

En jämförelse av strategier för minskning av växthusgasutsläpp i stålindustrin

– Stålindustrins väg för att nå nationella
klimatmål

Gustaf Janse

Examensarbete 2021
Miljö- och Energisystem
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

**En jämförelse av strategier för minskning av
växthusgasutsläpp i stålindustrin**
Stålindustrins väg för att nå nationella klimatmål

Gustaf Janse

Examensarbete

Juni 2021

| | |
|--|-----------------|
| Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA vid Lunds universitet Institutionen för teknik och samhälle Miljö- och energisystem Box 118 221 00 Lund Telefon: 046-222 00 00 Telefax: 046-222 86 44 | Dokumentnamn |
| | Examensarbete |
| | Utgivningsdatum |
| | 2021-06-28 |
| | Författare |
| | Gustaf Janse |

Dokumenttitel och undertitel

En jämförelse av strategier för minskning av växthusgasutsläpp i stålindustrin - Stålindustrins väg för att nå nationella klimatmål

Sammandrag

Stålindustrin står för uppskattningsvis 7–9 % av de globala växthusgasutsläppen. Därför måste stålindustrin bidra till minskningen av växthusgasutsläppen. Under lång tid har stålindustrin fokuserat på mindre och frekventa inkrementella minskningar av CO₂ utsläpp genom energieffektiviseringsåtgärder. Dessa åtgärder kommer inte att räcka för att nå målen som är överenskomna i Parisavtalet eftersom utsläpp av CO₂ är inneboende i den konventionella ståltillverkningsprocessen. För att nå målen i Parisavtalet måste stålindustrin ta fram och implementera ny teknik för ståltillverkning. För att möjliggöra detta måste beslutsfattare ge incitament för grön ståltillverkning. Målet med denna uppsats är att utforska och jämföra sju stålproducenters strategier för att nå målen som länderna där deras huvudkontor ligger har åtagit sig i deras NDC:er, baserat på stålproducenternas svar på CDP:s enkät. Uppsatsen kommer undersöka om det är troligt att stålindustrin kan nå målen som är uppsatta i NDC:erna. Resultaten av undersökningen visar att stålproducenternas ambitionsnivå varierar. Vissa länder och stålproducenter har inga styrmedel på plats för att ge incitament till industrin att minska sina utsläpp. I kontrast till detta har vissa stålproducenter åtagit sig att nå netto nollutsläpp till år 2050. Stålproducenterna har dock inte kommit speciellt långt när det kommer till att implementera ny teknik och tiden för att uppnå målen i Parisavtalet håller på att rinna ut. För att nå netto nollutsläpp har många av de mer ambitiösa stålproducenterna fokuserat sina R&D insatser på H-DRI. Om H-DRI tekniken ska vara CO₂ neutral måste även energiproduktionen vara detta. På grund av detta måste beslutsfattare göra stora investeringar i utsläppsneutral energiproduktion för att hjälpa stålindustrin att minska sina utsläpp.

Nyckelord

Stålindustri, utsläppsminskning, CDP, NDC, Styrmedel

| | | |
|-----------|---------|---------------------------------------|
| Sidomfång | Språk | ISRN |
| 48 | Svenska | ISRN LUTFD2/TFEM-21/5170--SE + (1–48) |

| | |
|--|------------------|
| Organisation, The document can be obtained through LUND UNIVERSITY Department of Technology and Society Environmental and Energy Systems Studies Box 118 SE - 221 00 Lund, Sweden Telephone: int+46 46-222 00 00 Telefax: int+46 46-222 86 44 | Type of document |
| | Master thesis |
| | Date of issue |
| | 2021-06-28 |
| | Authors |
| | Gustaf Janse |

Title and subtitle

A comparison of strategies for reduction of greenhouse gases in the steel industry - The steel industry's path to reach national climate goals

Abstract

The steel industry is accountable for approximately 7–9 % of global GHG emissions. Therefore, the steel industry must contribute to the reduction of emissions of GHG. For a long time, the industry has focused on minor and frequent incremental reductions of CO₂ emissions by implementing energy efficiency measures. However, these types of measures will not be sufficient to reach the goals agreed upon in the Paris Agreement as emissions of CO₂ is inherent to the conventional steelmaking process. In order to achieve the goals of the Paris Agreement the actors in the steel industry have to research and implement new technology into the production. To achieve this, decision makers need to incentivize green steel making. This thesis aims to examine and compare the strategies seven steel makers have set up to reach the goals stated in the NDC's of the country where their headquarters are located, based on the information disclosed in their answers to CDP's questionnaire. The thesis will examine whether it is plausible that the steel makers can reach the goals which have been set up in the NDC:s. The results of the examination of the steel makers CDP-answers are that the level of ambition varies between the examined steel makers. Some countries and steel makers have no policies in place to incentivize the industry to reduce emissions. In contrast, the most ambitious steel makers have set up a pathway to reach net zero emissions by year 2050. However, the steel makers have yet to come very far in the implementation of new technology and time set out to fulfill the goals of the Paris Agreement is running out. To achieve net zero emissions many of the more ambitious steelmakers have been focusing their R & D efforts on H-DRI. If H-DRI technology is to be carbon neutral, the energy production also needs to be carbon neutral. Thus, the decision makers must make substantial investments in zero emissions energy production to aid the steel industry in lowering their emissions.

Keywords

Steel industry, emissions reduction, CDP, NDC, governing policies

| | | |
|-----------------|----------|---------------------------------------|
| Number of pages | Language | ISRN |
| 48 | Swedish | ISRN LUTFD2/TFEM-21/5170--SE + (1–48) |

Förord

Detta examensarbete har genomförts på institutionen för Miljö-och Energisystem på Lunds Tekniska Högskola. Examinator har varit Max Åhman.

Till en början vill jag tacka mina handledare Fredric Bauer och Valentin Vogl som har bidragit med kunskap och stöd när det har känts tufft. Ett stort tack till min svärfar Mikael Byström som har hjälpt till med korrekturläsning och presentation. Min svåger Joel Byström vill jag också tacka för korrekturläsning och stöd.

Tack till mina föräldrar Anna och Per Janse som alltid har stöttat mig och peppat mig genom hela min utbildning.

Det största tacket av alla ska min älskade fästmö My Byström ha. Utan hennes stöd tror jag aldrig jag varken hade klarat av att genomföra detta examensarbete eller slutföra min utbildning. Under skrivandet av examensarbetet har vi hunnit förlovat oss. Under skrivandet av detta förord planerar vi vårt bröllop och jag har aldrig varit lyckligare.

Gustaf Janse
Stockholm, juni 2021

Abstract

The steel industry is accountable for approximately 7-9 % of global GHG (Green House Gas) emissions. Therefore, the steel industry must contribute to the reduction of emissions of GHG. For a long time the industry has focused on minor and frequent incremental reductions of CO₂ emissions by implementing energy efficiency measures. However, these type of measures will not be sufficient to reach the goals agreed upon in the Paris Agreement as emissions of CO₂ is inherent to the conventional steelmaking process. In order to achieve the goals of the Paris Agreement the actors in the steel industry have to research and implement new technology into the production. To achieve this, decision makers needs to incentivize green steel making. This thesis aims to examine and compare the strategies seven steel makers have set up to reach the goals stated in the NDC's (Nationally Determined Contributions) of the country where their headquarters are located, based on the information disclosed in their answers to CDP's (Carbon Disclosure Project) questionnaire. The thesis will examine whether it is plausible that the steel makers can reach the goals which have been set up in the NDC:s. The results of the examination of the steel makers CDP-answers are that the level of ambition varies between the examined steel makers. Some countries and steel makers have no policies in place to incentivize the industry to reduce emissions. In contrast, the most ambitious steel makers have set up a pathway to reach net zero emissions by year 2050. However, the steel makers have yet to come very far in the implementation of new technology and time set out to fulfill the goals of the Paris Agreement is running out. To achieve net zero emissions many of the more ambitious steelmakers have been focusing their R & D (Research and Development) efforts on H-DRI (Hydrogen-Direct Reduced Iron). If H-DRI technology is to be carbon neutral, the energy production also needs to be carbon neutral. Thus, the decision makers have to make substantial investments in zero emissions energy production to aid the steel industry in lowering their emissions.

Förkortningar

AI - Artificiell Intelligens
CCS - Carbon Capture Storage
CDQ - Coke Dry Quenching
CO - Kolmonoxid
CO₂ - Koldioxid
CO₂e - Koldioxidekvivalenter
CSC - China Steel Corporation
CCU - Carbon Capture Utilization
CCUS - Carbon Capture Utilization and Storage
DRI - Direct Reduced Iron
ETS - Emissions Trading Scheme
GHG - Green House Gases
H₂ - Vätgas
HYBRIT - Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology
IEA - International Energy Agency
KRW - Sydkoreansk Won
LCA - Livscykelanalys
LNG - Liquefied Natural Gas
NDC - Nationally Determined Contributions
OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development
R & D - Research and Development
SEK - Svenska kronor
TOE - Ton oljeekvivalenter
UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

Innehåll

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Bakgrund | 1 |
| 1.2 | Syfte | 1 |
| 1.3 | Problemformulering | 1 |
| 1.4 | Ramverk | 1 |
| 1.5 | Metod | 3 |
| 1.6 | Urval | 5 |
| 1.7 | Omfattning | 5 |
| 1.8 | Disposition | 5 |
| 2 | CDP | 6 |
| 3 | Konventionell ståltillverkning | 7 |
| 4 | Åtgärder för utsläppsminskning i stålindustrin | 7 |
| 4.1 | Teknik | 7 |
| 4.1.1 | Energieffektivisering | 8 |
| 4.1.2 | CCUS | 8 |
| 4.1.3 | H-DR | 10 |
| 4.1.4 | Electrowinning | 10 |
| 4.2 | Styrmedel | 11 |
| 4.2.1 | Utsläppshandel | 11 |
| 5 | Ländernas klimatmål | 13 |
| 5.1 | Indien | 13 |
| 5.2 | Sydkorea | 13 |
| 5.3 | Ryssland | 13 |
| 5.4 | EU | 14 |
| 5.5 | Taiwan | 14 |
| 6 | Resultat | 14 |
| 6.1 | ArcelorMittal | 15 |
| 6.2 | China Steel Corporation | 17 |
| 6.3 | Hyundai Steel | 19 |
| 6.4 | POSCO | 20 |
| 6.5 | Severstal | 21 |
| 6.6 | SSAB | 22 |
| 6.7 | TATA | 23 |
| 7 | Analys | 24 |
| 8 | Diskussion | 28 |
| 9 | Slutsats | 29 |
| 10 | Appendix A | 34 |
| 11 | Appendix B | 35 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Stålindustrin är en av de mest energiintensiva industrierna i världen och står för 7-9 % av de globala växthusgasutsläppen. De höga utsläppen beror på att fossila bränslen används som reduktionsmedel och energikälla. Det har stegvis kommit innovationer som har fokuserat på ökad produktivitet och effektivitet. Detta har enligt Lechtenböhrer et al. lett till mindre utsläppsminskningar men inte tillräckligt för att nå målen i Parisavtalet. [1]

För att nå klimatmålen som är överenskomna i Parisavtalet måste enligt, Vogl & Åhman, stålindustrin genomföra stora tekniska förändringar. En rad projekt har påbörjats som exempelvis att använda direktreduktion av väte i processen och "carbon capture" där man fångar in avgaserna som sedan lagras. Än så länge är dessa projekt i demofasen och för att kunna kommersialiseras kommer det behövas ytterligare pengar och forskning. [2]

Sektorn består av stora företag och det är höga trösklar för att ta sig in på marknaden. Vinstmarginalerna är små och investeringskostnaderna stora. På grund av detta har det enligt Lechtenböhrer et al. inte skett någon revolutionerande förändring när det kommer till utsläppsminskning. Trots detta så pågår det forskning och utveckling för att minska utsläppen. Detta finansieras till största del av offentliga stödprogram och nationella finansieringsorgan. [1]

1.2 Syfte

Syftet med denna uppsats är att jämföra stora globala aktörer inom stålindustrin, deras arbete och strategier för att minska utsläpp av växthusgas. Syftet med denna uppsatsen är även att undersöka om stålbolagen har några egna mål för utsläppsminskning och se om de är mer eller mindre ambitiösa än de länder där stålverken finns. I uppsatsen undersöks det också om stålbolagen gör tillräckligt för att uppnå utsläppsmålen i länderna där de är baserade.

1.3 Problemformulering

De frågeställningar som uppsatsen behandlar är:

- Vilka klimatmål har länderna som stålbolagen (som anges i 1.5) har sitt huvudkontor i?
- Vilka strategier och teknologier planerar industrin att använda för att minska växthusgasutsläppen?
- Är strategierna/teknologierna tillräckliga för att nå fram till nationella och egna utsläppsmål?

De två första frågeställningarna kommer att besvaras genom redogörelsen i uppsatsens Kap. 5-6. De utgår från dels vad som överenskommit genom Parisavtalet, vad som framgår i repektive lands NDC:er (Nationally Determined Contributions) och den information de undersökta stålbolagen har angett i CDP-enkäterna.

För att göra en analys av möjligheterna att nå de mål som anges i ländernas NDC:er är det flertalet faktorer som måste undersökas och tas ställning till. Initialt redogörs för vad som står i ländernas NDC:er. Sedan undersöks hur länderna genom åtgärder och incitament styr stålbolagen mot en utsläppsminskning. Därefter undersöks och redogörs för vilka teknologier som utvecklas och vilka förbättringar stålbolagen gör för att klara de nationella kraven. Slutligen analyseras och tas ställning till om de nationella incitamenten och stålbolagens åtgärder är tillräckliga för att nå önskade utsläppsminskningar i Kap. 7-8.

1.4 Ramverk

År 2015 slöts Parisavtalet i vilket det står att alla länder som har skrivit under ska bidra till att minska den globala uppvärmningen. Målet är att hålla uppvärmningen under 2 grader och sträva efter att hålla den under 1,5 grader. Det kommer enligt naturvårdsverket kräva stora omställningar i stålindustrin. [3] Denna uppsats kommer att behandla omställningarna i stålindustrin som sker för att uppnå klimatmålen i Parisavtalet. De sju största stålbolagen som har lämnat in enkätsvar till CDP har valts ut för en jämförelse hur de arbetar för att nå målen i NDC:erna där bolagen har sina huvudkontor.

I artikel 4 av Parisavtalet står det att efter år 2050 ska det finnas en balans mellan växthusgasutsläpp som kommer från mänsklig påverkan och jordens upptag av växthusgaser [4]. För att målet ska uppnås måste det ha åstadkommit nära netto-noll utsläpp av växthusgaser samtidigt som redan orsakade utsläpp måste bindas i exempelvis skog eller jorden.

För att uppnå detta tar varje land fram en nationell klimatplan där man redogör sina utsläppsmål i en så kallad NDC. Detta rapporteras sedan till UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Dessa NDC:er ska sedan uppdateras och helst bli mer ambitiösa vart femte år.[5]

Det är sedan upp till länderna att utveckla en politik som ställer krav och leder industrin i rätt riktning så att de uppsatta målen kan nås. Det kan exempelvis vara skatt på CO₂-utsläpp, forskningsbidrag eller investeringar i ny teknik. Exempel på hur en stat kan styra företag mot miljömål visas i Fig. 1 nedanför. Min tolkning av hur Parisavtalet avser att minska utsläppen av växthusgaser visas i Fig. 2, bilden är förenklad och visar de delar av avtalet som avhandlas i denna uppsats.

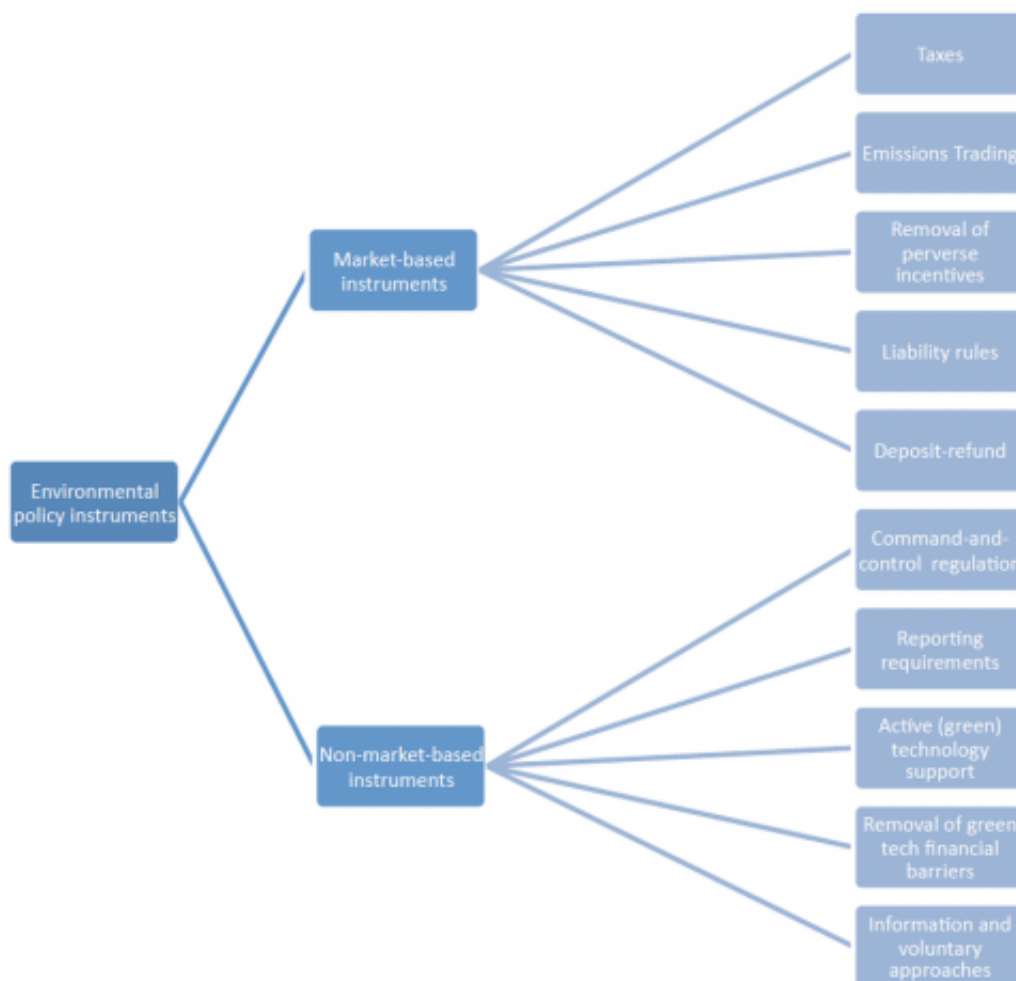


Fig. 1: Miljöpolitiska styrmedel[6].

