



Jernkontoret

Klimatfärdplan

För en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige

ISBN 978-91-982397-2-0
ISSN 0280-249X

Jernkontorets forskning, Rapport D 869
© Jernkontoret 2018

Produktion och tryck: Typografiska Ateljén AB.
Foto: Pia Nordlander, BildN, mostphoto.se, pixabay.com, Jernkontoret samt
Jernkontorets delägare och intressentföretag.

OMSLAGSFOTO: Sölvesborgsbron är en 760 meter lång gång- och cykelbro, Europas längsta 2013 när den stod färdig. Bron beställdes av Sölvesborgs kommun, den byggdes av Stål & Rörmontage AB och Peab tillverkade fundamenten. Av hänsyn till LCC (Life Cycle Cost), långsiktig hållbarhet och miljö tillverkades bron av rostfritt duplexstål från Outokumpu Stainless i Degerfors och Avesta. Stålet gör att bron i det närmaste är underhållsfri, man slipper blästersand och färgrester från ommålning vart tjugofemte år, vilka annars skulle hamnat i Sölvesborgsviken som är ett Natura 2000-område.
Foto: Joachim Persson.

Klimatfärdplan

För en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige

Denna klimatfärdplan är skriven och upprättad av Jernkontoret på uppdrag av de svenska stålföretagen; SSAB, Sandvik Materials Technology, Outokumpu Stainless, Ovako, Uddeholm AB, Höganäs AB, Erasteel Kloster AB, Scana Steel Björneborg AB, Fagersta Stainless och Suzuki Garphyttan.

Sammanfattning

Svensk stålindustri vill göra skillnad för det globala klimatet. Redan idag har svenska stålprodukter ett lågt klimatavtryck internationellt sett, och produkterna gör än större klimatnytta när de används i samhället. Samtidigt ska Sverige bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. För att nå det målet krävs åtaganden från alla samhällsaktörer, inte minst krävs en större samverkan mellan politiken och industrin.

Svenskt stål skapar klimatnytta

Svensk stålindustri är med de 4,5 miljoner ton stål som tillverkas en liten aktör på den globala marknaden. Företagen har valt att utvecklas mot en hög specialisering inom utvalda marknadsnischer och har för avsikt att växa snabbare än marknaden i övrigt. Effektiva och klimatsmarta stålprodukter från Sverige bidrar till mindre materialåtgång, längre livslängd, mindre slitage och ökad energieffektivitet. Genom att maximalt utnyttja återvunna råvaror, så som skrot, kan stora resurser sparas. Svensk stålindustri gör klimatnytta varje dag genom att skapa lösningar på samhällets behov, företagen ser klimatarbetet som en möjlighet att öka värdet i sina erbjudanden. Det globala klimatet skulle må bra av mer stål tillverkat i Sverige eftersom de globala utsläppen då skulle minska, även om det på kort till medellång sikt skulle innebära ökade utsläpp i Sverige. Den bästa klimatpolitiken är därför att värna en fullständig värdekedja i Sverige.

SVENSK STÅLINDUSTRI KOMMER ATT:

Fortsätta hjälpa sina kunder att skapa klimatsmarta och resurseffektiva lösningar med svenskt stål så att deras tillverkning samt både användning och återvinning blir så effektiv som möjligt.

POLITIKEN MÅSTE ERBJUDA:

En god konkurrenskraft genom effektiva transporter och infrastruktur, stabil elförsörjning, god kompetensförsörjning och goda ramvillkor såsom harmoniserade skatter och avgifter.

Ledartröjan för teknikutveckling

De fossila koldioxidutsläpp som stålindustrin bidrar till i Sverige är i första hand de direkta utsläppen från tillverkningsprocesser (5,8 Mton koldioxid, 2016) och interna transporter. De beror på kolanvändning för att omvandla järnmalm till järn (85%), bränsleanvändning för att värma och bearbeta stålet (12%) och kolinnehåll i råvaror och tillsatssämnen (3%). De potentiella lösningarna för att hantera de direkta utsläpp som vi i dagsläget ser som viktigast är:

- Utveckling av helt ny processteknik som använder väte för att reducera järnmalm till järn. Tekniken innebär att koldioxidutsläppen kan elimineras från reduktionsprocessen och istället får man vatten som biprodukt. Detta tekniksprång innehåller flera utmaningar men vid ett lyckat resultat kan masugnarna fasas ut. Tekniken har dessutom stor potential att spridas globalt. Tekniken innebär ett ökat elbehov på cirka 15 TWh vid nuvarande produktionsnivå.
- Utveckling av biokol för reduktion av järnmalm till pulvertillverkning och för skrotsmältningsprocesserna. Detta kräver lämplig kolråvara, processer för tillverkning av kol samt tillgång till biomassa för tillverkning av biokol till en kostnad som är jämförbar med fossilt kol. Behovet bedöms vara minst 1–1,5 TWh biokol vid nuvarande produktionsnivå.
- Användning av biobaserad gas som ersättning för de fossila bränslen som används vid värmning och värmebehandling och inte kan ersättas av elektrifiering. Detta förutsätter tillgång till gas av kvalitet motsvarande naturgas och gasol. Kostnaderna för gasen måste också vara konkurrenskraftiga i relation till internationella energikostnader. Behovet bedöms vara minst 2–3 TWh biobaserad gas vid nuvarande produktionsnivå.

Dessa åtgärder kräver omfattande och långsiktiga forskningsinsatser inklusive testning i pilot- och demonstrationsskala.

SVENSK STÅLINDUSTRI KOMMER ATT:

Fortsatt aktivt driva forskning inom prioriterade områden som leder till minskade direkta utsläpp av fossil koldioxid.

POLITIKEN BEHÖVER SÄKERSTÄLLA:

Finansieringen och kunskapsuppbyggnad för långsiktig forskning och att satsningen Industrilivet säkras över mandatperioder. Tryggad tillgång till el och biobaserad energi till internationellt konkurrenskraftiga kostnader.

Ansvar för hela kedjan

Stålindustrin orsakar även indirekta utsläpp i andra sektorer, till exempel vid framställning av råvaror såsom legeringsämnen, generering av el och från externa transporter. För flertalet av de svenska stålbolagen representerar de indirekta utsläppen en betydande andel av det totala utsläppet. Genom val av produkter, tjänster och leverantörer med låg klimatpåverkan kan stålindustrin påverka värdekedjan, leverera än mer klimatsmarta produkter och sänka de totala utsläppen. Redan idag ligger svensk stålindustri långt fram i detta arbete internationellt sett. Maximalt utnyttjande av återvunna råvaror, till exempel skrot, är en nyckelfaktor för effektivare resursanvändning och låga utsläpp. Tillgången på stålskrot globalt är idag den begränsande faktorn för skrotbaserad stålframställning. Med en ökad efterfrågan på skrot av hög kvalitet i en mer cirkulär framtid ökar också kraven på att produkter designas för återvinning, att insamlingen blir effektivare och att skrotsorteringen förbättras. Då kan värdemetaller sparas och föroreningar minimeras. Transportområdet utvecklas framför allt genom arbete med effektivisering av godshanteringen genom optimering av hela transportsystem och val av transportsätt. Utveckling av nya drivmedel eller andra fossilfria transporter sker inom andra sektorer.

SVENSK STÅLINDUSTRI KOMMER ATT:

Fortsatt se över sina värdekedjor för att minska de totala utsläppen genom aktiva val av transporter, råmaterial och effektivare återvinning.

POLITIKEN MÅSTE:

Underlätta för ökad insamling av stålskrot samt stödja utvecklingen mot förfinad sortering.

Investera mer och snabbare i klimatsmarta transporter som järnväg. Stålindustrin vill också se fler initiativ som elvägar och 74-tons lastbilar.

Förutsättningar för investeringar

Svensk stålindustri har för avsikt att fortsätta utveckla sina verksamheter i Sverige. Ur klimatperspektiv har Sverige fördelar med en elproduktion som är i det närmaste utsläppsfri, järnmalm som möjliggör förädling med låga utsläpp och god tillgång till biomassa jämfört med många andra länder.

En förutsättning för att stålindustrin ska kunna gå mot fossilfrihet och fortsatt vara konkurrenskraftig i Sverige är att företagen kan göra investeringar i den takt som passar verksamheterna. Många av stålföretagen har anläggningar i andra delar av världen och även utländska ägare vilket innebär att konkurrensen om var investeringar ska göras är hård även inom företagen. Det är viktigt att förutsättningarna i Sverige är konkurrenskraftiga jämfört med andra länder och att tiden från utveckling till marknad kan göras så kort som möjligt.

SVENSK STÅLINDUSTRI KOMMER ATT:

Fortsätta implementera ny teknik för minskade utsläpp när det är kommersiellt konkurrenskraftigt.

POLITIKEN BEHÖVER SÄKERSTÄLLA:

Effektiva och förutsägbara tillståndprocesser genom krav på tidsplan och anpassning till EU:s regelverk.

Redovisa klimatavtryck

Konkurrensen är hård på den globala stålmarknaden med stark prispress även för de specialiserade produkter som svensk stålindustri tillverkar. Stålindustrin kan i dagsläget inte ta ut någon ökad kostnad från kund för lägre utsläpp och det kommer att ta lång tid innan det blir möjligt eftersom marknaden är global. Större tydlighet i koldioxidavtryck hos slutprodukter kan påskynda denna process, eftersom det finns viktiga stålanvändare som gärna vill differentiera sig i detta avseende. Med tiden kommer kraven på redovisning av miljöpåverkan att öka och det är viktigt att vidareutveckling sker av modeller och metoder för relevant redovisning av klimatpåverkan.

SVENSK STÅLINDUSTRI KOMMER ATT:

Driva på vidareutvecklingen av redovisningsmodeller och redovisa relevanta data så att kunderna kan miljövärdera sina leverantörers produkter.

POLITIKEN BEHÖVER BIDRA TILL EN STÖRRE VISIBILITET, GENOM ATT:

Stödja arbetet med kvalificerade livscykelbaserade modeller för redovisning av klimatpåverkan.

Svensk stålindustri har en vision för 2050, Stål formar en bättre framtid, där endast samhällsnyttiga produkter lämnar anläggningarna. Den bygger på att Sverige har en konkurrenskraftig stålindustri hela vägen fram till 2050 och även därefter. Med denna färdplan vill svensk stålindustri visa på de hinder och möjliga lösningar som kan leda till en fossilfri och konkurrenskraftig bransch, men också vilket betydande samarbete som krävs mellan företagen och politiken för att det ska lyckas.



Innehållsförteckning

1 Inledning	15
1.1 Stålindustrin och klimatmålen	15
1.2 Vad är stål	15
1.2.1 Stålets egenskaper som konstruktionsmaterial	16
1.2.2 Stålets användning i samhället	16
1.2.3 Så tillverkas stål	18
1.2.4 Företag och det stål som tillverkas i Sverige	19
1.2.5 Ståltillverkningens historia i Sverige	20
1.2.6 Stålindustrins bidrag till sysselsättning i Sverige och svensk ekonomi	22
1.3 Globala förutsättningar	23
1.3.1 Gränsöverskridande handel i relation till total stålproduktion	24
1.3.2 Transportintensitet i handeln	25
2 Stålindustrins utsläpp i Sverige	27
2.1 Varför genererar ståltillverkning direkta utsläpp av koldioxid	27
2.1.1 Reduktion av järnmalm	29
2.1.1.1 Masugnsprocessen	29
2.1.1.2 Höganäsprocessen	29
2.1.2 Användning av bränslen	30
2.1.2.1 Ståltillverkning	30
2.1.2.2 Värmning	30
2.1.2.3 Värmebehandling	31
2.1.3 Råvaror och tillsatsmaterial	31
2.1.4 Interna transporter	34
2.2 Utsläppsberäkningar och historisk utsläppsutveckling	34
2.3 Indirekta utsläpp	36
2.3.1 Järnmalm	36
2.3.2 Legeringar	37
2.3.3 Kalk	37
2.3.4 El	37
2.3.5 Externa transporter	38
3 Möjliga åtgärder för utsläppsminskningar	41
3.1 Reduktion av järnmalm	41
3.1.1 Masugnsprocessen	41
3.1.2 Direktreduktion	42
3.1.3 Höganäsprocessen	43
3.1.4 Övriga tekniker	43
3.2 Varmbearbetning och värmebehandling	45
3.3 Från smältning till gjutning	46
3.4 Stödprocesser	47
3.5 Energieffektivisering	48

3.6 Utbytesförbättringar	49
3.7 Indirekta utsläpp	50
3.8 Transporter	51
3.9 Prioriterade forsknings- och utvecklingsområden	52
4 Stålintustrins påverkan på de globala utsläppen	55
4.1 Klimatnytta i slutprodukter	55
4.2 Stålkretsloppet	58
4.3 Historisk och framtida ståltillverkning och användning	60
4.4 Svenska och globala utsläpp från ståltillverkning	62
4.5 Utvärdera miljöpåverkan från hela livscykeln	63
4.5.1 Stålintustrin har sedan länge relevanta livscykeldata för stålprodukter	64
4.6 Restprodukter och restenergier	65
4.6.1 Restprodukter	65
4.6.2 Restenergier	66
5 Förutsättningar för att bedriva verksamhet i Sverige	69
5.1 Långsiktig lönsamhet och konkurrenskraft	69
5.2 Ramvillkor för investeringar	71
5.2.1 Skatter och styrmedel	72
5.2.2 Tillståndshantering	72
5.3 Forskning och utveckling	73
5.4 Kompetensförsörjning	74
5.5 Infrastruktur för energiförsörjning	75
5.5.1 Infrastruktur för el	75
5.5.2 Infrastruktur för bränslen och värme	78
5.6 Transporter och infrastruktur för transporter	80
6 Politik för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri	83
6.1 Skapa helhetssyn – en politik som hänger ihop	84
6.2 Forskning och utveckling	85
6.3 Kompetensförsörjning och utbildning	87
6.4 Tillgång till fossilfri energi	88
6.4.1 Elproduktion, distribution och förbrukning	88
6.4.2 Biomassa/Bioenergi	90
6.5 Ramverk för klimatinvesteringar	92
6.6 Fossilfria transporter	93
6.7 Omställning till ett cirkulärt samhälle	95
Referenser	98
Bilagor	100



1

Inledning

Svensk stålindustri gör redan, och vill fortsätta göra positiv skillnad för det globala klimatet. Stålföretagen hjälper sina kunder och sina kunders kunder att maximera klimatnyttan när deras produkter används. Branschen har också ambition att driva på utvecklingen av tillverkningsprocesserna mot lägre utsläpp parallellt med ökad produktivitet och ständigt förbättrade produkter.

Sverige ska bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. Ur ett svenskt perspektiv är det avgörande att de tekniska lösningar som kan skapa fossilfrihet också skapar lönsamhet för de företag som vågar satsa på dessa lösningar. Ur ett globalt perspektiv kan tekniska lösningar utvecklade i Sverige och produkter tillverkade av svenskt stål bidra till minskade utsläpp även utanför Sveriges gränser, utsläppsminskningar som många gånger är avsevärt mycket större än de utsläpp som förorsakas i samband med tillverkningen av stålet.

Svensk stålindustri presenterar här en färdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige. Våra skäl för att göra en färdplan är flera.

- Stål är ett material som hjälper till att bygga välfärd i hela världen och stålets betydelse för klimatfrågan är bredare än bara diskussionen om utsläpp från processerna inom landets gränser.
- Svensk stålproduktion är koldioxideffektiv i ett internationellt perspektiv, både vad gäller produktnytta och det koldioxidavtryck som produkterna genererat.
- De direkta utsläppen från svensk stålindustri står för cirka 11% av Sveriges utsläpp av växthusgaser^{47,48}. Stålindustrin måste därför relatera till det nationella klimatmålet och svara på frågan om vilka åtgärder som bör prioriteras för att utsläppen ska minska i Sverige men samtidigt också i resten av världen.
- Svensk stålindustri har en vision som utgår från att stålindustrin ska vara kvar i Sverige 2050. Det förutsätter att stålindustrin ligger i teknikutvecklingens framkant, har medarbetare som kan utveckla nya samhällslösningar och skapar miljönytta med sina produkter. Klimatfärdplanen är ett steg på vägen mot visionen.

Den här rapporten innehåller sex kapitel;

Kapitel 1 – Inledning:

Beskriver vad stål är och hur det tillverkas och stålindustrins betydelse i Sverige. Här beskrivs även klimatmålen och de globala förutsättningarna för stålindustrin.

Kapitel 2 – Stålindustrins utsläpp i Sverige:

Beskriver de fossila koldioxidutsläpp som stålindustrins verksamheter genererar i Sverige. Här kvantifierar vi de direkta utsläppen från tillverkningsprocesserna och förklarar varför de uppstår. Här beskrivs också de indirekta utsläppen som sker i andra sektorer till följd av stålindustrins verksamhet.

Kapitel 3 – Möjliga åtgärder för utsläppsminskningar:

Beskriver åtgärder som skulle kunna minska utsläppen och vilka forsknings- och utvecklingsbehov som finns relaterat till dessa åtgärder.

Kapitel 4 – Stålindustrins påverkan på de globala utsläppen: Beskriver hur svenska stålprodukter gör nytta för klimatet när de används och stålets kretslopp. Här beskrivs också den framtida utvecklingen av den globala stålproduktionen och vad det kan betyda för de globala utsläppen.

Kapitel 5 – Förutsättningar för att bedriva verksamhet i Sverige:

Beskriver vilka faktorer som påverkar konkurrenskraften för stålindustrin och hur förutsättningarna ser ut i Sverige.

Kapitel 6 – Politik för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri:

Beskriver hur vi ser att svensk politik kan stödja stålindustrin på väg mot en fossilfri framtid.

**Stål innehåller
minst 50% järn
och upp till 2% kol.**

1.1 Stålindustrin och klimatmålen

Klimatfrågan är en av världens viktigaste framtidsfrågor och i och med Parisavtalet 2015 finns en ökad samsyn på behovet av åtgärder hos alla världens länder. Vilka åtgärder som görs skiljer sig dock över världen. EU har satt ett mål på 40% lägre utsläpp av växthusgaser 2030 jämfört med 1990. Det främsta styrmedlet är EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS) som omfattar kraftverk och energiintensiv industri. Inom denna så kallade handlande sektor ska utsläppen minska med 43% fram till 2030 jämfört med 2005. EU-ETS innebär ett utsläppstak för industrierna som sänks årligen och att företagen måste överlämna en utsläppsrätt för varje ton koldioxid de släpper ut. Internationellt konkurrensutsatta sektorer kan få viss gratis tilldelning av utsläppsrätter för att undvika så kallat koldioxidläckage.

Europeisk stålindustri omfattas av EU:s klimatmål och ingår i EU-ETS. Under kommande handelsperiod, 2021–2030, kommer den fria tilldelningen av utsläppsrätter att bli starkt begränsad och priset på utsläppsrätter kommer sannolikt att öka avsevärt. För företag som måste köpa utsläppsrätter på grund av att ny teknik inte finns tillgänglig eller för att man ökar produktionen, så kommer det att innebära stora kostnader.

Stålindustrin i Sverige omfattas också av det övergripande svenska målet, det vill säga noll nettoutsläpp 2045 och stålindustrins transporter kommer att påverkas av delmålet för transporter. Mer fakta om klimatmålen finns i bilaga 1.

1.2 Vad är stål

Stål kan förenklat beskrivas som en järnlegering som innehåller minst 50% järn och högst 2% kol. Stålets egenskaper påverkas i sin tur bland annat av den kemiska sammansättningen, det vill säga halterna av järn, kol och övriga legeringsämnen. Genom att anpassa sammansättningen får stålet egenskaper som skiljer sig avsevärt från både rent järn och de rena legeringsämnena.

1.2.1 Stålets egenskaper som konstruktionsmaterial

Stål är världens näst mest använda konstruktionsmaterial räknat i vikt. Endast cement används i större utsträckning. Skälet till stålets dominerande ställning är att det är ekonomiskt konkurrenskraftigt. Till detta bidrar flera faktorer:

- Stålets råvaror, järnmalm och kol har god tillgänglighet.
- Stål kräver i sin framställning relativt låg energiinsats. Jämfört med primäraluminium är insatsen cirka en fjärdedel vid tillverkning från malm.
- Stålets egenskaper i form av hållfasthet, svetsbarhet och bearbetningsegenskaper gör stål till ett kostnadseffektivt och överlägset konstruktionsmaterial i många tillämpningar.
- Stål är lätt att återvinna. Det kan smältas om ett oändligt antal gånger utan kvalitetsförluster och det är enkelt att tillverka nya stål med nya egenskaper. För återvinningsbart skrot finns en väl fungerande marknad, där materialet säljs och köps enligt överenskomna kvalitetsregler.
- Till detta kommer att stålets egenskaper kan, mycket flexibelt, optimeras för olika behov och tillämpningar. Man kan styra egenskaperna genom legeringsinnehåll, bearbetning och värmebehandling.

1.2.2 Stålets användning i samhället

Stål finns överallt. Ofta syns det inte eftersom det är dolt av andra material, exempelvis målarfärg, plast, betong eller andra metaller. Hälften av det stål som tillverkas används i byggnader och infrastruktur, knappt 20% används i fordons- och transportsektorerna, drygt 15% används för mekanisk utrustning och cirka 15% används i övriga metallprodukter. Bilderna till höger visar exempel på några produkter gjorda av stål eller som har tillverkats med hjälp av maskiner och verktyg som innehåller stål.

**Stål är 100 %
återvinningsbart,
i oändlighet.**

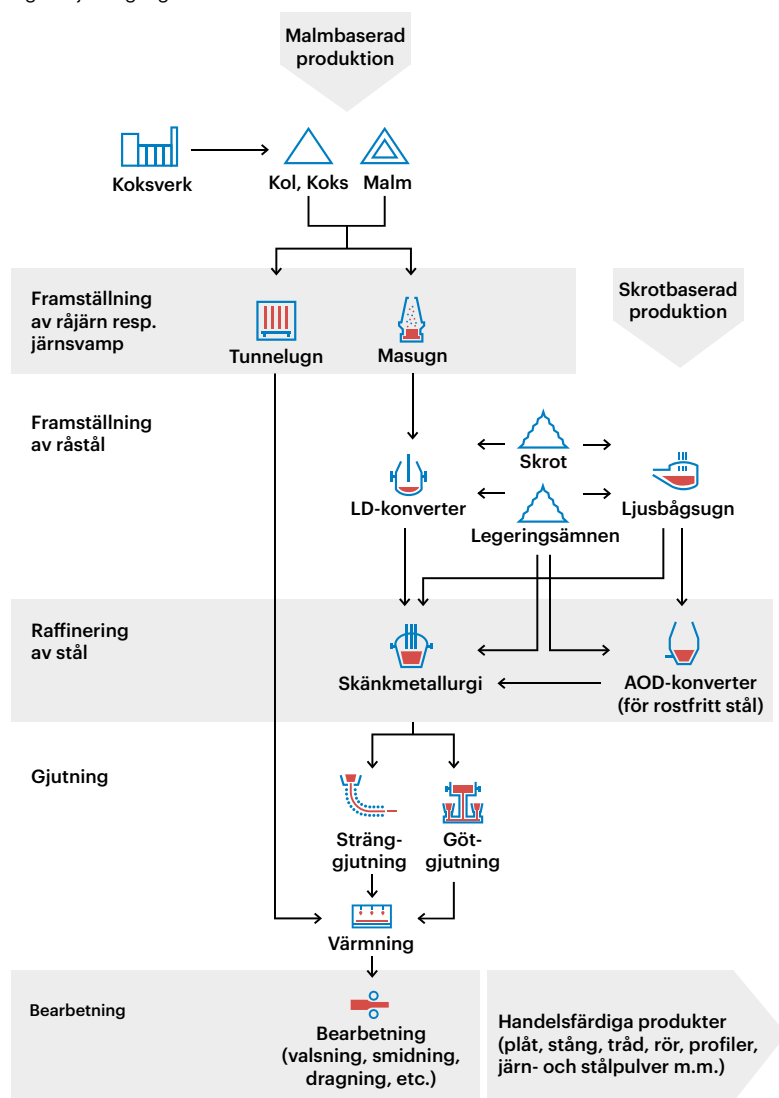
**Idag utgörs
nära 60% av
den svenska
produktionen av
legerade stål.
Europa ligger runt
10–15%, resten
av världen
betydligt lägre.**



1.2.3 Så tillverkas stål

Stål kan tillverkas antingen från järnmalm eller från återvunnet stålskrot. Båda dessa råvaror kommer att behövas för ståltillverkning under resten av detta sekel för att täcka samhällets behov av stål. Vid användning av järnmalm som råvara behöver materialet genomgå en reduktionsprocess för att separera järn från syre. När stål tillverkas från skrot så smälts det om utan att någon ny reduktion behöver göras. Vid ståltillverkningen görs de tillägg av legeringsämnen och den raffinering som behövs för att få de egenskaper som man eftersträvar. Efter ståltillverkning och gjutning värms stålet upp för att genomgå vidare bearbetning. En schematisk översikt av stålindustrins tillverkningsprocesser visas i figur 1.1 och mer detaljer om hur processerna går till beskrivs i bilaga 2.

Figur 1.1 Tre processvägar inom svensk stålindustri. Malmbaserad tillverkning via masugn. Malmbaserad järnpulvertillverkning via tunnelugn. Skrotbaserad tillverkning via ljusbågsugn.



*”Sverige är en liten
stålnation mätt i ton,
men en stor spelare inom
specialstål”*

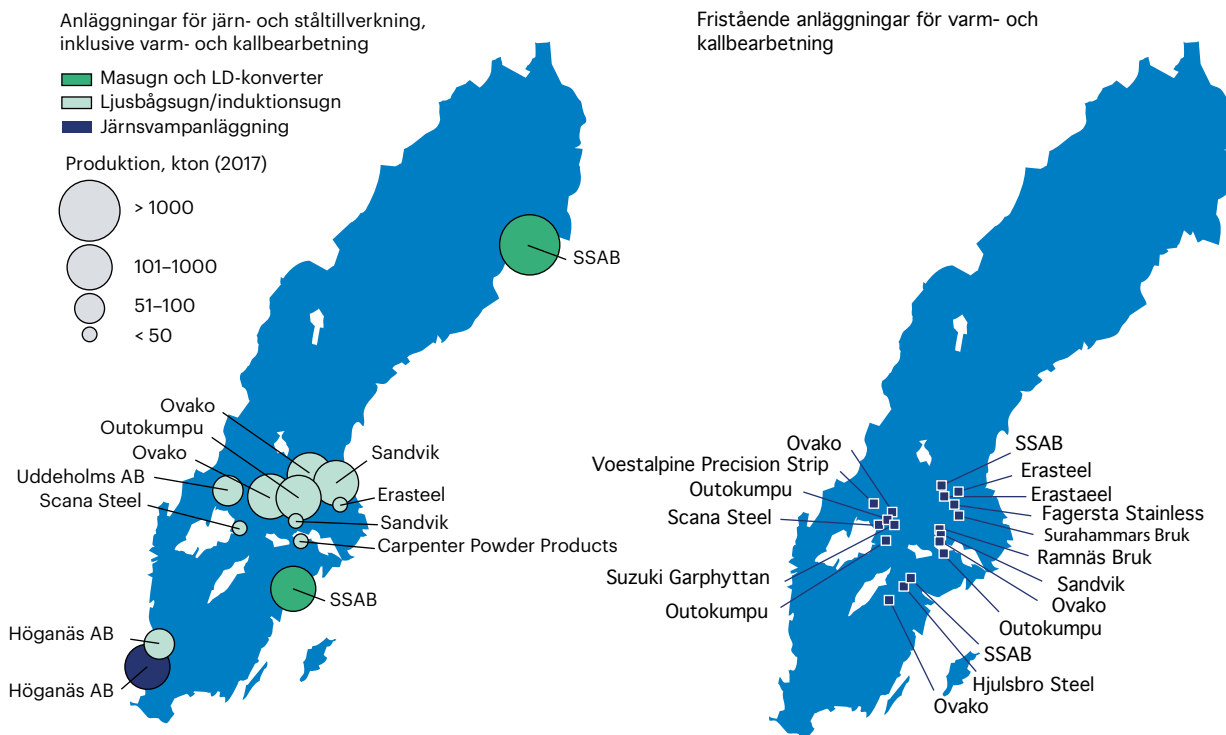
Bo-Erik Pers
vd, Jernkontoret

1.2.4 Företag och det stål som tillverkas i Sverige

Stål är en produkt som kan tillverkas med många olika egenskaper, sammansättningar och former. Företagen i svensk stålindustri har valt att specialisera sig inom områden där man kan leverera material som klarar höga prestandakrav inom vissa marknadsnicher där företagen ofta har en marknadsledande position. Specialiseringen och valet av marknadsnicher innebär att konkurrensen mellan företagen inom svensk stålindustri i stort sett är obetydlig.

Stålindustrins geografiska spridning är stor, från Luleå i norr till Höganäs i söder. Anläggningar är anpassade för de specialiserade produkter som tillverkas, vilket innebär en stor variation i typerna av tillverkningsutrustning. Anläggningarna består av tre malmbaserade järn- och stålverk, tio skrotbaserade stålverk och ett femtontal anläggningar för olika typer av bearbetning. Många av anläggningarna är koncentrerade till Bergslagsområdet.

Figur 1.2 Stålindustrin i Sverige.



Stålmarknaden och stålbranschen är i högsta grad internationell och i dagsläget ingår stora delar av svensk stålindustri i koncerner med anläggningar i flera länder och i många fall med utländska ägare.

En sammanställning av företagens lokalisering, vilken produktionsutrustning som finns på respektive ort och vilka typer av produkter som tillverkas finns i bilaga 3.

1.2.5 Ståltillverkningens historia i Sverige

Den svenska järn- och ståltillverkningen har en lång historia som sträcker sig tillbaka till tidig medeltid och har sitt ursprung i tillgången till järnmalm och reduktionsråvara i form av träkol. På 1300-talet exporterades en stor del av den svenska järnproduktionen och bland annat så anlades i Stockholm omlastningsplats, tullstation och utskeppningshamn för järn- och kopparexporten från Bergslagen.

Produktionsanläggningarna var relativt små under lång tid och i mitten av 1800-talet fanns det över 200 masugnar i drift i Sverige. Den industrialisering och tekniska utveckling som skedde under andra halvan av 1800-talet fick till följd att tillverkningen koncentrerades och mindre bruk lades ned till förmån för större och livskraftigare enheter.

Under 1930-talet gjordes betydande framsteg inom tillverkningen av specialstål och den svenska järnhanteringen utvecklades under denna tid mot ökad diversifiering av produktsortimentet. Allteftersom tillgången på skrot ökade, ökade också användningen av skrot som råvara under hela 1900-talet. Utvecklingen av martinprocessen och senare ljusbågsugnen för skrotsmältning bidrog även till detta. För att bibehålla sina positioner på den globala marknaden har svenska stålföretag ökat specialiseringen och riktat in produktionen på mer avancerade stål-kvalitéer. Idag utgörs nära 60% av produktionen av legerade stål. I övriga EU, liksom i USA och Japan utgör de legerade stålen endast 10–15% av produktionen. Än lägre är andelen i övriga delar av världen³.

