hushållen. I vissa kommuner i norra Sverige ges dock en skattelättnad på 9,6 öre per kWh el.

Svavelskatt

Svavelskatten tas ut på fossila bränslen, flytande bränslen samt torv. Skatten baseras på bränslenas innehåll av svavel.

Svavelskatten för fasta och gasformiga bränslen är 30 kronor per kilo svavel i bränslet. För flytande bränslen är svavelskatten 27 kronor per kubikmeter för varje tiondels viktprocent svavel i bränslet. Svavelskatt tas inte ut för flytande eller gasformiga bränslen om svavelinnehållet är högst 0,05 viktprocent. Om utsläppet av svavel har begränsats genom

en reningsåtgärd eller genom bindning i någon produkt eller i aska medges befrielse från svavelskatten per kilogram svavel som utsläppet har minskat.

Kväveoxidavgiften

Kväveoxidavgiften är ett ekonomiskt styrmedel med syfte att minska kväveoxidutsläppen från de anläggningar som ingår i avgiftssystemet.

Avgiften innebär att förbränningsanläggningar med pannor som producerar mer än 25 GWh per år betalar in en avgift på 50 kronor per kilo utsläppt kväveoxid. Avgift tas dock inte ut på utsläpp från förbränning i sodapannor eller lutpannor. De inbetalda avgifterna betalas sedan tillbaka till avgiftskollektivet fördelat på företagens andel av kollektivets totala produktion av nyttiggjord energi. Detta innebär i slutändan att den genomsnittliga utsläppsintensiteten (kg/MWh) utgör en skiljelinje mellan de företag som vinner på systemet och de som förlorar på det. De företag som har lägre utsläpp av kväveoxid per producerad energienhet än genomsnittet kommer att få tillbaka mer pengar än de betalat in.

Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA och IVAs projekt, se IVAs webbplats: www.iva.se.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2019
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Tfn: 08-791 29 00

Inom ramen för IVAs verksamhet publiceras rapporter av olika slag. Alla rapporter sakgranskas av sakkunniga och godkänns därefter för publicering av IVAs vd.

IVA-M 501
ISSN: 1100-5645
ISBN: 978-91-7082-981-9

Projektledning: Anna Nordling, WSP
Text: Anna Nordling, WSP
Redaktör: Camilla Koebe, IVA
Illustrationer: Moa Sundkvist, Jennifer Bergkvist & Pelle Isaksson
Layout: Anna Lindberg & Pelle Isaksson, IVA
Tryck: EO Grafiska

Denna rapport finns att ladda ned via www.iva.se



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

i samarbete med