Industrin som påverkas av styrmedlen måste planera sin verksamhet efter eventuella bidrag, skattehöjningar och investeringar. Samtidigt som de måste fortsätta vara lönsamma och tillverka bra produkter.

Baserat på styrmedlen måste stålbolagen sedan bestämma sig för hur de exempelvis ska klara en högre koldioxidskatt eller hur de ska förvalta en investering. I slutändan är avsikten att detta ska leda till att utsläppen minskar och att länderna håller vad de har åtagit sig att göra i sina NDC:er.

Det kan uppstå problem när ett land inför ett nytt styrmedel. Om ett tvingande styrmedel gör det

ohållbart för ett företag att generera vinst finns det risk för så kallad “carbon leakage”. Stålindustrin har enligt Europeiska unionens officiella tidning identifierats som en av de branscher där det finns störst risk att detta sker.[7] Detta innebär att ett företag flyttar sin verksamhet från ett land med strängare krav på växthusgasutsläpp. [8] Det striktare landet skulle dessutom riskera att tappa en stor arbetsgivare vilket leder till att många jobb förloras till utlandet. Till exempel är SSAB på 32:a plats över listan över Sveriges största arbetsgivare. [9] Därför måste industrin och beslutsfattare komma överens och samarbeta så att målen i NDC:erna uppnås samtidigt som landets stålindustri kan vara konkurrenskraftig.

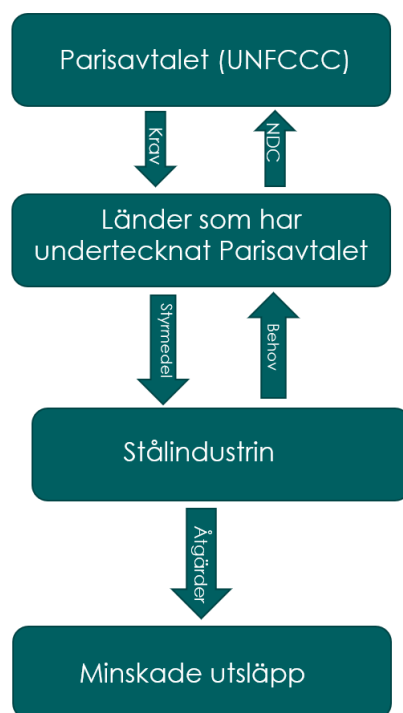


Fig. 2: Förenklad bild av Parisavtalets mekanismer.

1.5 Metod

Denna uppsats kommer till största del bestå av en studie av enkätsvar som sju stora stålbolag givit in till CDP. De stålbolag som valts ut och var de har sina respektive huvudkontor är:

- ArcelorMittal - EU (Luxemburg)
- China Steel Corporation - Taiwan
- Hyundai Steel - Sydkorea
- POSCO - Sydkorea
- Severstal - Ryssland
- SSAB - EU (Sverige)
- TATA - Indien

Dessa kommer gemensamt benämnas som ”stålbolagen” eller ”bolagen” i denna uppsats.

För att undersöka och bedöma hur stålbolagen och de länder där de har sina huvudkontor samarbetar för att nå Parismålen så kommer bolagens svar i CDP-enkäten att redogöras för och analyseras. De teknologier och tekniska lösningar som förklaras i enkäterna, och därmed utgör föreslagna ”lösningar” för

att uppnå klimatmålen kommer även att förklaras och analyseras.

Bedömningen om ländernas och stålbolagens insatser är tillräckliga för att nå uppsatta klimatmål kommer baseras på forskning och experters utlåtanden om möjligheter och hinder för de olika teknologierna. För att ta reda på om det är sannolikt att ett visst bolag kommer att nå sina mål kommer det undersökas vilken ny teknik som används, om tekniken med utgångspunkt i forskningen är tillräckligt effektiv och om stålbolaget tidigare har lyckats med bolagens egna utsläppsmål.

För att besvara frågan “Vilka klimatmål har länderna som stålbolagen (som anges i 1.5) har sitt huvudkontor i?” kommer climateactiontracker.org användas. Detta är en oberoende hemsida som följer olika regeringars klimatåtgärder och utvärderar hur åtgärderna står sig mot vad som är överenskommet i Parisavtalet. Klimatmålen visas i pilen NDC:er och länderna benämns som “Länder som undertecknat Parisavtalet” i Fig. 2.

För att besvara frågan “Vilka strategier och teknologier planerar industrin att använda för att minska växthusgasutsläppen?” kommer företagens enkätsvar som de lämnat till CDP att undersökas. Respondenterna väljer själva vilka frågor som de vill svara på. Detta betyder att om företaget har en strategi som inte tas upp i enkäten så kommer den inte komma med i rapporten. Det är frågorna i enkäten som rör utsläppsminskningar som kommer att undersökas. Svaren på dessa frågor berör bland annat vilka åtgärder de gjort under rapporteringsåret, vilka teknologier som de tänker använda för att nå utsläppsminskningar och hur stor deras R & D-budget är. Detta visas som åtgärder i Fig. 2. Svaren sammanställs sedan i Kap. 6.

För att svara på frågan “Är strategierna/teknologierna tillräckliga för att nå fram till nationella och egna utsläppsmål?” kommer denna uppsats ha som utgångspunkt att om ett land exempelvis ska minska sina utsläpp med 30 % till år 2030 så kommer en strategi bedömas som tillräcklig om stålbolaget också kan minska sina utsläpp med 30 % till år 2030 med denna strategi. Detta baseras på att om ett land ska kunna nå sina utsläppsmål så måste enligt Åhman et al. [12] stålindustrin genomföra stora utsläppsminskningar. Minskningar av utsläpp visas längst ner i Fig. 2. Det är svårt att bedöma vilka utsläppsminskningar som är möjliga att göra med en viss strategi eftersom målen ofta ligger ganska långt fram i tiden. Därför kommer olika indikatorer att användas vid bedömningen. Om ett bolag exempelvis väljer att följa sitt lands mål om utsläppsminskningar, så kommer detta tolkas som att de har som ambition att fullfölja detta och indikerar att de är medvetna om sina utsläpp och försöker minska dessa. Om ett stålbolag har klarat tidigare utsläppsmål så kommer denna uppsats ha som utgångspunkt att de har större möjlighet att klara nuvarande utsläppsmål eftersom de då har erfarenhet av att jobba mot utsläppsmål och arbeta med utsläppsminskningar. I det fall ett bolag under rapporteringsåret har implementerat någon teknik som kan kopplas till Fig. 5 så kommer det antas att den implementerade tekniken har möjlighet att verka för att bolagen kan åstadkomma stora utsläppsminskningar.

För att bedöma om teknologierna som de undersökta bolagen har eller planerar att implementera är tillräckliga så har “Climate Innovations in the Steel Industry” av Lechtenböhrer et al.[1] använts som utgångspunkt. I denna rapport skriver författarna om olika teknologier som stålindustrin har eller planerar att genomföra för att minska sina utsläpp. Rapporten tar upp vilka möjligheter och hinder som finns för de olika teknologierna samt vilken potential de har för utsläppsminskning.

Vissa av bolagen i uppsatsen planerar att använda så kallade CCU (Carbon Capture and Utilization)- och CCS (Carbon Capture and Storage) -tekniker för att minska sina utsläpp. Bedömningen av CCU och CCS baseras på Rosa M.Cuéllar-Franca och Adisa Azapagic's artikel i Journal of CO₂ Utilization [10]. I denna artikel har författarna sammanställt livscykelanalyser av CCS och CCU. Livscykelanalyserna har sedan sammanställts och de har presenterat vilken potential dessa har för utsläppsminskning.

Många av teknologierna som bolagen i uppsats satsar på kräver elektrifiering av stålprocessen. Bedömningen av hur mycket energi dessa teknologier kräver baseras på en artikel av Lechtenböhrer et al. [11]. I artikeln beskrivs hur mycket energi som krävs för att elektrifiera tung industri i EU.

En viktig del för att stålindustrin ska kunna genomföra stora utsläppsminskningar är nya styrmedel. I min analys av styrmedel har en artikel av Åhman et al.[12] använts som utgångspunkt. Denna artikel ger förslag på nya styrmedel som skulle kunna generera stora utsläppsminskningar för stålindustrin. Olika typer av styrmedel åskådliggörs i Fig. 1.

1.6 Urval

I urvalet av vilka företags enkätsvar som uppsatsen närmare kommer att undersöka har listan som "World Steel Association" ger ut över världens största stålproducenter varje år använts. Listan över stålproducenterna kan ses i appendix A. I listan rangordnas de största ståltillverkarna efter årlig produktionsvolym. Utifrån listan har de sju största tillverkarna vilka har lämnat enkätsvar till CDP identifierats. Därefter undersöks var företagen är baserade, och var deras stålverk ligger och undersöka bolagets hemlands klimatmål.

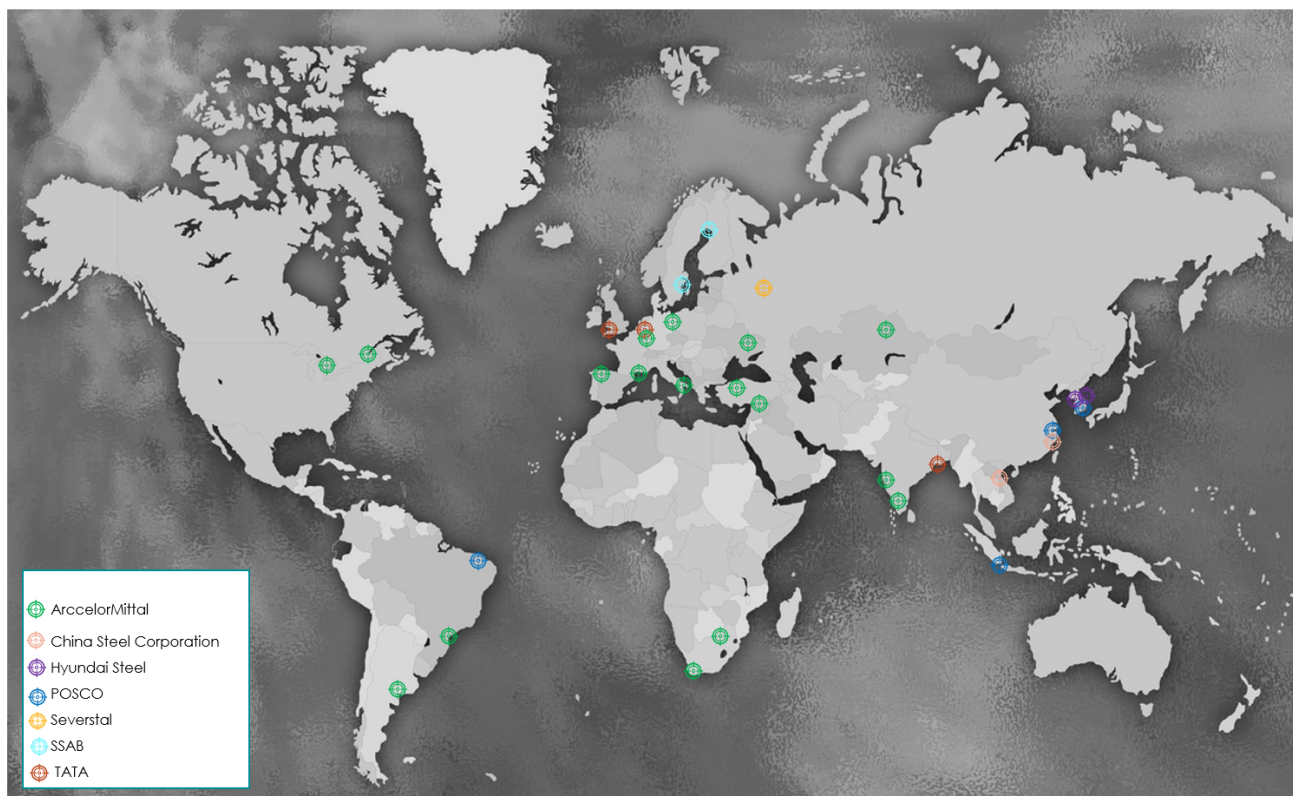


Fig. 3: Var bolagen har sina stålverk.

1.7 Omfattning

I denna uppsats kommer huvudfokus utgå från jämförelsen av de sju stålbolag som har listats i avsnitt 1.5. Flera av stålbolagen i uppsatsen har verksamhet i flera olika länder och världsdelar. Fig. 3 visar var bolagens stålverk ligger. I uppsatsen kommer bolagen kopplas samman med landet där de har sitt huvudkontor. Exempelvis har ArcelorMittal som framgår av Fig. 3 stålverk över hela världen men eftersom bolaget är baserat i Luxemburg som är medlem i EU så kommer uppsatsen undersöka hur ArcelorMittals strategier kan bidra till att minska utsläppen i EU. Denna avgränsning har skett med hänsyn till uppsatsens omfattning, och motiveras bland annat av att alla undersökta stålbolag har högst utsläpp i länderna och regionerna där de har sina huvudkontor.

Med utsläpp avses i denna uppsats utsläpp av CO₂, om inte annat uttryckligen anges. Utsläpp av CO₂ är den enda växthusgasen som kommer undersökas. Ingen annan påverkan på klimatet kommer tas i beaktning, så som avverkning av skog för att göra plats för fabriker eller markpåverkan vid malmbrytning.

1.8 Disposition

Först kommer ståltillverkningsprocessen beskrivas för att ge läsaren den kunskap som krävs för att förstå resten av uppsatsen och de termer som används. Sedan kommer teknikerna som bolagen avser att använda för att minska sina utsläpp beskrivas. Därefter redovisas vad företagen har angett i sina enkätsvar och en presentation av ländernas klimatmål och vilka styrmedel länderna har för att minska utsläppen i

stålindustrin. Efter det görs en analys av företagens strategier och hur långt de har kommit med att implementera dessa strategier.

2 CDP

CDP är en icke vinstdrivande välgörenhetsorganisation. De driver ett globalt system för offentliggörande av olika aktörers klimatpåverkan. Systemet bygger på självrapportering där CDP varje år skickar ut en enkät som aktörerna får svara på. De finansieras bland annat genom statliga anslag, filantroper och försäljning av data.

För att undersöka de olika strategierna som finns för utsläppsminskning i stålindustrin kommer CDP:s databas att användas. CDP skickar årligen ut en enkät till länder, regioner och företag där de ställer frågor om bland annat deras klimatarbete. CDP samlar sedan in alla enkätsvar och rangordnar aktörerna efter en rad olika parametrar. Betygen rangordnas A till F där A är bäst och F betyder att man inte har lämnat tillräckligt med information för att CDP ska kunna göra en bedömning. Det betyder inte att respondenten bortser från sin klimatpåverkan. Det finns också mellanbetyg då ett minustecken kan anges innan bokstaven om alla kriterier för det fullständiga betyget inte har uppnåtts. Denna uppsats kommer fokusera på enkäten som berör "climate change" vilken bolagen har besvarat.

Bolagen bedöms på fyra efterföljande nivåer som representerar steg som ett företag tar för att bli vad CDP kallar "environmental stewards". Nivåerna är:

1. Disclosure
2. Awareness
3. Management
4. Leadership

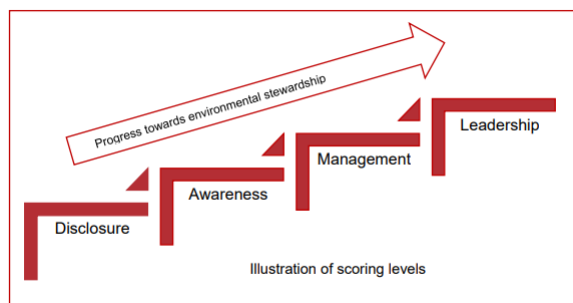


Fig. 4: Bild på CDPs olika nivåer.[13]

Disclosure

Poäng på "disclosure"-nivån bedöms utifrån hur mycket data som företagen har angivit i enkätsvaren. "Disclosure"-poäng delas ut för varje frågesvar. Det vill säga att svaren på alla frågor bedöms på "disclosure"-nivån. Får man poäng på denna nivå tilldelas minst betyget D.

Awareness

"Awareness"-poängen mäter svaren på de frågor som berör hur miljöproblem sammankopplas med företagets affärer. Företagen får poäng på hur de beskriver affärsverksamhetens påverkan på miljön. På denna nivå blir företaget inte poängsatt efter hur de adresserar sin miljöpåverkan utan bara hur medvetna de är om detta. Lyckas företaget komma upp i ett visst antal poäng på denna nivå tilldelas de betyget C.