En av förutsättningarna för att uppnå de starka positionerna inom respektive nisch har varit att svensk stålindustri genomgått stora strukturomvandlingar de senaste 50 åren. Under 1970- och 1980-talen genomfördes ett antal större aktiviteter i syfte att effektivisera stålindustrin, delvis drivet av staten, men i huvudsak av branschen. Aktiviteterna ledde till bildandet av SSAB där tillverkningen av handelsstål samlades i ett bolag, inledningsvis med svenska staten som hälftenägare. En utredning kring specialstålsverken ledde till att flertal produktbyten genomfördes mellan berörda företag för att koncentrera tillverkningen av enskilda produkter till färre anläggningar. Den ökade specialiseringen har fått till följd att exportandelen ökat kraftigt. Under 1970-talet uppgick exportandelen från svensk stålindustri till 40–50%. Under 1990-talet hade den ökat till 75–80% och uppgår i dagsläget till omkring 85%.

Sveriges komparativa fördelar.

- God tillgång på råvaror som järnmalm, skrot och kalk
- Billig och stabil elförsörjning
- Gott om vatten
- Högt utbildad befolkning och metallurgisk forskning.



1.2.6 Stålintustrins bidrag till sysselsättning i Sverige och svensk ekonomi

Stålintustrin i Sverige sysselsatte 15 500 personer 2016⁴. Enligt den senast uppdaterade multiplikatorberäkningen avseende indirekt sysselsättning är multiplikatorn 2,7⁵, vilket innebär att stålintustrin, direkt och indirekt, sysselsatte strax under 42 000 personer under 2016.

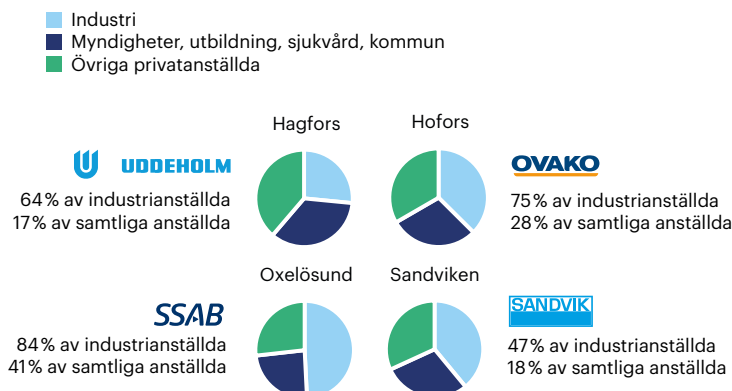
Råstålsproduktionen i Sverige uppgick 2016 till 4,6 miljoner ton och andelen specialstål av den svenska produktionen är hög. Specialstål är definierat utifrån materialets egenskaper och kan ha både lågt och högt legeringsinnehåll. Svensk stålintusti är mycket nischorienterad, med allt större fokus på stål som ger miljöfördelar ur ett livscykelperspektiv.

Det mesta av de tillverkade stålprodukterna exporteras och exportvärdet uppgick 2016 till 41 miljarder kronor. Stålintustrins produkter exporteras till närmare 140 länder. Omkring 65% av exporten går till EU.

Största delen av insatsvarorna är inhemska, till exempel järnmalm, skrot, el och kalk. Sverige har stora reserver av järnmalm, och i relation till befolkningen är reserverna de näst största i världen, endast Australien har större reserver⁷. Tillgången på råvaror och konkurrenskraftig energi har varit en förutsättning för stålintustrins långa historia i Sverige, vilket möjliggjort utvecklingen mot internationell konkurrenskraft och hög exportandel och därmed gett en mycket betydande positiv effekt på Sveriges bytesbalans.

Svensk stålintustris anläggningar är lokaliserade utanför storstadsregionerna och på många orter är stålintustrin den dominerande arbetsgivaren. Några exempel finns i nedanstående figur:

Figur 1.3 Kommuner med många anställda inom stålintustrin. Andel anställda per huvudgrupp i kommunen och stålintustrins del (2015).



Svensk stålintusti.

– Exporterar för ca 50 miljarder kronor årligen till 140 länder

– Sysselsätter direkt och indirekt ca 40 000 personer

– Två tredjedelar av exporten går till Europa.

Stora delar av svensk verkstads- och fordonsindustri har sitt ursprung i tillgången till svenskt stål.

*”Vi ska inte vara störst,
vi ska vara bäst”.*

Bo-Erik Pers
vd, Jernkontoret

*”Stålprodukter finns
överallt och det som
inte innehåller stål är
troligen tillverkat med
hjälp av stål”.*

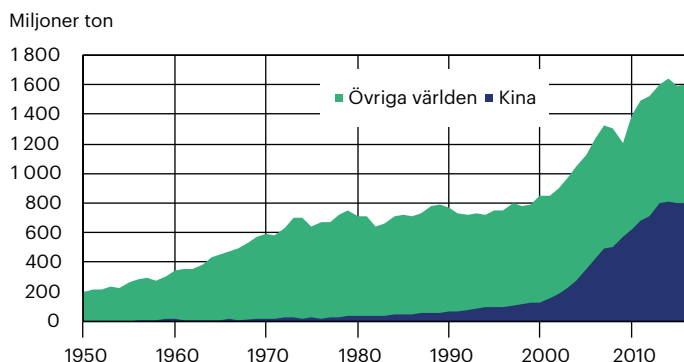
Peter Salomon
styrelseordförande
för Stålbyggnadsinstitutet

De sysselsättningsmultiplikatorer som nämnts ovan gäller under förutsättning att variationen i verksamhetsnivå följer normala konjunkturvariationer. Vid en avsevärd minskning eller nedläggning av verksamhet är effekterna på sysselsättningen sannolikt betydligt större på små orter där stålindustrin är dominerande arbetsgivare.

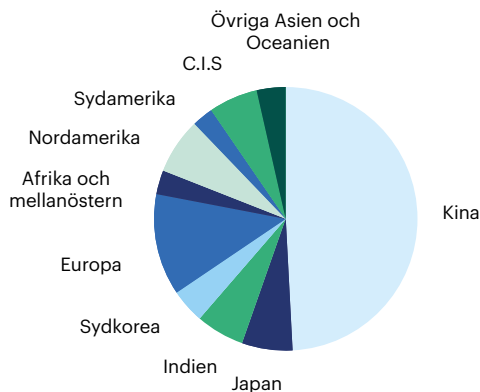
1.3 Globala förutsättningar

Världens produktion av råstål uppgick under 2016 till 1630 miljoner ton⁸ och har i princip fördubblats under 2000-talet. Kina är det klart dominerande tillverkningslandet och har även stått för den största tillväxten under 2000-talet vilket illustreras i figur 1.4 och 1.5.

Figur 1.4 Global råstålsproduktion. Källa: World Steel Association.



Figur 1.5. Global råstålsproduktion 2016 fördelad på regioner, totalt 1 630 miljoner ton. Källa: World Steel Association.



1.3.1 Gränsöverskridande handel i relation till total stålproduktion

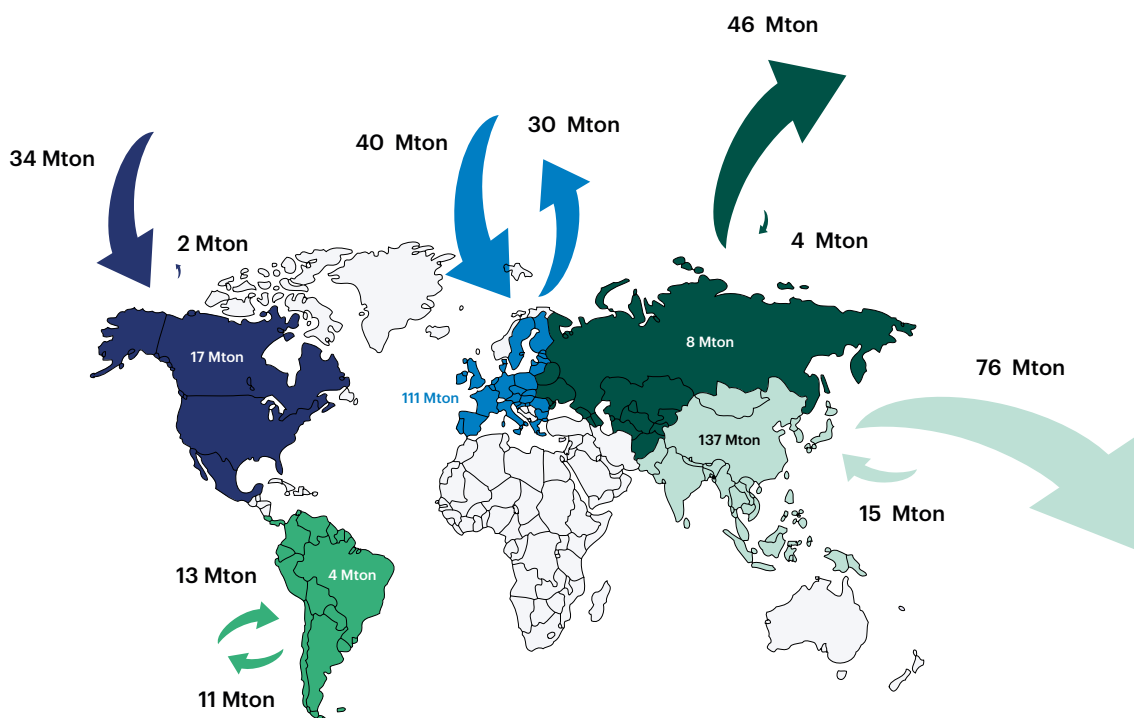
Volymen handelsfärdigt⁹ stål är något lägre än produktionen av råstål beroende på utbytesförluster i efterföljande processteg. Global användning av handelsfärdigt stål uppgick till 1515 miljoner ton under 2016. Den gränsöverskridande handeln med stål uppgick till cirka 474 miljoner ton under 2016, vilket motsvarar cirka 30% av produktionen av handelsfärdigt stål. Av dessa handlades cirka 190 miljoner ton extra-regionalt, det vill säga över världsdelsgränser, och 284 miljoner ton intra-regionalt.

Med tanke på att Kinas andel av världens stålkonsumtion uppgår till 45%, samtidigt som importen till Kina är obetydlig, får det anses vara en jämförelsevis hög andel som handlas över världsdelsgränser, vilket understryker att konkurrensen i allra högsta grad är global. Trots att den största delen av den kinesiska ståltillverkningen används inom landet uppgick Kinas nettoexport av handelsfärdigt stål till 94,5 miljoner ton under 2016. Det motsvarar 2/3 av produktionen i EU och är 20 gånger högre än den totala ståltillverkningen i Sverige.

”Idag görs ca 50 % av världsproduktionen av duplexa rostfria stål i Sverige. Duplexa rostfria stål möjliggör med sin höga hållfasthet stora viktbesparingar samtidigt som det är underhållsfritt”.

Marie Louise Falkland,
forskningschef
Outokumpu.

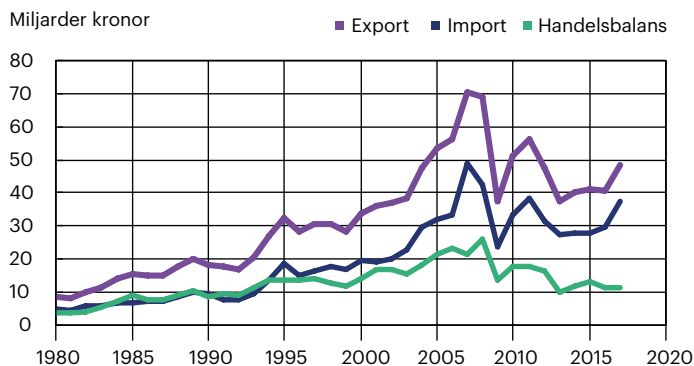
Figur 1.6 Huvudsakliga handelsflöden för stål (2016). Källa: World Steel Association. Jernkontorets bearbetning.



Utmärkande för svensk stålindustri är att den är högt specialiserad. Specialiseringen har pågått under lång tid för att svenskt stål ska vara konkurrenskraftigt på den globala marknaden. Konsumtionen av stål i Sverige har varit i stort sett lika stor som produktionen de senaste åren mätt i volym. Eftersom alla stålprodukter inte produceras i Sverige leder det till att importvolymen är ungefär lika stor som exporten.

Trots jämförbara volymer visar handeln med stål ett överskott på cirka 10 miljarder kronor per år beroende på att genomsnittspriset på det stål som exporteras är cirka 30% högre än priset på det importerade stålet. Orsaken till detta är att produkterna som exporteras är mer avancerade än de som importeras tack vare den svenska stålindustrins specialisering. Figur 1.7 visar export och import mätt i värde.

Figur 1.7 Svensk stålhandel, värde. Handelsfärdigt stål inkl. göt och ämnen. Utrikeshandelstatistik inkl. re-export och -import. Källa: Statistiska centralbyrån.



Importen av stål består i genomsnitt av stål med enklare egenskaper. För att uppnå en effektiv tillverkning av enklare stålqualiteter behövs betydande skalfördelar genom tillverkning av stora volymer. Därför är det inte realistiskt att svensk stålindustri ska kunna tillverka dessa på ett internationellt konkurrenskraftigt sätt, för att på så sätt göra Sverige självförsörjande på stål.

1.3.2 Transportintensitet i handeln

De stora handelsvolymerna leder till hög transportintensitet. Det är speciellt påtagligt för svensk stålindustri med så hög exportandel och därmed långa transporter. Transportens andel av priset till kund kan ligga i intervallet 5–20% av slutpriset. Handeln med stål är viktig för att säkerställa att respektive stålprodukts egenskaper används där den tillför mest nytta eller funktion ur ett livscykelperspektiv. Mer avancerade egenskaper och högre värde hos produkterna tillåter genomsnittligt längre transporter.



2

Stålintustrins utsläpp i Sverige

Kemi i stålintustrin:
Järnoxid + kol



järn + koldioxid

Som alla verksamheter ger stålproduktion upphov till både direkta och indirekta utsläpp av koldioxid. Direkta utsläpp sker främst under tillverkningen av råjärn, flytande stål och valsade halvfabrikat. Övriga direkta utsläpp sker under vidareförädlingen till leveransfärdiga produkter och vid interna transporter. De indirekta utsläppen sker uppströms vid tillverkning och leverans av råvaror och elproduktion samt nedströms i samband med transport till kunder. I det här kapitlet beskriver vi orsakerna till de fossila koldioxidutsläppen och var de uppkommer under tillverkningen av stål. Ytterligare förklaringar av hur processerna går till finns i bilaga 2.

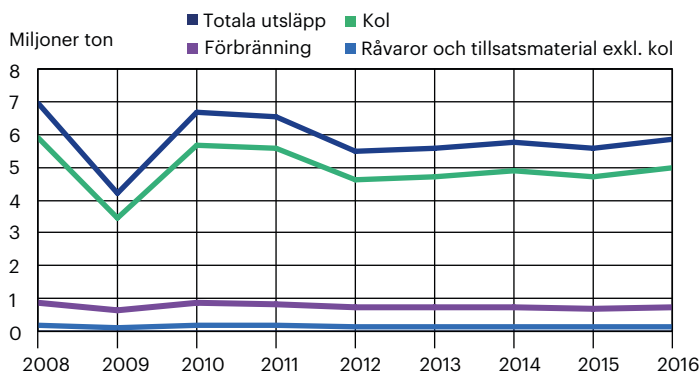
2.1 Varför genererar ståltillverkning direkta utsläpp av koldioxid?

Kol har en särställning inom all metallurgisk verksamhet och har alltid varit det allra viktigaste legeringselementet i stål, främst eftersom många olika egenskaper kan styras genom att variera kolhalten.

Som nämnts i kapitel 1 kan stål tillverkas med två huvudsakliga järnråvaror; järnmalm eller återvunnet skrot. Järnmalm innehåller syre som måste separeras från järnet, vilket sker via en reduktionsprocess. Vid användning av skrot som järnråvara är behovet av reduktion endast en bråkdel jämfört med användning av järnmalm.

I samband med ståltillverkning genereras framförallt utsläpp av koldioxid. Utsläppen av övriga växthusgaser är obetydliga, varför denna redovisning har avgränsats till utsläpp av koldioxid. Direkta utsläpp av koldioxid från stålintustrins tillverkningsprocesser ingår i EU:s system för handel med utsläppsrätter, EU-ETS, och har sedan 2008 rapporterats årligen enligt ett enhetligt regelverk. Det har inneburit en avsevärt förbättrad utsläppsstatistik. Stålintustrins totala utsläpp i Sverige inom ramen för handelssystemet redovisas i figur 2.1.

Figur 2.1 Direkta utsläpp av koldioxid från svensk stålindustri inom regelverket för EU-ETS. Källa: Jernkontoret.

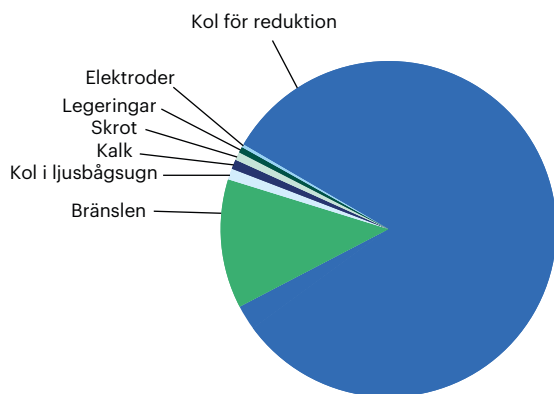


Utsläppen från användning av kol, framförallt vid reduktion av järnmalm, står för den klart största delen av utsläppen. I utsläppen från användning av kol ingår även de utsläpp som genereras vid användning av de processgaser som uppstår vid kokstillverkning och i reduktionsprocessen. Processgaserna används för el- och värmeproduktion och som bränsle i värmningsugnar.

De utsläpp som är näst störst uppstår på grund av att materialet behöver värmas för att kunna bearbetas och behandlas, då värmealstringen sker via förbränning av fossila bränslen. En mindre del av utsläppen kommer från användningen av kolhaltiga råvaror och tillsatsmaterial i samband med tillverkningen av stål.

Direkta utsläpp av koldioxid genereras även från stålindustrins stödprocesser. Utsläppen sker framförallt i samband med interna transporter, men det förekommer även att fossila bränslen används för uppvärmning av lokaler, hantering av kemikalier och drift av reservkraft.

Figur 2.2 Svensk stålindustris direkta utsläpp av koldioxid per källa, totalt 5,8 miljoner ton (2016). Källa: Jernkontoret.



Användningen av processkol och kalk i masugnsprocessen står för 82% av de direkta utsläpp.

Av stålindustrins direkta koldioxidutsläpp står användning av processkol i Höganäsprocessen för 2%.

2.1.1 Reduktion av järnmalm

Den största andelen av utsläppen av koldioxid, för närvarande cirka 85 % av stålindustrins totala utsläpp, kommer från det kol som används för reduktion av järnmalm. Den malmbaserade ståltillverkningen i Sverige använder huvudsakligen svensk järnmalm som råvara. I Sverige används två malmbaserade processer, dels masugnsprocessen, dels direktreduktion i den så kallade Höganäsprocessen.

2.1.1.1 Masugnsprocessen

I masugnen ligger pellets, koks och kalk i lager och gaserna som strömmar upp genom lagren består av en blandning av koloxid och koldioxid. Reduktionen sker i flera steg genom masugnen men den masugns gas som kommer ut ifrån masugnen innehåller både koldioxid och koloxid. Den är brännbar och används som bränsle för masugn och koksverk eller el- och värmeproduktion i kraftverk.

Koks är en nödvändig förutsättning i masugnen. De svenska anläggningarna med masugnstillverkning har egna koksverk. Eftersom koksen krävs i masugnen så räknas alla utsläpp från kol och koks till reduktionsprocessen. Gasen som avgår vid koksningen, så kallad koksugns gas, är energirik och används i tillverkningsprocessen som bränsle i värmningsugnar eller för att förvärma luft till masugnen. Den används även som bränsle vid el- och värmeproduktion.

Kalksten består nästan helt av kalciumkarbonat (CaCO_3) och bidrar också till reduktionen och utsläppen när den hettas upp.

Råjärnet från masugnen innehåller 4–5 % kol och i konvertern sänks sedan kolhalten i smältan för att få ett stål. Från den processen får man också en relativt energirik gas som kan användas på samma sätt som masugns gasen.

Koldioxiden genereras alltså i olika steg i processen men de slutliga utsläppen till atmosfären kommer vid användning av processgaser i kraftverk eller värmningsugnar.

2.1.1.2 Höganäsprocessen

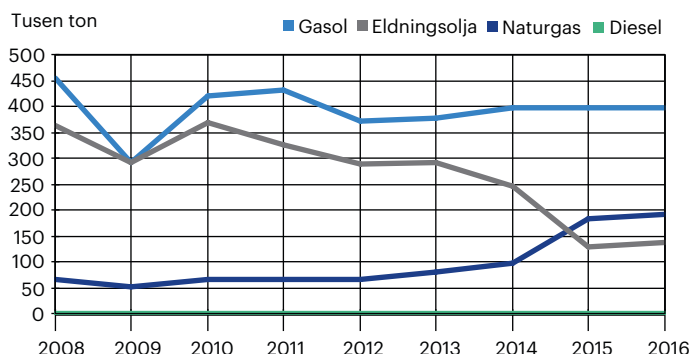
Vid järnsvampstillverkning i Höganäsprocessen sker också en förgasning av koks och en reduktion som bildar koldioxid. Den naturgas som används som bränsle i tunnelugnen bidrar också till koldioxidutsläppen. Reduktionen sker i fast fas vid en lägre temperatur än i masugnsprocessen och järnet övergår aldrig i smält form. Användning av kol och energi kan därför inte jämföras med masugnen.

De efterföljande värmebehandlingsstegen kan också innebära vissa små koldioxidutsläpp om kolhalten i pulvret måste sänkas.

2.1.2 Användning av bränslen

Den näst största utsläppskategorin är utsläpp från förbränning av flytande och gasformiga fossila bränslen och fördelas per bränsleslag enligt nedanstående diagram. Användningen av eldningsolja har minskat kraftigt sedan 2008 och ersatts av naturgas vid några anläggningar. Användningen av gasol är relativt stabil. Utsläppen från diesel avser bränsleförbrukning vid drift av stationära reservkraftsaggregat.

Figur 2.3 Direkta utsläpp av koldioxid från svensk stålindustris användning av fossila bränslen. Källa: Jernkontoret.



2.1.2.1 Ståltillverkning

Vid några anläggningar för skrotbaserad ståltillverkning sker en del av energitillförseln via olje- eller gaseldade brännare som installerats i ljusbågsugnen för att få jämnare värmefördelning och därmed effektivare smältning. Vid färdigställning av stålet i skänkar samt i gjutlådor vid gjutning används också bränslen för värmning.

2.1.2.2 Värmning

För att kunna valsa eller smida stål behöver materialet värmas till cirka 1250 °C. Ofta är materialkropparna stora och tunga och för att nå tillräckligt hög temperatur på kort tid behöver energislagen ha en hög energitäthet. Det innebär att energitillförseln oftast sker i form av olja eller gas. Brännarnas flammor bidrar också till bättre värmeöverföring genom omrörning av atmosfären i ugnarna. Stålindustrin har under lång tid arbetat med utveckling av förbränningsteknik för att nå ökad produktivitet, minskad energiförbrukning och minskade utsläpp. En viktig förändring som minskat utsläppen är övergången från olja till gas och framförallt möjligheten att använda flytande naturgas (LNG). Ett byte från olja till naturgas innebär en effektivisering på cirka 30 % när det gäller koldioxidutsläppen. Det innebär också avsevärt minskade utsläpp av kväveoxider och stoft.

Utsläppen från användning av fossila bränslen står för 12% av de direkta utsläppen.

Elvärmda ugnar används i viss utsträckning, men då vid bearbetning av material med relativt små dimensioner och vikter som gör att effektbehoven är förhållandevis låga och där strålningsvärme är tillräcklig för att uppnå jämn temperatur.

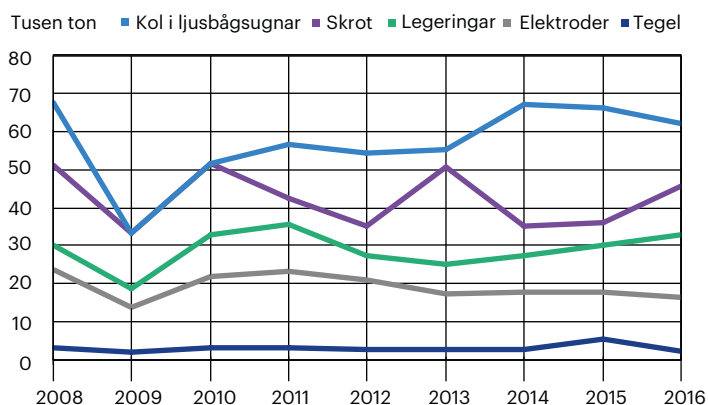
2.1.2.3 Värmebehandling

Stålet kan gå igenom flera värmebehandlingssteg under tillverkningen. Temperaturerna ligger i intervallet 600–1200 °C och värmebehandlingen kan pågå under relativt lång tid med hålltider i vissa temperaturintervall. Temperaturer över 1000 °C används vid värmebehandling av höglegerade och rostfria stål. Effektbehoven varierar utifrån utseende på respektive värmebehandlingscykel. Vid cykler med snabba uppvärmningsförlopp används ofta gas som bränsle för att tillföra energi. El är relativt vanligt förekommande i värmebehandlingsugnar i faser med långsamma värmeuppvärmningsförlopp eller hålltider och styrd svalning. Det förekommer också att det behövs en skyddande, dvs syrefattig, atmosfär i delar av värmebehandlingscykeln, vilket är lättare att skapa vid användning av bränslen. I vissa ugnar används en kombination av bränslen och el, framförallt vid värmebehandlingscykler med långa cykeltider och varierande temperaturnivåer.

2.1.3 Råvaror och tillsatsmaterial

Mindre mängder koldioxidutsläpp kommer från råvaror och tillsatsmaterial som behövs i smältprocesserna. I diagrammet nedan redovisas dessa utsläpp inklusive det kol som används i ljusbågsugnar i samband med skrotbaserad tillverkning.

Figur 2.4 Direkta utsläpp av koldioxid från svensk stålindustris användning av råvaror och tillsatsmaterial. Källa Jernkontoret.



En del av kolet från råvaror och tillsatser går in i stålet, slaggen eller andra fasta restprodukter medan resten blir koldioxid. Kol tillsätts till smältan av flera skäl. Det bidrar till att stålet får rätt kolhalt och att slaggen får rätt egenskaper. Gasutvecklingen gör att slaggen skummar, vilket gör att slaggen skyddar smältan och ugnsmaterialet bättre. Det förekommer att man använder ett reducerande körsätt i ljusbågsugnar. Ett reducerande körsätt används framförallt vid tillverkning av stålsorter där skrotråvaran har ett högt innehåll av värdefulla legeringsämnen som annars skulle gå till spillo i form av oxider. Vid ett reducerande körsätt fungerar koltillsatsen som reduktionsmedel.

Kalksten används i väldigt liten omfattning i ljusbågsugnar. De slaggbildare som normalt används har obetydliga kolhalter.

Sammansättningen av det tegel som används i ugnar är anpassad till hur processen ska köras för att vara effektiv och ge rätt sammansättning i smältan. Hur mycket teglet slits påverkas i stor utsträckning av mängden kalk och kol som används.

Råvaror som skrot och legeringar innehåller kol i olika halter. De legeringsämnen som tillsätts är sällan i form av rena grundämnen, utan i förening med framförallt järn, så kallade ferrolegeringar. I ferrolegeringar kan även kol förekomma i varierande utsträckning. Kolhalten i skrot beror på vilken sorts skrot som används och utsläppen påverkas även av vilken kolhalt som är önskvärd i slutprodukten.

Merparten av den energi som behövs i smältprocessen i en ljusbågsugn tillförs genom att elektriska ljusbågar alstras via grafitelektroder. Förslitning av elektroderna under smältprocessen ger ett visst upphov till utsläpp av koldioxid.

I konverter och skänkbehandling görs justeringar av kolhalten i stålet. Beroende på vilken typ av stål som ska tillverkas kan kolhalten behöva höjas eller sänkas. Vid till exempel tillverkning av rostfritt stål, som ska ha väldigt låga kolhalter, tillsätts syrgas till smältan vilket får kolet att reagera med syrgasen och bilda koldioxid.

I samband med gjutningen används gjutpulver för att inte stålet ska fastna i kokillerna (gjutformarna). Gjutpulvret skyddar också stålets yta från oxidation av luftens syre och det minskar temperaturförlusterna under gjutningen. För att styra uppsmältningsförloppet av pulvret så att det fungerar på bästa sätt så innehåller gjutpulvret vanligtvis 5–25 % kol. Under gjutförloppet oxideras en del av detta kol vilket kan ge upphov till små mängder av koldioxidutsläpp.

Tillsats av kol i ljusbågsugnar står för drygt 1% av de direkta utsläppen.

Kol i skrot och legeringar står för drygt 1% av de direkta utsläppen.

Utsläpp från förslitning av grafitelektroder står för 0,3% av de direkta utsläppen.



2.1.4 Interna transporter

Stålindustrin i Sverige har lång historia och är till stor del fortfarande etablerad där det en gång fanns tillgång på någon av de naturresurser som behövdes för tillverkningen; malm, vattenkraft och skog. På grund av den tekniska utveckling som skett avseende ståltillverkning har industriområden och lokaler ändrat användning i stor utsträckning sedan de ursprungligen byggdes. Det gör att det inte är speciellt vanligt med anläggningar som är helt integrerade där materialet genomgår samtliga processteg innan det lämnar en byggnad, vilket i sin tur leder till att materialet transporteras både mellan byggnader och mellan tillverkningsorter innan det är färdigt för leverans till kund.

Transport inom orter hanteras med kommersiellt tillgängliga fordons-typer och bränslen, oftast med någon form av truck eller dragfordon, vilka klassas som arbetsmaskiner¹⁰. Diesel är det vanligaste bränslet och utsläppen uppskattas till 10–15 tusen ton per år. Spårbunden trafik förekommer i viss utsträckning även inom industriområden, men är då inte elektrifierad, utan hanteras med dieseldrivna lok.

Transporten mellan tillverkningsorter sker med lastbil eller järnväg, med hjälp av externa aktörer. Systemtåg med fasta dagliga avgångar används för de allra största flödena: Luleå-Borlänge, Borlänge-Oxelösund, Smedjebacken-Boxholm och Hofors-Hällefors, medan övriga transporter mellan orter i regel sker via lastbil. Sjötransporter sker mellan Luleå och Oxelösund. Flera stålföretag i Sverige har även anläggningar i Finland och det sker en del materialtransporter mellan de svenska och finska orterna, huvudsakligen med fartyg och i vissa fall vidare med lastbil eller järnväg.

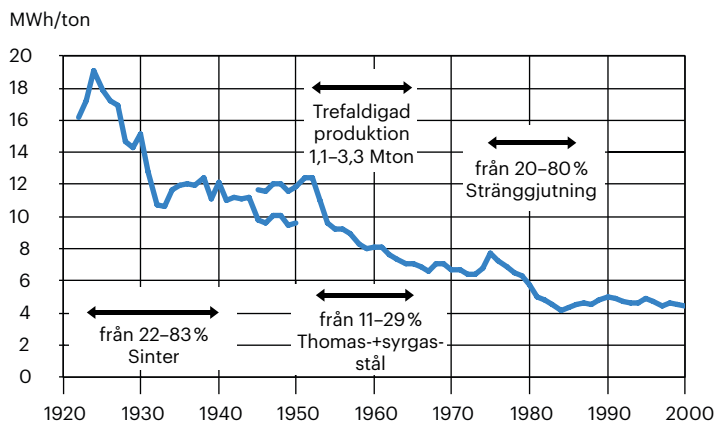
2.2 Utsläppsberäkningar och historisk utsläppsutveckling

Att kvantifiera utsläpp av koldioxid är en relativt ny företeelse där till exempel definitionen av vilka delar av järn- och stålindustrin som ingår i EU:s handelssystem endast har varit densamma sedan 2008. Att fastställa utsläppen från ståltillverkning kan vara relativt komplext, framförallt från den malmbaserade tillverkningen. De olika processtegen hänger ihop i både material- och energiflöden och att mäta koldioxid i till exempel processgaser är svårt då det rör sig om mycket stora gas-volymer, höga flöden och en varierande sammansättning i gaserna. Det går inte heller att definiera i vilket processteg de kolatomer har tillsatts som blir koldioxid respektive finns kvar i det färdiga stålet. Utsläppen beräknas i stället via en massbalansberäkning där både in- och utgående kolmängder i fasta material fastställs. Nettoresultatet av massbalansberäkningen används sedan för att beräkna utsläpp av koldioxid. För att se längre tillbaka i tiden kan statistik över kol- och energianvändning ge en viss information om utsläppen.