Management

För att komma upp på “management”-nivån måste ett visst antal poäng på “awareness”-nivån uppnås. Respondenten måste ha beskrivit ett brett spektrum av miljöproblem och på en grundläggande nivå ha visat på insyn i hur affärsverksamheten hanterar dessa. Antal poäng på denna nivå baseras på om företaget kan lägga fram bevis på åtgärder som har vidtagits för att visa på sin “environmental management”. Vad “environmental management” är bestäms av CDP och deras organisationspartners. Om ett visst antal poäng på denna nivå uppnås tilldelas företaget betyget B.

Leadership

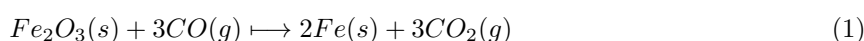
För att få poäng på denna nivå krävs det i detta fall att stålbolaget har tagit en ledande roll i klimatarbetet. Företaget ska ha en djup förståelse för risker och möjligheter som är relaterat till klimatförändringar, och ska ha implementerat strategier för att lindra/kapitalisera på riskerna och möjligheterna. För att nå “leadership”-status och belönas med betyget A så måste svaranden ha fått höga poäng även på alla andra nivåer. [13] Detta visualiseras i Fig. 4. Se appendix B för en fullständig beskrivning av CDP:s betygsättning.

3 Konventionell ståltillverkning

Ståltillverkning är en process i vilken man använder järnmalm eller skrot för att framställa stål. I processen tas orenheter bort från malmen eller skrotet för att göra det starkare. Metaller kan också adderas till processen för att få fram en legering som gör att stålet får högre kvalitet. [14]

Idag är det två framställningsprocesser som dominerar den kommersiella marknaden, syrgasprocessen i vilken flytande täckjärn eller skrot används, eller en ljusbågsugn som använder skrot eller direktreducerat järn (järnsvamp). I syrgasprocessen är det de exotermiska reaktionerna som driver processen när man adderar kol och i ljusbågsugnen används elektrisk energi för att smälta skrotet eller järnsvampen. [15]

Modern ståltillverkning kan delas upp i primär och sekundär. I primär tillverkning så omvandlas flytande järn från masugnen och stålskrot till stål via syrgasprocessen. I sekundär tillverkning så smälts stålskrot eller järnsvamp med en ljusbågsugn och råstål raffinerar innan gjutning. Sedan adderas legeringsämnen och lösta gaser i metallen tas bort. [16] Ståltillverkning beräknas stå för 7-9% av världens direkta växthusgasutsläpp. För att tillverka 1 ton stål så produceras ungefär 1,8 ton koldioxid, och en stor del av utsläppen sker när kol används för att ta bort syret från järnmalmen vilket sker i en masugn. [17]



I reaktionsformeln ovan visas det att i konventionell ståltillverkning så kommer det produceras CO_2 oavsett hur mycket man effektiviserar processen och att detta sker när syret ska tas bort från järnmalmen. Det måste således till nya sätt att tillverka stål för att stålindustrin ska kunna bli helt koldioxidneutral.

4 Åtgärder för utsläppsminskning i stålindustrin

4.1 Teknik

För att nå stora utsläppsminskningar så finns det många olika tekniker som kan användas. I Fig. 5 visas teknikerna som Vogl & Åhman [2] har sammanställt. I Fig. 5 visas både så kallade “bridging technologies” som ska fungera som övergångstekniker och “low emissions steelmaking”, tekniker som i framtiden ska nå de stora utsläppsminskningarna. I denna uppsats kommer endast teknikerna som de undersökta stålbolagen tar upp i enkätsvaren att undersökas. På grund av detta kommer exempelvis inte stålskrot undersökas trots att det är en teknik som kan nå stora utsläppsminskningar.

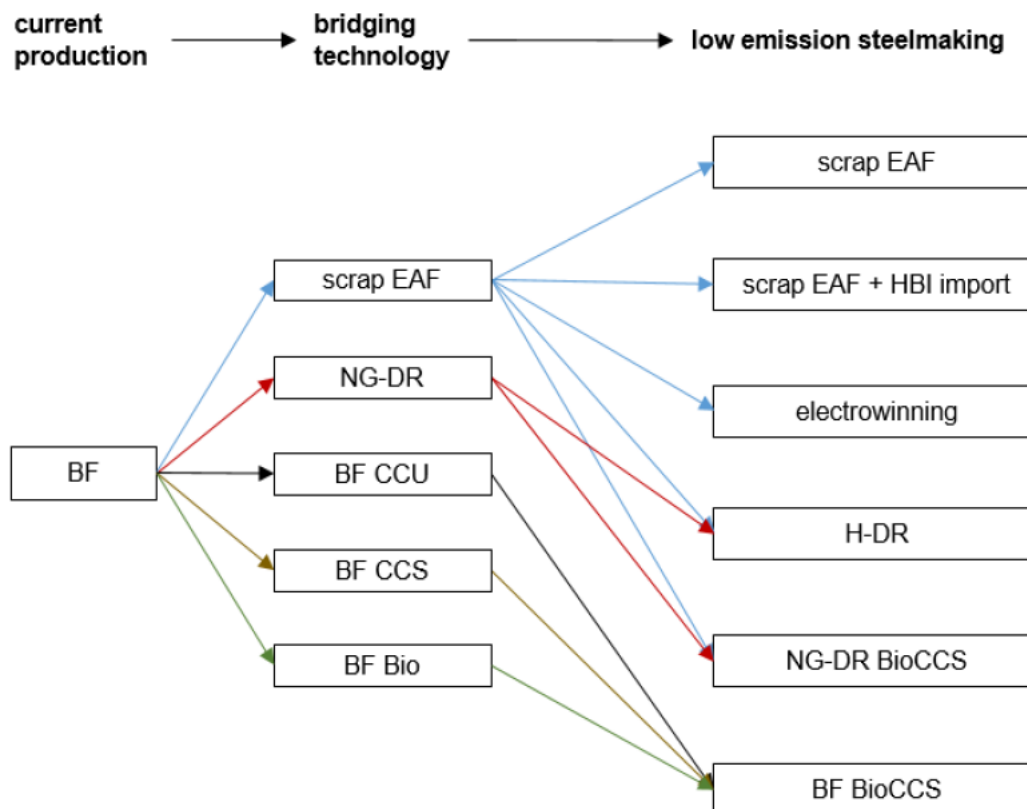


Fig. 5: Teknisk "pathway" för primär stål tillverkning enligt Vogl & Åhman [2].

4.1.1 Energieffektivisering

Ståltillverkning klassas som en energiintensiv industri, vilket betyder att det är en av de industrier som kräver mest energi. I exempelvis Sverige står stålindustrin enligt Jernkontoret, som är den svenska järn- och stålindustrins branschorganisation, för ungefär 15 % av svensk industris totala energianvändning. Eftersom stålindustrin använder mycket energi så är det en stor utgift för företagen. Företagen försöker därför effektivisera processen så mycket det går. Enligt Jernkontoret kapas inte bara kostnader utan utsläppen som genereras av elproduktionen minskar också.[18] Konkurrenskraften ökar även på kort sikt eftersom företagens kostnader kan hållas nere. Huvudsakligen består effektiviseringen av stegvisa förändringar och förbättringar av teknik och verksamhet. På senaste tiden har det talats om ett fåtal nya stora energieffektiviseringsteknologier. Exempel på dessa är enligt Otto et al.[19] "gas recirculation"-tekniker i masugnen så som "top gas recycling", som kan användas i kombination med CCS, "hot charging" eller isoleringsförbättringar. Denna minskning av användandet av fossila bränslen är kostnadseffektiv och minskar enligt Lechtenböhrer et al.[1] utsläppen av CO₂.

Fastän energieffektivisering både minskar utsläppen och kostnaderna så är det omöjligt att enbart använda detta för att nå fullständig "decarbonisation". Detta beror på att förbränningsprocessen av järnmalm släpper ut CO₂ hur det än utförs, se (1). Vad som skulle kunna göras är att fånga in koldioxiden med CCUS (Carbon Capture Utilization and Storage) för att komma runt detta. Det är enligt Lechtenböhrer et al.[1] beräknat att framtida energieffektiviseringar är begränsad till 15 % förbättring i OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) och 20-25 % i icke OECD-länder fram till 2050.

4.1.2 CCUS

CCS vid stål tillverkning betyder att avgaserna från stålverket fångas in. För att det ska fungera måste CO₂ först separeras från övriga avgaser innan den kan lagras. De olika alternativen för att lagra koldioxiden är: på land, i havet, förbättrad oljeåtervinning eller omvandling till mineraler som sedan lagras. Problemet med CCS är att lagringen måste vara helt tät, annars läcker koldioxiden ut i atmosfären och

arbetet är förlorat. Fördelen med CCS är att nuvarande teknik kan användas och CCS-tekniken kopplas på. Detta är dock inte helt lätt eftersom att moderna stålverk är komplexa och det finns helt enkelt inte plats för CCS-tekniken. Det finns enligt Lechtenböhrer et al.[1] potential att kunna reducera utsläpp med 60 % med CCS. För att minska utsläppen ytterligare skulle kostnaderna öka markant eftersom fler avgasrör skulle behöva utrustas med CO₂ - avskiljare. Detta sammantaget gör CCS till en dyr teknik för att genomföra stora utsläppsminskningar. [1]

“Hisarna” är ett projekt i Nederländerna som har visat att det skulle gå att minska utsläppen med 80 % med CCS-tekniken. Här har järn och ståltillverkningsprocessen kombinerats så att bara en utgång för avgaserna behövs. Detta betyder att det bara behövs en CO₂-avskiljare. Utan CCS så släpper denna tekniken ut 20 % mindre CO₂ än en konventionell masugn. Tekniken har dock inte enligt Lechtenböhrer et al.[1] möjligheten att nå nollutsläpp, vilket är EU:s mål som ska uppnås inom en relativt snar framtid. [1]

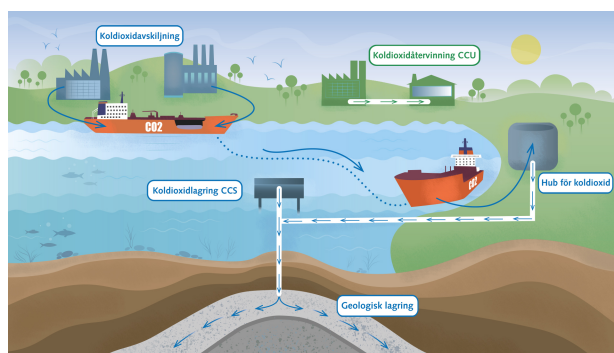


Fig. 6: CCSU [20]

Det finns potential att utveckla CCS ett steg längre, till CCU (Carbon Capture Utilization). Detta betyder att istället för att bara lagra CO₂ i exempelvis ett bergtrum så använder man den för att tillverka exempelvis metan. Metanet kan sedan omvandlas till metanol, etanol eller polyurethane. För att kunna göra detta krävs stora mängder väte och stora mängder energi för att vätet och CO₂ ska reagera. [1] Enligt en studie av Rosa M.Cuéllar-Franca och Adisa Azapagic i Journal of CO₂ Utilization så kan inte CCU minska utsläppen lika mycket som CCS kan [10]. Hur mycket utsläppen kan minskas med beror enligt författarna på vad man tillverkar med den infångade koldioxiden.

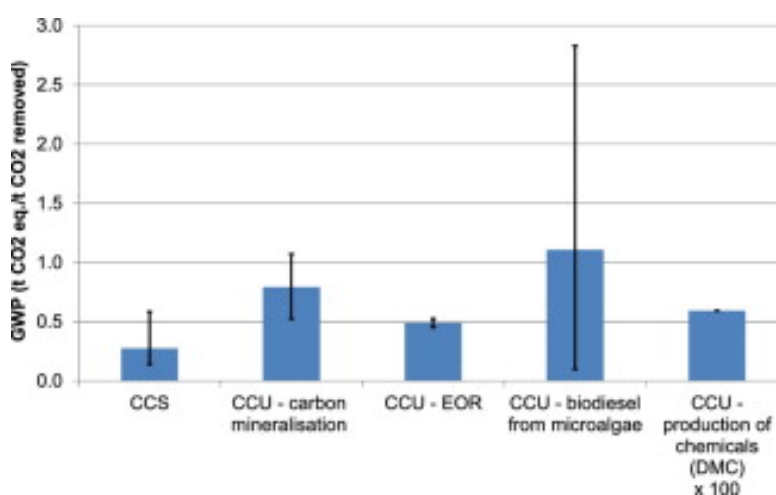


Fig. 7: Jämförelse mellan CCS och CCU [10]

Fig. 7 visar kvoten mellan konventionell användning av olika ämnen och genom att använda CCU. Värt att notera är att biodiesel producerat med CCU kan släppa ut mer växthusgaser än fossil diesel.

Eftersom CCU enligt tidigare nämnda artikel[10] inte har samma potential för utsläppsminskning som CCS, så kan inte CCU användas för att nå nettonoll utsläpp.

4.1.3 H-DR

Med H-DR menas att väte används i den direkta reduktionsprocessen. I dagsläget använder man naturgas eller kol i reduktionsprocessen, vilket kallas för direktreduktion. Med H-DR används istället väte i reduktionsprocessen. För att nå stora utsläppsminskningar med denna teknik måste vätet produceras med förnyelsebar energi. För att denna process ska kunna nå stor skala kommer det enligt Vogl & Åhman [21] krävas en stor produktion av väte och det är troligt att elektrolys kommer vara det lämpligaste sättet att producera väte på. För att H-DR ska vara så gynnsamt som möjligt så ska enligt Lechtenböhmer et al. [1] elpriset vara lågt och priset på att släppa ut CO₂ högt.

H-DR använder elektrolys genom att reducera järnmalm till järnsvamp som sedan blir till stål i en ljusbågsugn [22]. För att göra detta används elektricitet och kan därför enligt Otto et al.[19] i praktiken bli näst intill CO₂ neutral. SSAB i Sverige har startat ett projekt HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology) som ska använda denna teknik och för tillfället är projektet i teststadiet. Enligt en förstudie gjord för HYBRIT så kommer produktionskostnaderna i dagsläget vara 20-30 % högre än konventionell ståltillverkning [23].

Ett stort hinder för att H-DR ska kunna kommersialiseras fullt ut är att det kommer krävas en stor elproduktion. Skulle hela EU:s nuvarande stålproduktion ställa om och använda sig av denna tekniken så skulle det enligt Lechtenböhmer et al.[11] krävas 260 TWh förnyelsebar energi och stora satsningar på överföringsinfrastruktur.

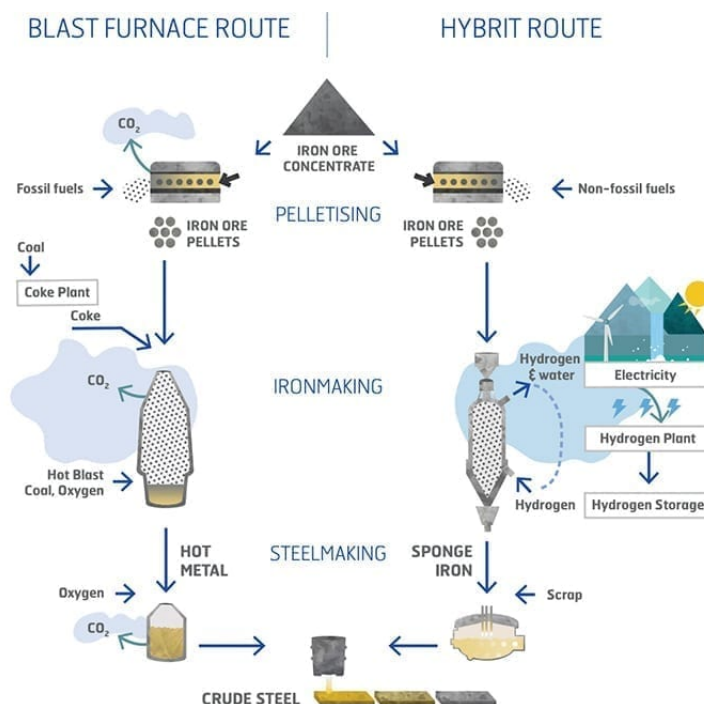


Fig. 8: H-DR jämfört med vanlig tillverkning [24].

4.1.4 Electrowinning

Electrowinning är en teknik där finfördelad järnmalm används i elektrolys. Det är helt baserat på elektricitet vilket gör att det enligt Weigel et al. [22] kan bli nästan helt klimatneutralt om el-tillförseln är förnyelsebar. Electrowinning är ett fullgott alternativ till masugnen i järntillverkningsprocessen. För att fullborda ståltillverkningsprocessen behövs också en ljusbågsugn, en teknik som redan finns men tillverkaren måste anpassa existerande utrustning för att användas i samband med electrowinning. Om hela EU:s stålproduktion skulle anpassas för electrowinning skulle det enligt Lechtenböhmer et al.[11]

krävas 260 TWh förnyelsebar energi. Detta skulle kräva enorma investeringar i energiproduktion och överföringsinfrastruktur.

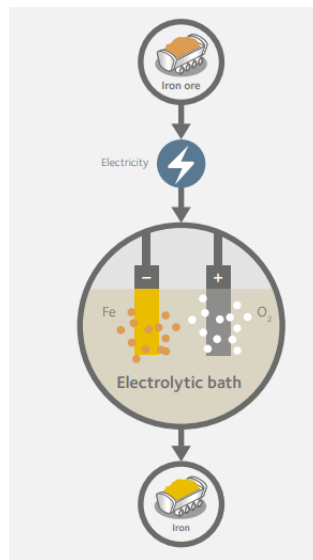


Fig. 9: Enkel skiss över stegen i electrowinning [25].

4.2 Styrmedel

För att tvågradersmålet ska nås måste energiintensiv industri enligt Åhman et al. [12] genomgå “deep decarbonization”. De skriver att styrmedel som främjar teknikutveckling är av yttersta vikt om “deep carbonization” av energiintensiv industri ska vara möjligt. Det är dock viktigt enligt författarna att det finns en balans mellan stöd till grundläggande forskning och implementering av ny teknik. Om Parismålen ska nås måste alla sektorer enligt författarna ha minskat sina utsläpp av växthusgaser till år 2060-2080. De skriver att i dagsläget har rådande styrmedel inte gett tillräckliga incitament för att den energiintensiva industrin (där stålindustrin ingår) ska ha genomfört stora utsläppsminskningar. För att råda bot på detta anser artikelförfattarna att en sektoriell strategi skulle vara lämplig. Denna strategi skulle bland annat enligt Åhman et al. [12] innefatta stöd till teknikutveckling och instrument som minskar risken för investerare. Enligt artikelförfattarna är det I-länderna som ska ta ansvar för att utveckla teknologi som kan få energiintensiv industri att genomgå “deep decarbonization”.

För att utvärdera och jämföra styrmedel inom klimatförändringar har Görlach i artikeln “Choosing Efficient Combinations of Policy Instruments for Low-carbon development and Innovation to Achieve Europe’s 2050 climate targets” [26] satt upp tre kriterier:

- Miljömässig effektivitet - Är styrmedlen tillräckliga för att nå önskad effekt?
- Kostnadseffektivitet - Minskar styrmedlen utsläppen till minsta möjliga kostnad?
- Genomförbarhet - Vad är risken att styrmedlen inte går att genomföras på grund av politiska, lagliga eller administrativa begränsningar?

Dessa tre kriterier är enligt Görlach viktiga för beslutsfattare att tänka på när ett styrmedel ska införas eller jämföras med ett annat. Görlach skriver i artikeln att om två styrmedel överlappar med varandra måste det undersökas om detta överlapp orsakar att båda styrmedel minskar i effektivitet eller om överlappet ger redundans, det vill säga om ett styrmedel inte är effektivt på en viss punkt kan det andra styrmedlet täcka upp för detta. Han menar också om det finns en mix av styrmedel, är det viktigt att de inte motverkar varandra, eftersom det riskerar att försämra deras effekt.[26]

4.2.1 Utsläppshandel

Utsläppshandel även känt som ETS (Emissions Trading Scheme) är ett marknadsbaserat styrmedel som används för att minska utsläpp av miljögifter. Ett bestämmande organ exempelvis en stat eller ett förbund

av stater så som EU beslutar om ett tak på mängden gifter som får släppas ut. Bolag som släpper ut gifterna får sedan en mängd utsläppsrätter tilldelade. I EU:s fall representerar en utsläppsrätt ett ton CO₂, det vill säga om ett företag årligen släpper ut 10 ton CO₂ så måste de äga 10 stycken utsläppsrätter [27]. Om ett bolag släpper ut mindre än vad de ägda utsläppsrätterna tillåter så kan de sälja dessa till ett företag som har förbrukat sina utsläppsrätter. Detta ska få företagen att minska sina utsläpp så att de inte behöver köpa utsläppsrätter eller i bästa fall få företagen att minska utsläppen så pass mycket att de kan sälja sina utsläppsrätter. Priserna på utsläppsrätterna bestäms efter tillgång och efterfrågan och antalet utsläppsrätter spelar därför stor roll, fler utsläppsrätter leder till större tillgång som i sin tur leder till lägre pris [28].

Det har uppkommit kritik mot handeln med utsläppsrätter. Experter hävdar att EU:s system inte är tillräckligt för att nå målet om att nå nettonoll utsläpp 2050. Bland dessa är Tomas Käberger, professor i förnybar energi vid Chalmers. Han menar att priset på utsläppsrätter idag är för lågt för att företag ska känna att det är lönsamt att satsa på ny teknik [29]. Ett exempel på en sådan teknik är CCS (Carbon Capture Storage). Denna teknik har potential att minska ett stålverks utsläpp men anses inte idag tillräckligt lönsam att investera i.

Ett annat problem med systemet är enligt Johanna Sandahl på naturskyddsföreningen att det delas ut gratis utsläppsrätter [29]. Företag kan ansöka om att få gratis utsläppsrätter tilldelade om de anses vara konkurrensutsatta [30]. Med detta menas företag inom EU som riskerar att bli utkonkurrerade av importerade varor. Stålindustrin anses tillhöra denna gruppen och EU-parlamentet har beslutat om att öka andelen gratis utsläppsrätter som tillfaller stålindustrin perioden år 2021-2030. Detta görs för att undvika så kallad "carbon leakage" vilket betyder att i detta fall ett stålbolag flyttar sin verksamhet utanför EU, till länder där det är billigare att släppa ut växthusgaser.

En åtgärd som skulle kunna råda bot på detta är en så kallad klimattull. Denna åtgärd skulle göra så att en tullavgift tas ut på exempelvis stål när det importeras till EU. En metaregressionsanalys som är gjord av Branger & Quiron har visat att detta skulle ha en god effekt på att minska risken för "carbon leakage" [31]. Företagen inom tullen skulle med detta system öka sin konkurrenskraft gentemot importerade varor med hög utsläppsintensitet. Att införa en klimattull skulle dock kunna bli problematiskt eftersom det skulle gå emot Världshandelsorganisationens regelverk. Enligt Görlachs tredje kriterium ovan ska detta tas i beaktning då ett styrmedel införs. Det finns möjlighet att komma runt detta, regelverket tillåter undantag om syftet är att skydda hälsa och liv, eller för att bevara ändliga naturresurser [32].

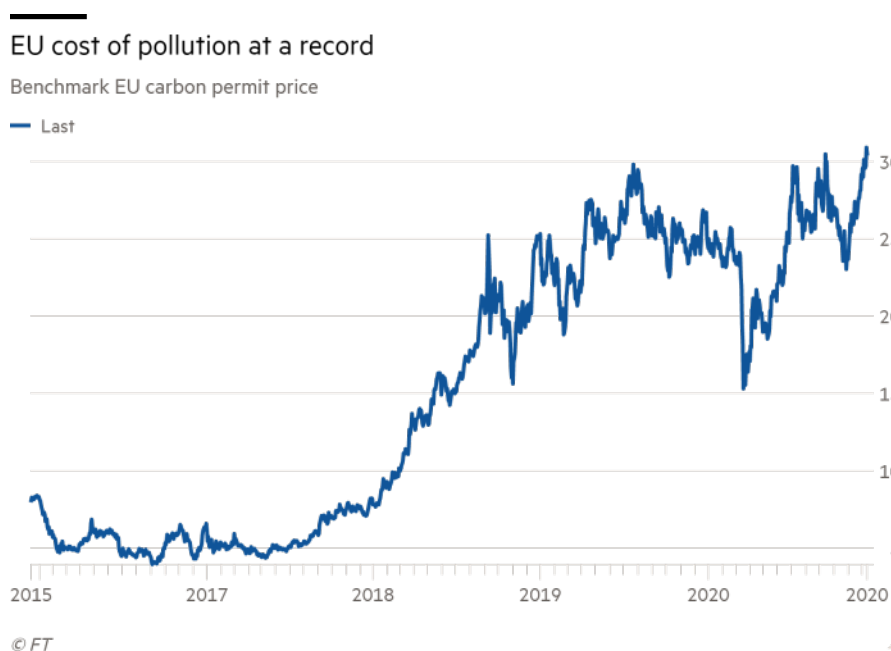


Fig. 10: Prisutveckling för utsläppsrätter i EU [33].

5 Ländernas klimatmål

Nedan ses en lista över vilka klimatmål som länderna i uppsatsen har angett i sina NDC:er samt vilket år som målen ska nås. I tabellen ses också vilka klimatpolitiska åtgärder som stålindustrin påverkas av i respektive land. Luxemburg och Sverige har gemensamma klimatmål som har överenskommit i EU.

| Land | Mål | Klimatpolitiska åtgärder |
|----------|--|---|
| Indien | Minska växthusgasutsläppsintensitet av BNP med 33-35 % till år 2030 jämfört med 2005 års nivåer 40 % av all elproduktion ska vara fossilfri år 2030 | Vita certifikat |
| Sydkorea | Minska utsläppen med 24,4 % till år 2030 jämfört med 2017 års nivåer Klimatneutralt år 2050 | ETS |
| Ryssland | Minska utsläppen till år 2030 med 25-30 % jämfört med 1990 års nivåer Minska utsläppen med 36 % jämfört med 1990 års nivåer | Inga |
| EU | Till 2030 minska sina utsläpp med 55 % jämfört med 1990 års nivåer Klimatneutralt år 2050 | ETS Horizon2020 |
| Taiwan | Minska sina utsläpp med 50 % till år 2050 jämfört med 2005 års nivåer. | Krav på stålindustrin att minska sin energianvändning med 1 % per år. |

Tab. 1: Ländernas klimatmål enligt Parisavtalet och deras klimatpolitiska åtgärder. [34]

5.1 Indien

Ökad energieffektivitet är ett av åtta fokusområden som Indien har för att minska sina växthusgasutsläpp. Industrin påverkas mest av ett system som heter "Perform, achieve, act" (PAT). Industrier som använder mycket energi blir kopplat till ett system som liknar EU:s "vita certifikat". [36] Vita certifikat är ett system som med marknadsmekanismer ska bidra till ökad energieffektivisering, minskad energianvändning, eller minskade utsläpp av CO₂ genom effektivisering [37]. I detta system erhåller ett företag certifikat om de vidtar energisparande åtgärder, dessa certifikat kan sedan säljas. [38] Indien har tillsammans med Sverige på FN:s begäran initierat ett projekt som ska verka för att ställa om svårromställda industrier till att minska sina utsläpp. [39] Indien har i Parisavtalet förbundit sig att minska sin växthusgasutsläppsintensitet av BNP med 33-35 % till 2030 jämfört med 2005 års nivåer. De har även sagt att 40 % av all elproduktion ska vara fossilfri 2030. [40]

5.2 Sydkorea

Sydkorea är det land i världen med högst stålförbrukning per capita. I World Steel Associations lista presenteras två per capita indikatorer för stålförbrukning och Sydkorea toppar båda. [35] Den första är "apparent steel use" som anger stålproduktion - export + import av råstål. Att Sydkorea ligger högst upp på denna listan beror på den stora bilproduktionen och Hyundai Steel skapades med syftet att leverera stål till sin egen biltillverkning. [41] Landet toppar även listan för den andra indikatorn "real steel use" som anger apparent steel use - indirect exports (exempelvis stål i bilar) + indirect imports. I detta fall har exempelvis exporten av bilar räknats bort och trots detta toppar Sydkorea listan. Trots att Kina kan konkurrera med sin billiga arbetskraft kan grannen Sydkorea tillverka stora mängder stål. Sydkorea satsar mycket pengar på R & D (Research and Development), infrastruktur, skattelättnader, regelförenklingar, energiförsörjning och kompetensutveckling. [42] Sydkorea har ratificerat Parisavtalet och åtar sig att bli klimatneutralt till år 2050. [43]

5.3 Ryssland

Ryssland har lagt fram ett utkast på ett förslag, i detta förslaget framkommer det att Rysslands utsläpp kommer fortsätta växa. [44] I Parisavtalet har Ryssland åtagit sig att till 2030 minska sina utsläpp med 25-30 % jämfört med 1990. Ryssland har lagt fram två utsläppsprojektioner om hur de förutser att det kommer se ut 2050. I "Baseline Scenario" kommer de ha 26 % större utsläpp än 2017 och 36 % lägre

utsläpp än 1990. I “Intensive Scenario” kommer Ryssland ha 3 % större utsläpp än 2017 och 38 % lägre än 1990. I nuläget ser det ut som att “Baseline Scenario” är mest troligt. [45]

5.4 EU

EU har åtagit sig att till år 2030 ha minskat sina utsläpp med 40 % jämfört med 1990 års nivåer. Till år 2050 ska EU ha nått klimatneutralitet. [46] Tillsammans är länderna i EU världens största importör av stål med 40,2 Mton. Detta exkluderar stål som handlas inom EU. [35]

I EU används ETS för att få utsläppsintensiv industri att minska sina utsläpp. Tung industri, som stålindustrin tillhör, måste köpa utsläppsrätter för att släppa ut CO₂. Detta ska leda till att stålbolagen genomför åtgärder som leder till utsläppsminskningar och på detta sätt inte behöver köpa lika många utsläppsrätter. Mer om detta finns att läsa i avsnitt. 4.2.1. EU har ett stödprogram för att främja forskning och innovation som heter “Horizon 2020”. Under år 2014-2020 fanns 80 miljarder Euro att söka och 60 % av dessa är avsatta till hållbar utveckling [47].

5.5 Taiwan

År 2015 antog Taiwan en lag som säger att år 2050 så ska växthusgasutsläppen vara hälften av vad de var år 2005. Delmålet var att landet år 2020 ska ha minskat utsläppen med 2 % jämfört med 2005 års nivå. Ansvarig minister har medgett att detta kommer bli svårt att nå. Forskare i landet har sagt att Taiwans nuvarande strategi inte kommer vara tillräcklig för att man ska nå målen uppsatta i NDC. Taiwans klimatmål är inte heller nog för att nå 1,5 eller 2 gradersmålet enligt forskare och det finns ingen klar plan för att ändra på detta. [48] Taiwan har satt upp delmål att minska sina utsläpp med 2 %, 10 % och 20 % under 2005 års nivåer till 2020, 2025 och 2030 respektive. [49]

6 Resultat

I denna del kommer svaren som stålbolagen har givit i enkätsvaren. I avsnitten kommer vilken information som presenteras att skilja sig åt. Det beror på att det inte är obligatoriskt i CDP:s enkät att svara på alla frågor. En del av bolagen har valt att inte svara på alla frågor. All information i denna del har tagits från CDP:s enkätsvar för år 2020. Det kommer endast källhänvisas om informationen kommer från en annan källa än enkätsvaren.

I Fig. 11 visas hur mycket pengar bolagen har lagt under rapporteringsåret 2020 på utsläppsminskande åtgärder. Bara tre av bolagen valde att ange detta i enkätsvaren.

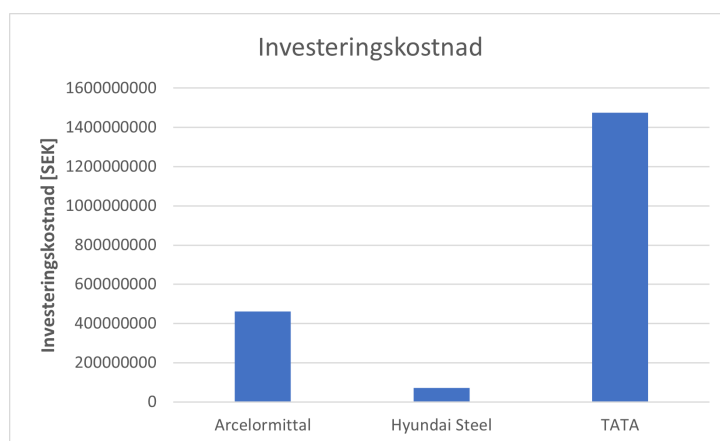


Fig. 11: Hur mycket pengar bolagen har investerat i sina initiativ för att minska sina CO₂ utsläpp.

I Tab. 2 visas utsläppsminskningarna som bolagen har gjort under året. Utsläppsminskningarna beror på åtgärder som bolagen vidtagit. I tabellen visas även genomsnittlig utsläppsminskning per åtgärd som bolagen vidtagit.

| | Antal implementerade initiativ | Uppskattad minskning av CO ₂ e [Ton] | Minskning CO ₂ /antal initiativ [Ton] |
|-------------------------|--------------------------------|---|--|
| ArcelorMittal | 107 | 758000 | 7080 |
| China Steel Corporation | 163 | 32000 | 196 |
| Hyundai Steel Co | 73 | 43000 | 589 |
| POSCO | 37 | 28000 | 757 |
| Severstal PAO | 16 | 98700 | 6170 |
| SSAB | 6 | 24000 | 4000 |
| TATA Steel | 115 | 882000 | 7670 |

Tab. 2: Översikt av bolagens initiativ och uppskattade utsläpp.

I Tab. 3 visas vilket betyg bolagen fick av CDP under rapporteringsåret 2020.

| | Betyg |
|-------------------------|-------|
| ArcelorMittal | A- |
| China Steel Corporation | B |
| Hyundai Steel Co | B |
| POSCO | B |
| Severstal | D |
| SSAB | C |
| TATA Steel | A- |

Tab. 3: Betyg givna av CDP under rapporteringsåret 2020 [50].

6.1 ArcelorMittal

ArcelorMittal är världens största stålproducent och har sin bas i Luxemburg. ArcelorMittal skriver i svaren att de samarbetar med IEA (International Energy Agency) för att ta fram en färdplan som ska leda till att nå ett tvågradersmål. För att nå Parismålen anser de att stålindustrin måste övergå till en eller flera lågutsläppstekniker. Det krävs att bolaget byter till nya energinmatningar där ren energi används som energikälla i vätebaserad järntillverkning och på längre sikt elektrolysbaserad järntillverkning. Återvunnen CO₂ från industrin och det offentliga föreslås att användas som energikälla, om denna CO₂ ska komma från CCU eller någon annanstans ifrån framgår inte i enkätsvaren. CCS ska användas i samband med fossila bränslen så att nuvarande anläggningar kan användas tills dess att de har omvandlats till lågutsläppsanläggningar.