Stål finns i många olika kvaliteter. Därför säger utsläpp per ton ingenting om effektivitet i produktionen. Ett avancerat stål kräver mer bearbetning, men har längre livslängd och minskar utsläppen när det används.

Nedanstående diagram visar utvecklingen av energianvändningen, inklusive kol, per ton stål från 1922 till 2000. Förbrukningen av el ingår från och med 1945, vilket förklarar brottet i kurvan.

Figur 2.5 Energianvändning (inklusive processkol) per ton handelsfärdigt stål samt teknikförändringar inom svensk stålindustri. I diagrammet anges tidsspann för när nya processer införts som andelar av total produktion. Källa: Karl Fredrik Lindstrand och Jernkontoret.



Eftersom kol under lång tid var den huvudsakliga källan till energi så ger diagrammet en rimlig bild även av koldioxidutsläppen. Diagrammet visar en kraftig sänkning av energiförbrukningen per ton, men framförallt visar kommentarerna att de mest drastiska förbättringarna har skett i samband med införandet av ny teknik som inneburit väsentliga förändringar av processen. Ökad produktivitet och sänkta produktionskostnader har varit de främsta drivkrafterna för utvecklingen. Diagrammet visar även de skalfördelar som uppnåtts i samband med en trefaldig ökning av produktionsvolymen.

Över kortare tidsperspektiv så är relativa mått såsom utsläpp eller energianvändning per ton stål inga bra indikatorer för att analysera utvecklingen. För ett stål av hög kvalitet som innebär effektiviseringar hos slutanvändaren behövs normalt mer energi vid tillverkningen vilket kan innebära lite mer utsläpp. Vinsten i livscykelperspektivet kan dock vara mycket större. Effektiviseringsindikatorer som relaterar till ekonomiska mått, till exempel förädlingsvärde, påverkas av externa faktorer som egentligen inte har med effektiviteten i processen att göra, som exempelvis energi- och råmaterialpriser, produktionsnivåer och konjunktur¹¹.

2.3 Indirekta utsläpp

De indirekta utsläppen från ståltillverkning består av utsläpp från tillverkning av råvaror, produktion av el samt utsläpp från ankommande och avgående transporter och utsläppen sker både på svenskt territorium och utanför Sveriges gränser. För den skrotbaserade ståltillverkningen kan de indirekta utsläppen vara lika mycket eller mer jämfört med de direkta utsläppen från de egna processerna.

Att kvantifiera de indirekta utsläppen från svensk ståltillverkning på en övergripande nivå är mycket komplext och stora förändringar kan ske snabbt vid till exempel byte av leverantörer, transportsätt eller råvarukällor. Det kan skilja sig avsevärt mellan företagen beroende på legeringsinnehåll i stålprodukterna eller möjligheter till val av transportsätt. De indirekta utsläppen från ståltillverkning redovisas av företagen som en del av de livscykelanalyser (LCA) som används för systematisk utvärdering av miljöpåverkan från jämförbara slutprodukter.

2.3.1 Järnmalm

Vid direktreduktion används järnmalm i form av fines, det vill säga krossad och anrikad malm. För att fungera på bästa sätt i masugnen behöver malmen tillsättas som lagom stora, porösa och lättreducerade stycken, så kallade pellets eller sinter.

Järnmalm förekommer i jordskorpan i två varianter där hematitmalm, som består av järnoxiden Fe_2O_3 , är den vanligast förekommande i världen. I de svenska malmfälten bryts magnetitmalm som består av en järnoxid med lägre syrehalt, Fe_3O_4 . Den svenska malmen har även ett högt järninnehåll i relation till mängden gråberg, vilket möjliggör en effektiv brytning.

I Sverige tillverkas pellets i anslutning till malmbrytningen. Den krossade järnmalmen bakas ihop till pelletskulor med tillsats av bindemedel. I samband med värmningen oxideras magnetiten till hematit, Fe_2O_3 . En viss mängd bränsle åtgår för tillverkningen av pellets från magnetit men tack vare den värmealstrande oxidationen av järnoxid åtgår betydligt mindre energi och därmed genereras lägre utsläpp av koldioxid, än vid tillverkning från hematitmalmer.

De svenska pelletsprodukterna är anpassade för att bidra till en effektiv reduktionsprocess i masugnen. Svensk stålindustri har ett kontinuerligt nära samarbete med gruvindustrin i forsknings- och utvecklingsfrågor, som bland annat syftar till att reducera utsläppen i hela processkedjan.

De geografiska lokaliseringarna och tillgången till järnväg och hamnar gör att transporter av malm till de svenska malmbaserade stålverken blir korta och climateffektiva.

2.3.2 Legeringar

De legeringsämnen som används i ståltillverkning finns naturligt i jordskorpan i form av oxidiska eller sulfidiska mineral. Legeringar, i den form de tillsätts vid ståltillverkning, framställs genom reduktion av respektive mineral. Vid framställningen av legeringsämnen används kol för att reducera oxiderna i mineralen. Koldioxidutsläppen i samband med legeringstillverkning varierar, dels beroende på syrehalt i mineralet, dels beroende på halten av restkol i den färdiga legeringsprodukten. Halten av restkol har en stark koppling till priset på legeringar och legeringar med relativt hög kolhalt är ofta billigare. En högre kolhalt i legeringsprodukten innebär även att en del av utsläppen flyttas till ståltillverkningen. De sammanlagda utsläppen i värdekedjan påverkas inte nödvändigtvis av kolhalten i legeringsprodukten. Högre kolhalt i legeringarna innebär att reduktionsprocessen inte drivits lika långt i legeringstillverkningen vilket till och med kan vara en fördel i ett livscykelperspektiv. Beroende på önskad kolhalt i det färdiga stålet kan kolet som tillförs via legeringar användas för att höja kolhalten i slutjusteringen av stålets sammansättning, vilket minskar den totala mängden kol som oxideras i värdekedjan.

2.3.3 Kalk

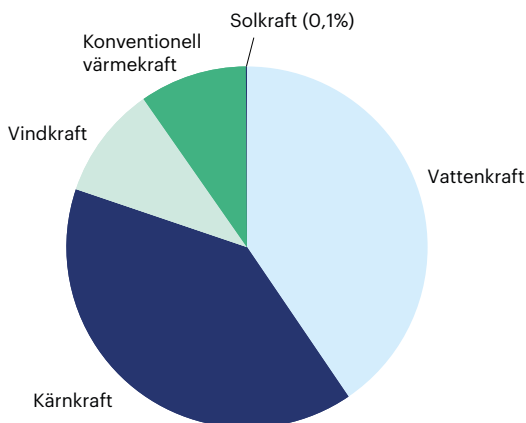
Kalk används både i form av kalksten och bränd kalk. Kalksten består nästan helt av kalciumkarbonat (CaCO_3) och när den hettas upp avgår koldioxid. Tillverkningen av bränd kalk sker ofta i anslutning till stålverken men inkluderas inte i branschens direkta utsläpp. Valet mellan att använda kalksten eller bränd kalk påverkar inte de totala utsläppen i värdekedjan, utan enbart var utsläppen sker. Ur ett livscykelperspektiv kan kalken bidra med en väsentlig del av utsläppen.

Den kalk som används i svensk stålindustri bryts till största del i Sverige. Svensk kalk är av hög och jämn kvalitet och den geografiska lokaliseringen bidrar till korta transporter.

2.3.4 El

Stålindustrin förbrukade 4,4 TWh el 2016, vilket motsvarar knappt 9% av den totala industriella förbrukningen och drygt 3% av den totala elförbrukningen i Sverige¹². I dagsläget är elförbrukningen i stort sett fri från indirekta utsläpp beroende på mixen i den svenska elproduktionen. Det är en tydlig fördel jämfört med många andra länder. En ökning av den svenska andelen av världens stålproduktion, med bibehållen svensk elproduktionsmix, skulle därför leda till minskningar av de globala utsläppen.

Figur 2.6. Sveriges elproduktion 2016, totalt 152 TWh.
Källa: Energimyndigheten.



2.3.5 Externa transporter

Stålintustrins försörjning av råvaror, förbrukningsmaterial och energi samt transporten av färdiga stålprodukter till kund ger upphov till indirekta utsläpp via externa transporter. Mängden utsläpp påverkas till stor del av valet av transportsätt, men även av fyllnadsgrad och energimix vid elproduktion i de fall transporter sker utanför Sverige. Valet av transportsätt styrs idag i viss mån av miljöpåverkan men framförallt av kostnadseffektivitet, flexibilitet och kanske i ännu högre utsträckning av leveranssäkerhet. Kraven på kapitaleffektivitet i värdekedjan leder till begränsad lagerhållning och höga krav på leveransprecision. En avgörande faktor vid valet av transportsätt är också infrastrukturens situationen både vid anläggningen och hos mottagaren. Omlastningar mellan trafikslag är dyrt, tar tid och kan ge skador på det som transporteras.

Transport av ankommande material, halvfabrikat mellan egna tillverkningsorter och avgående produkter sker huvudsakligen med hjälp av externa aktörer. Utsläppen från dessa transporter kommer till stor del att omfattas och påverkas av de åtgärder som omfattar transportsektorn generellt.

När det gäller huvuddelen av de skrotbaserade verkens försörjning av olegerat skrot, så drivs det via AB Järnbruksförnödenheter, som är ett inköpsarbete som fördelar skrotet till stålverken i syfte att minimera transporterna och att samordna importen vid de tillfällen skrotoavgången i Sverige inte är tillräckligt hög för den rådande efterfrågan. Lågt intresse från järnvägsoperatörerna gör att en stor del av transporterna av olegerat skrot sker via lastbil. Transporterna av höglegerat och rostfritt skrot sker normalt via lastbil från närområden och med tåg eller båt från kontinenten.

Transporter av råvaror såsom kol och koks samt kalk till de malmbaserade verken sker med fartyg, medan järnmalm fraktas med järnväg och fartyg beroende på anläggningens geografiska placering.

Legeringsämnen transporteras huvudsakligen med lastbil från närområden och med båt från kontinenten för vidare transport med lastbil till stålverken.

Transporter av olja och gaser sker via den infrastruktur som är uppbyggd för respektive energislag. Gasol transporteras till största del med järnväg, under förutsättning att det finns tillgång till järnvägsspår, och LNG och olja transporteras med lastbil.

Transporter till Nord- och Sydamerika samt Asien sker till uteslutande delen med båt och förbättringarna i leveranssäkerhet vid alternativa transportsätt är inte kostnadsmässigt motiverade. Inom Europa är det dock relativt vanligt med lastbilstransporter i relation till sjö- och järnvägstransporter. Konkurrensmässigt har järnvägen en nackdel med låga genomsnittshastigheter, bristande flexibilitet och låg leveransprecision. Järnvägsnätet i Europa lider av bristande underhåll och är inte heller utbyggt på ett sätt som gör att det går att undvika dyra omlastningar. Som ett exempel i Sverige har Uddeholm i Hagfors inte tillgång till järnvägsspår, vilket påverkar både ankommande och avgående transporter. Situationen avseende omlastningar har förbättrats med tillgång till intermodala transporter, där lastbilstrailers transporteras med sjö eller järnväg mellan kombiterminaler i två knutpunkter och kopplas till en dragbil för de första och sista delarna av transporten. En utbyggnad av antalet kombiterminaler skulle göra att den relativa delsträckan med dragbil kan minskas.





3

Möjliga åtgärder för utsläppsminskningar

**Stålindustrin satsar
132 miljoner kronor
under 2013–2017 i
forskning avseende
effektivare energi-
användning via sam-
verkansprogrammet
JoSEn.**

För att nå det svenska klimatmålet 2045 ska utsläppen av fossila växthusgaser inom Sveriges gränser minskas med minst 85% jämfört med nivån 1990. Det kommer att innebära ett vägval för svensk industri avseende hur resurser ska riktas, beroende på om forsknings-, utvecklings- och innovationsarbete ska sträva mot att minska utsläppen så långt det är möjligt, eller att helt eliminera de fossila utsläppen. Vägvalen påverkar även de framtida kraven på infrastruktur, stöd och finansiering på olika sätt beroende på vilka tekniker som resurserna koncentreras till.

Detta avsnitt beskriver tekniker och utvecklingsbehov för minskning eller eliminering av utsläppen i Sverige. Utvecklingsbehovet kommer i stor utsträckning att finnas inom stålindustrins processer men även inom områden som berör andra branscher, som till exempel transporter och energiproduktion.

3.1 Reduktion av järnmalm

3.1.1 Masugnsprocessen

Tekniken att, med hjälp av kol, reducera järnmalm till järn i en masugn bedöms ha en historia som sträcker sig cirka tusen år tillbaka i tiden. Användningen av upphettat stenkolk i form av koks startade i början av 1700-talet i England. Masugnen är en extremt energieffektiv process, som utvecklats och effektiviserats under lång tid och de svenska masugnarna bedöms vara nära den teoretiska gränsen när det gäller mängden kol som behövs för reduktionsarbetet. Det finns alltså endast mycket begränsade effektiviseringsvinster kvar i masugnsprocessen som kan minska koldioxidutsläppen.

Minskningar av de fossila utsläppen från masugnen kan ske genom att:

- reduktionsmedlet delvis byts ut mot biokol.
- syrgas används i stället för luft kombinerat med cirkulation av processgaser, så kallad toppgasrecirkulering.
- koldioxid fångas in och lagras.

För att helt överge kol måste dock själva masugnsprocessen bytas ut eftersom den bygger på användning av koks, dels som reduktionsmedel, och dels som material för att uppnå den genomsläpplighet av gaser som är nödvändig i processen.

3.1.2 Direktreduktion

För att komma bort från kol kan man använda vätgas som reduktionsmedel. Det skulle kunna ske i en direktreduktionsprocess där järnmalm reduceras till järnsvamp och restprodukten blir vatten i stället för koldioxid. I den processen sker ingen smältning och järnsvampen måste sedan smältas i en ljusbågsugn för att stål ska kunna tillverkas.

SSAB har tillsammans med LKAB och Vattenfall, format ett samarbetsprojekt, HYBRIT¹⁴ Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology, som syftar till att utveckla teknik för en direktreduktion av järnmalm med vätgas som reduktionsmedel. Samarbetsprojektet omfattar hela värdekedjan från pelletisering av malmen till färdigt stål. För att processen ska vara fossilfri förutsätter det att tillverkningen av vätgas också sker utan fossila utsläpp. För att nå detta är projektets inriktning att vätgasproduktionen ska ske med hjälp av fossilfri elektricitet och omfattar därför även utveckling av storskalig teknik för produktion av vätgas med hjälp av elektrolys samt lagring av vätgas.

Projektet kräver omfattande forskning på reduktionsprocessen dels vad gäller mekanismer för reaktionerna mellan malm och vätgas, dels för uppskalning av processerna för att kunna nå en kapacitet som motsvarar dagens produktion. Tidsplanen för projektet är att en pilotanläggning med reduktionsprocess och vätgasproduktion ska byggas och testas under 2018–2024. Därefter startar en demonstrationsfas där en större anläggning ska byggas och testas, 2025–2035. Målet med projektet är att tekniken ska ha provats i demonstrationsskala före 2035.

För sådana här stora projekt är det viktigt att investeringar i nya anläggningar kan göras när den gamla anläggningen nått sin tekniska livslängd och det annars skulle behövts en reinvestering. I planen för HYBRIT-projektet ingår att koksverk och masugnarna ska läggas ner och ersättas med ljusbågsugnar för ståltillverkningen. Det innebär att den första ljusbågsugnen, som planeras i Oxelösund, behöver vara i drift 2025 för att kunna bedriva en kontinuerlig produktion. Innan järnsvampsproduktion är igång baseras då produktionen på främst skrotråvara. Konsekvenserna av den omställningen blir också stora för den totala energiförsörjningen för anläggningen och det omgivande samhället eftersom processgaser från koksverk och masugnar idag används som bränsle i ugnar och för kraftvärmeproduktion. En förutsättning för omställningen i Oxelösund är att en högspänningsledning byggs fram till SSAB:s anläggning före 2025.

”Med vårt initiativ för fossilfritt stål, HYBRIT, har vi en möjlighet att revolutionera stålproduktionen i grunden. Det skulle innebära en möjlighet att minska Sveriges koldioxidutsläpp med 10 procent.”

Martin Lindqvist
vd, SSAB

*”Probiostål är ett världs-
unikt projekt där vi nu
bygger en anläggning
för biobaserad energi-
gas och biokol för
användning i Höganäs
metallpulverproduktion.
Om projektet blir fram-
gångsrikt kan tekniken
användas både av
andra stålföretag och
i andra branscher”.*

Fredrik Emilsson
vd, Höganäs

3.1.3 Höganäsprocessen

Den andra typen av malmbaserad produktion av järn som förekommer i Sverige idag, är tillverkning av järnpulver i Höganäsprocessen. Där bedömer man att det inte går att ersätta kol med annat reduktionsmedel utan att järnpulvrets egenskaper påverkas på ett negativt sätt. Det fossila kol som används skulle eventuellt kunna ersättas med ett förädlad biobaserat kol. Det ställs dock höga kvalitetskrav på kolet om det ska kunna användas i processen. Kolet behöver vara rent och får inte innehålla ämnen som till exempel fosfor eller alkalimetaller för att kunna användas. För att få rätt förhållande mellan malm och kol i processen måste kolet ha tillräckligt hög densitet. För att biokolet inte ska brinna upp vid för låga temperaturer, dvs innan någon reduktion av malmen påbörjats, behöver kolet bli mindre reaktivt, vilket koksning och även kompaktering kan bidra till. För att tillverka ett biokol som uppfyller de kraven krävs utvecklingsarbete, dels för att identifiera lämpliga råvaror, dels för att utveckla processen. Processen kräver också ett gasformigt bränsle i tunnelugnen som har en sammansättning motsvarande naturgas. Biogas av hög kvalitet skulle vara en möjlighet.

PROBIOSTÅL¹⁵ är ett projekt som syftar till att utvärdera möjligheten att bygga ett flexibelt system för förgasning av bioråvaror som är både ekonomiskt och miljömässigt rimligt för tillämpning i järn- och stålindustrins processer. Projektet har som mål att:

- Bygga en fungerande pilotanläggning på 6 MW som kan driva en ugn vid Höganäs med 0–100 % syntesgas baserad på bioråvara.
- Undersöka om det är möjligt att använda biokol som produceras i anläggningens pyrolyssteg för att reducera malm och att fastställa nödvändig efterbehandling. Järnpulvret som produceras med biokol ska uppfylla dagens materialspecifikation för reducerat material.
- Undersöka möjligheten att avskilja vätgas ur syntesgasen för användning i metallpulverproduktionen.

3.1.4 Övriga tekniker

Avskiljning och lagring av koldioxid, ofta benämnt CCS (Carbon Capture and Storage), och avskiljning och användning av koldioxid, CCU (Carbon Capture and Utilization), är tekniker där utvecklingsarbete pågår. CCS är enbart relevant för stora utsläppspunkter vilket inom stålindustrin skulle vara masugnarna. En effektiv avskiljning förutsätter att masugnen använder syrgas i stället för luft och att processgaserna cirkuleras tillbaka in i masugnen, s.k. toppgascirkulering. Att enbart införa det första steget med syrgas och cirkulation skulle kunna minska utsläppen med cirka 20 %, men skulle innebära omfattande ombyggnad av de befintliga masugnarna.

Forskning för lägre utsläpp inom malmbaserad stålproduktion har bedrivits inom ett stort europeiskt program, ULCOS, (Ultra-Low Carbon dioxide Steelmaking) under 2004–2010. Projekten omfattade olika varianter av reduktionsprocesser kombinerat med CCS samt även elektrolys. Inom Bastorprojetten¹⁶ har också möjligheterna till lagring av koldioxid i Östersjön undersökts. Svensk stålindustri har deltagit i projekten men bedömer att det inte är den bästa vägen framåt för svenska anläggningar, inte minst för att de är jämförelsevis små och är geografiskt utspridda, vilket gör det svårt att uppnå kostnadseffektivitet.

Det pågår även initiativ för att se över möjligheten att använda processgaser från masugnar för produktion av till exempel bränslen såsom metanol.

Att helt ersätta masugnens koks med biokoks bedöms inte som en framkomlig väg för svensk stålindustri. Koksen måste ha hög hållfasthet för att den inte ska krossas och brinna upp i masugnen. Detta är svårt att uppnå med biokoks. Även om biokoks skulle klara kraven för storskalig masugnsdrift skulle det inte vara realistiskt på grund av den stora mängd som behövs för att upprätthålla dagens produktionsvolym för järnframställning.

Däremot skulle biomassa kunna användas för att minska koldioxidutsläppen genom att ersätta en del av kol- och koksanvändningen. Modern forskning bedömer att den teoretiska potentialen att på detta sätt minska koldioxidutsläppen ligger på omkring 30 %^{17,18}. Detta gör biomassan intressant på kort och medellång sikt, dvs så länge dagens svenska masugnar ännu är i drift. Det pågår flera forskningsprojekt som tittar på olika tekniska aspekter av att ersätta kol och koks i masugnen med biomassa. Innan implementering i fullskala krävs dock ytterligare forskning och utveckling. Eftersom biomassan är en begränsad resurs och stor osäkerhet råder kring hur marknaden för biomassa kommer att se ut måste fortsatt forskning- och utveckling väga in tillgång till biomassa i konkurrens med annan användning.

Den europeiska stålindustrins samarbetsorganisation Eurofer har tagit fram en masterplan som visar möjliga sätt att minska koldioxidutsläpp. Dessa är SCU (Smart Carbon Usage, smart kolanvändning) som omfattar processintegration för att minska kolbehov och CCU/CCS, CDA (Carbon direct avoidance) alternativ till kolanvändning samt återanvändning och återvinning inom den cirkulära ekonomin. Målsättningen är att detta ska bli en specialsatsning, ibland betecknad Big Scale Initiative, inom nionde ramprogrammet för forskning. Under 2018 uppdaterar Eurofer också sin Low Carbon Steel Roadmap¹⁹ från 2013 och en analys av befintlig status görs inom RFCS-projektet LowCarbonFuture. Den europeiska stålplattformen ESTEP fungerar som en viktig kommunikationslänk gentemot den europeiska kommissionen.



3.2 Varmbearbetning och värmebehandling

Värmning inför varmbearbetning sker till största delen i bränsleeldade ugnar i temperaturintervallet 1200–1300°C. Det förekommer viss uppvärmning med hjälp av el när materialkropparna är relativt små, och ugnarna utformade på ett sätt som innebär lägre behov av konvektion, dvs omrörning av luften i ugnsatmosfären. De höga temperaturnivåerna begränsar tillgången till kommersiellt tillgänglig teknik för elektrisk uppvärmning och de utrustningar som är tillgängliga är i dagsläget avsevärt mycket dyrare än bränsleeldade utrustningar. Val av uppvärmningsteknik styrs också av praktiska aspekter i processkedjan som utrymme, kapacitet i nästa steg etc. Branschens samlade installerade effekt i bränsleeldade värmningsugnar är cirka 1000 MW. Vi bedömer att en mindre del av detta kan elektrifieras men den största delen kommer även i framtiden att ha behov av bränslen. Idag används främst gasol eller naturgas vilket gör att en övergång till biogas eller biogasol kan göras utan större processförändringar. Elektrifiering är ett specifikt område som kan generera behov av ytterligare forskning avseende tillämpningar i temperaturområden över 1000°C.

Värmebehandling sker vid temperaturer i intervallet 600–1200°C och är delvis redan elektrifierad. Med den teknik som är kommersiellt tillgänglig idag bedöms det vara tekniskt fullt möjligt att öka användningen av el som energikälla i samband med värmebehandling. Några undantag finns där temperaturnivåerna är högre än 1000°C eller där det krävs en anpassad ugnskonstruktion eller speciell ugnsatmosfär, för att nå önskade egenskaper på produkten. Bränsleanvändning bidrar också till en effektivare värmefördelning i ugnen. En elektrifiering av stålindustrins värmebehandlingsanläggningar pågår, dels genom konvertering av befintliga bränsleeldade ugnar, dels genom installation av helt nya ugnar. Det är ändå fråga om stora investeringar i utrustning med lång ekonomisk livslängd och de tekniska och ekonomiska fördelarna av en elektrifiering måste vägas mot kvarvarande livslängd i bränsleeldade ugnar. En konvertering kommer att ske över tid och ombyggnad sker när det är ekonomiskt försvarbart. Branschens samlade installerade effekt i bränsleeldade värmebehandlingsugnar är cirka 250 MW.

En förändring av energitillförseln påverkar också behovet av infrastruktur för respektive energislag. Elektrifiering kommer att kräva ökad kapacitet i elsystemet, både avseende distribution inom stålindustrins anläggningar, och i den externa matningen till anläggningarna och elproduktionen. Påverkan på elnätet varierar beroende av verksamhetsort och hur stora effektbehov som konverteras, men kapaciteten i elnätet är en viktig parameter när beslut om investeringar ska tas.

De senaste årens övergång till naturgas och gasol har medfört att processutrustningen är förberedd för biogas eller biogasol den dag dessa finns tillgängliga på marknaden till ett konkurrenskraftigt pris. Det förutsätter att de biobaserade gaserna håller samma kvalitet som fossila gaser. Eftersom bränslet förbränns i det utrymme där stålet ligger så påverkas materialet av ugnsatmosfären och det är viktigt att bränslet inte innehåller föroreningar som kan skada ytan. Bränslets egenskaper får inte heller variera över tid eftersom det kan påverka temperaturstabilitet och effektiviteten i förbränningen. Fasta eller flytande bränslen av varierande kvalitet är därmed inte användbart. För att biobaserade bränslen ska vara långsiktigt konkurrenskraftiga måste en kostnadseffektiv processkedja utvecklas som omfattar allt från uttag av lämplig råvara till tillverkning av bränsle.

Även vätgas kan vara ett komplement för energitillförsel till värmningsugnar. Vätgas har dock andra egenskaper än de vanliga bränslena. För att bedöma möjligheten för vätgasanvändning behövs ytterligare forsknings- och utvecklingsinsatser avseende till exempel påverkan på produkten av högre fukthalt i ugnarna, behov av nya brännare, säkerhetsfrågor och infrastruktur.

FlexVärmeStål²⁰ är ett projekt som syftar till att undersöka stålindustrins möjligheter att använda olika energibärare, eller kombinationer av energibärare, för värmning och värmebehandling. Projektet ska analysera förbränningstekniska förutsättningar, men även befintliga förutsättningar avseende stålproduktion, energisystem och marknadsförutsättningar för respektive energislag.

3.3 Från smältning till gjutning

Tillverkning av stål förutsätter att materialet smälts till flytande form. Smältprocesserna optimeras utifrån många parametrar som hög produktivitet, låg energianvändning, låg förslitning av material och minimalt behov av legeringstillsatser. Processerna vidareutvecklas och effektiviseras kontinuerligt för att anpassas till nya produkter och råvaror. Eftersom investeringar och volymer är stora och misstag således kostsamma behöver utvecklingsarbetet kunna stödja sig på vetenskaplig forskning.

**Ökad elektrifiering
kommer att ställa
högre krav på
eltillförseln.**

*”Betänk att bara +-5
grader (av ca 1250) i
ugnen kan göra hela
skillnaden för vilken
sorts stål du får ut”.*

Gert Nilson
teknisk direktör,
Jernkontoret

Allt stål innehåller kol, annars är det inte stål.

Kol som tillsätts i smältan har flera uppgifter, framförallt att skapa en bra slagg, ge förutsättningar för att bevara legeringsämnen i smältan och att ge stålet avsedd kolhalt. Här har kol egenskaper som är unika, som gör att det inte kan ersättas av andra ämnen. Dagens kolråvaror skulle kunna ersättas med biobaserade kol. För detta krävs forskning och utveckling av lämpliga kolprodukter som är anpassade till var och när de ska in i processerna.

Utsläpp från tegel och kalk bör ses i kombination med koltillsatser och hanteras i kontinuerlig utveckling av smältprocesserna.

Behovet av primära legeringsämnen kan minskas genom en förfinad användning av legeringshaltigt skrot förutsatt att legeringarna kan behållas i stålet genom hela smältprocessen. Det kräver förbättrade rutiner och metoder för sortering av skrot, vilket inte enbart innebär bestämning av sammansättning, utan även att fysisk hantering kan utföras på ett säkert och kostnadseffektivt sätt. Utvecklingen mot ökad specialisering ställer dock krav på snävare toleranser avseende sammansättningen i stålet och det kan vara enklare att uppnå rätt sammansättning genom att tillsätta primärlegeringar i slutet av processen.

De elektroder som används för energitillförsel till ljusbågsugnar och skänkgugnar använder speciella kolprodukter som råvara. Det finns idag inga andra typer av elektroder som kan hantera den höga spänningen och temperaturen.

Det bränsle som används i ljusbågsugnar, skänkar och vid gjutning skulle kunna ersättas av biobaserade, gasformiga bränslen.

Den utveckling som sker av gjutpulver tillsammans med leverantörerna är driven av kvalitetsförbättringar och behov av repeterbarhet i processen. Att minska kolmängden i gjutpulver för att minska utsläppen är inte en prioriterad fråga då det handlar om försumbara utsläppsmängder.

3.4 Stödprocesser

Olja, gasol och naturgas används i viss utsträckning i stödprocesser i anslutning till tillverkning och bearbetning av stål. Exempel på stödprocesser är skrotskärning, syraregenerering, reservkraft, produktion av processånga och lokaluppvärmning. Vissa av dessa stödprocesser kan elektrifieras, medan andra kommer att behöva tillgång till förnybara bränslen. Det finns även en kvarvarande potential för intern användning av restenergier som ännu inte genomförts av lönsamhetsskäl.

3.5 Energieffektivisering

Energi har alltid stått för en väsentlig del av kostnaden för att tillverka järn och stål. En eliminering av de fossila utsläppen i svensk stålindustri innebär inte att arbetet med energieffektivisering kommer att minska i betydelse. Energikostnaden bedöms även fortsättningsvis vara en avgörande del av branschens kostnader, oavsett vilka utsläpp energianvändningen genererar, vilket gör att energieffektivisering kommer att vara en viktig konkurrensfaktor även i framtiden. Möjligheterna till effektivisering måste vägas mot andra mål och kontinuerligt arbete med energieffektivisering innebär inte nödvändigtvis att den totala energianvändningen minskar. Teknikskiften för att eliminera utsläppen av växthusgaser kommer troligen leda till ökad energianvändning. Ett exempel är den mycket energieffektiva masugnen som också genererar bränsle till både andra processer och el- och värmeproduktion. För att täcka dessa behov krävs andra lösningar i framtiden.