Sedan 2019 har bolaget haft som mål att markant minska sina utsläpp globalt och bli CO₂-neutralt 2050 där det finns policys som gör detta möjligt. Anläggningarna i USA strävar mot målet att minska sin energianvändning med 10 % över 10 år fram till 2023. Detta mål är en frivillig överenskommelse med USA:s energidepartement. Många nya tekniker för utsläppsminskning och energieffektivisering testas för tillfället i nuvarande stålverk så som: "top gas recovery" och "coke gas recovery", järnelektrolys (järnmalmslektrolys från grön el), DRI (Direct Reduced Iron) med grönt väte, smart CO₂ (stålproduktion med cirkulärt CO₂ och H₂), där restgaserna producerar kolbaserade produkter, blå väte DRI (utveckling av vätebaserad DRI produktion från reformerad naturgas), DRI med CCS (användning av existerande teknologi där CCS har inkorporerats), masugn med CCS (konventionell masugn med CCS). Alla dessa teknologier medför högre kostnader och kräver tid, investering och grön infrastruktur i energisektorn.

ArcelorMittal har inlett ett samarbete med Lanzatech med stöd från EU:s Horizon2020 projekt. Syftet är att bygga en pilotanläggning i stor skala i vilken spillgas ska tas till vara på och konvertera den till bioetanol. Anläggningen ska ta till vara på 15 % av spillgasen och detta ska användas för att tillverka 80 miljoner ton etanol om året. Detta projekt förutses spara 355kt CO₂ per år. De har genomfört en LCA (Life Cycle Analysis) som hävdar att de kan förutspå en CO₂-minskning på upp till 87 % jämfört med fossila transportbränslen. På detta sätt ska de bidra till att minska utsläppen i transportsektorn. Projektet kommer börja kommersialiseras 2021.

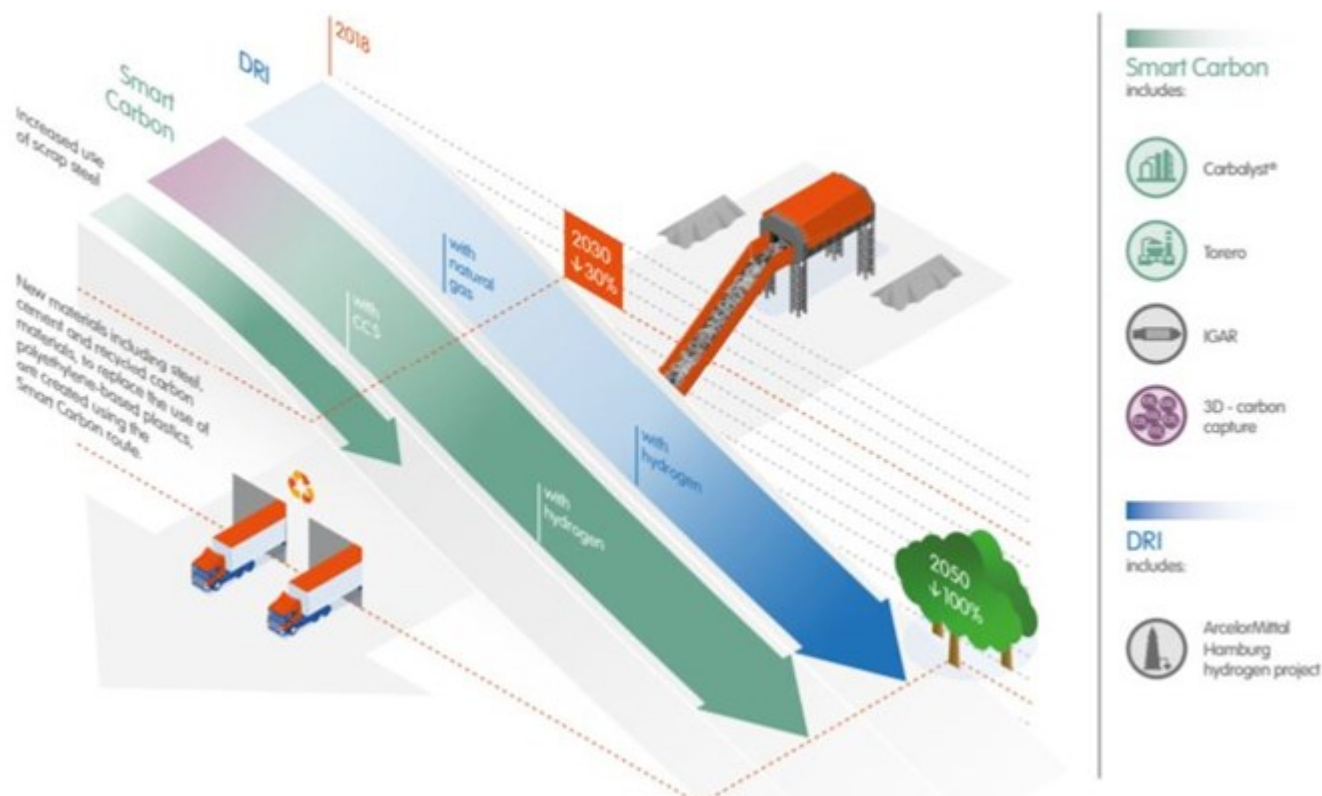


Fig. 12: ArcelorMittals mål och delmål fram till 2050.[51]

Vasco 2 är ett projekt där ArcelorMittal med hjälp av rökgaser ska växa mikroalger som sedan ska användas till pyrolysolja. Denna pyrolysolja är ett syntetiskt bränsle som eventuellt kan ersätta fossil olja i framtiden.

ArcelorMittal har ett innovationsprogram vilket de har finansierat med €250 miljoner. Denna budget ligger utanför den vanliga R & D budgeten som låg på \$301 miljoner år 2019. R & D-budgeten har ökat varje år sedan 2015 då den låg på \$227 miljoner.

I enkätsvaren har ArcelorMittal angett vilka åtgärder de har vidtagit under året för att minska sina CO₂-utsläpp. Majoriteten av åtgärderna har med energieffektivisering att göra, detta visas i 5. Exempel på detta är att de har förbättrat sin insatshantering av naturgas. De har också förbättrat sin övervakning av läckor så de kan upptäckas snabbare och på så sätt har spillet minskat.

Under rapporteringsåret 2020 hade ArcelorMittal ett aktivt utsläppsmål. År 2007 släppte de ut 2,18 ton CO₂e/ton producerat stål. Bolaget hade som målsättning att år 2020 ha minskat detta med 8 %. Det betyder att år 2020 så skulle utsläppen ligga på 2,0084 CO₂e/ton producerat stål. Men målet har inte uppnåtts och utsläppen är 2,12 CO₂e/ton producerat stål, vilket betyder att de har nått knappt 40 % av sitt mål, detta visas i Tab. 4. I beräkningen så har de tagit med stålverken som bolaget ägde 2007 och 2020. Exempelvis har ett stålverk som ägdes 2007 men såldes 2020 inte tagits med. I enkäten skriver ArcelorMittal att de är besvikna över detta eftersom CO₂-effektiviteten har förbättrats mycket mer. Att de inte nådde sitt mål beror på att de förvärvade ett stålverk med hög utsläppsintensitet.

| | Utsläppsintensitet [CO ₂ e/ton producerat stål] |
|--------------|--|
| Utsläpp 2007 | 2,18 |
| Mål för 2020 | 2,0084 |
| Utsläpp 2020 | 2,12 |

Tab. 4: ArcelorMittals interna mål för utsläppsminskning till 2020.

| Initiativ | Typ av initiativ | Uppskattad årlig minskning CO ₂ e [Ton] | Investeringskostnad [SEK] |
|--|--|--|---------------------------|
| Process optimization | Energy efficiency in production processes | 309000 | 0 |
| Fuel switch | Energy efficiency in production processes | 161000 | 109545559 |
| Waste heat recovery | Energy efficiency in production processes | 112000 | 72030000 |
| Electrification | Energy efficiency in production processes | 80600 | 172000000 |
| Machine/equipment replacement | Energy efficiency in production processes | 43500 | 38900000 |
| Compressed air | Energy efficiency in production processes | 27500 | 15300000 |
| Process equipment replacement | Non-energy industrial process emissions reductions | 8500 | 28300000 |
| Insulation | Energy efficiency in buildings | 4480 | 1740000 |
| Lighting | Energy efficiency in buildings | 3670 | 10900000 |
| Combined heat and power (cogeneration) | Energy efficiency in production processes | 2530 | 1200000 |
| Waste reduction | Waste reduction and material circularity | 1860 | 713000 |
| Automation | Energy efficiency in production processes | 1560 | 3400000 |
| Maintenance program | Energy efficiency in buildings | 1360 | 5710000 |
| Motors and drives | Energy efficiency in production processes | 890 | 2140000 |
| Summa | | 758000 | 462000000 |

Tab. 5: Översikt av bolagens initiativ och uppskattade utsläpp.

| Typ av teknologi | Utvecklingsstadium | Genomsnittlig % av R & D budget senaste 3 åren | Investeringskostnad [SEK] |
|--|--------------------|--|---------------------------|
| Alternativ ståltillverkningsprocess (Torero, Siderwin, H2, 3D) | Pilotdemonstration | ≤ 20 % | Ej angivet |
| CCUS (IGAR, Steelanol, Carbon2Value) | Pilotdemonstration | ≤ 20 % | Ej angivet |
| Teoretiska studier | Grundforskning | ≤ 20 % | 93 miljoner |

Tab. 6: ArcelorMittals R & D satsningar på klimatnytta de senaste 3 åren.

Total R & D-budget för ArcelorMittal mellan åren 2013-2019 var 1,2 miljarder dollar. Det är svårt att säga exakt hur mycket av detta som läggs på utsläppsminskningar eftersom de inte har angivit detta, se Tab. 6.

ArcelorMittal säger att det största hindret för att det ska gå att genomföra deras satsningar är avsaknaden av rätt marknadsvillkor. De vill se att koldioxidfritt stål ska bli mer konkurrenskraftigt än konventionellt stål. En lösning på detta enligt ArcelorMittal skulle vara att justera priserna på koldioxidneutralt stål till det "smutsiga" importerade stålet, så att det inte ska vara billigare att importera utsläppsintensivt stål. Problemet med ETS-systemet anser de vara att europeiska ståltillverkare bestraffas och måste köpa dyra utsläppsrätter till skillnad mot det importerade stålet som är undantagna ETS-systemet. De tycker också att det ska finnas mer incitament att använda material som är bäst för klimatet och cirkulär ekonomi, de menar på att ETS-systemet hämmar detta och istället ökar incitamenten för import av icke cirkulära material. En lösning på detta skulle enligt ArcelorMittal vara "CBA" (carbon border adjustment), vilket innebär att importörer av utsläppsintensivt stål beläggs med en avgift.

ArcelorMittal har diskuterat värdet av CCU med EU för att säkerställa att deras samarbete med LanzaTech går i rätt riktning och att regelverket som finns ska göra det enkelt för dem att kommersialisera deras etanolproduktion. De menar att det måste finnas en tillförlitlig energinfrastruktur som gör det ekonomiskt gångbart med CCUS. I diskussionerna med EU har de också gjort klart att det måste till mer ekonomiskt stöd för att kommersialisera etanolproduktion från avgaser. Detta är genomgående för ArcelorMittals svar. De tycker inte att det finns tillräcklig finansiering för övergången till lågutsläpps ståltillverkning. Att vissa av deras nuvarande projekt är finansierade av exempelvis EU Horizon 2020, räcker dock inte anser ArcelorMittal, och menar att EU måste ge ännu mer stöd.

Under tiden som denna uppsats skrevs så har ArcelorMittal åtagit sig att nå nollutsläpp år 2050. Detta återspeglas inte i enkätsvaren eftersom de lämnades in innan ArcelorMittal tillkännagav sina nya utsläppsmål. ArcelorMittal har tagit fram en plan för hur detta ska ske vilket visas i Fig. 12.

6.2 China Steel Corporation

CSC (China Steel Corporation) är av åsikten att det enda sättet att nå fram till stora utsläppsminskningar av växthusgaser är att anamma nästa generations teknologi och lägga stora summor på R & D. För att behålla sin konkurrenskraft har CSC börjat tillverka fler gröna stålprodukter till exempel "process-saving steel" och i samband med detta har de utvecklat en metodologi för att utvärdera CO₂-minskningen av denna produkten. År 2018 beräknade de att gröna produkter bidrog till att minska utsläppen till följd av

energianvändning och CO₂-utsläppen med 7,33 miljoner ton. Taiwan har satt ett krav på landets tunga industri att minska deras förbrukning av elektricitet med 1 % om året vilket har gjort att CSC har köpt in utrustning med högre energieffektivitet.

CSC har som svar på Taiwans energipolitik investerat i solpaneler, offshore vindkraft och ett grönt transportsystem. För konstruktionen av solkraft har de startat ett dotterbolag (CSC Solar Corp.) som ska implementera solpaneler vid alla deras stålverk. Vindkraftverken har byggts för att öka deras stålförsäljning och för att stödja den Taiwanesiska regeringens satsningar på grön energi.

Under rapporteringsåret 2020 så implementerade CSC 163 åtgärder för att minska sina utsläpp av växthusgaser. Dessa åtgärder resulterade i en utsläppsminskning på 32 kTon CO₂e. Åtgärderna var inom området energieffektivisering av processer och energieffektivisering av byggnader.

Taiwan har satt som regel att företag som har en kapacitet på över 800 kW måste minska sin energianvändning med 1 % per år under åren 2015 till 2024. Därför har de investerat i spillvärmeåtervinning och andra energieffektiviseringsprojekt. Utöver detta har CSC inte angett några större projekt för att minska sina utsläpp.

I samband med Parisavtalet så förkunnade Taiwan att de skulle vara med och bekämpa global uppvärmning. De har dock inte lämnat in någon officiell NDC eftersom de inte är med i FN på grund av att Kina inte erkänner Taiwan. CSC bestämde då att klara av 1,5 % minskning av utsläpp till år 2020 jämfört med 2015 års nivåer. Detta motsvarar en minskning av 330 kTon CO₂e. De kommer fortsätta att utvärdera utsläppsmål de kommande åren.

År 2019 satte CSC ett mål att år 2030 så skulle utsläppen ha minskat med 20 % jämfört med 2005. Utsläppen år 2005 var 20,4 Mton CO₂e och målet år 2030 är 16,3 Mton CO₂e. Under rapporteringsåret år 2020 låg utsläppen på 21,6 Mton CO₂e, vilket är en ökning som betyder att utsläppsnivåerna inte går i rätt riktning. Detta visas i Tab. 7.

| | Utsläpp [Mton CO ₂ e] |
|----------------------|----------------------------------|
| Mål för utsläpp 2030 | 16,3 |
| Utsläpp 2005 | 20,4 |
| Utsläpp 2020 | 21,6 |

Tab. 7: CSC:s interna mål för utsläppsminskning till 2030.

För att möta utsläppsmålet så ska Taiwans regering sätta upp 5-års mål och ett ETS. CSC anger att de har "major strategies" för att främja energisparande, anta låg-CO₂ energi och tillämpa banbrytande teknologier. Vad dessa strategier skulle vara framgår inte med tydlighet i enkäten.

I Tab. 8 visas vilken R & D som CSC har valt att satsa på de senaste tre åren.

| Typ av teknologi | Utvecklingsstadium | Genomsnittlig % av R & D budget senaste 3 åren | Investeringskostnad [SEK] |
|---|------------------------------------|--|---------------------------|
| Förbättring/återanvändning av nuvarande utrustning | Fullskalig kommersiell spridning | ≤ 20 % | Ej angivet |
| Förnyelsebar energi | Småskalig kommersiell spridning | ≤ 20 % | Ej angivet |
| Alternativ ståltillverkningsprocess (hydrogen recovery) | Grundforskning | ≤ 20 % | Ej angivet |
| Förbättring/återanvändning av nuvarande utrustning | Tillämpad forskning och utveckling | ≤ 20 % | Ej angivet |
| Bränsleoptimering | Grundforskning | ≤ 20 % | Ej angivet |

Tab. 8: CSCs R & D satsningar de senaste 3 åren.

CSC har motsatt sig en ny lag som Taiwan har implementerat som säger att stora energikonsumenter måste generera en viss andel förnyelsebar energi och att de måste använda mer förnyelsebar energi. Detta kommer göra att elpriserna ökar och CSC:s tillverkningskostnad blir högre. CSC har framfört klagomål till Taiwans energidepartement och föreslagit att tung industri inte ska behöva använda förnyelsebar energi. De framförde också klagomål på att alla landets stålbolag behandlas lika och ingen hänsyn tas till vilka processer man använder.

CSC ställer sig positiva till att det ska kosta pengar att släppa ut CO₂. Men de menar att det måste till stödjande åtgärder när prissättningen införs. I nuläget kommer CSC att få betala en stor kostnad utan

att få något som helst stöd. De kommer fortsätta att ge råd till beslutsfattarna så att de nya reglerna kan ske i samförstånd.

6.3 Hyundai Steel

Till följd av Sydkoreas deltagande i Parisavtalet har Hyundai Steel har investerat 1,1 biljoner KRW (Sydkoreansk Won) motsvarande 8,3 miljarder SEK i Hyundai Green powers anläggningar. Dessa anläggningar ska regenerera elektricitet från en av restprodukterna i ståltilverkningsprocessen, ta tillvara på avgaserna för att minska mängden fossila bränslen i kraftproduktionen för att minska utsläppen av CO₂.

I landets NDC har Sydkorea åtagit sig att minska sina utsläpp med 24,4 % till år 2030 jämfört med 2017 års nivåer. Till 2024 ska Hyundai Steel investera 340 miljarder KRW motsvarande 2,6 miljarder SEK för att installera CDQ (Coke Dry Quenching) vilket kommer att minska deras växthusgasutsläpp och öka energieffektiviteten. Hyundai Steel har tagit fram en automatisk kontrollmodell i förbränningsprocessen till sina masugnar vilket har minskat energianvändningen med 2-3 %. Detta är det enda större R & D projektet som Hyundai har arbetat med under rapporteringsåret .

Under rapporteringsåret implementerade Hyundai Steel 73 stycken olika åtgärder för att minska sina utsläpp av växthusgaser. Dessa åtgärder resulterade i en utsläppsminskning på 43000 CO₂e. Majoriteten av dessa åtgärder gällde energieffektivisering. År 2017 satte Hyundai Steel ett mål om att minska sina utsläpp år 2030 med 0,5 % jämfört med basåret 2015 och med 2 % till år 2050. Under basåret släppte man ut 21,8 Mton CO₂e, målet för 2030 är 21,7 Mton CO₂e och målet för år 2050 är 21,3 Mton CO₂e. Utsläppen för rapporteringsåret 2020 var 21,7 Mton CO₂e. Detta visas i Tab. 9.

| | Utsläpp [Mton CO ₂ e] |
|----------------------|----------------------------------|
| Utsläpp 2015 | 21,8 |
| Utsläpp 2019 | 21,7 |
| Utsläpp 2020 | 21,7 |
| Mål för utsläpp 2019 | 20,9 |
| Mål för utsläpp 2030 | 21,7 |
| Mål för utsläpp 2050 | 21,3 |

Tab. 9: Hyundai Steels mål för utsläpp år 2019, 2030 och 2050.

År 2018 satte bolaget ett mål att minska sina utsläpp till år 2019 med 4 % jämfört med nivåerna basåret 2015. Under basåret släppte bolaget ut 21,7 Mton CO₂e och 2019 släppte de ut 21,7 Mton CO₂e, vilket betyder att målet inte nåddes. Varför målet inte nåddes lämnas okommenterat av Hyundai Steel i enkäten. Detta visas i Tab. 9.

I Tab. 10 visas vilka åtgärder för utsläppsminskning som Hyundai Steel har vidtagit under rapporteringsåret 2020.

| Initiativ | Typ av initiativ | Uppskattad årlig minskning CO ₂ e [Ton] | Investeringskostnad [SEK] |
|--|---|--|---------------------------|
| Waste heat recovery | Energy efficiency in production processes | 17000 | 34400000 |
| Combined heat and power (cogeneration) | Energy efficiency in buildings | 13000 | 14000000 |
| Process optimization | Energy efficiency in production processes | 11000 | 24000000 |
| Summa | | 41000 | 72400000 |

Tab. 10: Översikt att bolagens initiativ och uppskattade utsläpp.

De senaste tre åren har Hyundai Steels R & D-satsningar enbart bestått av förbättring och återanvändning av nuvarande utrustning och de har investerat 21-40 % av den totala R & D-budgeten på detta.

Hyundai Steel har investerat stora mängder i sitt systerbolag Hyundai Green power. Avsikten är att restprodukter från Hyundai Steels stålverk ska användas för minska de fossila utsläppen i kraftproduktionen. Sydkorea har som mål i sin NDC att minska landets utsläpp med 11 % till år 2030 och Hyundai Steel har satt som mål att till 2030 minska sina utsläpp med 0,5 % jämfört med 2015. Tittar man i Tab. 9 och jämför med Tab. 1 så ser man att bolaget inte matchar landets NDC.

6.4 POSCO

2015 investerade POSCO i ett nytt system för att bokföra utsläpp. Systemet kostar 300 miljoner KRW per år vilket motsvarar ungefär 2,3 miljoner SEK. POSCO tror att kontinuerlig energieffektivisering i stålverken är det bästa sättet att minska växthusgasutsläppen.

POSCO fokuserar sina insatser på att implementera ETS på varje verk i linje med regelverket som infördes 2015 när ETS trädde i kraft. De satsar på att förbättra sina system för återvinning av spillvärme och applicera nya teknologier på små och medelstora anläggningar. 2019 så investerades 47,9 miljarder KRW (ungefär 3,6 miljarder SEK) i energiåtervinningsanläggningar och processförbättringar för energikonservering. 93,3 miljarder KRW (ungefär 7 miljarder SEK) investerades i R & D projekt som fokuserar på minskning av växthusgasutsläpp. Detta involverade återvinning av värme som genereras i produktionsprocessen och infångning av CO₂ från biprodukter.

År 2007 så kommersialiserades FINEX-processen, en teknik som kan ersätta konventionell ståltillverkning. Det andra och tredje FINEX-verket sjösattes 2018 och visade sig ha förbättrad effektivitet och minskade CO₂-utsläpp. POSCO tror att fler kommer vilja ta del av denna teknik i framtiden.

Under rapporteringsåret 2020 så genomförde POSCO 37 åtgärder för att minska sina utsläpp. Dessa åtgärder resulterade i en minskning med 28000 ton CO₂, vilket inte är mycket jämfört med POSCO:s totala utsläpp. Majoriteten av åtgärderna var energieffektiviseringsåtgärder.

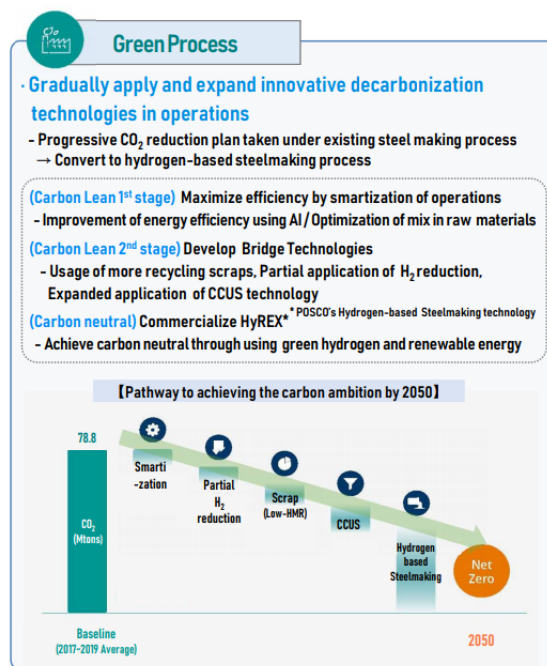


Fig. 13: POSCOs plan för att nå nettonollutsläpp 2050.[52]

Den Sydkoreanska regeringen har föreslagit en skatt på CO₂. POSCO motsätter sig skatten eftersom de då måste rätta sig efter ytterligare ett styrmedel utöver det nuvarande ETS och detta skulle vara allt för betungande. Istället vill de ha en policy som använder marknadsmekanismer för att minska utsläppen för att inte få en nackdel gentemot internationella konkurrenter. POSCO gjorde ett frivilligt avtal med den Sydkoreanska regeringen att förbättra sin energieffektivitet. Detta implementerades i två faser mellan 1999 och 2008. Över denna tioårsperiod så sparades 2,91 miljoner TOE (Ton Oljeekvivalenter) och 2100 projekt genomfördes.

Sydkorea hade ett frivilligt mål för minskning av växthusgasutsläpp fram till 2020. POSCO valde att delta i detta och satsade på att få ner sina utsläpp till 2 ton CO₂ per producerat ton stål. Detta innebar en minskning med 9 % jämfört med medelnivån år 2007-2009 då utsläppen var 2,2 ton CO₂ per producerat ton stål. År 2020 hade de fått ner sina utsläpp till 2,11 ton CO₂ per producerat ton stål.

| | Utsläpp/producerat ton stål [ton CO ₂ /ton producerat stål] |
|-----------------------------|--|
| Mål för utsläpp 2020 | 2,0 |
| Medelnivå utsläpp 2007-2009 | 2,2 |
| Utsläpp 2020 | 2,11 |

Tab. 11: POSCOs mål för utsläppsintensitet 2020.

Som Tab. 11 visar så nåddes inte detta mål. Detta beror enligt enkätsvaren på att POSCO förvärvade ett kombikraftverk som använder biproduktgas från stålverk. Bolaget har för avsikt att klara målet under 2020 genom att använda AI (Artificiell Intelligens) och fasa ut gamla anläggningar. Bolaget ämnar att fortsatt minska sina utsläpp av växthusgaser och samarbeta med regeringen för att nå en hållbar stålindustri. För att göra detta har de investerat i kommersiella teknologier i värmeåtervinning och "off gas utilization" för att förbättra energieffektiviteten i stålverken. De håller också på att utveckla teknik inom låg till medel tempererad spillvärmeåtervinning, effektivitetsförbättringar i stålprocessen.

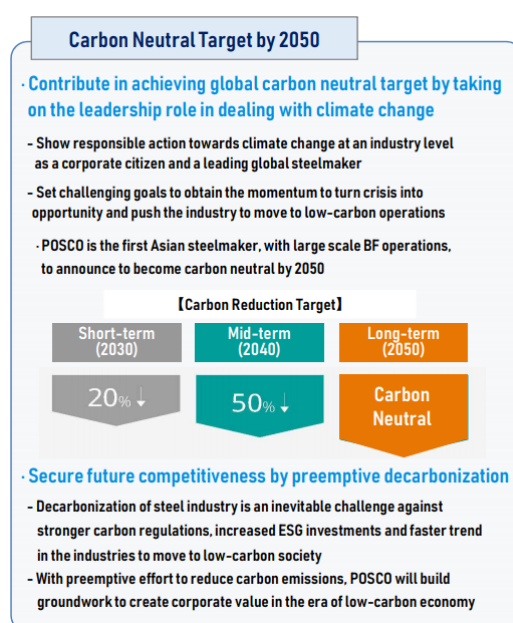


Fig. 14: POSCO:s mål och delmål fram till 2050.[52]

| Typ av teknologi | Utvecklingsstadium | Genomsnittlig % av R & D budget senaste 3 åren | Investeringskostnad [SEK] |
|--|--------------------|--|---------------------------|
| Förbättring/återanvändning av nuvarande utrustning | Grundforskning | 81-100 % | 691 miljoner |
| CCS | Grundforskning | ≤ 20 % | 5,4 miljoner |

Tab. 12: POSCOs R & D satsningar de senaste 3 åren.

Under tiden som denna uppsats skrevs så har POSCO åtagit sig att nå nollutsläpp år 2050. Detta återspeglas inte i enkätsvaren eftersom de lämnades in innan POSCO tillkännagav sina nya utsläppsmål. POSCO har tagit fram en plan för hur detta ska ske vilket visas i Fig. 13 och 14.

6.5 Severstal

Severstal har stora förhoppningar om att genombrotts-teknologier kommer att utvecklas inom den närmsta framtiden. Fram till att dessa får genomslag så kommer Severstal i huvudsak att satsa på att identifiera möjligheterna att minska sin CO₂-intensitet genom förbättring av kvaliteten på råmaterial, energieffektivitet, processavkastning och processtillförlitlighet.

Under rapporteringsåret 2020 har Severstal implementerat 16 åtgärder för att minska sina utsläpp, dessa visas i Fig. 13. Dessa åtgärder har resulterat i en minskning på 99 kTon CO₂e. Några exempel på åtgärder är: avfallsminskning och effektivisering i produktionsprocessen. Severstal har inte angett i enkäten hur mycket de lägger på R & D för utsläppsminskningar. Severstal har som mål att till år 2023 minska sin utsläppsintensitet per ton producerat flytande stål med 3 % jämfört med 2020 års nivå.

| Initiativ | Typ av initiativ | Uppskattad årlig minskning CO ₂ e [Ton] | Investeringskostnad |
|---|--|--|---------------------|
| Process material efficiency | Non-energy industrial process emissions reductions | 50400 | Ej svarat |
| Process material substitution | Non-energy industrial process emissions reductions | 26200 | Ej svarat |
| Waste reduction | Waste reduction and material circularity | 17600 | Ej svarat |
| Improved analysis of inward raw materials leading to reduced carbon content | Other | 8870 | Ej svarat |
| Equipment to optimise raw materials content to reduce coal consumption | Other | 7910 | Ej svarat |
| Summa | | 111000 | |

Tab. 13: Översikt att bolagens initiativ och uppskattade utsläpp.

Severstal har föreslagit ändringar av Rysslands policy om utsläppsminskningar. De föreslår att regering och företagen ska samfinansiera ny teknologi inom lågutsläpps ståltillverkning och en obligatorisk rapportering av växthusgasutsläpp.

6.6 SSAB

Under rapporteringsåret 2020 implementerade SSAB sex stycken åtgärder gällande minskning av växthusgaser. Dessa åtgärder resulterade i en minskning på 24 kTon CO₂e.

SSAB har inte uppgett mycket om deras tekniska lösningar i enkätsvaren. De uppger att detta skulle kunna påverka konkurrenter på ett sätt som inte är gynnsamt för SSAB. Det skulle också enligt SSAB ta upp rättsliga frågor om bland annat aktiemarknadslagstiftningen. De ger detta svar på nästan alla frågor i enkäten som berör tekniska frågor med undantag för när de kan ta upp HYBRIT. Utsläppen från deras anläggningar redovisas dock fullständigt. SSAB:s satsningar på R & D de senaste tre åren visas i Tab. 14.

| Typ av teknologi | Utvecklingsstadium | Genomsnittlig % av R & D budget senaste 3 åren | Investeringskostnad [SEK] |
|--|---------------------------------|--|---------------------------|
| Alternativ ståltillverkningsprocess | Pilotdemonstration | ≤ 20 % | 30 miljoner |
| Alternativ ståltillverkningsprocess | Grundforskning | 0 % | 200 000 |
| Effektivisering/återanvändning av utrustning | Småskalig kommersiell spridning | ≤ 20 % | Ej svarat |

Tab. 14: SSABs R & D satsningar de senaste 3 åren.

Utsläppsminskningarna som SSAB har åstadkommit hittills beror på att de har frångått bränslen som olja och propan, till bland annat LNG (Liquefied Natural Gas). Så nu är SSAB i ett läge där över 90 % av utsläppen kommer från processen det vill säga utsläpp som ligger inbyggt i själva ståltillverkningsprocessen. Därför har SSAB kommit till vägs ände när det kommer till vad som är teoretiskt möjligt för utsläppsminskning med nuvarande teknik. Det enda SSAB kan göra enligt de själva är då att ta fram ny teknologi och en ny process för ståltillverkning.

År 2015 satte SSAB som mål att till och med 2019 minska sina utsläpp av CO₂ med 200 000 ton vilket skulle innebära en minskning på 3 %. Basåret som minskningen jämfördes med var år 2014. SSAB lyckades uppnå målen redan år 2017 och därför sattes nya mål och de lyckades till år 2020 minska sina utsläpp med 300 000 ton CO₂ jämfört med år 2014. Detta skriver SSAB i sina enkätsvar ligger i linje med att klara tvågradersmålet.

Eftersom Sverige i enlighet med deras NDC har som mål att vara fossilfritt 2045 så kommer SSAB ha samma mål. För att lyckas med att ha en fossilfri stålproduktion så har SSAB startat HYBRIT. Utöver detta undersöker SSAB möjligheten att elektrifiera processen eller använda bio-bränslen.

SSAB har deltagit direkt i EU:s beslutsprocess och deltagit i diskussioner med den svenska och finska regeringen för att kunna nå utsläppsmålen. De ställer sig bakom det nuvarande ETS-systemet. De menar att problemet är att det inte finns några skyddsmekanismer inbyggda för att motverka carbon leakage. Nya finansiella instrument måste introduceras för att möjliggöra högriskinvesteringar i nya teknologier. Det måste också till regleringar som säkerställer en pålitlig och rimligt prissatt eltillförsel.

6.7 TATA

Till följd av lagar och regleringar i länderna som TATA har verksamhet i så har de investerat mer i R & D för att förbättra sina processer och uppgraderat sin utrustning. TATA:s R & D avdelning prioriterar enligt de själva projekt som har med klimatförändringar att göra. TATA:s flaggskepp är HIsarna i Nederländerna som är en direkt smältningsprocess som för närvarande går genom en förlängd testperiod. I Indien genomförs projekt för att kunna använda råmaterial av lägre kvalitet utan att för den delen förlora avkastning. Detta projekt undersöker också om man kan använda järnmalmsslem på ett effektivt sätt. Företaget undersöker också möjligheterna att använda CCU.

TATA har som mål att bli bland de fem främsta i världen på stålteknologi. För att nå detta mål kommer de att satsa på carbon capture, hållbar produktion, lagring och att använda väte i värdekedjan.

I den nederländska staden IJmuiden ligger TATA:s pilotanläggning för HIsarna. Denna teknik kan minska utsläppen av CO₂ med 20 % jämfört med konventionell europeisk ståltillverkning. Om tekniken används i kombination med carbon capture och lagringstekniker så anger TATA att de kan minska utsläppen med 80 %. Skulle man även inkorporera hållbar biomassa hävdar det att man skulle kunna få negativa utsläpp.

Två CO₂-reduceringsprogram har startats i Storbritannien och Nederländerna. Syftet med programmen är att ta fram färdplaner och främja projekt för att nå målen som har satts upp i Parisavtalet. Projekten som för närvarande utvärderas är HIsarna, CCU & CCS och DRI. Statusen för dessa är att alla tre projekt ytterligare utvecklas och pilotanläggningar konstrueras.

Under rapporteringsåret 2020 så implementerade TATA 115 projekt för att minska sina utsläpp. Nästan alla dessa projekt var energieffektiviseringsåtgärder. De uppskattar att de har sparat 882 kTon CO₂e på detta och att investeringskostnaderna uppgick till nästan 1,5 miljarder SEK.

| Typ av teknologi | Utvecklingsstadium | Genomsnittlig % av R & D budget senaste 3 åren | Investeringskostnad [SEK] |
|---|--------------------|--|---------------------------|
| Alternativ ståltillverkningsprocess (HIsarna) | Pilotdemonstration | 21-40 % | 1,5 miljarder |
| CCS | Tillämpad R & D | ≤ 20 % | 3,8 miljarder |
| Effektivisering/återanvändning av utrustning | Tillämpad R & D | ≤ 20 % | Ej angivet |
| Övrig teknologi för utsläppsminskning (Produktutveckling) | Tillämpad R & D | ≤ 20 % | 283 miljarder |
| Övrig teknologi för utsläppsminskning (Cirkulär ekonomi och energieffektivitet) | Tillämpad R & D | ≤ 20 % | 275 miljarder |

Tab. 15: TATAs R & D satsningar de senaste 3 åren.