En stor del av energianvändningen i ståltillverkning är omvandlingsenergi som behövs för att uppnå de temperaturer som krävs i olika processteg. Det innebär i sin tur att det finns ett teoretiskt minimum av energi som behöver tillföras till respektive processteg i relation till den kvantitet som tillverkas och vissa processteg bedöms idag vara nära sin teoretiska gräns.

Skalfördelarnas påverkan av energieffektiviteten är betydande vid tillverkning av stål. Den svenska stålindustrins strategiska inriktning avseende specialisering innebär bland annat att poststorlekarna är mindre än vid storskalig ståltillverkning. Specialisering och hög flexibilitet gentemot kund är en allt viktigare konkurrensfaktor som minskar möjligheten att energieffektivisera genom att utnyttja skalfördelar i tillverkningen. Även lokaliseringen av branschens anläggningar, med relativt små enheter spridda på flera orter, påverkar möjligheterna till energieffektivisering i tillverkningskedjan.

Det pågår ett fortlöpande arbete i branschen med effektivisering av energianvändningen i stödprocesser för att driva pumpar, fläktar, belysning, hydraulik och annan utrustning som behövs för processen. De effektiviseringar som uppnås i dessa utrustningar är inte försumbara, men ändå relativt små i relation till förbrukningen av processenergi. I de fall det behövs investeringar för att åstadkomma effektiviseringar konkurrerar de med andra investeringar och måste kunna göras på kommersiella grunder.

Oavsett om processerna är nära sin teoretiska gräns avseende tillförd energi eller inte, finns det möjlighet att ta tillvara restenergi från dessa processer. Energi som använts i processer med höga temperaturkrav, till exempel värmning, kan återanvändas i processer med lägre temperaturkrav såsom torkning eller fjärrvärmeproduktion. Ett ökat och effektiviserat tillvaratagande av restenergier måste utvecklas i samarbete med andra aktörer och det är även viktigt att utveckla effektiva metoder för distribution av lågtempererad energi då en relativt stor del av branschen är lokaliserad till mindre orter. Det är också viktigt att utformningen av styrmedel inte missgynnar restenergi i relation till andra energislag.

”På grund av den stora internationella konkurrensen som stålindustrin utsätts för så har energieffektivisering varit avgörande för att kapa kostnader. Företagen har kommit långt men det är ett kontinuerligt arbete”.

Helen Axelsson
energi- och miljödirektör,
Jernkontoret

Det finns ett flertal tänkbara forskningsområden avseende restenergier. Tekniker för att omhänderta strålningsvärme har testats i pilotskala, men behöver utvecklas för att fungera på ett effektivt sätt i industriell skala. Teknik behöver också utvecklas för elproduktion från lågtempererade flöden. Dagens anläggningar har låga verkningsgrader och är inte konkurrenskraftiga.

3.6 Utbytesförbättringar

Totalt användes 570 miljoner ton skrot för ståltillverkning i världen under 2012. 200 miljoner ton av dessa föll i stålindustrins egen vidareförädling²¹. Att förbättra de egna utbytena är viktigt för att minska energianvändningen och förbättra kostnadseffektiviteten i hela processkedjan. Varje förbättring av utbytet i processerna innebär minskade utsläpp i ett livscykelperspektiv och innebär att kontinuerlig processutveckling är ett prioriterat utvecklingsområde.



3.7 Indirekta utsläpp

Stålindustrin kan framförallt påverka de indirekta utsläppen genom att göra aktiva val av produkter, tjänster och leverantörer. Möjligheten att påverka de indirekta utsläppen från leverantörernas processer är förhållandevis begränsad men med krav på information om klimatpåverkan kan stålindustrin på sikt påverka leverantörer och kunder i värdekedjan.

Ett sätt att minska de indirekta utsläppen är att optimera användningen av återvunnet sorterat skrot och dess innehåll av järn och legeringsämnen, och på så sätt minska behovet av jungfruliga råvaror. 120 miljoner ton av den globala skrottillförseln under 2012 föll hos stålindustrins kunder i samband med tillverkning av slutprodukter²². Det skrot som faller i kundernas processer går tillbaka till stålföretagen så långt det är ekonomiskt motiverat med hänsyn till transportavstånd, vilket varierar beroende på hur stort innehållet av värdefulla legeringsämnen är.

Det finns ett stort värde i att förbättra kundernas materialeffektivitet i form av mindre spill genom att stålet levereras med snävare toleranser. Stål används samtidigt i alltmer komplexa konstruktioner och i kombinationer med andra material, vilket riskerar att försvåra en effektiv återvinning. Stålindustrin och dess kunder behöver därför anpassa produkter och konstruktioner på ett sätt som underlättar framtida återvinning samtidigt som man strävar efter så hög materialeffektivitet som möjligt.

System för insamling och sortering av skrot är redan idag relativt väl fungerande i Sverige. För att säkerställa att värdefulla legeringsämnen tas tillvara på ett så bra sätt som möjligt och för att säkerställa att oönskade ämnen sorteras bort, behöver dock systemet förbättras ytterligare.

Det utsläpp från råvaror som identifierats som svårast att påverka är utsläppen från stålindustrins användning av kalk. Nivån på utsläppen påverkas inte i någon större utsträckning av i vilken form kalken tillsätts i ståltillverkningen, utan påverkar bara var utsläppen sker. På grund av kalkens renande funktion i ståltillverkning görs bedömningen att möjligheten att åstadkomma betydande minskningar av utsläppen genom recirkulationen i processerna är begränsad. För att påverka utsläppen från kalkanvändning behöver forskningsinsatser genomföras med inriktning på att minska behovet av kalk vid ståltillverkning.

De svenska
stålföretagens
genomsnittliga
orderstorlekar
varierar från
50 kg till 60 ton.

3.8 Transporter

Minskning av utsläppen från transporter får inte innebära begränsningar av transportarbetet²³. Svensk stålindustri är helt beroende av att kunna transportera råvaror och produkter mellan Sverige och resten av världen. Tre viktiga områden som kan bidra till att minska transportsektorns utsläpp av växthusgaser är 1) ökad transporteffektivitet; 2) energieffektiva fordon; och 3) fossilfria energislag.

Stålindustrin som transportköpare strävar kontinuerligt efter att introducera åtgärder som syftar till ökad transporteffektivitet, till exempel genom att utnyttja olika kombinerade och mer intelligenta transportlösningar, eftersom det utöver positiva miljöeffekter också ger bättre transportekonomi. Effektiviseringsprojekt avseende interna materialflöden kommer att fortsätta drivas av konkurrenskraftsskäl oavsett hur energitillförseln sker i framtiden. Det gäller även transporter av ankommande och avgående material och produkter via externa aktörer, där valet av transportsätt även fortsättningsvis förväntas styras av kostnadseffektivitet och leveranssäkerhet i stor utsträckning.

Stålindustrin deltar dessutom aktivt i utvecklingsprojekt som drivs inom transportsektorn avseende elektrifiering, inklusive bränslecellsdrift. En fossilfri transportsektor omfattar även en övergång till flytande och gasformiga biobaserade drivmedel och vissa företag i stålindustrin ställer redan idag krav på fossilfria bränslen vid upphandling av transporttjänster. Stålindustrin har för avsikt att följa utvecklingen på kommersiella villkor.



3.9 Prioriterade forsknings- och utvecklingsområden

Stålindustrins processer har varit föremål för omfattande forskning under lång tid. Offentligt finansierade forskningsprogram har pågått i det närmaste kontinuerligt sedan 1980-talet. Det finns därmed en väl fungerande samverkan mellan industri och forskningsutförare inom området.

Forskning och utveckling som syftar till att möjliggöra smartare stål-användning genom förbättrade produkttegenskaper och effektiviseringar i värdekedjan är sedan länge högt prioriterat. Det är genom denna typ av insatser som svensk stålindustri kan skapa störst klimatnytta globalt. För att svenska stålprodukter ska behålla sin starka ställning i världen som möjliggörare av koldioxideffektiva lösningar är det viktigt att denna forskning fortsätter med oförminskad intensitet.

En annan prioriterad del av forskningen är riktad till projekt som förväntas kunna bidra till ökad energieffektivisering, ökad användning av restenergier och minskade koldioxidutsläpp inom järn- och stålindustrins processer. Den syftar dels till att utveckla processer för att eliminera utsläpp och dels till att minska utsläpp av växthusgaser i samband med tillverkning av stål. Det är genom denna typ av insatser som direkt kan bidra till utsläppsminskningar i Sverige.

Under arbetet med klimatfärdplanen har möjliga åtgärder för respektive utsläppskällor kartlagts. För respektive åtgärd har forsknings- och utvecklingsbehov identifierats och de mest prioriterade områdena är:

- Utveckling av HYBRIT hela vägen till implementering i industriell skala. Detta omfattar forskning och utveckling av en storskaligt fungerande process för reduktion med vätgas, kunskapsuppbyggnad kring kolfri metallurgi för produktion av avancerade stål samt utveckling av teknik och system för storskalig produktion och lagring av vätgas.

Att producera stål via vätgasbaserad reduktion av malm och påföljande smältning kommer att kräva cirka 15 TWh el beräknat på dagens masugnsbaserade produktion.

- Teknik och system för konvertering av Höganäsprocessen från fossila kolråvaror och bränslen till biobaserade sådana. Detta omfattar även forskning- och utveckling av biokol- och biogasprodukter med skräddarsydda egenskaper för Höganäs processteg.
- Utveckling av biokol med skräddarsydda egenskaper för att ersätta fossilt kol i ljusbågsungar.

Branschens framtida behov av biokol bedöms vara cirka 1–1,5 TWh vid produktion motsvarande dagens nivå.

- Kunskapsuppbyggnad för konvertering av värmningsugnar (1200–1300°C) från fossila bränslen till biogas eller biogasol av motsvarande kvalitet.

Branschens framtida behov av biobaserad gas bedöms vara cirka 2–3 TWh vid produktion motsvarande dagens nivå. Beräkningen baseras på företagens egna bedömningar och motsvarar ungefär att 80 % av värmningsbehovet och 20 % av värmebehandlingsbehovet behöver lösas med hjälp av bränslen.

- Utveckling av teknik för elektrifiering av värmnings- och värmebehandlingsugnar. Forsknings- och utvecklingsbehovet handlar framför allt om att säkerställa tillräcklig värmningsförmåga vid eldrift.

Elektrifiering av ugnar kommer att innebära behov av förstärkningar av elnäten för att kunna hantera ökat effektbehov.

- Konvertering av dieseldrivna arbetsmaskiner till fossilfria alternativ.

Detta är ett område som berör även andra industrier och branschöverskridande samarbeten bör vara möjliga.

- Teknik och metoder för effektivisering av energi- och resursanvändning genom förbättrad processtyrning, digitalisering i befintliga processer och utveckling av alternativa produktionsmetoder och system (additiv tillverkning).

Fortsatt utveckling av den skrotbaserade smältprocessen bland annat för minskat kalkbehov är ett relevant område.

- Produktutveckling samt utveckling av verktyg och beslutsstöd för att främja användningen av stål för ökad klimatnytta.

Detta omfattar bland annat utveckling av förbättrade LCA-verktyg och fortsatt utveckling av nya klimatsmarta stål, med förbättrade egenskaper och egenskapskombinationer.

I bilaga 4 redovisas i tabell en mer fullständig överblick över möjliga åtgärder för att eliminera och minska utsläppen och forskningsbehov kopplat till åtgärderna.



4

Stålintustrins påverkan på de globala utsläppen

Det globala klimatet skulle må bra av mer stål tillverkat i Sverige.

“Vi erbjuder högteknologiska material som är till exempel lättare eller har en längre livstid än konventionella material. Det gör att våra kunder blir mer energieffektiva i sina processer. På så vis bidrar vi till en mer energismart industri”

Göran Björkman, vd på Sandvik Materials Technology.

Klimatfrågan är global och det är därför viktigt att ha det globala perspektivet på utsläpp även när Sveriges nationella klimatmål till 2045 ska uppnås. Det svenska målet får inte uppnås genom att flytta utsläppen till andra länder, det tjänar varken klimatet eller välfärden på. Stålintustrins klimatarbete omfattar utveckling av både processer och produkter. Med sina avancerade produkter bidrar svensk stålintusti redan idag till mer positiv än negativ påverkan för det globala klimatet. Det globala klimatet skulle må bra av mer stål tillverkat i Sverige.

4.1 Klimatnytta i slutprodukter

Det finns många exempel på hur svenskt stål kan tillföra klimatnytta när det används. För att förstå varför måste man lyfta blicken från själva produktionsfasen och inkludera produktens hela livscykel i analysen av stålets påverkan. Miljöbesparingarna vid användning av avancerade stål kan vida överstiga den miljöbelastning som uppstår i produktionen. Konstruktioner kan göras lättare och starkare för att kunna bära större laster eller hantera högre tryck. Stålet kan förlänga livslängden på material i utsatta miljöer och minska risker genom ökat korrosionsmotstånd. Stålets egenskaper kan också bidra till ökad energi- och resurseffektivitet i kundernas tillverkningsprocesser.

Inom ramen för ett flerårigt forskningsprogram kallat Stålkretsloppet har forskarna värderat stålet ur ett livscykelperspektiv och funnit att miljöfördelarna är betydande, inte minst i fordonssektorn²⁴. Eftersom höghållfasta stål är starkare än konventionella stål, kan bilar tillverkade av dessa stål göras lättare, vilket minskar bränsleförbrukningen. Ett exempel är att om en miljon ton höghållfasta stål skulle ersätta 1,3 miljoner ton konventionella stål i EU:s fordonsflotta, skulle man kunna åstadkomma en energibesparing på 31 TWh och minska koldioxidutsläpp med 8 miljoner ton under fordonens livstid²⁵. Utsläppen i produktionsfasen skulle bara öka marginellt. Med andra ord bör en ökad energianvändning inom stålintustrin inte likställas med en ökad miljöbelastning. Ofta är resultatet, om man ser till hela livscykeln, det motsatta.

Här skapar svenskt specialstål klimatnytta:

Sandvik Materials Technology tillverkar bland annat avancerade bandstål som används i bränsleceller. En viktig del i omställningen till hållbar energiförsörjning är att gå över till förnybara och fossilfria drivmedel i våra fordon. Bränslecellstekniken är en teknik som allt fler biltillverkare satsar på för att ersätta förbränningsmotorn. I utvecklingen av bränslecellstekniken spelar Sandviks avancerade stål en central roll.

Ett annat exempel på hur Sandvik skapar klimatnytta är det ventilstål till kompressorer i kylskåp som minskar energiförbrukningen med 40%. Stålets tekniska egenskaper, som gör det starkare än tidigare ventilstål bidrar till att förbättra kompressorns effektivitet, vilket ger en effektivare energianvändning och förlänger livslängden. En kinesisk kylskåpstillverkare har använt sig av Sandviks ventilstål och därmed uppskattas Kinas energiförbrukning kunna minska med 25 TWh per år och därmed ge en årlig sänkning av koldioxidutsläppen med 225 miljoner ton²⁶.

SSAB är världskända för sina höghållfasta stål. De slitstarka stålen används bland annat i arbetsfordon och ger viktreduktioner med 20–40% jämfört med konventionellt stål²⁷. Viktreduktionen innebär en resurseffektivitet eftersom det används mindre mängd material till samma behov och arbetsfordonet kan dessutom lastas mer utan ökad bränsleförbrukning. SSAB utvecklar också effektiva ytbeläggningar som minskar energianvändningen och underhållskostnaderna, förbättrar ytornas hållbarhet och förlänger byggnaders livslängd. Termiska beläggningar reflekterar solinstrålning när de används på byggnadens utsida och värmestrålning vid användning på byggnadens insida, vilket ger minskad energianvändning för uppvärmning och kylning. Vissa beläggningar är delvis baserade på vegetabilisk olja i stället för fossil olja. Resultatet är en förbättrad ytbelagd stålprodukt med längre livslängd och mindre miljöpåverkan.

Outokumpu är en ledande tillverkare av rostfritt stål. Duplext stål används ofta till krävande konstruktioner så som broar och annan väginfrastruktur, då det har både hög hållfasthet och hög korrosionsbeständighet och det håller under lång tid utan att tappa mekanisk styrka. Outokumpu är världskänt för sina rostfria stål. Genom att använda höghållfast stål från Outokumpu kan materialåtgången sänkas med 33% i jämförelse med användning av konventionellt rostfritt stål²⁸.

Fagersta Stainless är idag en ledande specialist när det gäller att tillverka rostfri tråd för krävande applikationer. Tråden innehåller betydligt mindre nickel än konventionell rostfri tråd, vilket leder till besparingar av utsläpp från tillverkning av legeringar. Tråden används till exempel i ekrar till cyklar och bilar. Även hushålls- och livsmedelsindustrin använder mycket rostfri tråd i sina produkter.





Höganäs AB är världens största producent av metallpulver som bl.a. används inom ytbeläggning, svetsning, elektriska komponenter och livsmedel. Den allra vanligaste tillämpningen är att tillverka komponenter i avancerade former inom fordons-, verktygs- och vitvaruindustrin. Metallpulver minskar avsevärt kundernas materialåtgång och energianvändning, vilket är positivt ur klimatsynpunkt samtidigt som det sänker produktionskostnaderna. Exempelvis är energiförbrukningen 57% lägre när ett kuggsegment till en växellåda tillverkas av metallpulver jämfört med gjutet stål. Användandet av metallpulver innebär att mängden spill blir mindre eftersom rätt mängd material används från början vilket sparar på naturresurser. Höganäs gör helt enkelt mer av mindre.



Vindkraftverk utsätts för enorma påfrestningar och därför är materialkraven höga när det gäller hållfasthet och korrosionsbeständighet. Starkare stål förlänger vindkraftverkens livslängd och leder till minskad materialåtgång och energianvändning, vilket minskar vindkraftverkens miljöpåverkan över livscykeln. Ovako är en ledande producent av specialstålprodukter till bland annat fordons- och verkstadsindustrin. Men de är också specialister på stål för vindkraftskomponenter som cylindrar, axlar, svängkransar, bultarlagar och kopplingar som används i vindkraftverken. Ovako är en nyckelspelare för framtidens fossilfria energiteknik.

Även inom andra tekniker åstadkoms stora miljövinster genom att använda stål från Ovako. Som ett exempel kan nämnas att en unik stålprodukt har möjliggjort dieselsinsprutning vid extra höga tryck och som resultat av detta utsläppsbesparingar om uppskattningsvis 150 miljoner ton koldioxid över tio år²⁹.



För att kunna nyproducera bilar av AHSS (Avancerat höghållfast stål) krävs verktygsstål från Uddeholm AB som kan forma och klippa dessa plåtar. En bil tillverkad av AHSS har lägre vikt och därmed lägre bränsleförbrukning.

Uddeholm AB är det enda stålföretaget i världen som koncentrerar hela sin process på att utveckla, tillverka och marknadsföra verktygsstål. Tack vare detta fokus är Uddeholm AB världsledande inom verktygsstål. De goda egenskaperna och höga kvaliteten har gjort att verktygsstålen inte bara används i verktyg utan även till många olika komponenter där livslängden vill ökas eller vikten sänkas. Oavsett om det gäller verktyg eller komponenter så minskas behovet av naturresurser och energi i kretsloppet.



Erasteel är framstående producenter av höglegerade stål så som pulver, stång, tråd och band. Stålet används bland annat till borrar, sågar och gängtappar för verkstads- och fordonsindustrin, där det ställs mycket höga krav på prestanda. Erasteels produkter skapar klimatnytta med långa livslängder och klimatsmart tillverkningsprocess, där skrotbaserad råvara och elbaserad processteknik ger låga utsläpp.

Scana Steel Björneborg är en nischaktör med fokus mot avancerad framställning av specialstål med mycket höga renhetskrav. Stålframställningen är 100 procent baserad på återvunnet skrot. Till exempel levererar Scana smidda, färdigbearbetade propelleraxlar till stora fartyg som i sin tur har 60% lägre koldioxidutsläpp än tåg. Scanas verktygsstål används världen över inom bilindustrin, elbilar, hybrider och traditionella bilar, för att forma kritiska lågviktsdetaljer i höghållfast stål, aluminium och magnesium. Scanas stål ger bilar med lägre vikt, vilket ger lägre energiförbrukning och därmed mindre miljöpåverkan. Inom tio år förväntas dessa viktreduceringar ge bilar med cirka 15–20% lägre energiförbrukning. Scanas rena stål används även i stora rullager inom vindkraftsindustrin, där stålets renhet är avgörande för friktionen och därmed för turbinens effektivitet och livslängd.

Fler exempel på klimatnytta finns i Jernkontorets rapport Stål skapar miljönytta³⁰.



4.2 Stålkretsloppet

Stål kan både återanvändas och återvinnas. Återanvändning kan ske genom att skrotade delar används i nya konstruktioner och genom att begagnade reservdelar används vid reparation av maskiner, fordon eller liknande.

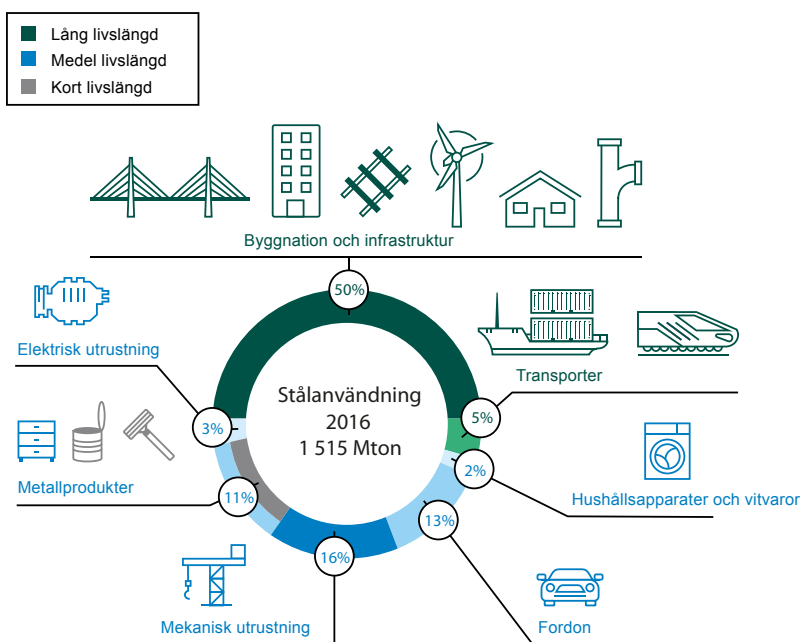
Figur 4.1 Stålets kretslopp.



Stål är unikt i avseendet att det kan återvinnas på ett sätt som innebär att materialegenskaperna förbättras i samband med återvinning. Återvinning sker genom att stålskrot samlas in, sorteras i olika kvalitetsklasser och smälts om till nytt stål. Sorteringen behövs för att kunna optimera möjligheten till användning av skrotets legeringsinnehåll. Sorteringen kommer sannolikt att få en ökad betydelse i framtiden, då allt mer specialiserade stålsorter kommer in i kretsloppet.

Figur 4.2 visar hur den globala stålanvändningen fördelade sig under 2016, uppdelat på tre livslängdskategorier. 50% av stålanvändningen sker i infrastrukturtillämpningar med lång livslängd, medan en relativt liten del av användningen (~5%) sker i tillämpningar med kort livslängd, som till exempel livsmedelsförpackningar.

Figur 4.2 Global användning av stål. Källa: World Steel Association.



Den gränsöverskridande handeln med skrot uppgick till 86 miljoner ton under 2016. EU, USA och Japan är de största nettoexportörerna med en sammanlagd nettoexport på 33 miljoner ton. Den enskilt största nettoimportören är Turkiet med en nettoimport som uppgår till 17,5 miljoner ton.

Handeln med skrot är relaterad till att olika skrotsorter används för tillverkning av olika stål. Stålverken köper den skrotkvalitet de behöver med hänsyn till sammansättning avseende önskade ämnen i form av legeringar och oönskade ämnen som inte kan elimineras i smältprocessen.

Relativt värdefulla legeringsämnen kan vara oönskade vid tillverkning av låglegerat stål, vilket understryker vikten av ett utvecklat system för sortering av skrot. En specifik utmaning är de ökande kopparhalterna i stålets kretslopp. Koppar är normalt en förorening som har negativ påverkan på stålets egenskaper. Rutiner för att särskilja skrot med höga kopparhalter behöver utvecklas för att skroten sedan ska kunna användas vid tillverkning av stål som är avsiktligt kopparlegerade.

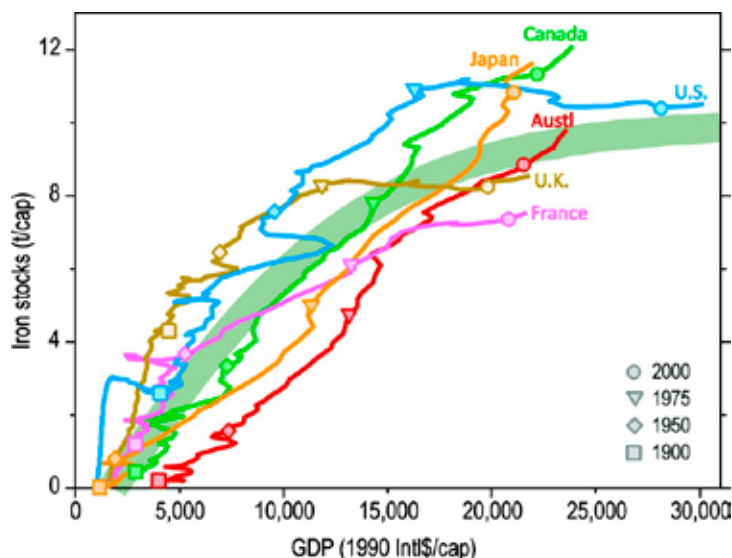
För att uppnå en cirkulär ekonomi är det nödvändigt med konstruktionsmaterial som har god återvinningsbarhet. Efterfrågan på stålskrot kommer att öka, vilket ställer krav på insamling och sortering. Konstruktioner måste därför designas med tanke på hur de ska kunna demonteras så att olika material kan separeras för att återvinningen ska bli så resurseffektiv som möjligt.

4.3 Historisk och framtida ståltillverkning och användning

Som framgår i figur 1.4 i kapitel 1 har världens ståltillverkning ökat mer än åtta gånger från 1950 fram till 2016. Att prognosticera utvecklingen i ett längre perspektiv är naturligtvis en komplex uppgift som kräver ett antal antaganden om befolkningsutveckling, stålanvändning i relation till BNP/capita, utveckling av BNP/capita, stålets roll i välfärdsutvecklingen med mera. FN:s bedömningar av befolkningsutvecklingen visar att världens befolkning skulle kunna uppgå till 11 miljarder år 2100 och att den stora befolkningsökningen sker i mindre utvecklade regioner. Ökad välfärd är också kopplad till ökad urbanisering och därmed ökade investeringar i infrastruktur.

Figur 4.3 visar en utveckling av stål bundet i användning och BNP per capita i sex länder under perioden 1900–2000 gjord av forskare vid Yale University och universitetet i Trondheim³¹.

Figur 4.3 Stål bundet i användning och BNP per capita i sex länder 1900-2000.
Källa Müller et. al.



75% av allt stål som hittills tillverkats är fortfarande i bruk i samhället.

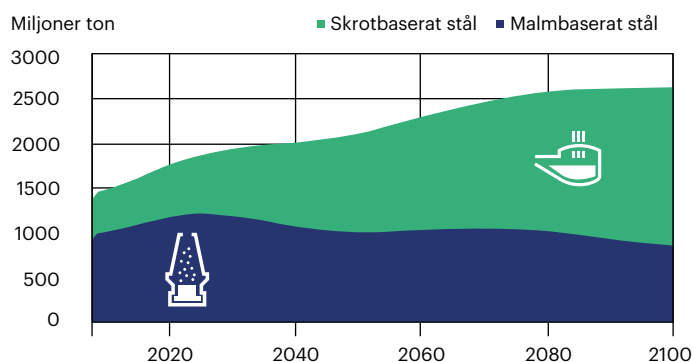
Den slutsats som dragits är att vid en nivå i intervallet 8–12 ton per capita planar användningen ut och stålets roll i ytterligare utveckling av välfärden bedöms vara i form av ersättning av befintlig användning. I samma rapport görs också bedömningen att den globala genomsnittliga mängden stål som är bunden i användning uppgår till 2,7 ton per capita i dagsläget, där genomsnittet i Kina beräknas till 2,2 ton och genomsnittet i Indien beräknas till 0,4 ton per capita. Det skulle alltså innebära att det finns behov av stora mängder stål i framtiden innan välfärden är jämnt utbyggd i hela världen.

Utifrån den globala statistiken avseende total ackumulerad ståltillverkning och den ackumulerade mängden återvunnet skrot, har det gjorts beräkningar på att cirka 75% av alla stålprodukter som hittills tillverkats fortfarande används. Den genomsnittliga livslängden för stålprodukter bedöms vara cirka 30–40 år innan de är tillgängliga för återvinning i form av stålskrot.

Olika prognoser av framtida stålbehov pekar på att stålproduktionen 2050 kommer att vara runt 50% högre än dagens nivåer³³.

En viktig parameter i bedömningen av framtida utsläpp från ståltillverkning är hur stor andel av produktionen som kommer att vara skrotbaserad och hur stor andel som kommer att behöva vara malmbaserad. En stor del av det stål som tillverkas binds i infrastrukturell användning och är inte tillgängligt för återvinning på relativt lång tid. En bro kan till exempel ha en livslängd på flera hundra år.

Figur 4.4 Prognos av global råstålproduktion. Källa: Paulik et. al³⁴.



Utifrån den fördelning som visas i figur 4.4 går det att dra slutsatsen att malmbaserad ståltillverkning kommer att behövas under lång tid. Även om allt stål återvinns när produkterna tjänat ut så kan övergången till skrotbaserad tillverkning endast ske i den takt som volymerna i stålkretsloppet medger. Troligen kan ökningen i stålbehovet täckas av skrotbaserad produktion. Klimateffektiviteten i den malmbaserade ståltillverkningen kommer dock fortsatt att ha stor påverkan på de framtida globala utsläppen.

4.4 Svenska och globala utsläpp från ståltillverkning

Enligt de beräkningar som gjorts av World Steel Association uppgår de globala utsläppen av koldioxid från ståltillverkning till cirka 3 miljarder ton per år³⁵.

World Steel Association samlar in utsläppsdata från sina medlemsföretag. Under 2016 deltog 115 medlemsföretag i den samlade rapporteringen av hållbarhetsindikatorer. Av dessa rapporterade endast 49 medlemsföretag data avseende utsläpp av växthusgaser³⁶. De beräknade totala utsläppen bygger på ett antagande om specifika utsläpp för olika produktionsvägar som sedan räknats om till totala utsläpp utifrån produktionsnivåer. Avsaknaden av data från en stor del av världens stålföretag leder till stora osäkerheter gällande de faktiska utsläppen.

Ett viktigt steg mot att minska klimatpåverkan är att förbättra kunskapen och dataunderlaget för utsläppen på global nivå.

Av den globala stålproduktionen är 74% malmbaserad (2016) och så länge kol används som reduktionsmedel för den malmbaserade tillverkningen kommer de totala utsläppen huvudsakligen att vara kopplade till den produktionen. Skrotbaserad tillverkning innebär en mycket lägre utsläppsnivå och därför är det inte relevant att redovisa en hopslagen siffra på utsläpp per ton stål. Malmbaserat stål behövs för att täcka stålbehovet även i framtiden och de två processvägarna kan därför inte ställas mot varandra.