TATA har satt som mål att minska sina utsläpp till mindre än 2 ton CO₂ per producerat ton stål år 2025. Detta jämförs med basåret 2005 då utsläppsintensiteten var 3,12 ton CO₂/producerat ton stål. Under rapporteringsåret 2020 släppte TATA ut 2,31 ton CO₂/producerat ton stål. Detta ligger i linje med Indiens NDC som de har skrivit under i parisavtalet. Indien har skrivit under på att minska sina utsläpp med 33-35 % till år 2030 jämfört med 2005 års nivåer.

| År | Utsläppsintensitet [ton CO ₂ /producerat ton stål] | Ändring jämfört med basåret 2005 |
|------|---|----------------------------------|
| 2005 | 3,12 | |
| 2020 | 2,31 | -26 % |
| 2025 | 2,00 | -36 % |

Tab. 16: TATAs mål för utsläppsintensitet 2025.

För sina anläggningar i Europa satsar TATA på att bli CO₂-neutralt åt 2050.

| Initiativ | Typ av initiativ | Uppskattad årlig minskning CO ₂ e [Ton] | Investeringskostnad [SEK] |
|--|---|--|---------------------------|
| New equipment | Energy efficiency in production processes | 16000 | 273000000 |
| Process Optimization | Energy efficiency in buildings | 4420 | 0 |
| Cooling technology | Energy efficiency in buildings | 101 | 957000 |
| Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) | Energy efficiency in buildings | 140 | 435000 |
| Fuel switch | Energy efficiency in production processes | 699 | 1240000 |
| Coke Dry Quenching | Energy efficiency in production processes | 135000 | 878000000 |
| By product gas fired boiler | Energy efficiency in production processes | 131000 | 115000000 |
| Process optimization | Energy efficiency in production processes | 521000 | 195000000 |
| Waste heat recovery | Energy efficiency in production processes | 12600 | 10100000 |
| Summa | | 821000 | 1470000000 |

Tab. 17: Översikt att bolagens initiativ och uppskattade utsläpp.

TATA följer Indiens NDC när det kommer till utsläppsminskning. Man är på god väg att klara målet om utsläppsintensitet man satt upp till år 2025 (se Tab. 16). Det ska dock sägas att deras utsläppsintensitet var väldigt högt år 2005 vilket gör att det har kunnat förbättrats mycket. Under rapporteringsåret minskade de sina utsläpp med 821000 ton CO₂e (Tab. 17) vilket likt de andra undersökta bolagen inte är speciellt mycket. TATA:s stora projekt är HIsarna som ska ta dem till målet att bli CO₂-neutralt i Europa år 2050. TATA har investerat 1,5 miljarder SEK i detta (Tab. 15) och de har börjat med en pilotanläggning.

7 Analys

ArcelorMittal

ArcelorMittal är baserat i EU som i denna uppsatsen har de mest ambitiösa målen för utsläppsminskning av CO₂. EU:s första mål är att utsläppen år 2030 ska vara 40 % under 1990 års nivåer. ArcelorMittal har gått ut med att de ska följa EU:s mål för utsläppsminskningar som är att till år 2030 minska utsläppen med 40 % jämfört med 1990 års nivåer och nettonoll utsläpp till år 2050. Visat i resultatdelen är att mellan åren 2007 och 2020 så lyckades man minska utsläppsintensiteten med 3 %. Som mål hade de att under dessa 13 år ha minskat utsläppen med 8 %. Även om målet hade nåtts så är det långt ifrån de 40 % som krävs för att uppfylla EU:s mål. Med ett antagande att ArcelorMittals utsläppsintensitet var ungefär samma år 1990 och år 2007 så betyder det att år 2030 så skall deras utsläppsintensitet vara 1,31 Ton CO₂/Ton producerat stål. Enligt 12 så ska DRI, CCS och ökad användning av återvunnet stål börja användas under de kommande 10 åren.

ArcelorMittals anläggning för DRI ska lanseras 2025 och kommer enligt de själva kunna producera 100 kTon stål per år [53]. Detta kan jämföras med deras totala årsproduktion på ungefär 100 Mton stål. Även om antagandet att anläggningen är helt klimatneutral så står den bara för ungefär 1 promille av ArcelorMittals globala årsproduktion. Stålintustrins långa investeringstider skall också tas i beaktning, det tar lång tid att tillämpa en så stor omställning på så kort tid. Att denna teknik skulle ha någon effekt till år 2030 förefaller därför enligt mig osannolik. Tekniken skulle dock kanske kunna bidra till att hjälpa ArcelorMittal nå målet år 2050. För att denna teknik ska kunna göra det måste den skalas upp avsevärt. Tekniken måste också vara helt CO₂-neutral, vilket betyder att vätet som processen använder också måste vara det. Som tidigare nämnts i rapporten så kommer det troligaste sättet att producera väte vara genom elektrolys. Elektrolyprocessen är baserad på elektricitet, vilket betyder att el-tillförseln kommer behöva vara helt fossilfri. Detta skulle enligt Lechtenböhmer et al. [11] kräva enorma satsningar på förnyelsebar energi och infrastruktur för överföring. Detta ställer krav på EU att faktiskt genomföra dessa satsningar på förnyelsebar energi och infrastruktur. För att EU ska nå sina mål på utsläppsminskning måste de enligt Åhman et al. [12] därför göra dessa satsningar. EU måste göra det möjligt för i detta fallet ArcelorMittal att kunna använda teknologin som de har tagit fram, vilket ArcelorMittal också skriver i sina enkätsvar.

Som Fig. 12 visar ska ArcelorMittal använda CCS för att nå 2030 års mål. CCS kan som tidigare nämnts minska utsläppen med 60 %. Teoretiskt sett skulle därför CCS kunna användas för att nå målet år 2030. För att det ska gå måste i så fall en stor del av stålverken utrustas med denna teknologi. ArcelorMittal har tillsynes inte något pågående CCS-projekt vilket talar emot att tekniken ska kunna användas för att ge några stora bidrag till målet om utsläppsminskning år 2030. Ett stort problem med CCS är att det kommer med stora kostnader. Det finns också stålverk där det inte är lämpligt att implementera CCS eftersom de är för komplexa. Så om det ska vara lönsamt för ett företag att använda CCS så måste det kosta mer att släppa ut CO₂ än att lagra den. Det finns idag en mekanism som reglerar detta, ETS med tillhörande utsläppsrätter. Om beslutsfattare väljer att satsa på CCS så måste priset på en utsläppsrätt vara dyrare än hela kostnaden för att implementera teknologin och andra merkostnader som CCS innebär. Enligt en artikel av Christopher J. Quarten och Sheila Samsatli i Applied Energy så krävs det ett pris på ungefär 1500 SEK per utsläppsrätt för att incitamenten för CCS ska vara tillräckliga [54], detta kan jämföras med 2020 års genomsnittliga pris på 250 SEK. Priset på utsläppsrätter har ökat på senare år men är fortfarande inte i närheten av 1500 SEK, se fig. 10. Risker med dyra utsläppsrätter är enligt Europeiska unionens tidning [7] "carbon leakage" och EU måste övervinna detta genom att stödja i detta fall ArcelorMittal på annat sätt. Ett sätt skulle kunna vara att ge ett mer riktat stöd för att hjälpa ArcelorMittal att implementera CCS, vilket Åhman et al. [12] har föreslagit.

Med stöd från EU-projektet Horizon2020 har ArcelorMittal planer på att bygga en pilotanläggning för

CCU. I pilotanläggningen ska 15 % av spillgasen användas för att tillverka etanol. Projektet ska enligt ArcelorMittal kunna spara 355 kT CO₂ per år. En enkel överslagsräkning med siffrorna ovan för utsläppsintensitet och produktionsvolym visar att även detta projekt för tillfället hamnar i storleksordningen promille. Detta är inte i närheten av målet år 2030 och anläggningen är fortfarande i pilotstadiet. Att det ska kunna kommersialiseras och implementeras i stor skala på 10 år förefaller enligt mig osannolikt. Ett annat problem med denna teknik är att i dagsläget bara 15 % av spillgasen används i detta syfte. Det framgår inte någonstans vad som sker med resterande 85 % av spillgasen. I bästa fall så används den för CCS och då tillkommer problemen med detta som har avhandlats ovan.

Vad som talar till ArcelorMittals fördel är enligt mig deras intentioner. ArcelorMittal har valt att följa EU:s mål och de har tagit fram en plan för hur målen skall nås. Detta åtagandet gjorde ArcelorMittal år 2020, vilket när denna uppsats skriv inte är länge sedan. Det betyder att ArcelorMittal visste att de bara har 10 respektive 30 år på sig att nå målen. Då kan det enligt mig förutsättas att ArcelorMittal tror att det är genomförbart. Stora summor har lagts på R & D för att ta fram en rad nya teknologier. Detta är enligt mig ytterligare en indikation på att ArcelorMittal har intentioner att nå uppsatta mål. ArcelorMittal har fått betyget A- av CDP för rapporteringsåret 2020, se Tab. 3. Detta betyg tilldelas av CDP om respondenten hör till de absolut bästa när det kommer till åtgärder för att minska sin klimatpåverkan. Trots detta kvarstår frågan om detta är tillräckligt för att nå uppsatta mål. Av det som framkommit i denna uppsats finns det enligt mig inte mycket som talar för att ArcelorMittal kommer att nå de uppsatta målen.

China Steel Corporation

Taiwan är inte med i FN men har satt upp mål för utsläppsminskning som liknar de som finns i andra länders NDC:er. För att nå tvågradersmålet så måste nära nettonoll utsläpp vara ett faktum år 2050. Taiwans egna mål om utsläpp av växthusgaser år 2050 är en halvering av utsläppen år 2005. Detta kan inte påstås vara nära nettonoll utsläpp, men det är ändå en avsevärd minskning. Som tidigare nämnts i 5 är det också tveksamt om Taiwans uppsatta mål kommer att nås. I dagsläget har Taiwan endast ett styrmedel på plats för att få stålindustrin att minska sina utsläpp. Detta styrmedel är som tidigare nämnts ett krav på minskad energianvändning på 1 % per år.

CSC har nått slutsatsen att det krävs stora satsningar på R & D för att nå stora utsläppsminskningar. Trots detta har CSC inte kommit långt med några projekt för att nå dessa stora utsläppsminskningar. CSC:s enda projekt som de kallar "hydrogen recovery" är fortfarande i grundforskningsstadiet. Att projektet fortfarande är i grundforskningsstadiet tolkar jag som att det är lång tid tills det att teknologin kan kommersialiseras. Detta leder mig till slutsatsen att denna teknik inte kommer ha någon inverkan på CSC:s utsläpp inom den närmsta tiden. Det finns inte mycket information att tillgå om projektet så det är svårt att uttala sig om vilka utsläppsminskningar det kan åstadkomma på längre sikt.

CSC:s egna mål att minska sina utsläpp med 1,5 % jämfört med 2005 års nivå är mindre ambitiöst än Taiwans mål på 2 % utsläppsminskning. Det betyder att stålindustrin i landet inte har några krav på sig att följa landets uttalade mål om utsläppsminskning. Detta leder till problem eftersom tung industri och i detta fallet stålindustrin är utsläppsintensiv. Om Taiwan ska nå sitt mål för utsläppsminskning till år 2050 så är det enligt Åhman et al. [12] viktigt att stålindustrin också gör sitt för att målet skall kunna uppnås samt att nya styrmedel implementeras. Taiwan är i färd med att sjösätta ett ETS. Detta system skulle kunna få stålindustrin där CSC ingår att minska sina utsläpp. Det har tagits upp tidigare i rapporten att för att ett ETS ska driva på ny teknik så måste det vara dyrare med utsläppsrätter än det är att implementera ny teknik. För att Taiwan ska lyckas med sitt ETS borde enligt mig lära av EU som har haft ett system på plats sedan en tid tillbaks och se vad som har fungerat bra och vad som fungerat dåligt. CSC har motsatt sig Taiwans lag om att tung industri också måste producera och använda mer förnyelsebar energi. Samtidigt enligt enkätsvaren så anser CSC att kostnader ska finnas för att släppa ut CO₂. Detta gör det svårt att uttala sig om CSC:s ståndpunkt i frågan.

Trots att Taiwans mål inte är tillräckliga för att nå tvågradersmålet så finns det inte mycket som enligt mig talar för att dessa oambitiösa egna mål kommer att nås. Med utgångspunkten att styrmedel krävs för att nå stora utsläppsminskningar så har Taiwan en lång väg att gå. Denna brist på styrmedel blir tydlig efter en genomgång av CDC:s enkätsvar. I enkätsvaren framkommer ingen information om att CSC har några stora satsningar på gång. Trots detta får CSC betyget B av CDP. Detta betyget verkar inte väl

återspegla hur långt ett företag har kommit för att minska sina utsläpp.

Hyundai Steel

I Sydkoreas NDC har de åtagit sig att minska utsläppen med 24 % till år 2030 jämfört med 2017 års nivåer samt att bli klimatneutralt till år 2050. Det är känt att till år 2050 är nära netto nollutsläpp målet för att undvika en global uppvärmning på två grader. För att Sydkorea ska nå sitt uppsatta mål har landet sedan 2015 implementerat ett ETS. Hyundai Steel har satt upp egna mål för utsläppsminskning men dessa är mindre ambitiösa än Sydkoreas uppsatta mål. Detta visar enligt mig att Sydkoreas styrmedel inte är effektiva när det kommer till att få stålindustrin att minska sina utsläpp. Det kommer enligt Åhman et al. [12] bli svårt för Sydkorea att nå sina uppsatta mål om inte stålindustrin bidrar mer till landets utsläppsminskningar.

Hyundai Steel har enligt enkätsvaren gjort stora investeringar i förnyelsebar energi till följd av att Sydkorea har undertecknat Parisavtalet. Detta är enligt mig en indikation på att Sydkoreas styrmedel har haft effekt på landets industri och fått den att bidra till minskade utsläpp. Hyundai Steels investeringar i CDQ, energieffektivisering och processoptimering har i dagsläget inte lett till att bolaget gjort några stora utsläppsminskningar. Minskningarna är bara några få procentenheter men de är i storleksordningen att Hyundai Steels egna uppsatta mål kan nås. Om Hyundai Steel kan nå sina egna uppsatta mål indikerar detta enligt mig att det skulle gå att göra ännu mer. Sydkorea borde därför sätta större press på stålindustrin att minska sina utsläpp eftersom de vet att förbättringar faktiskt är möjliga.

Hyundai Steel har inga stora projekt på gång och enligt enkäten lägger de en stor del av sin R & D budget på att förbättra nuvarande utrustning, min tolkning av denna förbättring är till stor del tidigare nämnda CDQ, vilken bara kommer leda till några procentenheters utsläppsminskning. Taiwan har inget system för att ge incitament till stålindustrin att ta fram ny teknologi. Detta återspeglas i Hyundai Steels enkätsvar och tas investeringstiden i beaktning är det osannolikt att Hyundai Steel kommer ha någon ny teknologi på plats inom den närmsta tiden. Om Sydkorea vill börja ge incitament till stålindustrin så måste de börja göra detta snarast eftersom det enligt Åhman et al. [12] tar lång tid för att den eventuella nya teknologin ska kommersialiseras.

POSCO

I enkätsvaren så skrev POSCO att energieffektivisering var det bästa sättet för att minska sina utsläpp av växthusgaser. Efter att enkätsvaren publicerats verkar POSCO ha ändrat sin hållning i frågan. Detta gör enkätsvaren svårtolkade och eventuellt inte relevanta eftersom POSCO har höjt sin ambitionsnivå avsevärt. De har tagit fram en plan för att nå netto nollutsläpp år 2050, se Fig. 13. Detta trots Sydkoreas oambitiösa mål och brist på incitament för framtagning av ny teknologi. Första steget i POSCOs väg mot nollutsläpp är energieffektivisering. Som tidigare nämnts i uppsatsen kommer man bara en bit med denna åtgärd. POSCO verkar dock medvetna om detta och enligt min tolkning är deras avsikt att nå så långt de kan med denna metod. Detta kan bero på att med energieffektivisering minskar företagets kostnader och samtidigt minskar utsläppen. Denna väg kan vara bra att gå, problemet är att om energieffektiviseringsåtgärderna tar längre tid än POSCO har planerat så riskerar det att försena de fortsatta åtgärderna för utsläppsminskning och då kan målet år 2050 vara svårt att nå.

Steg 2 i POSCO:s väg mot nollutsläpp är ökad användning av metallskrot, delvis användning av HDRI och CCUS. Detta är tekniker som i teorin kan nå nollutsläpp om de kombineras. För att HDRI ska bidra till stora utsläppsminskningar måste väteproduktionen och i sin tur produktionen av energi till stor del vara förnyelsebar. Detta ställer enligt Lechtenböhrer et al. [11] stora krav på beslutsfattare Sydkorea att investera i förnyelsebar energi och infrastruktur för överföring. Med tanke på Sydkoreas mål för utsläppsminskning kan detta enligt mig bli ett problem eftersom med nuvarande mål behövs inte så pass stora satsningar genomföras. Satsningarna måste också göras inom en snar framtid eftersom POSCO planerar att tekniken ska börja användas innan år 2050. POSCO:s planer på nollutsläpp skulle enligt mig kunna sätta press på Sydkorea att satsa mer på förnyelsebar energi vilket skulle minska landets utsläpp och landets mål kan bli mer ambitiösa. POSCO kommer ställas inför samma problem som ArcelorMittal när det kommer till att implementera CCUS. Stålverken måste vara kompatibla med tekniken och det är kostsamt. CCUS kommer enligt POSCO användas som en "bridge technology" för att nå sina delmål vilket kan göra det mindre kostsamt eftersom bara en del av stålverken måste utrustas med tekniken.