Svensk stålindustri står för cirka 2,8 promille av världens stålproduktion³⁷ och beräknas stå för cirka 2 promille av stålindustrins globala utsläpp av koldioxid³⁸. I Sverige utgör den malmbaserade produktionen 66% och Sverige har också fördelen av att ha låga utsläpp från produktion av el och malm. De låga utsläppen från el innebär också en fördel vid tillverkning av skrotbaserade, avancerade stålprodukter där materialegenskaperna kräver mer energi i processkedjan.

Specialiseringen i svensk stålindustri kännetecknas av materialegenskaper i form av till exempel hållfasthet och korrosionsegenskaper som är bättre än konventionella stål inom respektive område. Det innebär att produkter av svenskt stål kan tillföra klimatnytta i sin användning genom lättare konstruktioner och längre livslängd och kan användas i processer som kan köras med högre värme eller högre tryck och liknande. Kombinationen av energibehovet i processerna och variationer i stålets materialegenskaper gör att det blir missvisande att enbart mäta utsläppen från tillverkningsfasen av stålindustrins produkter. För att göra en korrekt bedömning av produkters klimat- och miljöpåverkan måste påverkan från produktens hela livscykel utvärderas.

4.5 Utvärdera miljöpåverkan från hela livscykeln

Livscykelanalyser (LCA) används för systematisk utvärdering av miljöpåverkan från en produkt eller ett material under dess hela livscykel. Nyckelaktiviteterna i en livscykelanalys är en genomgång av produktens hela livscykel, från råvaruutvinning och produktion till produktanvändning och bortskaffning eller återvinning och därefter en uppskattning av den miljöpåverkan som sker i de olika delarna av livscykeln. Eftersom stål både kan återanvändas och återvinnas är det speciellt viktigt att påverkan efter slutprodukts användningsfas värderas på ett korrekt sätt vid jämförelser med andra material.

Genom att utföra livscykelanalyser på en produkts hela livscykel på ett standardiserat och tydligt beskrivet sätt, kan miljöpåverkan från olika delar i livscykeln ställas mot varandra. Detta i syfte att minska den totala miljöpåverkan från produktion, användning och slutligen när produkter tas ur drift.

Analysresultaten kan också, om resultatet kommuniceras på ett standardiserat, jämförbart och begripligt sätt, användas av kunder vid val av olika lösningar för att uppnå ett visst behov. Jämförelsen bör göras utifrån samma behov, så kallad funktionell enhet, och den kvalitativa återvinningsbarheten hos material i produkten i dess slutskede måste också vägas in.

En EPD (Environmental Product Declaration) det vill säga miljövarudeklaration är ett oberoende verifierat och registrerat dokument som ger transparent och jämförbar information om produktens miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv och som är utförd enligt en ISO-standard. Inom EU utvecklas ytterligare en metod benämnd Miljöfotavtryck. Både EPD:er och Miljöfotavtryck ska kunna användas som underlag vid miljöbedömning av olika produkter och dess funktioner.

4.5.1 Stålintustrin har sedan länge relevanta livscykeldata för stålprodukter

Stålintustrin har genom World Steel Association under 20 år samlat in livscykelinventeringsdata (LCI-data) grundat på uppströmsdata och produktionsdata. Dessa data har regelbundet reviderats och utökats med data från fler stålproduktionsanläggningar. Den senaste uppdateringen släpptes 2017 och omfattar 250 miljoner ton årlig stålproduktion från hela världen. Insamlad data kommer direkt från stålindustrier från hela världen, följer internationella standarder för LCA och går igenom noggrann kontroll innan de ges ut.

För produkter av rostfritt stål finns också livscykeldata, kartlagt enligt samma metodik och finns tillgängliga hos stålindustrins europeiska branschorganisation, Eurofer.

Genom att genomföra livscykelanalyser med bra data kan man visa att svenska stålprodukter får ett relativt sett lägre klimatavtryck än stålprodukter från många andra länder på grund av den svenska järnmalmens kvalitet, god tillgång på högkvalitativt skrot och den svenska elmixens låga koldioxid-utsläpp. Är produkterna dessutom av den karaktären att de till exempel ger högre hållfasthet, blir lättare eller bidrar till en högre energi- eller resurseffektivitet under slutprodukten användning, syns stora klimatbesparingar i relation till jämförbara slutprodukter med samma funktion. Dessa besparingar kan ofta vara betydligt större än de direkta utsläppen i samband med tillverkningen av stålet.

Metoderna för LCA-analyser, beräkning av LCI-data, utformning av system för insamling av transparenta och validerade underlag behöver fortsatt utveckling för att stålprodukter ska kunna jämföras med varandra, men även för att jämföra stål med andra material ur ett klimat- och miljöperspektiv.

Svensk stålindustri arbetar aktivt med livscykelanalysfrågor och flera företag redovisar sina klimatrelaterade utsläpp i miljövarudeklarationer.

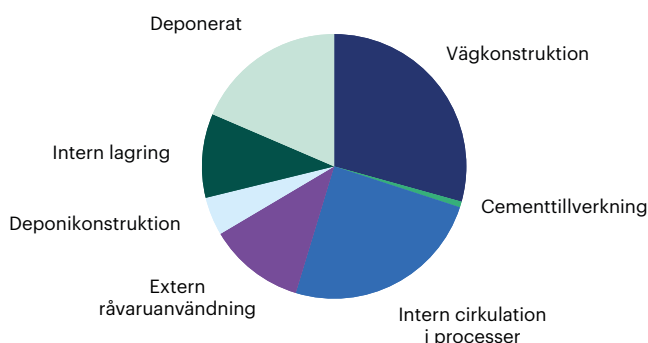
4.6 Restprodukter och restenergier

Stålindustrin gör mer än stål. I samband med tillverkning av stål produceras även ett antal typer av restprodukter och restenergier av varierande kvalitet³⁹. Mängden restprodukter motsvarar normalt cirka 35–40 % av stålproduktionen räknat i vikt och sålda restenergier uppgår till cirka 10 % av användningen av processkol och energi räknat i energimängd. Användning av restprodukter och restenergier skapar klimatnytta och bidrar till resurseffektivitet beroende på vilka material de ersätter.

4.6.1 Restprodukter

Cirka 80 % av de genererade restprodukterna säljs i form av produkter eller återanvänds internt i processerna. Restprodukterna består till största delen av metallurgiska slaggar, men cirka 1/3 är andra typer av restprodukter, som till exempel stoft från gasreningsutrustning.

Figur 4.5 Användningsområden för restprodukter från svensk stålindustri, typisk fördelning. Källa: Jernkontoret.



En stor andel, cirka 45 %, av de metallurgiska slaggarna går tillbaka in i stålprocesserna, framförallt i den malmbaserade processen, vilket minskar behoven av till exempel primära slaggbildare. Restprodukter som innehåller järn eller andra legeringsämnen återförs också till processerna för att inte förlora värdefulla metallresurser.

Stålindustrin har sedan lång tid tillbaka arbetat med att utveckla biprodukter för användning i andra delar av samhället för att därigenom bidra till effektivare resursanvändning. Biprodukter från stålindustrin har egenskaper som i många avseenden kan vara bättre än egenskaperna hos konventionellt vedertagna material. Som exempel kan nämnas att man genom att använda slagg i stället för sten som ballast i asfalt kan uppnå både bättre bulleregenskaper och högre slitstyrka på asfalten. Krav på biprodukternas egenskaper är därför ännu en parameter som påverkar styrningen av ståltillverkningsprocesserna. Material för vägbyggnad är ett viktigt användningsområde för slaggprodukter, där slaggens egenskaper kan bidra till att vägkonstruktionen kan göras tunnare men ändå få en bra hållbarhet.

En annan applikation med stor framtida potential är vattenrening. Biprodukter i form av industriella mineraler kan användas som filter för att fånga bland annat fosfor och därmed bidra till minskad övergödning i hav och sjöar.

Metallurgiska slaggar, till exempel masugnsslagg, kan också till viss del ersätta kalksten som kalkkälla vid cementtillverkning. Masugnsslaggen är redan kalcinerad, dvs. koldioxid har avgetts från kalkstenen när den fungerar som slaggbildare i masugnen. Utsläppen av koldioxid kan därmed reduceras med 440 kg för varje 1000 kg kalksten som slaggen ersätter vid cementklinkertillverkning. Granulerad masugnsslagg har anpassats för cementtillverkning.

Stålintustrin bedriver ett kontinuerligt arbete med utveckling av nya biprodukter och kunskapsuppbyggnad både vad gäller material och användningsområden tillsammans med bland annat anläggningsbranschen. Syftet är att nyttiggöra den allra största delen av restprodukterna och att de befintliga biprodukterna lyfts till alltmer högvärdiga och samhällsnyttiga tillämpningar.

4.6.2 Restenergier

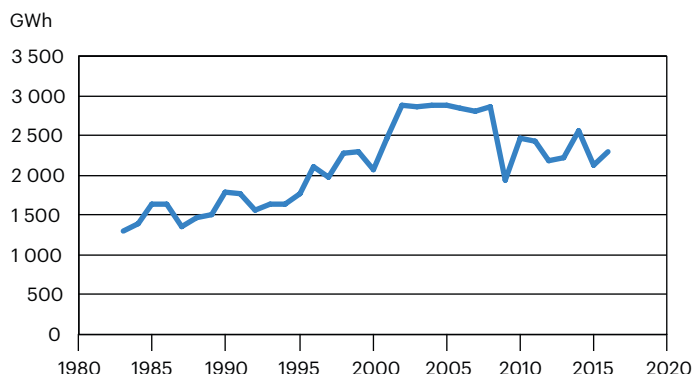
Ståltillverkning är beroende av högvärdig energi och höga temperaturer. Det innebär att energi som använts i en process vid hög temperatur även kan användas en gång till vid lägre temperatur och därmed minska den totala energianvändningen. Restenergier kan ha många olika former. Det kan till exempel vara energirika, brännbara gaser och högt tempererade rökgasflöden, med beprövad teknik för att fånga in dessa. Det kan även vara strålningsvärme i flera olika temperaturintervall, där tekniken för att fånga in energin inte är tillräckligt långt utvecklad ännu. En stor del finns också i kylvattenflöden med relativt låga temperaturer.

Figur 4.6 visar utvecklingen av mängden såld restenergi. Den totala mängden återanvänd energi är högre eftersom bilden inte visar den energi som återanvänts internt.

Under 2016 var 7,9% av fjärrvärmeproduktionen i Sverige baserad på restvärme från industrin¹. Potentialen är större än så.

Under 2016 producerades en halv TWh el med hjälp av restgaser från masugnarna².

Figur 4.6 Försäljning av restenergier i form av processgaser, el och värme från svensk stålindustri. Källa: Jernkontoret.



Det är svårt att kvantifiera mängden användbar restenergi eftersom den finns i olika form och kvalitet. Tillgången på restenergier inom stålindustrin kan beskrivas som både kontinuerlig och intermittent. Från processer som drivs på ett intermittent sätt, till exempel ljusbågsugnar, är även tillgången på restenergi intermittent. Den är dock kontinuerlig i ett längre perspektiv på så sätt att den genereras i samma mängd när processen går, oavsett tid på dygnet, årstid, utetemperatur och liknande. Möjligheten att återvinna restenergi är många gånger beroende av variationen i värmebehov hos mottagaren och även möjligheten att lagra energi på kort och lång sikt.

Den svenska stålindustrin är generellt sett lokaliserad på små orter i relation till industrins förbrukning av primärenergi. Det innebär att den lokala avsättningen för restenergier till fjärrvärmenäten är begränsad under delar av året eller delar av dygn. Användning av restenergier skulle dock kunna öka om energislaget prioriteras i fjärrvärmenäten. Restenergierna måste konkurrera med nätägarnas egen värmeproduktion, som i viss utsträckning får stöd via målet att öka andelen förnybar energi. Styrmedel för att uppnå förnybarhetsmålet gör med andra ord att restenergi inte är konkurrenskraftig. Det ska även tilläggas att det kan behövas alternativ effekt i fjärrvärmenäten, då tillgången på restenergi är beroende av stålindustrins produktion. Vid produktionsstopp i industrin måste annan produktion träda in.





Förutsättningar för att bedriva verksamhet i Sverige

Lönsamhet förutsätter att det finns kunder som vill köpa den produkt som produceras. Det innebär krav på ständig utveckling av erbjudandet och anpassning till omvärlden. Stålintustrins vision bygger på att ståltillverkning ska finnas kvar i Sverige 2050. Därför måste också Sverige ständigt se över de förutsättningar som krävs för att produktion i Sverige ska vara lönsam att driva och utveckla, det svenska erbjudandet.

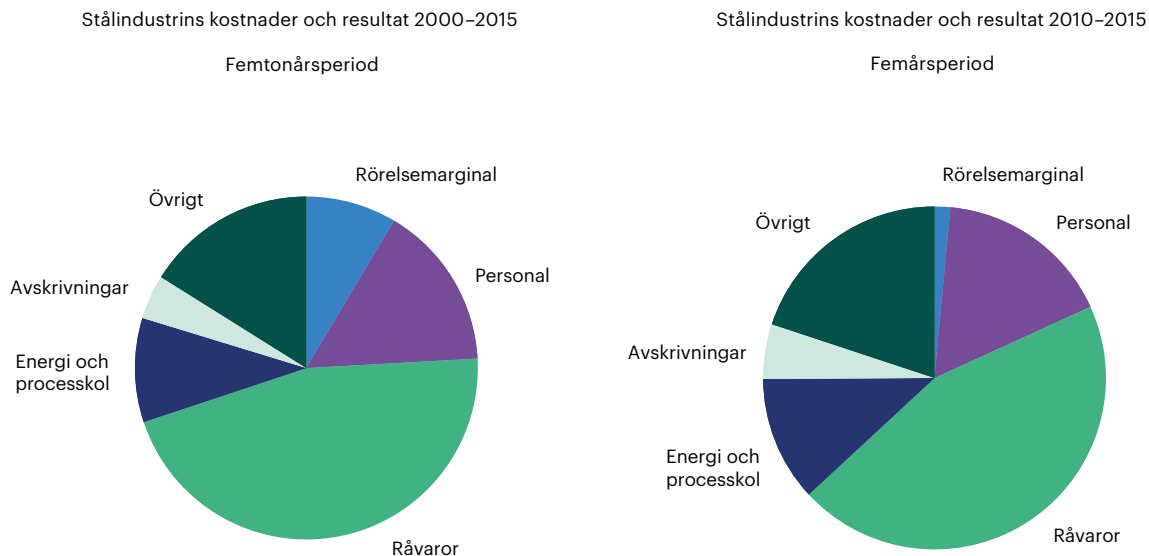
I det här kapitlet beskriver vi vilka faktorer som påverkar konkurrenskraften för stålintustrin och hur förutsättningarna ser ut för dessa faktorer ut i Sverige.

5.1 Långsiktig lönsamhet och konkurrenskraft

Stålintustrin agerar på en global marknad och Sverige är i sammanhanget en liten spelare volymmässigt. Svensk stålintustri har en lång framgångsrik historia, men det har skett stora förändringar de senaste 20–30 åren. Stålmaknaden har ökat med 30 % på 10 år⁴⁰ och präglas av en kraftig överkapacitet. Detta gör att priskonkurrensen är mycket hård och att det därmed är svårt att motivera merkostnader för minskad klimatpåverkan vid tillverkningen av stål. Ståltillverkning är kapitalintensiv och andelen fasta kostnader är hög, vilket gör att det går att göra kortsiktiga resultatförbättringar genom att belägga anläggningarna, så länge det ger täckning för rörliga kostnader. Överkapaciteten leder därför till en kraftig prispress och vissa länder, som till exempel Kina, exporterar sin stora överproduktion, som i vissa fall har fått statligt stöd. Denna prisdumpning på den öppna marknaden skapar en orättvis och sned konkurrenssituation som påverkar alla ståltillverkare, även de starkt nischade stålföretagen.

Lönsamheten i stålindustrin kännetecknas av hög konjunkturkänslighet. Figur 5.1 och 5.2 visar stålindustrins kostnader och rörelsemarginal (EBIT) under perioderna 2000–2015 samt 2010–2015.

Figur 5.1 och 5.2 De globala konjunkturcyklerna är betydligt kortare än stålindustrins investeringscykler. Vinster för att finansiera investeringar måste skapas under flera konjunkturcykler. Källa: Jernkontoret.



Under högkonjunkturåren innan finanskrisen 2009 visade branschen relativt goda marginaler, medan rörelsemarginalen under perioden 2010–2015 endast är 1%. Den låga marginalen gör visserligen att det finns utrymme för att genomföra de investeringar som behövs för att upprätthålla statusen på befintliga anläggningar, men utrymmet för nyinvesteringar, finansieringskostnader eller avkastning till ägarna under perioden efter finanskrisen har varit i stort sett obefintligt.

Kostnaderna för energi- och processkol står för en betydande andel av stålindustrins kostnads massa. Kostnader som är föremål för global pris-sättning med officiella noteringar påverkar inte konkurrenskraften. Detta gör normalt att prisfluktuationer avseende råvaror, processkol och fossil energi hanteras via marknadspriserna på stål. Däremot är det betydligt svårare att hantera prisfluktuationer eller avvikande kostnadsnivåer avseende energi som hanteras på en nationell eller regional marknad, till exempel el, i dialogen med internationella kunder.

Energikostnaderna har stor påverkan på den långsiktiga lönsamheten och de relativa kostnadsnivåerna för tillgängliga energislag kommer att påverka företagens konkurrenskraft och hur företagen väljer att lokalisera investeringar i anläggningar.

**Svensk stålindustri
har investerat
46 miljarder kr
i produktions-
anläggningar från
år 2000 till 2015.**

5.2 Ramvillkor för investeringar

Stålindustrins investeringar kännetecknas av långa cykler och anläggningar med lång teknisk livslängd. Teknikutvecklingen sker i relativt stor utsträckning på ett sätt som gör att befintliga anläggningar kan byggas om och anpassas till ny teknik, vilket leder till ytterligare förlängning av anläggningarnas livslängd. Tidsperspektivet och kapitalintensiteten gör att bedömningen av stabilitet i förutsättningarna för att driva verksamhet i ett land eller en region är en viktig del i samband med investeringsbeslut. Stora delar av svensk stålindustri ingår i koncerner med anläggningar i andra länder eller med utländska ägare, vilket gör att förutsättningarna i Sverige jämförs med förutsättningar i andra länder i samband med investeringsbeslut. Exempel på områden som utvärderas är:

- Tillgänglig kompetens i landet och på den ort där investeringen ska göras.
- Lokalt stöd och uppmuntran som investeraren möter. I många länder belönas stora investeringar med förmånliga villkor vad gäller tillgång till mark, avskrivningar, skatterabatter med mera. Detta är sällsynt i Sverige, men måste beaktas som en konkurrensnackdel som ska uppvägas av annat.
- Tillgång till goda transporter och infrastruktur liksom närheten till marknader. Eftersom Sverige ligger relativt långt från stora marknader ställer det än större krav på effektiva transporter och konkurrenskraftiga skatter och avgifter.
- Energikostnader och stabilitet i energiförsörjning. Sverige har historiskt haft låga elkostnader, men politisk påverkan på elmarknaden gör att bedömningen av huruvida en investering är lönsam eller inte blir mer komplex.
- Ledtider för miljötillstånd inför en investering. Sverige har idag en nackdel av att ledtider är långa och processen är resurskrävande.

För att kunna göra de specifika klimatinvesteringar som krävs för att nå fossilfrihet i Sverige krävs bra investeringsförutsättningar. För att stimulera klimatinvesteringar i Sverige kan traditionella styrmedel såsom investeringsstöd och forskningsfinansiering användas. Industriklivet, som regeringen lanserade 2017, är ett bra exempel på politik som gynnar klimatinvesteringar och klimatforskning i konkurrenssatt industri.

5.2.1 Skatter och styrmedel

Sverige har generellt energi- och miljörelaterade skatter som är avsevärt högre än i andra länder. Historiskt har samtidigt principen om undantag och nedsättningar för konkurrensutsatt industri inneburit att kostnadsbördan för industrin varit rimlig i relation till andra länder. Under senare tid har den principen frångåtts och både höjningar av skatter och nya miljöskatter har införts eller föreslagits.

De koldioxidutsläpp som omfattas av handeln med utsläppsrätter inom stålindustrin påverkas inte av koldioxidskatter. Däremot påverkas de europeiska elpriserna av handeln med utsläppsrätter på grund av att kraftindustrin måste köpa utsläppsrätter till sin fossilbaserade elproduktion. På den nordiska marknaden sätts elpriset av den dyraste produktionskällan varje enskild timme, vilket ofta är kol- eller gasbaserad el. Därmed får all el utsläppsrättskostnader inbakade i priset. Att det dagligen sker en stor handel med el mellan Norden och kontinenten leder till ytterligare förstärkning mellan priset på el i Norden och priset på fossilbaserad elproduktion. EU:s handelsdirektiv ger medlemsstaterna möjlighet att kompensera konkurrensutsatt industri för den extra kostnaden på elpriset. I dagsläget har Sverige valt att inte införa någon elpriskompensation, medan detta görs i flera andra länder. Detta påverkar konkurrenssituationen inom EU.

5.2.2 Tillståndshantering

Miljötillstånd är en förutsättning för att stålindustrins verksamheter ska kunna bedrivas och är ett relevant styrmedel för att driva mot minskad miljöpåverkan. Stålproduktion berör många miljöaspekter och företagen bedriver sedan lång tid ett strukturerat miljöarbete.

Tillståndprocessen i Sverige tar dock lång tid, kräver omfattande underlag och de stora möjligheterna till överklaganden gör det svårt att planera för förändringar.

I samband med investeringar som syftar till att introducera nya produkter eller processer på marknaden är genomförandetiden ofta en avgörande framgångsfaktor. Detta gäller även investeringar i klimatneutral teknik. Genomförande av nya installationer och renovering av processutrustningar planeras alltid noggrant och kräver ofta en anpassning mot semesterstopp eller andra planerade långa produktionsstopp. En utdragen eller försenad tillståndprocess kan bromsa en åtgärd med upp till ett helt år och förorsaka ökade kostnader för den enskilda åtgärden. Det riskerar också att leda till att ny processteknik och nya klimatsmarta stål kan komma att produceras i länder där genomförandetiden är mer planerbar.

”Svensk stålindustri forskar för omkring en miljard om året, det är mer än snittet för stålindustrin i Europa”.

Gert Nilson
teknisk direktör,
Jernkontoret

För stålindustrin regleras mycket av verksamheten i europeisk lagstiftning genom industriutsläppsdirektivet, tillhörande beskrivningar av bästa tillgängliga teknik och gränsvärden för utsläpp som ska uppnås. Trots det upplevs tillståndprocesser i Sverige som både långsammare och krångligare jämfört med andra länder. Tillstånd för lokalisering och villkor för att driva verksamheten kan lämnas inom ett fåtal månader i vissa länder. Skillnaden beror delvis på att den svenska processen prövar även sådant som redan regleras i de europeiska regelverken.

Osäkerheten om hur lång tid tillståndprocessen kan ta och vilka villkor som ska uppfyllas kan alltså vara en begränsande faktor vid beslut om investeringar när tidsplaneringen för åtgärden är kritisk.

5.3 Forskning och utveckling

Svensk stålindustri investerar cirka två procent av sin omsättning i forskning och utveckling. Det är i paritet med den mera expansiva industrin i Asien och betydligt högre än genomsnittet inom EU, som ligger kring en procent. Utöver företagens egna anläggningar och personal finns resurser för stålforskning vid framför allt KTH och LTU samt forskningsinstituterna Swerea MEFOS i Luleå och Swerea KIMAB i Stockholm. Stålindustrin har nyligen beslutat att fokusera branschens forskningsresurser genom att skapa ett nytt institut, SWERIM, utifrån Swerea MEFOS och delar av Swerea KIMAB. Därutöver bedrivs forskning om ståls materialegenskaper vid flera av landets lärosäten, till exempel Chalmers, Uppsala (Ångströmlaboratoriet), Lund, Linköping, Dalarna och Karlstad.

Balansen mellan andelen forskning och utveckling som utförs internt respektive hos externa utförare, t.ex. de ovan nämnda, varierar från företag till företag. Sammantaget görs uppskattningsvis en tredjedel av investeringarna via externa partners, varav en stor del går via Jernkontorets gemensamma forskning, som stöds finansiellt av företagets insatser och offentliga program. Forsknings- och utvecklingsverksamheten i svensk stålindustri kännetecknas således av en internationellt sett hög intensitet och ett etablerat samarbete mellan industri, institutioner och akademi. Diversifieringen i branschen gör att företagen inte konkurrerar om marknader och kunder i någon större omfattning, vilket gör det enkelt att samverka mellan alla parter i gemensamma forskningsfrågor.

Den hårdnande globala konkurrensen gör dock att företagen alltmer tvingas prioritera sina resurser till områden där forskningen kan väntas ha marknads- och kostnadspåverkan på kort till medellång sikt, medan den mera långsiktiga forskningen får stå tillbaka. Trenden har varit särskilt tydlig sedan finanskrisen 2008–2009. Offentlig finansiering av gemensam forskning har därför blivit allt viktigare för att kunna upprätthålla mera långsiktig forskning, ur vilken helt nya processer och tekniker kan utvecklas och studeras.

Ju mer långsiktig forskningen är, desto svårare är det dock för industrin att delta med direkta insatser som medfinansiering, om forskningen rör helt nya processer och tekniker kan de inte enkelt föras in och utvärderas i existerande anläggningar och med existerande kompetens. Det betyder att sådan forskning åtminstone till del behöver utföras inom akademi och institut där den är helt finansierad via direkta anslag snarare än delfinansierad via samverkansprogram. Detta är också nödvändigt för en säkrad kompetensförsörjning.

5.4 Kompetensförsörjning

Det övergripande målet för alla forsknings- och utvecklingsinsatser är höjd kompetens. Resultat från forskning och utveckling skapar värde först när de omsätts i förbättrade produkter och processer och till det krävs att resultaten är kända och kan omsättas av långt fler människor än de som tog fram resultaten. Nya processer behöver förstås och behärras, inte bara av operatörer och underhållspersonal utan även av ekonomer, logistiker, hållbarhetsansvariga och en rad andra. Nya och förbättrade produkters egenskaper behöver vara kända, inte bara av marknadsförare och säljare utan även av kunder och användare.

För att inte vara bortkastade måste därför satsningar på forskning och utveckling återspeglas i motsvarande satsningar på kompetensuppbyggnad av alla dem som ska använda resultaten.

Svensk stålindustri försörjer sig idag med kompetens på en rad olika sätt. För befattningar inom forskning och utveckling, processutveckling och liknande rekryteras civilingenjörer och tekniska doktorer från främst de lärosäten som nämns i 5.3, vid vilka stålindustrin, genom Jernkontoret, bidrar med stöd för rekrytering samt med lärarinsatser vid KTH och LTU. I det senare fallet stödjer industrin även Bergsskolan i Filipstad, som är en så kallad distribuerad utbildningsenhet inom LTU och som utöver kandidatutbildningar driver tvååriga, eftergymnasiala teknikerutbildningar med hög relevans för stål-, gruv- och byggnadsindustrin.

Stålindustrin är även mycket aktiv inom Teknikcollege på gymnasienivå och driver inom Jernkontoret satsningen Järnkoll, där elever vid för närvarande 13 gymnasier runt om i Sverige erbjuds möjligheten att komma i närmare kontakt med industrin genom temadagar, studiebesök, hjälp med praktik- och sommarjobb och liknande. Därutöver är de enskilda företagen aktiva på gymnasier och andra utbildningsenheter i närheten av sina respektive produktionsorter för att säkerställa tillgången på medarbetare med rätt kunskaper och färdigheter för alla verksamheter i företaget.

Sist men inte minst bedrivs ett omfattande utbildningsarbete inne på företagen, där anställda får lära sig processer och arbetsmoment av sina arbetskamrater. Systematiseringen är långt gången, med formella certifikat och diplomeringar. Ibland används externa utbildningsanordnare, men ofta sker utbildningen helt i egen regi. Inte sällan genomgår även

nyrekryterade civilingenjörer och andra akademiker liksom till exempel säljpersonal egenutvecklade internutbildningsprogram. I andra fall kan dessa kategorier medarbetare vara lärare i interna utbildningsprocesser.

Sammantaget är kunskaps- och kompetenskraven omfattande i dagens stålindustri, där snart sagt varje befattning kräver minst en relevant gymnasieutbildning och ofta med påbyggnad.

För att ett så omfattande teknikskifte som att gå över till en fossilfri stålindustri ska lyckas behöver därför medarbetare på många nivåer tillägna sig ny kunskap. De forskningsinsatser som krävs för att utveckla principerna för den nya tekniken och de nya processerna kommer inte att räcka till för att fylla hela det kompetensbehov som uppstår när teknikerna och processerna ska tas i drift i full skala.

Därför måste en kunskapsbas etableras med disputerade forskare och lärare och utvecklade kurspaket för studenter på många nivåer, parallellt med forskningen om teknikerna och processerna i sig själva. Det kräver ett långsiktigt arbete som kan fortgå oberoende av såväl industrins engagemang som aktuella behov i den tillämpade forskningen. Ett sådant arbete kan ske bara inom akademien, med öronmärkta resurser för den långsiktiga kunskapsuppbbyggnaden ifråga.

Stålindustrin är i stor utsträckning lokaliserad till mindre orter där man är den största, eller en av de största arbetsgivarna. De akademiska utbildningsinstituten med inriktning mot stålindustrin är relativt få, vilket gör att steget från akademi till industri ofta förutsätter ett byte av bostadsort. Den jämförelsevis begränsade arbetsmarknaden på små orter leder ofta till svårigheter att hitta sysselsättning för medföljande. För att underlätta rekryteringen av högutbildad personal är det viktigt att skapa bra förutsättningar för arbetspendling och distansarbete.

5.5 Infrastruktur för energiförsörjning

En omställning till en fossilfri svensk stålproduktion ställer höga krav på infrastrukturen för produktion och distribution av energi. Redan idag finns det begränsningar i det svenska elnätet som lett till att elhandeln är indelad i fyra prisområden. På vissa orter finns det idag begränsningar på elnätet som påverkar valet av energislag i samband med investeringar. Infrastruktur för biobaserade bränslen och vätgas är begränsad till ett fåtal lokala installationer.

5.5.1 Infrastruktur för el

El är på samma sätt som malmen en råvara i processen, framförallt vid skrotbaserad ståltillverkning. Lika lite som det går att byta ut järnmalm mot något annat går det att byta ut elen i dessa processer.

Därför är det viktigt att elförsörjningen både är stabil och kostnadsmässigt konkurrenskraftig.

Många av stålindustrins processer går kontinuerligt året runt, alla dygnets timmar. Energitillförseln i stålindustrins processer är optimerade, med mycket snäva toleranser, mot egenskaperna på de produkter som tillverkas. Några exempel är:

- Smältning av 50–100 ton skrot i ljusbågsugn där höga effekter krävs under 1–3 timmar. Elavbrott kan innebära att smältan stelnar och det kan ta upp till 12 timmar innan produktionen kan sättas igång igen.
- Smältning i omsmältningsugnar där minsta avbrott leder till att hela smältan om upp till 27 ton måste skrotas.
- Ugnar där stålet går igenom värmebehandling i olika temperatursteg under lång tid. Störningar i eltilförseln kan därför påverka materialegenskaperna på ett sätt som gör att hela poster måste skrotas.

Ståltillverkning är en högteknologisk verksamhet med hög automationsgrad och fortsatt automation är en förutsättning för ökad produktivitet och ökad konkurrenskraft. Därutöver förväntas en långtgående digitalisering av både tillverkning, försäljning och kringtjänster. Automation och digitalisering innebär ökad känslighet för störningar i både elförsörjning och elkvalitet.

Utformningen av stålindustrins tillverkningsutrustning gör att anläggningarna lagrar relativt mycket värme som gör att energieffektiviteten i processerna är som högst vid kontinuerlig drift. Avbrott i elförsörjningen har därför stor påverkan på processernas energieffektivitet.

Ståltillverkning förutsätter alltså ett elsystem som håller en frekvens på $50 \pm 0,1$ Hz, kan hantera stora momentana effektuttag och kan leverera varje timme under året.

Stålindustrins elförbrukning kommer att öka. Omställningen från kol- till vätgasbaserad reduktion av malm beräknas öka det årliga elbehovet med cirka 15 TWh vid nuvarande produktionsvolym. Blir produkten och processen konkurrenskraftig kan elbehovet bli väsentligt större. Det kan också förväntas att en del av behovet avseende värmning, värmebehandling och transporter kommer att elektrifieras. Utöver det har svensk stålindustri ambitionen att växa, både fram till och efter 2045. När fossil energi ersätts med el kommer allt högre krav att ställas på stabilitet i elförsörjningen och att ha lokala bränslebaserade backup-system är inte lämpligt av klimatskäl. I de flesta fall kan de inte heller fñasas in tillräckligt snabbt för att undvika störningar i processen. Förändringar avseende produktion och kapacitet för distribution av el måste ta höjd för en ökad elförbrukning i stålindustrin.

Vid valsning kan ett elavbrott på 0,1 s innebära att både valsar och stål-materialet förstörs.



Förutom problematiken med att trygga en stabil elförsörjning är det av stor vikt att kunna garantera att befintliga eller nya stamnät och distributionsnät kan hantera det förmodade ökade behovet av elkraft. I dag är ledtider för nya stamnätsledningar 10–15 år där tillståndsprocesserna står för 8–10 år medan byggnationen i regel står för 2–3 år av den totala tiden. Detta leder till att viktiga omställningsprojekt kan bli kraftigt försenade. Ett konkret exempel är SSAB:s planer på att installera en ljusbågsugn i Oxelösund 2025, vilket kräver att en högspänningsledning behöver dras från stamnätet. Ytterligare behov av nätförstärkningar är idag svårt att överblicka eftersom behoven varierar mellan olika anläggningar och geografisk lokalisering.

Stålintustrins elförbrukning varierar relativt lite under de tider produktionsanläggningarna är bemannade. De största variationerna i elförbrukning är en konsekvens av den beläggning anläggningarna har utifrån rådande konjunkturläge. Den nuvarande energipolitiken driver en omställning till en större andel intermittenta produktionskällor, som till exempel sol- och vindkraft. Det förs därefter en diskussion avseende industrins möjligheter till högre flexibilitet i förbrukningen av el, för en bättre anpassning till produktions- och överföringskapacitet. För stålintustrin är möjligheterna till flexibilitet gentemot elsystemet starkt begränsade och i de fall dessa existerar beror de till största delen antingen på att vissa delar av processen är överdimensionerad alternativt att orderläget är sådant att det inte är full beläggning i alla processer. För processer som inte är kontinuerliga, till exempel smältning i ljusbågsugn, så kanske en smältning kan förskjutas i tid någon timme i kritiska fall, men enbart om det finns utrymme i produktionskedjan. De olika processtegen hänger ihop och en effektiv produktionsplanering ska i första hand ta hänsyn till kvalitet och leveranstid för slutprodukten samt energi- och resurseffektivitet i processerna.

5.5.2 Infrastruktur för bränslen och värme

Stålintustrins behov av bränslen bedöms tekniskt kunna tillgodoses med gasformiga bränslen från biobaserade källor. Den konvertering av stålintustrins oljeförbrukning till förbrukning av naturgas och gasol som pågår är ett viktigt första steg för en kommande övergång till biobaserade bränslen. Den lokala infrastruktur stålintustrin investerar i vid en konvertering till fossila gasformiga bränslen är till stora delar identisk med den infrastruktur som behövs vid användning av biobaserade gaser. Vissa anpassningar kan dock behövas beroende på skillnader i energitätet. Investeringarna i lokal infrastruktur möjliggör en successiv övergång i takt med ökad tillgång på biobaserad gas med rätt kvalitet.

De totala kvantiteter biomassa som beräkningsmässigt finns tillgängliga i Sverige bedöms av forskare kunna försörja skogsindustrins och jordbrukets tillverkning av produkter, transportsektorns och stålintustrins behov av bränslen och kemiindustrins behov av råvaror⁶. Detta förutsätter att det är ekonomiskt lönsamt att ta ut biomassan ur skogen och förädla till bränslen. Dock är betalningsförmågan väldigt olika i olika branscher och

stålindustrin har ingen möjlighet att hantera en högre bränslekostnad än konkurrenterna. Användningen av biomassa påverkas idag av politisk styrning som framförallt styr mot användning inom el- och värmesektorn samt transporter. Framtida politik bör beakta hela systemperspektivet när biomassans bidrag till samhällsnytta värderas.

Ur ett infrastrukturellt perspektiv måste det även finnas kapacitet för att ersätta de restgaser som idag uppstår i masugnarna i samband med reduktion av järnmalm. Vid direktreduktion med vätgas som reduktionsmedel kommer det inte att uppstå några brännbara restgaser, varför det energibehov som idag tillgodoses (internt och vid kommunala värmeverk) med hjälp av restgaserna behöver ersättas med förnybara alternativ. Användningen av restgaser uppgick till cirka 2,7 TWh under 2016.

Förutom de tekniska och ekonomiska utmaningar som föreligger för att producera ett bränsle som uppfyller stålindustrins kvalitetskrav, måste det utvecklas kostnadseffektiva logistik- och produktionskedjor för att nå en konkurrenskraftig kostnad. Idag finns det inte några gasnät som är tillgängliga för stålindustrin, utom på västkusten. Distributionen sker därför som gas eller i flytande form med tåg eller lastbil. Kostnadseffektiva och miljöanpassade distributionssystem är nödvändiga för att produktion och användningen av biobaserad gas ska utvecklas.

Idag använder företagen främst naturgas eller gasol och eftersom dessa energigaser har mycket lika egenskaper som biogas och biogasol kan de samdistribueras i den existerande infrastrukturen för gas. Det ger en möjlighet till succesiv övergång till biobaserad gas i takt med att utbudet ökar. Produktion och distribution av flytande gas ger också en större flexibilitet att välja det bränsle som passar processerna.

En helt grundläggande förutsättning för att biobaserat bränsle ska vara en klimatåtgärd är att regelverken betraktar biobaserat bränsle som icke-fossilt.

Stålindustrin förordar ett system där den som köper biogas eller biogasol kan tillgodoräkna sig de minskade utsläpp som bränsleskiftet innebär, oavsett var i gasinfrastrukturen den biobaserade gasen har förts in och oavsett om den är i gasfas eller flytande. Systemet kallas ofta gröngasprincipen och tillämpas i viss mån redan idag, men då endast i skattesammanhang där skattebefrielse på biogas som samdistribueras med naturgas i rörledning följer avtal istället för fysisk leverans⁴². Principen måste gälla alla typer av biobaserad gas och även i flytande form. Gröngasprincipen måste också kunna tillämpas inom andra politiska styrmedel som till exempel EU:s utsläppshandel.

De infrastrukturella förutsättningarna för att använda stålindustrins restenergier kan förbättras. Ytterligare möjligheter att öka användningen i interna processer finns men investeringar som ännu inte är lönsamma kan behövas. Externt används restenergier främst som fjärrvärme och där hanteras infrastrukturen idag på kommunal nivå. Det gör att användningen av restenergier inte utnyttjas på ett optimalt sätt. På de orter där stålindustrin är belägen är värmemarknaden många gånger för liten för att restenergierna ska kunna utnyttjas hela året. Eftersom stålindustrins möjligheter att leverera restvärme är beroende av ståltillverkningen behövs det tillgång till alternativ värmeproduktion vid de tillfällen stålindustrin inte producerar. I de fall det byggs alternativ värmeproduktion kommer den ofta att prioriteras av energiföretagen, framförallt om produktionen sker i en kraftvärmeanläggning som även genererar elcertifikat. Genom att tänka i större regionala system skapas förutsättningar för en större värmemarknad som dessutom skulle kunna ha tillgång till flera restenergikällor som kan samverka för att säkerställa en grundtillgång på värme.

5.6 Transporter och infrastruktur för transporter

Tillgänglighet och tillförlitlighet är grunden för ett transportsystem. Stålföretagen måste kunna lita på infrastrukturen. Med de stora brister som finns i infrastrukturen idag uppfattar många företag snarare att tillförlitligheten saknas. Järnvägens tillförlitlighet påverkas av standarden på järnvägsnätet och möjligheten att använda alternativa vägar. Stålindustrin är beroende av några strategiska sträckor för att transportera stora godsvolymer. Det svenska järnvägsnätet har ett antal flaskhalsar som ofta är upphov till störningar och underhållet är många gånger eftersatt på sträckor som stålindustrin är beroende av. Fler kombiterminaler och effektivare hantering i hamnar och framförallt bättre anslutningsinfrastruktur kopplat till dessa, skulle förbättra situationen ytterligare om det leder till att en kortare del av den totala transportsträckan sker med lastbil.

Tendensen är att alla transportrelaterade skatter och avgifter ökar tillsammans med att nya kostnadsdrivande regler införs. Det saknas en sammanhållen analys av vad ökande transportkostnader får för konsekvenser för svenskt näringsliv och om de styr mot en framtid som överensstämmer med de politiska ambitionerna. Stålindustrin i Sverige har redan en konkurrensnackdel gentemot övrig europeisk stålindustri på grund av längre transportavstånd och därmed högre transportkostnader. Med fortsatt ökande kostnader som enda styrmedel förvärras den situationen. Exempel på skatter och avgifter som har höjts eller kommer att höjas är banavgifter, farleds- och lotsavgifter, indexuppräknade drivmedelsskatter och reduktionsplikt för minskning av förbrukning av fossila bränslen. Dessutom utreder regeringen införandet av en skatt på

avstånd för vägtransporter, så kallad kilometerskatt. Den skulle göra det dyrare för stålindustrin att transportera råvaror och produkter samtidigt som en av Sveriges största konkurrensnackdelar skulle förstärkas ytterligare, nämligen avståndet till marknaden.

Upphandlingen av transporter till kund sker i regel på en internationell marknad. Oavsett slutdestination så står inrikestransporten i Sverige ofta för en relativt stor del av den totala transportkostnaden och i vissa fall även transportsträckan. Stålindustrin verkar på en global marknad, varför det är svårt för företagen att ta ut ökade inhemska kostnader genom prishöjningar på sina produkter. Ökade transportkostnader betyder istället minskade marginaler, minskad vinst och minskade möjligheter till investeringar i ny teknologi.







Politik för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri

Svensk stålindustri kommer att arbeta vidare för att nå visionen för 2050.

I denna klimatfärdplan redovisas möjligheter och svårigheter för att minimera stålindustrins och stålprodukters påverkan på klimatet, nationellt och globalt. Sammanfattningsvis ser vi fem viktiga åtaganden som branschen står bakom:

- Svensk stålindustri kommer att fortsätta hjälpa sina kunder att skapa klimatsmarta och resurseffektiva lösningar med svenskt stål så att deras tillverkning samt både användning och återvinning blir så effektiv som möjligt.
- Svensk stålindustri kommer att fortsatt aktivt driva forskning inom prioriterade områden som leder till minskade direkta utsläpp av fossil koldioxid.
- Svensk stålindustri kommer att fortsatt se över sina värdekedjor för att minska de totala utsläppen genom aktiva val av transporter, råmaterial och effektivare återvinning.
- Svensk stålindustri kommer att implementera ny teknik för minskade utsläpp när det är kommersiellt konkurrenskraftigt.
- Svensk stålindustri kommer att driva på vidareutvecklingen av redovisningsmodeller och redovisa relevanta data så att kunderna kan miljövärdera sina leverantörers produkter.

Svensk stålindustri vill göra skillnad för det globala klimatet med utgångspunkt från verksamhet i Sverige. För att kunna göra detta behöver stålföretagens produkter kunna levereras till kunder och marknader med konkurrenskraftiga villkor och företagen i svensk stålindustri behöver vara långsiktigt lönsamma.

För att kunna genomföra allt som krävs behöver den svenska politiken stödja och underlätta processen.

6.1 Skapa helhetssyn – en politik som hänger ihop

FN har satt upp 17 globala mål för hållbar utveckling som tydligt visar på behovet av att se helheten och hantera avvägningar mellan olika mål. Åtgärder för att uppnå nationella klimatmål måste kunna hanteras i ett globalt perspektiv samtidigt som de ska samverka och avvägas för att uppnå alla andra nationella mål. Den svenska politiken måste utformas på ett sätt som bidrar till hållbarhet i alla dess aspekter, vilket innebär avvägning mellan olika mål och politiska konsekvenser. Industrins konkurrenskraft är beroende av de politiska besluten i stort och i smått och måste därför finnas med som en parameter i avvägningen. Denna helhetssyn måste genomsyra hela politiken och mer dialog och möten med industrin kan bidra till att öka kunskapen och ge förståelse för helheten.

Metoder för att mäta och följa upp olika politiska åtgärder och utvecklingen inom olika områden är komplexa och det finns inga perfekta system för detta. För att ändå träffa så rätt som möjligt bör Sverige bredda sitt sätt att mäta och följa upp inom klimatområdet så att vi täcker in fler aspekter av utvecklingen. I dag mäter Sverige sina utsläpp endast inom landets gränser. Det betyder att vi bortser från importerade varors klimatavtryck och vi tillgodoräknar oss inte heller våra exporterade varors klimatnytta i andra länder. Det vore värdefullt för Sverige att se hur vår livsstil påverkar de globala klimatutsläppen och hur vår industri bidrar med klimatsmarta produkter utomlands som sänker de globala utsläppen. Först då ser vi hela nyttan av svensk industris klimatinnovationer. Jiborn et al⁴³ har tagit fram en modell för att bedöma klimatutsläpp i relation till import och export. En sådan indikator skulle kunna användas som ett komplement för att bedöma konsekvenser av svensk politik på klimatet och svensk industris positiva klimatpåverkan genom sina exporterade produkter skulle synliggöras.

För att bidra till en politik som håller ihop föreslår stålindustrin:

- Att Sverige inför bredare uppföljningsparametrar som synliggör nyttan av svensk industris klimatinnovationer och export.

6.2 Forskning och utveckling

Svensk stålindustri har utvecklats till en exportör av avancerade stålprodukter som konkurrerar på en global marknad. Den globala marknaden präglas av mogna, kostnadseffektiva processer och en hård priskonkurrens.

Utveckling av storskaliga fossilfria processer i en investeringstung industri innebär stora såväl tekniska som ekonomiska risker som i dagsläget inte motsvaras av ett förstärkt marknadsläge eller andra konkurrensfördelar. Därför måste samhället bidra med finansiering av forskning och utveckling för att tillsammans med industrin överbrygga riskerna tills den nya tekniken står på egna ben och kan bidra till företagets konkurrenskraft.

En stor del av den forskning och utveckling som behövs för att utveckla ny fossilfri teknik behöver pågå under lång tid. Långsiktig finansiering måste garanteras under hela projektperioden för att industrin ska kunna göra egna investeringar i tekniken. Detta gäller även om projektiden råkar vara längre än en mandatperiod i riksdagen. Det är också viktigt att de samlade anslagen i respektive forskningsprogram kan fördelas efter behov under hela programperioden, utan att allokeras till enskilda kalenderår eller andra tidsperioder som är kortare än programtiden.

Ett bra initiativ, som skapar en viss långsiktighet, är de strategiska innovationsprogrammen, där Metalliska Material är ett. Dessa gör stor nytta för industrin då samverkan sker kring näringslivets prioriterade frågor. Dessa program säkrar en större långsiktighet, kunskapsspridning och förankring i forskningsområden som är viktiga för industrins utveckling.

Utvecklingen av fossilfri teknik förutsätter att det kan byggas kompetens på området hos såväl industrin som akademien och forskningsinstituten. Dagens system där merparten av akademins forskningsmedel utlyses i konkurrens leder till korta förordnandetider och ger den enskilde forskaren stort eget ansvar för finansiering av sin forskning. Detta leder i sin tur till kortsiktighet och i värsta fall opportunist i valet av forskningsprojekt. Stålindustrin anser att systemet bör ses över. Anslagstilldelningen till akademien bör kunna göras över längre tidsperioder för att säkerställa långsiktighet i valet av forskningsområden, vilket skulle öka förutsättningarna för systematisk kompetensuppbyggnad.

Den svenska stålindustrin är, på samma sätt som den globala stålmarknaden, mycket fragmenterad. Det kan innebära att utveckling av viss fossilfri teknik endast berör enskilda företag i Sverige. För utveckling av ny teknik är forskningsbehoven också i många fall kopplade till frågeställningar kring uppskalning till storskalig industriell tillämpning. Möjligheterna att finansiera stora pilot- och demonstrationsanläggningar måste skapas inom regelverket för tillåtet statsstöd.

För att stärka klimatrelaterad forskning och innovation föreslår stålindustrin:

- Att regeringen uppdrar till lämplig myndighet eller annan finansiär att säkerställa långsiktiga forskningsprogram som adresserar stålindustrins prioriterade forskningsinsatser.
- Att program för klimatrelaterad forskning om stålindustrins processer ska genomföras i nära samverkan med företagen.
- Att regeringen möjliggör finansieringsmodeller som säkrar medel under hela programperioder i stället för enskilda år.
- Att finansiering av Industrilivet säkras över mandatperioder och möjliggör anslagssparande över åren.
- Att industriforskningsinstitut och akademi garanteras öronmärkta kompetensuppbyggnadsmedel för att möjliggöra uppbyggnad av långsiktig kompetens i enlighet med industrins framtida behov.
- Att klimatrelaterad forskning, test och demo prioriteras inom ramen för EU:s statsstödsregler.



6.3 Kompetensförsörjning och utbildning

Svensk stålindustri är högteknologisk med höga kompetenskrav på alla nivåer. Den långsiktiga konkurrenskraften kommer att vara beroende av förmågan att utveckla produkter och tillverkningsprocesser på ett bättre och snabbare sätt än konkurrenter i andra länder. För att nå det mycket ambitiösa svenska klimatmålet kommer samtidigt stora resurser att behöva riktas mot både företagsspecifik och branschgemensam klimatrelaterad forskning. En avgörande faktor för att stålindustrin ska lyckas vara konkurrenskraftig samtidigt som man utvecklar fossilfria tillverkningsprocesser är att utbildningssystemet levererar relevant kompetens för alla nivåer.

En stor utmaning för stålindustrins kompetensförsörjning är ungas vikande intresse för tekniska/naturvetenskapliga utbildningar. Den nedåtgående trenden för industrigymnasier och andra tekniska utbildningar ger en allt mindre rekryteringsbas, även på orter där stålföretagen är lokaliserade. För att säkra kompetensförsörjningen för stålindustrin framöver krävs stora insatser för att öka attraktiviteten hos tekniska och praktiska utbildningar. Utbildningarna behöver också uppdaterat innehåll så att de anpassas till utvecklingen av fossilfria processer och den nya kompetens som krävs för framtidens produktionssätt.

Utvecklingstakten inom stålindustrin är hög och det ställer stora krav på omställning och fortbildning av befintliga medarbetare. Omställningen till fossilfria processer kommer att ställa än större krav på medarbetare att lära och utveckla produktionen med nya produktionsmetoder och bränslen. Därför kommer behovet av utbildningsinsatser att öka även hos befintlig personal.

För att säkra kompetensförsörjning och kvalitativ utbildning föreslår stålindustrin:

- Att program för forskning och utveckling om fossilfri ståltillverkning dimensioneras inte bara utifrån de direkta behoven i företagen, utan också tar höjd för den högre utbildningens behov av lärare med forskningsanknytning.
- Att de tekniska gymnasieutbildningarna och de eftergymnasiala metallurgiska utbildningarna uppdateras med kunskap om de framtida fossilfria produktionsmetoderna.
- Att möjligheterna till fördjupade studier under yrkeslivet förbättras.

6.4 Tillgång till fossilfri energi

Svensk stålindustri är beroende av en tillförlitlig tillförsel av energi med stabil kvalitet till konkurrenskraftiga kostnader. För att nå det svenska klimatmålet måste energiproduktionen komma från fossilfria källor. Förutom ett stort elbehov har stålindustrin behov av bränslen som idag består av naturgas, gasol, kol och olja. De fossilfria alternativen till dessa är biobaserade gaser, vätgas och högvärdigt biokol. För att dessa bränslen ska bli tillgängliga för stålindustrin krävs en rad åtgärder, utveckling och forskning och samverkan med andra för att göra biomassan tillgänglig till konkurrenskraftiga kostnader.

6.4.1 Elproduktion, distribution och användning

Stålindustrins behov av el kommer att öka. Den forskning och utveckling som pågår i projektet HYBRIT för att ersätta kol vid reduktionen av järnmalm, beräknas öka behovet av el med cirka 15 TWh per år vid befintlig produktionsnivå, vilket motsvarar omkring 10% av dagens totala elproduktion i Sverige. Utöver detta förväntas att en del av dagens bränsleanvändning, dels i tillverkningsprocesser, dels i transporter, kommer att ersättas med el. Svensk stålindustri vill växa och öka försörjningen av stål som kan bidra till en lägre global klimatbelastning. Produktions- och distributionssystemet för el måste dimensioneras på ett sätt som inte begränsar en tillväxt i den svenska stålindustrin.

En ökad elektrifieringsgrad kommer att ställa allt högre krav på stabilitet i elförsörjningen. Stålproduktionen ska uppfylla kundernas leveransbehov, hålla hög produktivitet och vara energi- och resurseffektiv. Då finns inte möjlighet att styra stålproduktionen utifrån tillgänglig effekt i elsystemet.

Systemkostnaderna för el, det vill säga alla kostnader kopplade till elleveransen, såsom elpriset, skatter och avgifter och nätkostnader, måste vara långsiktigt konkurrenskraftiga. I detta ligger både konkurrens mot kostnader i andra länder och konkurrens mot andra energislag. Ett exempel är EU:s utsläppshandels påverkan på elpriset där medlemsländerna kan kompensera konkurrensutsatt industri som inte kan ta ut denna kostnad av kund. Flera länder har infört kompensation, däribland Tyskland, Storbritannien, Frankrike, Norge och Finland samt i viss utsträckning Belgien och Spanien. Sverige har hittills valt att inte införa kompensation vilket snedvrider konkurrensen inom EU.

Elen måste förstås också vara fossilfri. Här har Sverige ett unikt utgångsläge med dagens produktionsmix som har låga utsläpp och god reglerkapacitet i vattenkraften.

Svensk stålindustris produktionsanläggningar (alla utom en) är lokaliserade i elprisområde 3 och 4.

Dock står Sverige inför ett antal utmaningar. Elmarknaden är redan idag uppdelad på fyra prisområden eftersom produktion, konsumtion och överföringskapacitet inte är i balans. Enligt Svenska kraftnäts utvecklingsplan⁴⁴ förväntas en ökning av obalanserna i produktion och användning av el inom respektive prisområde under den kommande 10-årsperioden i Sverige. Allt mer el förväntas efterfrågas i prisområde tre och fyra, alltså i syd- och mellansverige, samtidigt som det sker neddragningar i kärnkraftsproduktionen. Det förväntas leda till allt fler tillfällen då elpriset är väldigt högt under enskilda timmar.

Utbyggnad av vindkraft, behov av överföring mellan olika delar av landet och ökad elektrifiering innebär ett behov av utbyggnad av elnät, både stamnät och regionnät. Hur olika nätutbyggnadsprojekt ska prioriteras måste vara en del i helhetsbilden av elsystemets utveckling både vad gäller produktion och användning. Investeringar i ökad nätkapacitet måste också vara kostnadseffektiva för elkunderna och får inte driva upp nätkostnaderna. Nätbolagen bedriver en verksamhet med stöd av ett faktiskt och juridiskt monopol. Det finns ingen konkurrens och intäkterna är garanterade för varje fyraårsperiod. Därmed kan risken för elnätsverksamhet inte sägas vara annat än låg vilket måste återspeglas i elnätsbolagens avkastning. Elnätsregleringen har därför en viktig roll för att skydda nätkunderna mot oskäliga nättariffer.

Energiöverenskommelsen som gjordes 2016 och Energikommisionens rapport 2017 har gett en viss stabilisering av energipolitiken. Dock hanteras inte förhållandena efter 2030 på ett sätt som gör att stålindustrin känner sig trygg med att elsystemet kan hantera företagets behov av el i framtiden avseende systemkostnader, elkvalitet och tillgänglig effekt.

För att säkerställa tillgången till fossilfri, stabil el och säkra elproduktionssystemet föreslår stålindustrin:

- Att svensk energipolitik långsiktigt garanterar tillgång till stabil, planerbar och fossilfri elleverans i hela landet till konkurrenskraftig systemkostnad.
- Att kvaliteten i elsystemet håller dagens nivå på spänning och frekvens (50+-0.1 Hz).
- Att nätregleringen skärps från 2020 och säkerställer skälig nätkostnad för kunderna och rimlig avkastning till nätbolagen.
- Att regeringen inför kompensation för utsläppshandelns påverkan på elpriset, såsom gjorts i Tyskland, Storbritannien, Frankrike, Norge och Finland med flera stater.

6.4.2 Biomassa/Bioenergi

Stålindustrin bedömer att det tekniskt går att ersätta behovet av fossila bränslen och delar av processkolet med biobaserade alternativ. För att stålindustrin ska få tillgång till energi baserad på biomassa krävs ett utbud på marknaden av bland annat biogas och biogasol. Användningen av naturgas och gasol i processerna gör att stålindustrin till största del redan idag är förberedd för en omställning till biobaserade gaser. Idag finns dock inte tillgång till produkterna till konkurrenskraftiga kostnader och i de kvantiteter som behövs. Bristen på infrastruktur är ett avgörande hinder som skiljer potentiella producenter från potentiella kunder. Infrastrukturen för distribution till stålindustrin behöver förenklas och effektiviseras genom ett mer utvecklat system för gröngasprincipen. Användaren ska kunna tillgodoräkna sig det icke-fossila bränslet inom skattelagstiftningen och EU-ETS oavsett om det är i gasfas eller flytande och oavsett hur det distribuerats.

Produktion och användning av biogas behöver fortsatt stimulans. Stålindustrin ser en stor utmaning i att få tillgång till biobaserade bränslen till rätt kvalitet och konkurrenskraftiga kostnader då fler sektorer med högre betalningsförmåga också efterfrågar biobaserade bränslen och råvaror, till exempel transportsektorn och kemiindustrierna. Redan idag styrs användningen av bioenergi genom politiska styrmedel, till exempel elcertifikat, kvotplikt och koldioxidskatter. Tyvärr får dessa styrmedel till följd att biomassan eldas upp i kommunala kraftvärmeverk istället för att bli en ersättning till fossila bränslen i sektorer utan alternativ men med betydligt högre förädlingsvärden.

Samtidigt finns restenergier i industrin som istället skulle kunna användas i fjärrvärmenäten. Tyvärr motverkas detta idag genom att elcertifikaten tränger undan industrins restenergier till förmån för biomassa. Samma biomassa som skulle göra större nytta om den kom stålindustrin till del. Här finns ett stort systemfel i de politiska styrmedlen som skyndsamt måste ses över för att skapa effektiv klimatnytta.

En övergripande kartläggning av möjliga styrmedel och effekterna av dessa bör göras relativt snart för att minska osäkerheten i bedömningen av framtida efterfrågan på biomassa. Omloppstiden i produktion av biomassa är lång och producenter av biomassa måste redan nu ta beslut som baseras på bedömningar av marknaden om 25–30 år.

*”Om mitt företag får
tillgång till biogas
av rätt qualité så kan
vi vara fossilfria
i morgon”.*

Johnny Sjöström
vd, Uddeholm AB

För att tillgängliggöra bioenergi för stålindustrin föreslås:

- Att regeringen utarbetar en biostrategi för att undanröja hinder och möjliggöra tillgång till biobaserade kol och bränslen med kvalitet som motsvarar stålindustrins behov.
- Att regeringen anpassar skattelagstiftning och tillämpningen av EU-ETS så att gröngasprincipen gäller för biobaserade gaser oavsett om de är i gasfas eller flytande form.
- Att regeringen ändrar systemet för elcertifikat så att biomassa inte används för att producera el och värme.
- Att regeringen utreder och ser över styrmedel så att industrins restenergier prioriteras i fjärrvärmenäten.



6.5 Ramverk för klimatinvesteringar

Ståindustrin behöver kontinuerligt göra investeringar för bibehållen och ökad konkurrenskraft. Tidsåtgången för att utveckla ny teknik så den kan användas i industriell skala är i många fall lång. Det är viktigt att industrin tillåts göra investeringar i befintlig teknik för att inte tappa konkurrenskraft på kort sikt. Investeringar i klimatpåverkande processutrustning behöver i regel hanteras inom ramen för de miljötillstånd som omfattar verksamheten. I samband med sådana prövningar är det viktigt att industrins uppfattning av vad som är bästa tillgängliga teknik vid varje tidpunkt har högsta relevans för berörda tillsyns- och prövningsmyndigheter.

Effektiviteten i tillståndprocesser och tidsåtgången för detta är avgörande för industrins investeringar liksom förutsägbarheten i systemen. Prövningen av verksamhet enligt miljöbalken ska främja investeringar som bidrar till en grön omställning och miljöprövningsprocessen måste därför bli effektivare. En tillståndsprövning som krävs för att säkerställa förutsättningar för en fossilfri och konkurrenskraftig industri bör hanteras skyndsamt av samtliga inblandade aktörer.

Ståindustrin regleras av både europeisk miljölagstiftning och miljöbalken vilket i många fall innebär dubbelreglering. Prövningsprocessen bör reformeras så att överlappande krav tas bort, vilket skulle minska behovet av underlag och omfattningen av prövningen.

Investeringsklimatet måste generellt vara harmoniserat med konkurrerande länders för att attrahera investeringar i Sverige. Att de grundläggande ramvillkoren för konkurrenskraft och investeringsvilja hålls på en god och med jämförbara länder harmoniserad nivå är avgörande även för att klimatinvesteringar ska kunna ske. Här behöver regeringen se över den totala konkurrenssituationen och förstärka de konkurrensfördelar Sverige har gentemot andra jämförbara länder.

För att klimatinvesteringar ska kunna ske föreslår ståindustrin:

- Att regeringen säkerställer effektiva tillståndprocesser vid miljöprövningar genom att införa krav på tidsplan för processen.
- Att miljöbalken anpassas så att prövningen inte dubbelreglerar miljöparametrar som redan regleras i EU:s regelverk.

6.6 Fossilfria transporter

Stålintustrin exporterar större delen av sina produkter till drygt 140 länder. Sverige är ett land med långa avstånd vilket ställer stora krav på goda och effektiva transporter, inte minst för stålintustrin som har sina produktionsanläggningar på mindre orter och på landsbygden. I dag används alla trafikslag av stålintustrin, både väg, järnväg och sjöfart är avgörande för att få ut stålprodukter till marknaderna runt om i världen och för att få insatsvaror till industrierna.

Stålintustrin har för avsikt att växa med en ökad export, vilket kommer att öka behovet av transporter av stålintustrins produkter. Det innebär också ökade ankommande transporter av råvaror och insatsmaterial. Politiken bör därför fokusera på styrmedel och stimulanser som minskar utsläppen, inte transporterna.

Stålintustrins anläggningar ligger på landsbygden och är ofta beroende av ett fungerande vägnät och betydande transporter sker idag med lastbil. Att investeringar i både vägnät och järnväg också kommer landsbygden till del är därför av högsta vikt. Stålintustrin saknar tillräckliga anslag för landsbygdens infrastruktur i nationella planen idag. En upprustning av järnvägen utifrån godstransporternas behov av tillförlitlighet skulle dessutom avsevärt förbättra förutsättningarna för industrin att öka andelen transporter på järnväg. Förutom tillförlitligheten är även kostnaden en viktig faktor vid valet av transportsätt. Även omlastning är en kritisk faktor både av kostnadsskäl och tillförlitlighetsskäl. Banavgifterna har ökat, och ska fortsätta att höjas kraftigt, även på sträckor med underhållsbrister, vilket upplevs som att man betalar för en tjänst som inte levereras. Rent generellt styr högre kostnader inte mot färre och kortare transporter, utan innebär ofta endast en försämring av konkurrenskraften. Därför är stålintustrin kritisk till förslag som till exempel vägslitageavgift, som skulle leda till ökade kostnader och sämre konkurrenskraft utan några minskade utsläpp. Istället för det lapptäcke av skatter och avgifter som finns på vägtransporter idag, och som en vägslitageavgift är ytterligare en variant av, föreslår stålintustrin en översyn av hela beskattningen av vägtransporter. Systemet bör styra mot fossilfria transporter samtidigt som industrins konkurrenskraft stärks.

I Trafikverkets nationella färdplan för elvägar⁴⁵ framförs behovet av att genomföra en stor elvägspilot som inte enbart omfattar tekniken, utan hela systemet med kringtjänster, betal- och accessystem och liknande. En ambitiös satsning på elvägar bör genomföras inom en 10-årsperiod, vilket betyder att nationella planen bör kompletteras med fler sträckor och finansiering för dessa. Stålintustrin föreslår en utbyggnad av elvägen utanför Sandviken till att omfatta sträckan Borlänge – Gävle Hamn. En sådan utbyggnad skulle kunna användas av ett flertal företag i stålintustrin, men även trafikeras av tunga transporter från andra branscher. För att ytterligare utöka flexibiliteten skulle en kombiterminal för intermodala transporter kunna anläggas i anslutning till denna väg.



För att effektivisera materialflöden och transporter behövs en samlad godsstrategi som genomsyras av logistik för konkurrenskraft med långsiktigt stabila politiska spelregler. Stålintustrin delar de synpunkter som framförts av Näringslivets transportråd⁴⁶ och Industrirådet. Bland de viktigare synpunkterna är att fokusera godsstrategin på stråk, noder och godsflöden nationellt och internationellt ur ett trafikslagsövergripande perspektiv, att underhåll av befintlig infrastruktur för godstransporter på järnväg bör prioriteras framför utbyggnad av spår för höghastighetståg samt att maxvikten avseende transporter på landsväg bör höjas. Järnvägen bör också effektiviseras genom att bland annat tillåta tyngre och längre tåg.

För att stimulera utvecklingen av fossilfria transporter inom stålintustrin föreslås:

- Att regeringen ökar tempot för underhåll och nyinvesteringar i järnvägar och vägar, även utanför storstäderna.
- Att regeringen möjliggör effektivare transporter, till exempel genom att tillåta 74-tons lastbilar på större delen av vägnätet.
- Att regeringen fortsätter satsa på fossilfria transportlösningar såsom elvägar.

6.7 Omställning till ett cirkulärt samhälle

Stål är ett 100% återvinningsbart och i stort sett permanent material. Det går att återvinna oändligt många gånger med inga eller mycket små kvalitetsförluster, förutsatt att insamling och sortering görs på ett noggrant sätt. Många gånger kan nedsmält skrot få bättre egenskaper genom att nya legeringar tillsätts. För att kunna nå ett helt cirkulärt system krävs att allt stål som har använts samlas in efter att det skrotats och sorteras utifrån det metallinnehåll som skrotet innehåller. Redan idag finns system för insamling och sortering, och en fungerande marknad för metallskrot. Utmaningen framåt ligger i att ytterligare öka insamlingen och förfinas sorteringen för att vidmakthålla och optimera kvaliteten på skrot så att värdefulla metaller nyttjas.

Parallellt med stålproduktionen produceras restprodukter i form av till exempel metallurgiska slaggar, glödska, stoft och slam. Många av dessa material blir biprodukter som används internt eller externt av andra branscher och ersätter användning av jungfruliga material.

Det behövs ett samlat grepp med balanserade avvägningar mellan olika lagstiftningar och ambitioner kopplade till miljömålet Giftfri miljö och behovet av resurseffektiva kretslopp. Det är viktigt att vi i Sverige inte har en ensidig fokusering på innehåll av farliga ämnen utan också tar hänsyn till om det finns någon exponeringsrisk av dessa ämnen eller inte. Stål innehåller järn med tillsatta legeringsmetaller för att uppnå de tekniska krav som krävs. Biprodukter från stålindustrin innehåller också ämnen som använts vid stålltillverkningen. Det är viktigt att skilja på enskilda ämnens inneboende egenskaper avseende farlighet och de risker för exponering som finns vid tillverkning, användning och återvinning av stål och biprodukter. Rostfria produkter är till exempel godkända enligt standarder för dricksvatten och livsmedel och används inom sjukvård och matlagning utan risk för människors hälsa och miljö. Detta trots att de innehåller legeringsämnen som har farliga egenskaper i ren metallisk form.

Miljökrav på produkter och material föreslås ofta som ett medel att styra mot ett mer klimatsmart samhälle. Svensk stålindustri ligger redan idag i topp när det gäller climateffektiv produktion. Svensk energimix, god tillgång till skrot och malm och effektiva masugnar är viktiga skäl till det. Men att jämföra olika produkter eller olika stål är komplext eftersom det finns många produkter och material med olika prestanda och klimatnyttor i användningsledet. Miljökrav på produkter måste sättas utifrån ett livscykelperspektiv och utifrån den funktion som produkten eller det aktuella stålet erbjuder. Så länge efterfrågan på stål är större än utbudet av skrot så måste stål också produceras från järnmalm. Det innebär att skrot- och malmbaserad stålproduktion inte bör jämföras på ett förenklat sätt. I stället bör fokus läggas på den stora miljöbesparing allt stål erbjuder då det alltid är ett återvinningsbart material när produkterna nått sin livslängd. Det är också något man tagit fasta på i den metod för Miljöfotavtrycksberäkning (PEF) som nu testas inom EU. Med tillförlitliga data och väl genomarbetade metoder för beräkning av miljö- eller klimatavtryck kan miljökrav ställas på produkter och tjänster. Politiken bör fokusera på att stötta arbetet med fortsatt utveckling inom detta område för att möjliggöra relevanta miljövärderingar i hela värdekedjan.

Ett globalt pris på klimatpåverkande utsläpp skapar konkurrensneutralitet som är avgörande för att de miljöbästa företagen ska bli vinnare istället för att slås ut av ojämliga konkurrensvillkor.

”Tack vare att vi är skrotbaserade och att den el vi använder är nästintill fossilfri så har våra produkter väldigt låga koldioxidavtryck redan idag, långt under globala benchmarks. Vår nästa stora utmaning är att arbeta ännu närmare med kunder som värdesätter den miljönytta våra produkter gör i industriella tillämpningar”

Marcus Hedblom,
vd Ovako

Nästan allt stål som används i Sverige importeras. Svenskt specialstål exporteras. Därför kommer miljökrav och märkning i Sverige inte att påverka svenskt stål, utan framförallt importerat stål av lägre kvalitéer.

*"Politiken måste
jobba för ett globalt
pris på utsläpp.
Utsläppen blir inte
mindre bara för att de
byter adress".*

Helén Axelsson,
energi- och miljödirektör,
Jernkontoret

För att nå ett cirkulärt samhälle föreslår stålindustrin:

- Att regeringen verkar för införandet av ett globalt pris på klimatpåverkande utsläpp.
- Att regeringen stödjer arbetet för utveckling av metoder och standarder för livscykelanalys, miljöfotavtryck (PEF) och miljömärkning.
- Att regeringen fortsätter arbetet med att vägleda i balansen mellan giftfri miljö och resurseffektiva kretslopp.
- Att regeringen underlättar för ökad insamling av stålskrot samt stödjer utvecklingen mot förfinad skrotsortering.



Referenser

- ¹ Statistiska Centralbyrån (2017), El- gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2016, s 58
- ² Statistiska Centralbyrån (2017), El- gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2016, s 41
- ³ <http://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/produktion/>
- ⁴ Jernkontoret
- ⁵ Hagman L, Lind D. "Det nya näringslivet – samspelet mellan industrin och tjänstesektorn" (2008). Beräkning uppdaterad av Industriarbetsgivarna 2014
- ⁶ Börjesson P. (2016) Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi, Rapport nr. 97, Lunds Universitet, Avdelningen för miljö- och energisystem
- ⁷ Müller D.B., Wang T., Duval B (2011), Patterns of iron use in societal evolution, Environmental Science and Technology, 45(1)
- ⁸ World Steel Association, World Steel in Figures 2017
- ⁹ <http://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/handelsfardigt-stal/>
- ¹⁰ Arbetsmaskiner definieras som en transportabel industriell utrustning, eller fordon som inte är avsedd för transport på väg av människor eller gods. Energimyndigheten (2017), Fossilfrihet för arbetsmaskiner.
- ¹¹ Jernkontoret (2015), Jernkontorets forskning, Rapport D 861, Robusta energi- och klimatindikatorer för stålindustrin
- ¹² <http://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/EIAnvSNI2007Ar>
- ¹³ <http://www.energimyndigheten.se/statistik/el-och-fjarrvarme/>
- ¹⁴ www.hybritdevelopment.com/
- ¹⁵ <http://www.metalliskamaterial.se/sv/forskning/biobransleforgasning-for-pulverstalsproduktion/>
- ¹⁶ Per Arne Nilsson. CCS in the Baltic Sea region - Final summary report, Elforsk rapport 2014:50
- ¹⁷ Lena Sundqvist Ökvist och Joel Orre. Grön Masugn – Masugnprocess med minimal CO₂-belastning, rapport för projektet inom SIP-metalliska material med samma namn.
- ¹⁸ Lena Sundqvist Ökvist et. al. Grön Masugn – Fokus Biomassa, rapport för projektet inom SIP-metalliska material med samma namn.
- ¹⁹ Eurofer. A steel roadmap for a low carbon Europe 2050, www.eurofer.org
- ²⁰ Flexibla lösningar för att minska utsläpp av växthusgaser från värmningsugnar i stålindustrin, Energimyndigheten drnr 2017-004907 pågående projekt
- ²¹ Bureau of International Recycling, Ferrous Division (2013), World Steel Recycling in Figures 2008–2012
- ²² Bureau of International Recycling, Ferrous Division (2013), World Steel Recycling in Figures 2008–2012

- ²³ Transportarbetet beskriver aktiviteten i transportsystemet och redovisas för godstransporter i måttet tonkilometer (tonkm). En tonkilometer innebär en förflyttning av ett ton gods en kilometer. (Trafikanalys; <https://www.trafa.se/vagtrafik/transportarbete-4164/>)
- ²⁴ Jernkontoret (2013), Jernkontorets forskning, Rapport D 853, The Steel Eco-Cycle. Scientific report 2004–2012. Final report
- ²⁵ Jernkontoret (2015), Stål skapar miljönytta
- ²⁶ <https://www.home.sandvik/en/about-us/sustainable-business/our-offerings/environmental-impact/air-conditioners-in-china/>
- ²⁷ <https://www.ssab.se/produkter/varumarken/strenx>
- ²⁸ Jernkontoret (2013), Jernkontorets forskning, Rapport D 853, The Steel Eco-Cycle. Scientific report 2004–2012. Final report , p 252
- ²⁹ Ovako Annual Report 2016, p 19
- ³⁰ Jernkontoret (2015), Stål skapar miljönytta
- ³¹ Müller D.B., Wang T., Duval B (2011), Patterns of iron use in societal evolution, Environmental Science and Technology, 45(1)
- ³² World Steel Association (2015), Steel in the circular economy
- ³³ Allwood et al (2015), Sustainable Materials without the hot air, UIT Cambride, England, s 65
- ³⁴ Paulik et al (2013), The steel scrap age. Copyright 2013 American Chemical Society
- ³⁵ World Steel Association (2017), World Steel in figures 2017
- ³⁶ [https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainability/sustainability-indicators/Contributing organisations 2003–2016](https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainability/sustainability-indicators/Contributing%20organisations%202003-2016)
- ³⁷ World Steel Association (2017), World Steel in figures 2017
- ³⁸ Jernkontoret Direkta utsläpp från svensk stålindustri plus indirekta utsläpp från elanvändning och järnpelletstillverkning
- ³⁹ Jernkontoret (2012), Stålindustrin gör mer än stål, Handbok för restprodukter
- ⁴⁰ World Steel Association (2017), World Steel in figures 2017
- ⁴¹ Börjesson P. (2016) Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi, Rapport nr. 97, Lunds Universitet, Avdelningen för miljö- och energisystem
- ⁴² (Lag 1994:1776 2 kap. 2a §)
- ⁴³ Magnus Jiborn, Astrid Kander et al Decoupling or delusion? Measuring emissions displacement in foreign trade. Global Environmental Change Vol.49,sid 27–34, 2018
- ⁴⁴ Svenska Kraftnät (2017), Systemutvecklingsplan 2018–2027, s 25
- ⁴⁵ Trafikverket (2017), Nationell färdplan för elvägar
- ⁴⁶ Näringslivets transportråd, Skrivelse om en samlad godsstrategi och framtidens logistik 170911 samt Remiss Nationell Plan för transportsystemet 171016
- ⁴⁷ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/>
- ⁴⁸ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp-och-upptag/>

Bilagor

Innehållsförteckning

1 Klimatmålen	101
1.1 Parisavtalet	101
1.2 EU	104
1.3 Sverige	104
2 Så tillverkas stål	106
2.1 Malmbaserad tillverkning	107
2.1.1 Kokstillverkning	107
2.1.2 Masugnsprocessen	108
2.1.3 Färsugning/Konverterprocess	108
2.1.4 Andra malmbaserade järnframställningsprocesser	109
2.1.5 Höganäsprocessen	109
2.2 Skrotbaserad tillverkning	110
2.2.1 Ljusbågsugnar	110
2.2.2 Induktionsugnar	110
2.2.3 Omsmältning	110
2.2.4 Skänkbehandling	111
2.3 Gjutning	111
2.4 Värmning/Värmebehandling	112
2.4.1 Bearbetning	112
2.4.2 Värmebehandling	112
3 Stålintustrins anläggningar i Sverige	114
4 Forskning-, Innovations- och utvecklingsbehov	116

1 Klimatmålen

Utsläppen av växthusgaser och utsläppens påverkan på klimatet är ett globalt problem. Klimatmål har upprättats på flera nivåer och nedan följer en beskrivning av de globala, europeiska och svenska klimatmålen. Svensk stålindustri är direkt berörd av de europeiska och svenska klimatmålen.

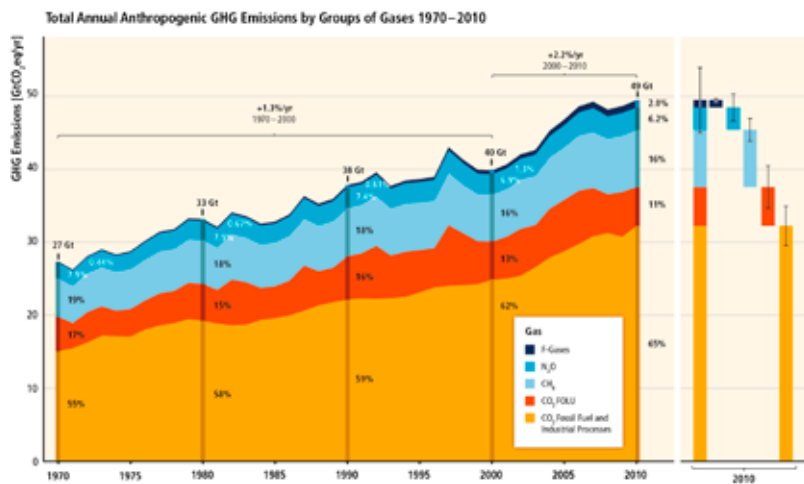
1.1 Parisavtalet

I november 2015 i Paris samlades representanter för världens länder för att komma överens om nytt globalt klimatavtal. Avtalet skrevs under av 195 länder och träder ikraft år 2020. Det absolut viktigaste man kom överens om var målet om att ökningen av den globala medeltemperaturen ska stanna väl under 2 °C och att ansträngningar ska göras för att hålla temperaturökningen under 1,5 °C.

Varje land ska meddela sina åtgärder för att klimatmålen ska nås och planerna ska uppdateras vart femte år. Genomförande av avtalet ska kartläggas regelbundet. Den första globala kartläggningen ska göras 2023 och sedan vart femte år.

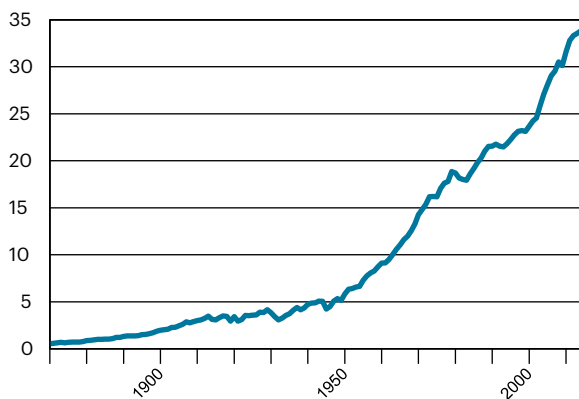
Enligt figur B 1.1 beräknades världens samlade årliga utsläpp av växthusgaser uppgå till 49 miljarder ton 2010. Av dessa beräknas cirka två tredjedelar orsakas av användning av fossila bränslen, vilka har fördubblats sedan 1970. Utsläppen av koldioxid från användning av fossila bränslen har utvecklats enligt figur B 1.2.

Figur B 1.1 Globala utsläpp från respektive källa omräknade till koldioxidekvivalenter. FOLU avser utsläpp från skogsbruk och annan markanvändning, som till exempel utsläpp från skogs- och torvbränder och torvnedbrytning. CH₄ avser utsläpp av metan, N₂O avser utsläpp av dikväveoxid och F-Gaser avser fluorerade gaser. Källa: IPCC.



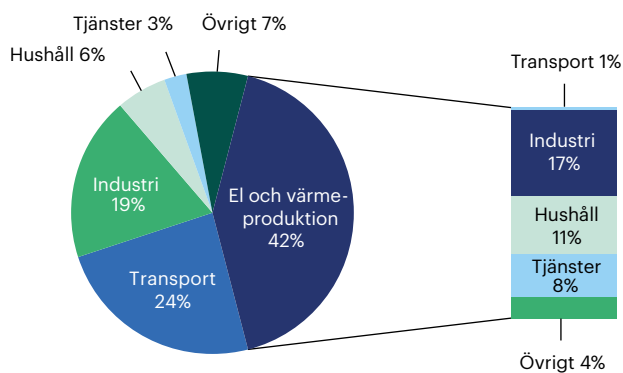
Figur B 1.2 Globala utsläpp av koldioxid från användning av fossila bränslen 1870-2014. Källa: IEA.

Miljarder ton



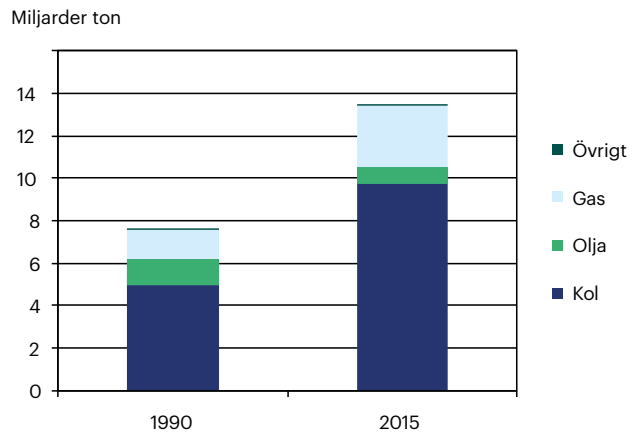
Industrins andel beräknas uppgå till 36% av utsläppen av koldioxid från användning av fossila bränslen, vilket omfattar både direkta utsläpp, och indirekta utsläpp från produktion av använd energi och värme.

Figur B 1.3 Globala utsläpp av koldioxid från användning av fossila bränslen per sektor, 2015. Källa: IEA.



De globala utsläppen från el- och värmeproduktion beror till största del på att fossila bränslen används som energikälla. Sedan 1990 har användandet av kol och gas för el- och värmeproduktion ökat, medan användningen av olja har minskat något. Eftersom el är en viktig energikälla vid ståltillverkning har den nationella och regionala sammansättningen av elproduktionskällor stor betydelse för storleken på de indirekta utsläppen från ståltillverkning i olika delar av världen.

Figur B 1.4 Globala utsläpp av koldioxid från el- och värmeproduktion per primärt energislag 1990 och 2015. Källa: IEA.



1.2 EU

I oktober 2014 enades EU-ländernas ledare om nya energi- och klimatmål för 2030. År 2030 ska utsläppen av växthusgaser vara minst 40 % lägre än 1990. Minst 27 % av energiförbrukningen ska vara förnybar och energieffektiviteten ska vara minst 27 % bättre än befintliga projektioner.

År 2050 har EU som mål att minska utsläppen med 80–95 % i jämförelse med 1990 års nivåer. I november 2016 lade EU-kommissionen fram förslag på ändringar av förnybarhetsdirektivet för att säkerställa att förnybarhetsmålet nås 2030. Kommissionen lade även fram förslag på ändringar av energieffektiviseringsdirektivet som inkluderar en ökning av effektiviseringsmålet till 30 % år 2030.

EU:s system för utsläppshandel är en hörnsten i EU:s klimatstrategi och den handlande sektorns utsläpp ska till 2030 minska med 43 % jämfört med 2005 som en del i det totala 2030-målet. Systemet innebär att utsläppstaket för energiintensiva industrier såsom kraftverk, stålverk och cementfabriker sänks för varje år, bland annat genom att antalet utsläppsrätter som tillförs i systemet minskas successivt. För varje ton koldioxid som företagen släpper ut måste de överlämna en utsläppsrätt som sedan annulleras i systemet.

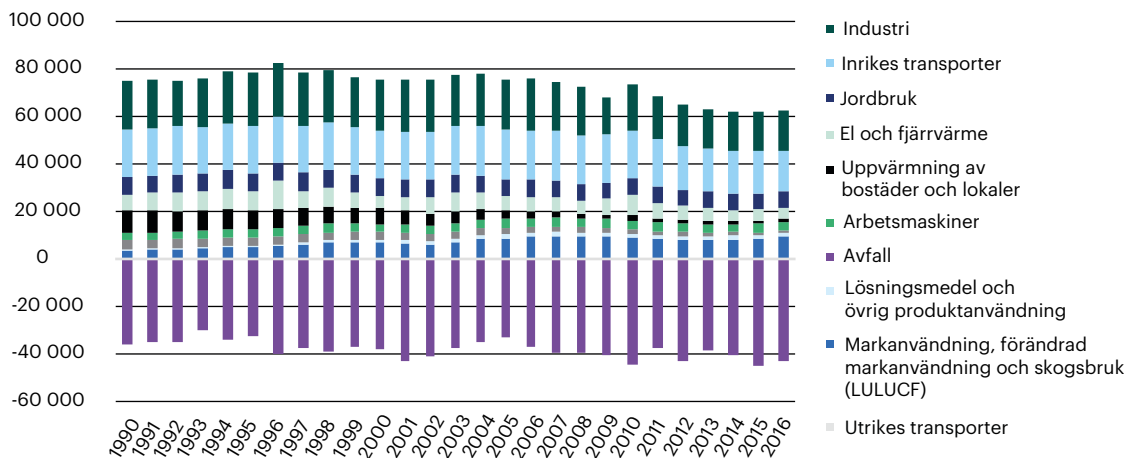
Sektorer som är utsatta för konkurrens från länder utanför EU kan få viss gratis tilldelning av utsläppsrätter årligen för att undvika så kallat koldioxidläckage, det vill säga att tillverkning flyttas från EU till andra länder av kostnadsskäl. Tilldelningen sker baserat på riktmärken avseende antingen de produkter som tillverkas eller på riktmärken avseende förbrukad energi i de fall produktriktmärken inte finns. Det kommer att ske en årlig sänkning av riktmärkena i syfte att ytterligare driva på mot målet om minskade utsläpp i den handlande sektorn. Tilldelningen beror också av historiska produktionsnivåer.

1.3 Sverige

Sverige ska senast 2045 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Utsläppen från verksamheter inom svenskt territorium ska vara minst 85 % lägre än utsläppen 1990 och för att nå målet, får även avskiljning och lagring av koldioxid av fossilt ursprung räknas som en åtgärd där rimliga alternativ saknas. Kompletterande åtgärder får tillgodoräknas vid beräkningen av nettoutsläpp. Utsläppen beräknas i enlighet med Sveriges internationella växthusgasrapportering, det vill säga exklusive markanvändning, skogsbruk och internationell luft- och sjöfart.

Figur B 1.5 Utsläpp och upptag av växthusgaser i Sverige. Källa: Naturvårdsverket.
<http://www.naturvardsverket.se/klimatutslapp>.

Tusen ton koldioxidekvivalenter

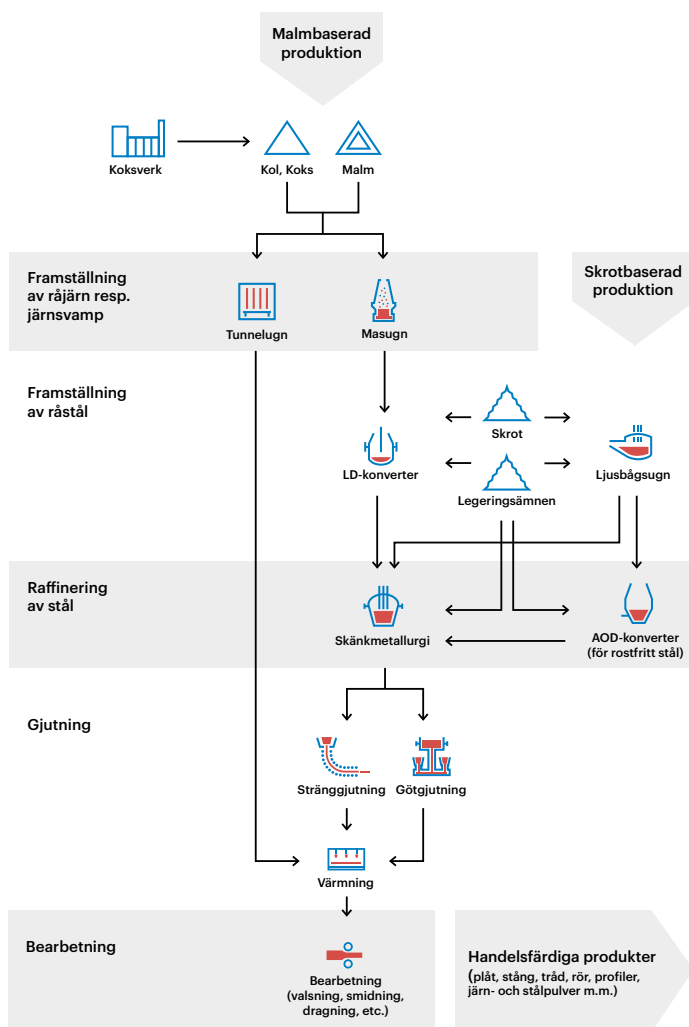


För transportsektorn och den icke-handlande sektorn har det upprättats delmål för 2030 respektive 2040. Med utsläpp i den icke-handlande sektorn avses växthusgasutsläppen som inte omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter. Utsläppen i den icke-handlande sektorn, bör senast år 2030 vara minst 63% lägre än utsläppen år 1990. Senast år 2040 bör utsläppen i Sverige i den icke-handlande sektorn vara minst 75% lägre än utsläppen år 1990. Växthusgasutsläppen från inrikes transporter (utom inrikes luftfart som ingår i EU:s utsläppshandels-system) ska minska med minst 70% senast år 2030 jämfört med år 2010.

2 Så tillverkas stål

Stål kan tillverkas utifrån två huvudsakliga järnråvaror, antingen baserat på järnmalm eller på återvunnet skrot. Vid användning av järnmalm som råvara behöver materialet genomgå en reduktionsprocess för att separera järn från syre. När stål tillverkas från skrot behöver det smältas om för att nya stålprodukter ska kunna produceras. Efter smältning och gjutning värms stålet upp för att genomgå vidare bearbetning. En schematisk översikt av stålindustrins tillverkningsprocesser visas i figur B 2.1 och mer detaljer om hur processerna går till beskrivs i nedanstående text.

Figur B 2.1 Tre processvägar inom svensk stålindustri. Malmbaserad tillverkning via masugn. Malmbaserad järnpulvertillverkning via tunnelugn. Skrotbaserad tillverkning via ljusbågsugn.



2.1 Malmbaserad tillverkning

Järn är det fjärde vanligast förekommande elementet i jordskorpan. Det förekommer dock i mycket liten utsträckning i form av rent järn, utan nästan uteslutande bundet i förening med syre, svavel eller andra element. För järn- och ståltillverkning används järn bundet med syre till någon form av järnoxid. I vissa områden förekommer järnoxid i sådan omfattning och koncentration att förekomsten blir brytvärd, d.v.s. järnmalm. Järnet separeras från syret med hjälp av en varm reduktionsprocess där kol, i form av koks, är det vanligast förekommande reduktionsmedlet. Nedan ges exempel på de viktigaste förekommande processerna.

2.1.1 Kokstillverkning

Koks är en viktig råvara vid tillverkning av järn från malm. Koksens funktion i masugnen är flerfaldig. Förutom att fungera som reduktionsmedel och värmekälla bidrar den till processen genom att bära upp övrigt material vid reduktion i masugn. Koksens kvalitet är viktig eftersom den måste behålla en hög hållfasthet långt ner i ugnsschaktet så att processgaserna lätt kan passera genom och mellan järnråvara – pellets eller sinter – och koks. Vid koksningen i koksverk hettas stenkol upp varvid vatten och flyktiga, kolhaltiga, beståndsdelar avgår. Kvar blir kol och en aska bestående av gråberg från kolgruvan.



2.1.2 Masugnsprocessen

Masugnsprocessen är den vanligaste tekniken och används i cirka 75 % av världens stålproduktion. Masugnen matas kontinuerligt från toppen med järnmalm i form av järnpellets eller sinter, koks och kalk. Från botten blåser man in förvärmad luft och extra reduktionsmedel som kolpulver eller recirkulerat sot från ugnen. Tillsatsen av kalk gör att eventuella rester av gråberg i järnmalmen, så kallad gångart, smälter och kan separeras från råjärnet i form av slagg. I toppen och mellanskiktet av ugnen sker reduktionen vid relativt låga temperaturer, 100-1000°C. Järnoxiderna reduceras här till lägre oxider av den koloxid som tillsammans med koldioxid strömmar genom ugnen. I ugnens nedre del, vid betydligt högre temperaturer, upp till 2200°C, sker även direkta reaktioner mellan kol och järnoxid. Det smälta järnet – råjärnet – droppar ner och samlas upp i botten av ugnen och har en temperatur på cirka 1500°C och en kolhalt på 4–5 % när det tappas ut. Den överskottsgas som uppstår i masugnen, masugns gas, är brännbar och kan återanvändas som bränsle i processer eller för värme- och elproduktion.

2.1.3 Färskning/Konverterprocess

Det råjärn som tappas ur masugnen har en kolhalt på 4–5 %. Stål innehåller som mest cirka 1,7 % kol för att vara bearbetningsbart genom smide eller valsning och normalt krävs betydligt lägre halter än så. Som ett exempel kan nämnas att ett vanligt konstruktionsstål innehåller cirka 0,1 % kol. Råjärnet måste därför processas vidare. Ståltillverkningens huvuduppgift är att förändra råjärnets sammansättning till det slutliga stålets specifikation. Huvudsakligen är det en fråga om att sänka kolhalten vilket görs genom att kolet bringas att reagera med syre till koloxid. Processen benämns färskning och sker genom att man blåser ner syrgas i det flytande råjärnet från masugnen. Processen genererar värme och därför tillsätts skrot som kylmedel motsvarande cirka 20 % av volymen i detta steg.

2.1.4 Andra malmbaserade järnframställningsprocesser

Reduktion av järnoxid kan även ske genom så kallad direktreduktion eller smältreduktion. Dessa båda metoder står endast för en relativt liten del av den malmbaserade järnproduktionen, direktreduktion cirka 4 %, och smältreduktion cirka 0,5 % av världsproduktionen. I Sverige förekommer endast en speciell form av direktreduktionsprocess, Höganäsprocessen som beskrivs i ett eget avsnitt.

Vid direktreduktionsprocesserna används vanligen naturgas som reduktionsmedel. Pellets av järnoxid tillsätts i toppen av en schaktugn och reduktionsgasen tillförs underifrån. Reduktionen sker i fast fas vid temperaturer på 900-1000°C. Vid direktreduktion framställs en så kallad järnsvamp. Processen kräver hög järnhalt i malmråvaran eftersom gångarten i järnmalmen inte avskiljs i processen utan blir kvar i produkten.

Järnsvamp används nästan uteslutande som råvara för ståltillverkning i ljusbågsugnar som komplement till stålskrot. Lokaliseringen av anläggningar för direktreduktion sker vanligen till platser där det finns god tillgång på billig naturgas, till exempel på Arabiska halvön eller på vissa håll i norra Sydamerika eller Karibien och USA.

2.1.5 Höganäsprocessen

Vid Höganäs AB framställs järnpulver via en metod där slig, det vill säga krossad och anrikad järnmalm, läggs i rörformade kärl tillsammans med en "reduktionsmix" bestående av finkornig koks, antracit och malen kalksten. Kärlen placeras i en tunnelugn, som använder naturgas som bränsle, där de gradvis hettas upp till cirka 1200°C. I samband med att temperaturen i kärlen ökar, förgasas koksen och bildar koloxid som reducerar järnmalmen till järn. Den kalksten som finns i reduktionsmixen har till uppgift att binda det svavel som frigörs från koksen i samband med att den förgasas. Processen i tunnelugnen avslutas med ett styrt svalningsförlopp, där kärlen kyls till en temperatur på cirka 250°C innan de tas ut ur ugnen. Efter avslutad process innehåller kärlet en järnsvampskaka, rester av oförgasad koks och en form av slag med hög svavelhalt.

Järnsvampen krossas till ett råpulver som sedan värmebehandlas för att sänka kol- och syrehalter till önskad nivå. Efter värmebehandling mals järnet till ett finfördelat pulver, färdigt för leverans till kund eller för vidare förädling.

2.2 Skrotbaserad tillverkning

2.2.1 Ljusbågsugnar

Smältning i ljusbågsugn är den vanligaste metoden för smältning av återvunnet skrot. Elektricitet används som energikälla genom att värme-strålningen från ljusbågarna mellan grafitelektroder och det material som lastats in i ugnen får skrot och legeringsämnen att smälta. Det förekommer också att en del av energitillförseln sker via olje- eller gaseldade brännare som installerats i ljusbågsugnen.

Vid smältning i ljusbågsugnar skyddas smältan av ett täcke av slag. En typisk slag består av smälta oxider från exempelvis kisel, magnesium och aluminium samt tillsatt kalk. Slaggsammansättningen varierar beroende på vilken typ av stål som tillverkas. Kolpulver och syrgas injiceras vilket gör att slaggen jäser till följd av gasutvecklingen vid koloxidationen.

Körsättet vid de allra flesta ljusbågsugnar är avpassat för att smältförloppet ska vara så effektivt som möjligt. Detta innebär att ugnen går på så hög effekt, det vill säga hög spänning, så länge som möjligt. Förfarandet kräver en stor slaggvolymer för att undvika strålningsslitage på ugnsväggarna. Därför injiceras kolpulver och syrgas för att få en gasutveckling som får slaggen att jäsa. Ett sådant körsätt minskar den totala energiförbrukningen i ugnen.

Vid rostfri tillverkning har slaggen annan sammansättning och andra egenskaper än vid tillverkning av kolstål. Tillsatsen av kol minimeras så långt det är möjligt vid tillverkning av rostfritt stål. Efter smältning av rostfritt stål går smältan vidare till konverterprocesser för att sänka kolhalten samtidigt som värdefulla legeringsämnen behålls.

2.2.2 Induktionsugnar

En alternativ smältprocess för skrot utgörs av induktionsugnar, där inlastat material smälts med hjälp av elektriskt inducerade hög- eller lågfrekventa magnetfält i deglar. Processen har vissa volymbegränsningar och lämpar sig i dagsläget bäst för små serier eller för speciallegeringar.

2.2.3 Omsmältning

För speciallegeringar eller andra stål med vissa specifika krav på renhet eller struktur kan vissa omsmältningsmetoder användas. Dessa processer använder el som energikälla.

2.2.4 Skänkbehandling

Den slutliga färdigställningen av det flytande stålet, malmbaserat såväl som skrotbaserat, sker under någon form av skänkmetsallurgisk process. Typiska färdigställningsoperationer är svavelrening, sänkning av syrehalten, kväve- och väterening, tillsats av de legeringsämnen som krävs för att stålet ska få sin avsedda sammansättning samt temperaturinställning inför gjutningen. Vid skänkbehandling kan, i vissa fall, en kompletterande värmning utföras i skänken. Värmningen sker vanligen på elektrisk väg, med elektroder som i ljusbågsugnar.

2.3 Gjutning

I samband med ståltillverkning används tre olika metoder för att gjuta det flytande stålet, göt- respektive stränggjutning samt atomisering. Vid götgjutning gjuts stålet i en eller flera gjutformar, så kallade kokiller. Storleken på kokillerna är anpassade efter den efterföljande bearbetningsprocessen och dimensionerna på den produkt som ska tillverkas. Vanligtvis fyller man flera kokiller samtidigt och det flytande stålet kommer in i kokillens botten genom ett keramiskt rör. I och med att kokillerna fylls på underifrån får man en lugn och kontrollerad fyllning av kokillen.

Vid stränggjutning gjuts stålet i en kontinuerlig process. Det flytande stålet transporteras till gjutmaskinen i en skänk. Från skänken tappas stålet först i en gjutlåda och via gjutlådan ner i en eller flera vattenkylda kopparkokiller. I kopparkokillen stelnar ett skal och strängen dras ut genom botten av kokillen med hjälp av drivrullar. När stålskalet lämnat kokillen måste det ha hunnit bli tillräckligt tjockt för att motstå belastningen av det flytande stålet. Det fortsatta stelnandet sker genom direkt vattenbesprutning eller dimkylning av strängen. Efter stelnung delas strängen eller strängarna upp i ämnen av lämplig längd.

Atomisering är en form av gjutning för tillverkning av stålpulver där smältan sönderdelas med hjälp av vatten eller gas.

Stränggjutning är i dag den dominerande metoden, framför allt, på grund av det högre materialutbytet i jämförelse med götgjutning. Götgjutning används framförallt vid gjutning av stålsorter med högt legeringsinnehåll eller då man är i behov av ämnen av större format. Tillverkningen av stålpulver förväntas öka i omfattning, bland annat drivet av den tekniska utvecklingen avseende additiv tillverkning.

2.4 Värmning/värmebehandling

2.4.1 Bearbetning

För att ge det gjutna stålet rätt egenskaper och form genomgår stålet ett eller flera bearbetningssteg innan det är färdigt för leverans till kund, till exempel valsning eller smide. Bearbetning kan ske i både varmt och kallt tillstånd. Vid bearbetning i varmt tillstånd värms materialet i ugnar. För att kunna valsa eller smida stål behöver materialet värmas till cirka 1250 °C. Bearbetningen görs för att öka täthet och homogenitet i stålet, jämna ut porositeter och inneslutningar och ge det rätt form för nästa bearbetningssteg eller leverans till kund.

2.4.2 Värmebehandling

De materialegenskaper som är viktigast för slutprodukten är inte alltid samma som under tidigare steg i tillverkningsprocessen. Slutprodukter med höga krav på till exempel nötnings- eller utmattnings-egenskaper kan behöva helt andra egenskaper i tidigare processteg för att kunna tillverkas på ett rationellt sätt. För att anpassa stålets egenskaper utifrån behoven i olika delar av processkedjan genomgår materialet ofta en eller flera värmebehandlingar under vägen till slutprodukt. Ett exempel är stål som mjukglödgas för att kunna svarvas men där slutprodukten sedan hårdas för att uppnå bättre förslitningsegenskaper. Temperaturerna är generellt lägre (600–1200 °C) än vid valsning och smide och värmebehandlingscykler kan vara både korta och långa, allt från enstaka minuter upp till 60 timmar, beroende på vilka egenskaper man vill uppnå. Effektbehoven varierar utifrån utformning av respektive värmebehandlingscykel.



3 Stålintustrins anläggningar i Sverige

Vidstående tabell visar de stålföretag som är verksamma i Sverige och anslutna till Jernkontoret, var företagen är lokaliserade, produktionsutrustning och huvudsakliga produkter vid respektive ort samt företagens ägarförhållanden.

Antal anställda avser i Sverige vid inledningen av 2018, avrundat till närmaste 5-tal. Inom parentes anges andelen av ägandet i procent.

Metallurgisk utrustning:
M= Masugn
P= Järnsvampugn
E= Elektrostålugn
S= Annan typ av Smältugn
O= Syrgaskonverter (LD)
A= AOD-konverter
C= Stränggjutningsanläggning
V= Varmvalsverk
F= Smedja

Företag/Anläggning	Antal anställda	Metallisk utrustning för stålprod	
Carpenter Powder Products AB , Torshälla	200	E	
Celsa Steel Service AB	45		
Halmstad	150		
Västerås	25		
Vännås	15		
Erasteel Kloster AB	395		
Långhyttan	115	V	
Söderfors	235	E	V F
Vikmanshyttan	45		
Fagersta Stainless AB , Fagersta	225	V	
Hjulsbro Steel AB , Linköping	40		
Höganäs AB	790		
Halmstad	100	E	
Höganäs	690	P	
Outokumpu Stainless AB	1620		
Avesta	750	E A C V	
Degerfors	510	V	
Storfors	10		
Torshälla/Eskilstuna	275		
Ovako AB	2000		
Ovako Bar AB			
Smedjebacken	330	E C V	
Boxholm	195	V	
Ovako Sweden AB			
Hofors	970	E V F	
Hällefors	420	V	
Ovako Hallstahammar AB , Hallstahammar	60		
Ramnäs Bruk AB , Ramnäs	45	F	
AB Sandvik Materials Technology , Sandviken	3940		
Tube , Sandviken		V	
Primary Products , Sandviken		E A C V F	
Strip , Sandviken		V	
Powder , Sandviken			
Kenthal AB , Hallstahammar		E A V	
Sandvik Powder Solutions AB , Surahammar			
Scana Steel Björneborg AB , Björneborg	210	E	F
Scana Steel Booforge AB , Karlskoga	55	F	
SSAB AB	6375		
SSAB Special Steels , Oxelösund m.fl. orter	2140	M O C V	
Virso	50		
SSAB Europe	3025		
Borlänge	1665	V	
Luleå	1140	M O C	
SSAB Merox AB , Oxelösund, Luleå, Borlänge	45		
Surahammars Bruks AB , Surahammar	85		
Suzuki Garphyttan AB , Garphyttan	360		
Uddeholms AB , Hagfors	890	E	V F
voestalpine Precision Strip AB , Munkfors	320		

Huvudsakliga produkter	Huvudsakliga ägare
Gasatomiserade metallpulver	Carpenter Technology Corp., USA
	Celsa Group, Spanien
Vidareförädling av armeringsprodukter Vidareförädling av armeringsprodukter Vidareförädling av armeringsprodukter	
	Eramet, Frankrike
Valstråd och band av snabbstål och andra höglegerade stål Ämnen, stång, kapslar, pulver av snabbstål och andra högleg. stål (HIP) Kallvalsade band av snabbstål och andra höglegerade stål	
Valstråd och dragen tråd av rostfritt stål	Outokumpu Stainless (50), Sandvik (50)
Spännlina	Mahler Investment B.V., Holland
	Höganäs Holding AB [Lindéngruppen/FAM]
Atomiserat råpulver Järn- och stålpulver	
	Outokumpu, Finland
Ämnen, varm- och kallvalsad plåt och band av rostfritt stål Varmvalsad grovplåt, stång, valsade billets av rostfritt stål Värmebehandling, bearbetning av rostfri stång Kallvalsad plåt och band av rostfritt stål	
	Triton Fund III (83)
Stång av olegerat och legerat stål Stång av olegerat och legerat stål	
Ämnen, grov stång, rör och ringar av kullagerstål eller legerat konstruktionsstål Stång av kullagerstål/legerat konstruktionsstål, vidareförädling av stång och tråd	
Blank stång och hårdförkromad stång/rör	
Kätting för offshore-installationer	Vicinay Marine, Spanien
	Sandvik
Sömlösa rör i rostfria material, speciallegeringar Ämnen, stång av rostfritt stål samt borrstål Precisionsband och -tråd, härdade band av rostfritt stål och svetsmaterial Gasatomiserade höglegerade metallpulver (HIP, MIM och Additive Manufacturing) Tråd, band, värmesystem (motståndsmaterial) Komponenter baserade på pulverteknologi (HIP)	
Friformsmide	Scana Steel AB [Incus Investor ASA, Norge]
Friformsmide, lyftgafflar, värmebehandling	Incus Investor ASA, Norge
	Börsnoterat
Ämnen och grovplåt av höghållfast slit-/konstruktionsstål Svetsade rör av olegerat stål	
Tunnplåt, även kallvalsad & belagd, ~45% höghållfast stål, svetsade rör av höghållfasta stål Ämnen till tunnplåt av höghållfast och ultra höghållfast stål Biprodukter (hyttsten och -sand, växtnäring, skrot, järnoxider)	
Kallvalsad kisellegerad elektroplåt	Cogent Power, Storbritannien [Tata Steel]
Oljehärdad ventiltfjädertråd av legerat stål, rostfri fjädertråd	Nippon Steel & Sumikin SG Wire Co. Ltd. Japan
Produkter av verktygsstål	voestalpine AG, Österrike
Kallvalsade precisionsband av olegerat eller legerat stål	voestalpine Precision Strip GmbH, Österrike

4 Forsknings-, innovations- och utvecklingsbehov

Nedanstående tabeller visar det forsknings- innovations- och utvecklingsbehov som dels pågår och dels behöver genomföras för att uppnå en fossilfri eller näst intill fossilfri ståltillverkning i Sverige.

Reduktion

Process/utsläpps-källa		Åtgärd	FoU-områden/Utmanningar	Kommentarer
Masugn	Alternativa fossilfria processer	Vätgas-reduktion	HYBRIT	Mekanismer för reaktionerna mellan malm och vätgas.
				Uppskalning av direktreduktionsprocessen till en kapacitet motsvarande dagens produktion, samt dess integrering i en hel processkedja från malm till stål samt driftpraxis för hela processen.
				Effekter av kolfri process på mekanismer och processprinciper vid ståltillverkning.
				Fungerande storskalig vätgasproduktion från el och teknologi för storskalig vätgaslagring.
				Försörjning av fossilfri el till processen
				Fossilfria bränslen och teknologi för processvärmning
				Regionala samhällseffekter vid övergång till ny process
				Påverkan av policy
				Business-case för fossilfritt stål
				Bedömning av teknologiska och ekonomiska risker
			H2Future	Demonstration av storskalig vätgasproduktion via elektrolys för reduktion av järnmalm.
			GrInHy	Demonstration av reversibel högttemperaturelektrolys (HTE) för vätgasproduktion till integrerat stålverk.
	Alternativa processer som reducerar CO ₂ -utsläppen	ΣIDERWIN	SALCOS	Stegvis övergång till direktreduktion med vätgasreduktion i ett energioptimerat integrerat stålverk.
			SuSteel	Utveckling av en smältreduktionsprocess med vätgasplasma.
			Demonstration av elektrolystisk processer för reduktion av malm.	
	Alternativa processer som reducerar CO ₂ -utsläppen	IronArc	Demonstration av reduktionsprocess baserad på plasmateknologi.	
		Hlsarna	Demonstration av smältreduktionsprocess som använder kolpulver i stället för koks.	

Prioritet 1	Prioritet 2	Eventuellt intressant	Ej prioriterat
-------------	-------------	-----------------------	----------------

Process/utsläpps-källa		Åtgärd	FoU-områden/Utmaningar	Kommentarer		
	Åtgärder i/kring masugn	Delvis byta koks och kol mot biokol	Injektion av biobaserade kolkällor	FoU om att ersätta delar av kol och koks i masugnen med biokol och biokoks har bedrivits i en rad olika projekt både på nationell nivå och EU-nivå. Metoden är potentiellt intressant för att sänka utsläppen på kort och medellång sikt (innan övergång till HYBRIT). Huvudsaklig utmaning är tillgänglighet, kostnad och distribution av biomassa. Ur ett koldioxidperspektiv bör möjligen fortsatt FoU på detta område prioriteras något lägre än FoU inom HYBRIT och annan användning av biomassa i stålindustrin (t. ex. för att ersätta fossila råvaror och bränslen i Högnäsprocessen och i värmningsungar). Däremot kan fortsatt utveckling motiveras utifrån att koksande kol av hög kvalitet är en potentiell bristvara. Därigenom riskerar koksförbrukningen att öka p.g.a. att nya och sämre koksråvaror om ingen utveckling sker. Alla åtgärder som kan göras innan en storskalig kolfri reduktionsprocess är i drift, bidrar till en lägre koldioxidbelastning.		
			Biokoks			
			Tillgänglighet, distribution av biokol			
		Syrgas och toppgasrecirkulering		Konceptet har utvecklats inom ULCOS-programmet och fortsatt utveckling ligger på Eurofers och ESTEP:s bruttolista för ”Smart Carbon Usage”. LKAB och SSAB har varit med i utvecklingen men betraktar idag inte alternativet som intressant för svenska masugnar givet den långsiktiga satsningen på HYBRIT.		
		Infångning, lagring och användning	Konvertera till H ₂ och CO ₂	FoU om hur processgaserna från masugnprocessen kan nyttiggöras pågår i många projekt, både svenska och europeiska. Fortsatt utveckling bedöms vara potentiellt intressant för svensk stålindustri så länge som masugnarna fortfarande är i drift.		
			Kemikalier/bränslen från processgaser			
			Lagring	En effektiv avskiljning förutsätter att masugnen använder syrgas i stället för luft och att processgaserna cirkuleras tillbaka in i masugnen, s.k. toppgascirkulering. FoU inom lagring prioriteras inte, givet den långsiktiga satsningen på HYBRIT.		
		Höganäs-processen		Ersätta kol och naturgas med biokol och biobaserad gas	Utveckla förgasningsprocess med ett pyrolyssteg för produktion av biokol med tillräcklig kvalitet och förgasningssteg för samtidig produktion av biogas (syntesgas) för processen.	Projektet PROBIOSTÅL utvärderar möjligheten att bygga ett flexibelt system för förgasning av bioråvaror som är både ekonomiskt och miljömässigt rimligt för tillämpning i järn- och stålindustrins processer. Det ger både en fast kolråvara och ett gasformigt bränsle. Målet med det pågående projektet är att bygga en 6 MW demonstrationsanläggning i Höganäs.
					Kvalitet hos biokolet och nödvändig efterbehandling	
					Den producerade biokolens effekter på järnpulvrets egenskaper (ska uppfylla dagens materialspecifikation för reducerat material)	
Möjligheten att avskilja vätgas ur den producerade syntesgasen för användning i metallpulverproduktionen.						
Effektivisera kalkanvändning	Processoptimering			Kalkens funktion som slaggbildare kan i dagsläget inte ersättas av andra material. Processoptimering kan eventuellt minska kalkmängderna. Huvudspåret är annars att använda slaggen för att ersätta bränd kalk i andra applikationer.		

Ståltillverkning/smältning

Process/utsläpps-källa	Åtgärd	FoU-områden/Utmaningar	Kommentarer
Råvaror och tillsatsvaror i ljusbågsugnar och skänk.	Förfinad användning av legerat skrot	Bättre skrotsortering	Flera FoU-projekt som på olika sätt fokuserar på att förbättra skrotsorteringen har genomförts. Fortsatt FoU är prioriterad av två skäl. En bättre kontroll av skrotets innehåll ger större möjligheter att styra stålets sammansättning redan vid smältningen och minskar därigenom behovet av att tillsätta jungfruliga legeringsämnen. Dessutom minskar risken för föroreningselement vilket minskar behovet av slaggbildare och andra reningsåtgärder.
	Använda legeringsämnen med lägre kolhalt		Det går att tillverka legeringar med olika kolhalt. Att minska kolhalten i legeringsämnena minskar förvisso koldioxidutsläppen från stålindustrins processer, men flyttar dem bara någon annanstans. Därför är FoU inom detta område inte prioriterat.
Ljusbågsungar grafitelektroder	Byta elektrodmaterial	Hitta lämpligt elektrodmaterial, tillverka elektroder	Grafit är en bra elektrisk ledare och har bra motståndskraft mot slag. Det är en stor FoU-utmaning att hitta ett alternativ med lika goda egenskapen. Utsläppen från elektroder är små i jämförelse med andra källor i stålindustrin vilket inte motiverar att FoU-inom området prioriteras, däremot är området intressant att bevaka, då grafit är en viktig beståndsdel i batterier och efterfrågan därmed väntas öka kraftigt. Grafitelektroder är redan idag tidvis en bristvara.
	Ersätta ljusbågsugnen med induktionsugnar	Tekniker för att anpassa skrot och induktion till varandra.	Induktionsugnar används idag för att smälta metall i mindre mängder, t.ex. på komponentgjutier. För att vara effektiv kräver processen en bra matchning mellan formen på den tillsatta metallen och ugnens frekvens, vilket är svårt att uppnå med det skrot som stålverken använder idag. FoU inom området är potentiellt intressant.
Koltillsats i smältan, reducerande körsätt i ljusbågsugn	Ersätta med biobaserad kolråvara	Lämpliga/skräddarsydda egenskaper hos biokol-produkterna	Det pågår en del FoU om att skräddarsy egenskaper hos biokol för olika tillämpningar inom stålindustrin, dock ligger fokus i pågående forskning ofta på tillämpningar i masugn Höganäs-processen. Inom projektet PROBIOSTÅL kommer användningen av biokoks att testas även i ljusbågsugnen på stålverket i Halmstad. FoU för att ersätta fossil kolråvara för ljusbågsugnen är prioriterat eftersom andra alternativ att få bort de fossila utsläppen från denna källa inte finns.
Slaggbildare	Effektivare användning av slaggbildare	Processoptimering	Slaggbildarens funktion är anpassad efter processen kan i dagsläget inte ersättas av andra material. Utsläppen relaterat till slaggbildare är huvudsakligen indirekta. FoU som fokuserar på effektivare och därmed minskad användning är prioriterad.
Kol i gjutpulver	Minska kolmängden i gjutpulvret.		Att minska kolmängden i gjutpulver för att minska utsläppen är inte en prioriterad fråga då det handlar om försumbara utsläppsmängder.

Prioritet 1

Prioritet 2

Eventuellt intressant

Ej prioriterat

Bränslen

Process/utsläpps-källa	Åtgärd	FoU-områden/Utmaningar	Kommentarer
Förvärmning av skänkar, kokiller och gjutlådor samt skärning med fossila bränslen.	Biobaserade gasformiga bränslen		Alternativet för att komma åt dessa koldioxidutsläpp är att ersätta de fossila bränslena med biobränslen. Denna användning kräver ingen specifik FoU eftersom det inte direkt påverkar produkten.
Energitillförsel i ljusbågsugn och skänk med fossila bränslen	Biobaserade gasformiga bränslen		
Fossilbränsleddade värmningsugnar (1200–1300°C)	Konvertera bränsleddade ugnar till eldrift	Värmningsförmåga	Inom ett pågående projekt (Flex VärmeStål) undersöks möjligheterna att använda olika energibärare, eller kombinationer av energibärare, för värmning och värmebehandling. Projektet ska dels analysera förbränningstekniska förutsättningar, men även befintliga förutsättningar avseende stålproduktion, energisystem och marknadsförutsättningar för respektive energislag. Projektet ska leverera en karta över möjligheter, kombinationsmöjligheter och tekniska utmaningar. Behov av teknikutveckling rörande bränsleflexibilitet och brännarutformning/placering med hänsyn till varierande gassammansättning kommer att identifieras. Inom projektet sammanställs också den FoU som har bedrivits och bedrivs för att ersätta fossila bränslen med fossilfria alternativ. Inte minst resultaten från projektet PROBIOSTÅL, som nu bygger en demonstrationsanläggning i Höganäs, kommer att kunna spridas på olika värmingstillämpningar i stålindustrin.
	Ersätta bränsleddade ugnar med elugnar	Ökad kapacitet både avseende eldistribution inom stålindustrins anläggningar och i den externa matningen till anläggningarna.	
	Ersätta med biobaserad gas (av naturgas/gasolkvalitet)	Produktion av biobaserad gas för stålprocesser	
		Stabil och tillräcklig gaskvalitet	
		Tillgänglighet, Distribution	
	Ersätta med vätgas	Ugnsatmosfärer ↔ egenskaper	
		Brännar- och ugnsteknik	
		Infrastruktur för vätgas	
Fossilbränsleddade Värmebehandlingsugnar (600–1000°C)	Säkerhet		
	Elektrifiering	Värmningsförmåga	
	Övergång till biobaserad gas	Värme-kvalitet, renhet	
Fossila bränslen för drift av reservaggregat m.m.	Ersätta med biobaserade bränslen	Tillgång till biobränslen som kan användas i befintliga motorer.	Alternativet för att komma åt dessa koldioxidutsläpp är att ersätta de fossila bränslena med biobränslen. FoU för dessa tillämpningar bör prioriteras lägre än FoU om användning av biomassa för att ersätta fossila bränslen i större utsläppskällor i stålindustrin (t.ex. Höganäsprocessen och värmningsugnar)
	Ersätta med bränsleceller	Tillgång till lagrad vätgas i tillräcklig mängd	Bränsleceller är etablerad teknik, det är vätgashantering som är hindret idag. Detta kan komma att lösas inom HYBRIT – se ovan.
Bränslen för t.ex. uppvärmning av lokaler	Ersätta med restenergier.		FoU för att internt och externt ta tillvara restenergier pågår sedan länge och är ständigt intressant för företagen att hitta kostnadseffektiva lösningar som minskar bränsleanvändningen.
	Ersätta med biobaserad gas		Detta genererar inget FoU-behov inom stålindustrin.

Samtliga processer

Process/utsläpps-källa	Åtgärd	FoU-områden/Utmaningar	Kommentarer
Samtliga processer	Effektivisering utbytesförbättringar i befintliga processer	Processtyrning, digitalisering	FoU för att effektivisera både energi och övrig resursanvändning i stålindustrin pågår sedan länge i ett stort antal projekt, program och andra initiativ hos de enskilda företagen, i samarbeten med andra aktörer och inom statligt delfinansierade program som t.ex. JoSEn och SIP Metalliska material. Även om dessa åtgärder ensamma inte kan eliminera koldioxidutsläppen från stålindustrin, kan de bidra till att minska dem. Ur ett koldioxidperspektiv är det därför viktigt att fortsätta bedriva FoU vars syfte är att effektivisera processerna och öka utbytet.

Interna transporter

Process/utsläpps-källa	Åtgärd	FoU-områden/Utmaningar	Kommentarer
Dieseldrivna arbetsmaskiner	Biobaserade bränslen	Tillgång till biobränslen som kan användas i befintliga motorer.	Det är svårt att motivera att stålindustrin driver egen FoU kring fordon, motorer eller drivmedel. Däremot är det prioriterat att följa utvecklingen inom fordons- och drivmedelssektorerna och medverka i FoU-projekt som kravställare och testobjekt. Några sådana initiativ pågår redan (tex. SSAB Oxelösund med väggastruck).
	Ersätta med elmotorer		
	Ersätta med elmotorer		

Utsläpp i värdekedjan

Process/utsläppskälla	Åtgärd	FoU-områden/Utmaningar	Kommentarer
Värdekedjan (från råvara till produktanvändning och återvinning)	Nya processer	Additiv tillverkning	Additiv tillverkning av stål är ett viktigt fokusområde för FoU. Tekniken har potential att på längre sikt radikalt förändra de värdekedjor där stål ingår. De framtida möjligheterna till att med additiv tillverkning åstadkomma större resurseffektivitet både i ståltillverkning och i värdekedjan är stora. Inom SIP Metalliska material har en färdplan för FoU om additiv tillverkning tagits fram och att genom FoU stärka svensk stålindustris inom detta område är prioriterat.
	Effektivt material- utnyttjande	Utveckling av stålets egenskaper och smart stålanvändning	Fortsatt FoU för att på olika sätt effektivisera processerna och resursanvändningen i värdekedjan prioriteras mycket högt. Trots att dessa insatser inte kan eliminera stålindustrins direkta utsläpp är det genom denna typ av insatser som svensk stålindustri kan skapa störst klimatnytta globalt.
		Nyttjande av restprodukter för minskade koldioxidutsläpp i värdekedjan	Inom samtliga till vänster listade FoU-områden/utmaningar pågår ett stort antal projekt, program och andra initiativ hos de enskilda företagen, i samarbeten med andra aktörer och inom statligt delfinansierade program som t.ex. SIP Metalliska material, SIP Lättvikt, SIP RE:Source.
		LCA och andra verktyg för att visa på produkternas klimatnytta	Ofta motiveras projekt och initiativ som effektiviserar processer och resursanvändning i värdekedjan inte i första hand av den klimatnytta de skapar, utav av andra drivkrafter som t.ex. ökad kundnytta, men denna baseras i sin tur alltmer på hållbarhet. För att maximera den globala klimatnyttan som svensk stålindustri kan skapa, är det viktigt att satsa på FoU inom dessa områden med en medvetenhet om var resultaten för utvecklingen kommer att nå genomslag.

Prioritet 1

Prioritet 2

Eventuellt intressant

Ej prioriterat

Den svenska stålindustrin

Svensk stålindustri är världsledande inom avancerade stål och utvecklar högförädlade stål med exakt de egenskaper som efterfrågas. Stål är ofta en del av nya tekniska lösningar som förbättrar vår miljö och förenklar livet från generation till generation. Det mesta av det svenska stålet exporteras till cirka 140 länder. Stålindustrin i Sverige når du enklast genom Jernkontoret, stålindustrins branschorganisation.

www.jernkontoret.se

Jernkontoret