I tredje och sista steget planerar POSCO att fullt ut använda HDRI där vätet har producerats med förnyelsebar energi. Som tidigare nämnt krävs det då att Sydkorea år 2050 har tillräckligt med förnyelsebar energi på plats för att tillgodose POSCO med detta energibehov. Detta kan vara genomförbart eftersom Sydkorea har satt som mål att år 2034 så ska landets energiproduktion bestå till 42 % av förnyelsebar energi [55].

Severstal

Rysslands mål för utsläppsminskning till år 2030 är inte speciellt ambitiösa, jämför man med EU:s mål så skiljer det ungefär 25 procentenheter. Ryssland har inte satt något mål för år 2050 när målet för nära nettonoll utsläpp ska vara nått för att klara tvågradersmålet.

Severstal anger i enkätsvaren att de väntar på nya genombrotts teknologier. Min tolkning av detta är att de inte har några planer på att bedriva forskningen själva utan istället vänta på att andra ska bedriva forskningen och sedan använda den nya teknologin när den är fullt kommersialiserad. En orsak till detta kan vara att Ryssland inte ger några incitament till stålindustrin att bedriva R & D för att sedan minska sina utsläpp. Inga andra styrmedel finns på plats som exempelvis skatt på utsläpp av CO₂ eller ETS. Detta återspeglas i enkätsvaren i form av att Severstal enbart har gjort effektiviseringsåtgärder. Dessa minskar förvisso utsläppen men inte tillräckligt för att nå några stora utsläppsminskningar. Severstal har påpekat i enkätsvaren att de önskar att landet ska hjälpa till med finansiering av R & D för nya teknologier. I dagsläget finns det enligt inte mycket som pekar på att Severstal kommer göra speciellt stora utsläppsminskningar för att bidra till Rysslands minskning av utsläpp.

SSAB

SSAB har åtagit sig att vara fossilfritt till år 2045. Detta är fem år tidigare än EU:s mål om netto nollutsläpp. För att lyckas med detta har SSAB tillsammans med LKAB och Vattenfall startat HYBRIT-projektet. Det är en HDRI-teknik där väte som har producerats på ett fossilfritt sätt ska användas. Precis som tidigare nämnts i uppsatsen kräver detta en energiproduktion som är fossilfri. Det som skiljer SSAB från de andra bolagen i rapporten som planerar att använda samma teknologi är att de har en stor tillgång på förnyelsebar energi i form av vattenkraft. Detta talar för att SSAB ska kunna lyckas med sitt mål eftersom det inte behövs göras lika stora investeringar i förnyelsebar energi och infrastruktur för överföring.

SSAB som lyder under EU:s ETS har framfört kritik mot detta system. De menar att för att undvika "carbon leakage" och inte bli utkonkurrerade av billigare importerat stål så borde EU införa importtarriffer för stål. Detta är enligt mig en rimlig oro eftersom stål som produceras med HYBRIT beräknas bli 20-30 % dyrare än konventionellt stål. Intressant i sammanhanget är att SSAB fick betyget A av CDP 2019 och var bäst i klassen av alla stålbolag. År 2020 fick man dock bara betyget C. Detta visar åter igen att CDP:s betygssystem snarare belönar hur väl ett bolag rapporterar sina utsläpp och åtgärder och inte hur långt bolaget har kommit i sitt arbete med utsläppsminskningar.

TATA

Indiens mindre ambitiösa NDC beror på att de räknas som ett "developing country" och enligt Parisavtalet så ska de rikare länderna ta ett större ansvar än de fattigare [56]. Trots detta har Indien vidtagit vissa åtgärder för att minska stålindustrins utsläpp.

TATA skriver inte mycket i enkätsvaren om sina åtgärder för utsläppsminskningar i Indien. Detta kan enligt mig bero på att Indien inte har lika ambitiösa mål som andra länder där TATA har stålverk. Trots detta är Indien det land där TATA har störst utsläpp.

I Nederländerna har de en testanläggning HIsarna som är en CCS teknik som kan minska utsläppen med 80 %. Även om HIsarna implementeras på alla TATA:s stålverk minskas bara således utsläppen med 80 % vilket inte räcker för nettonoll utsläpp. De verkar dock vara på god väg att nå Indiens mål om att minska utsläppen med 30-35 % jämfört med 2005 års nivåer till 2030.

Indiens system med vita certifikat behandlar enbart effektiviseringsåtgärder. Det verkar ha haft god effekt på så sätt att TATA har gjort effektiviseringsåtgärder för att minska sina utsläpp. Som tidigare nämnts så kan effektiviseringsåtgärder minska utsläppen med 20-25 % i icke OECD länder. Så om Indien

ska minska stålindustrins utsläpp ytterligare måste andra styrmedel till. Om Indien vill bli mer ambitiösa i sina utsläppsmål i framtiden måste de enligt Görlach vara försiktiga så att det gamla systemet med vita certifikat inte motverkar ett eventuellt nytt styrmedel. Ett exempel på detta skulle kunna vara ett styrmedel som ger incitament för stålindustrin att ta fram ny teknologi. Om detta nya styrmedel inte ger lika starka incitament som systemet med vita certifikat finns det risk att stålindustrin fortsätter med energieffektiviseringsåtgärder vilket gör det nya styrmedlet ineffektivt.

Gemensamma strategier och hinder

Gemensamt för alla stålbolag som har undersökts i denna uppsatsen är att de gör saker för att minska sina utsläpp. Vissa är mer ambitiösa än andra och ambitionsnivån verkar korrelera med hur ambitiösa länderna där de är baserade är. Inget av bolagen som har satsat på genombrotts teknologier är enligt enkätsvaren redo att kommersialisera denna teknologi. Detta är problematiskt eftersom det bara är 10 år till år 2030 och 30 år till 2050. Enligt Åhman et al. [12] är investeringscyklerna för tung industri 20-40 år, vilket gör att det inte är mycket tid kvar. Även efter kommersialisering måste teknologin implementeras på en stor del av stålverken för att nå målen år 2030 och ett bolag som satsar på netto noll utsläpp till år 2050 måste ha en nollutsläpps teknik på plats på alla stål verk år 2050. Inget av bolagen har i enkätsvaren presenterat någon tydlig plan på hur detta ska ske, bara att det ska ske. För att ändra detta föreslår Åhman et al. [12] en sektoriell strategi. Denna strategi skulle enligt författarna hjälpa bolagen som har projekt som är i pilotfasen att kommersialiseras. Denna strategi finns också med i Fig. 1 där den benämns som "Active (green) technology support".

Om det i framtiden ska gå att uppnå nollutsläpp måste även de mindre ambitiösa länderna i framtiden åstadkomma stora utsläppsminskningar. För att göra detta måste länderna enligt Åhman et al. [12] ta fram styrmedel som gör det möjligt för energiintensiv industri att minska sina utsläpp. Enligt Görlach [26] är det då viktigt att dessa samspelar på rätt sätt så de inte motverkar varandra. Av bolagen som satsar på att nå nollutsläpp så verkar alla överens om att HDRI med grönt väte är vägen att gå. Tekniken kan nå nollutsläpp men då krävs det att vätet produceras utan utsläpp av växthusgaser. Processen att producera väte kräver elektricitet och elektriciteten måste produceras utan utsläpp. Detta ställer stora krav på beslutsfattare att ställa om en stor del av sina länders energiproduktion. Vissa länder som har behandlats i denna uppsatsen har lättare att göra detta än andra, exempelvis Sverige där vattenkraft står för en stor del av energiförsörjningen.

Inget av bolagen gjorde några stora minskningar under rapporteringsåret 2020. Alla utförde nästan enbart effektiviseringsåtgärder. Dessa åtgärder minskade förvisso utsläppen men inte med mycket. Att de gör detta kan enligt mig bero på att det minskar kostnaderna på kort sikt eftersom energibehovet minskar. Frågan som kan ställas är om det inte hade varit bättre att faktiskt lägga dessa pengar på ny teknologi som kan ge stora utsläppsminskningar längre fram. Bolagen talar om stora utsläppsminskningar men de har hittills inte redovisat några utsläppsminskningar.

I denna uppsatsen har det blivit tydligt hur samspelet som är visualiserat i Fig. 2 fungerar. Det är tydligt att många av länderna försöker med hjälp av sina NDC:er minska sina utsläpp och att stålbolagen ofta följer efter. En av delarna i Fig. 2 som verkar vara något eftersatt är styrmedelspilen. För att råda bot på detta borde eventuellt andra styrmedel implementeras (se Fig. 1).

Fem av sju fick betyget A eller B av CDP (se tab. 3), trots att inga stora utsläppsminskningar har redovisats. Flera av bolagen har också haft tidigare mål om utsläppsminskning som inte nåtts. Enligt Frances Bowen vid Queen Mary University of London som har skrivit boken "After Greenwashing Symbolic Corporate Environmentalism and Society" finns det risk att företag använder exempelvis CDP för att signalera att de är miljömedvetna när de i själva verket inte är det [57].

8 Diskussion

Denna uppsats är baserad på enkätsvar som har lämnats till CDP. Det är en omfattande databas som gör ett viktigt jobb när det kommer till att dokumentera stålindustrins växthusgasutsläpp. En svaghet som jag har upptäckt under tiden jag har gått igenom enkätsvaren är att det är valfritt för respondenterna hur mycket de vill svara. Det gör det svårt att göra en jämförelse där enbart enkätsvaren används. Informationen måste ofta kompletteras från andra källor om en jämförelse ska göras. Att komma runt detta

är svårt eftersom det är helt frivilligt att lämna svar till CDP. Eftersom respondenten själv bestämmer vad som ska avslöjas är det möjligt att enbart framhäva det positiva denna gör. Detta väcker frågan om greenwashing. Enligt Bowen [57] kan disclosure-metoden som CDP använder utnyttjas till att signalera falsk miljömedvetenhet. Ett sätt att undvika detta skulle enligt mig kunna vara att alla enkätfrågor är obligatoriska, men detta kan också bli problematiskt eftersom det enligt mig finns en risk att färre företag väljer att delta i CDP:s arbete. Betyget som CDP ger till bolaget är svårtolkat eftersom ett bolags betyg kan skifta mycket från år till år. En stor del av betygsättningen beror på hur mycket som avslöjas och inte hur långt ett företag har kommit i sitt arbete med utsläppsminskning. Därför anser jag inte att CDP:s betyg är en bra markör för att bedöma hur långt ett företag har kommit i sitt klimatarbete.

Det är tydligt att styrmedel har en stor påverkan på hur bolagen väljer att lägga upp sin strategi för utsläppsminskningar. Bolagen som är baserade i länder som inte har reglerat stålindustrins utsläpp gör inte heller mycket för att minska dessa. Nästan uteslutande för bolag med bas i länder utan något regelverk är att de endast satsar på energieffektiviseringsåtgärder. Detta beror förmodligen på att man får en minskning av sina kostnader på kort sikt eftersom inga större investeringar behöver göras.

Bolagen som har gjort stora investeringar har fått ekonomiskt stöd från exempelvis EU. Detta har gjort att de kommit längre än bolagen som inte har fått några stödinsatser. Även stora investeringar har gjorts i stora projekt så som HYBRIT är de fortfarande inte i ett stadie för kommersialisering. Saken är den att det börjar bli bråttom. Ska tvågraders målet nås ska nettonoll utsläpp ha nåtts år 2050. Ska man hinna uppnå detta måste de nya teknologierna kommersialiseras snart eftersom industri av detta slaget har en investeringstid på 20-40 år.

Länderna som inte har ett ETS-system på plats har planer på att införa ett sådant. Det man då borde ta lärdom av är systemet som är på plats i EU. Företagen som lyder under EU:s ETS har flaggat för att systemet som det ser ut idag inte fungerar bra. Det som inte fungerar är att istället för att köpa stål som är producerat i EU så importerar stål med högre utsläppsintensitet så många av vinsterna från gjorda investeringar riskerar att gå förlorade. ETS i EU idag gör att det finns stor risk för carbon leakage.

Kina är världens största stålproducent och deras stålindustri släpper ut mest växthusgaser i hela världen. Om en fullständig global jämförelse ska göras borde därför kinesiska strategier också tas med. Detta har inte varit möjligt med metoden som använts i denna uppsats eftersom inget kinesiskt bolag som tillhör världens 50 största ståltillverkare har lämnat svar till CDP.

9 Slutsats

I denna uppsats har det framkommit att en del av de undersökta stålbolagen har gjort satsningar på nya teknologier för att minska sina utsläpp. Ambitionsnivån skiljer sig åt mellan de undersökta bolagen, ArcelorMittal, POSCO och SSAB har åtagit sig att nå nollutsläpp till år 2050. Detta kan jämföras med Severstal som endast har ett mål att minska sina utsläpp med 3 % till år 2030. De ambitiösa stålbolagen avser att använda sig av H-DRI med grönt väte. Teknologin har teoretiskt sett möjlighet att vara utsläppsfri men då krävs det att beslutsfattare gör stora satsningar på förnyelsebar energiförsörjning och överföringsinfrastruktur. Det finns idag ingen anläggning med H-DRI som är redo att kommersialiseras. Det är endast 30 år kvar till år 2050 och tills dess ska exempelvis ArcelorMittal som är världens största stålproducent ha implementerat denna teknologi på samtliga av sina stålverk. Under en övergångsperiod planerar en del av bolagen att använda sig av CCUS. Varken CCS eller CCU har potential att bli helt utsläppsfri, men den skulle kunna bidra till stora utsläppsminskningar. Problemet med CCUS är att det är dyrt att implementera, om CCUS ska implementeras i exempelvis EU, måste priset på utsläppsrätter öka. Prisökningen måste också ske snart eftersom CCUS planeras att fungera som en övergångsteknologi, enligt bolagen som avser att använda tekniken ska den implementeras inom ungefär 10 år.

I denna studie har det framkommit att det verkar finnas viss korrelation mellan hur ambitiösa mål ett land har och hur mycket arbete ett företag med huvudkontor i det landet gör för att minska sina utsläpp. De flesta bolagen som har undersökt har tillkännagivit att de matchar landet där de har sitt huvudkontors utsläppsmål. Min slutsats av detta är att om ett land vill att stålbolagen ska bidra med utsläppsminskningar så att landet kan nå sina klimatmål, så ska landet ha ambitiösa klimatmål och ge incitament till stålbolagen att minska sina utsläpp.

För att göra stålindustrin fri från utsläpp måste nya styrmedel till. Ett förslag som har framförts är att beslutsfattare tar en mer sektoriell strategi som hjälper stålindustrin att utveckla och kommersialisera ny teknik. Dessa nya styrmedel måste införas eftertänksamt så att de får avsedd effekt och inte motverkar varandra.

Referenser

- [1] Lechtenböhmer, Stefan; Schneider, Clemens; Vogl, Valentin; Pätz, Cordelia, 2018, Climate Innovations in the Steel Industry, reInvent, 30 oktober
- [2] Valentin, Vogl; Max Åhman, 2019, *What is green steel? - Towards a strategic decision tool for decarbonising EU steel.*, Lunds Universitet
- [3] Naturvårdsverket, 2018, Förslag till en långsiktig klimatstrategi för Sverige i enlighet med Parisavtalet, [Redovisning av regeringsuppdrag], Stockholm, 26 april, <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2018/redovisn-ru-Langsiktig-klimatstrategi-forslag-Sverige-Parisavtalet-20180427.pdf> (Hämtad 2021-05-13)
- [4] UNFCCC, Artikel 4, Parisavtalet, https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf (Hämtad 2021-05-18)
- [5] Naturskyddsföreningen, 6 frågor om Parisavtalet, https://www.naturskyddsforeningen.se/faqparisavtalet?gclid=CjwKCAjw1uiEBhBzEiwAO9B_HR5nSr7D673ohgv4NC1Q1UOb88b4IAHJzpbuU6TGDBU2qLluKoJHTxocfSUQAvD_BwE (Hämtad 2021-05-13)
- [6] Görlach, Benjamin, "What constitutes an optimal climate policy mix? Defining the concept of optimality, including political and legal framework conditions", CECILIA2050 Deliverable 1.1, (Berlin: Ecologic Institute, February 2013) <https://climatepolicyinfohub.eu/non-market-based-climate-policy-instruments> (Hämtad 2021-05-13)
- [7] Europeiska unionens officiella tidning, 2019, L 120, 8 maj <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=OJ:L:2019:120:FULL> (Hämtad 2021-05-14)
- [8] Cala, Andrés, 2014, Emissions Loophole Stays Open in E.U., The New York Times, 18 november <https://www.nytimes.com/2014/11/19/business/energy-environment/emissions-loophole-stays-open-in-eu.html> (Hämtad 2021-05-14)
- [9] Largestcompanies, <https://www.largestcompanies.se/topplistor/sverige/de-storsta-arbetsgivarna/> (Hämtad 2021-05-14)
- [10] Rosa M. Cuéllar-Franca, Adisa Azapagic, Carbon capture, storage and utilisation technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts, Journal of CO2 Utilization, Volume 9, 2015, Pages 82-102, ISSN 2212-9820, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2014.12.001>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212982014000626> (Hämtad 2021-06-02)
- [11] Lechtenböhmer, S; Nilsson, L.J; Åhman, M; Schneider, C, 2016, Decarbonising the energy intensive basic materials industry through electrification - implications for future EU electricity demand, Energy, Volume 115, part 3, pages 1623-1631, doi: 10.1016/j.energy.2016.07.110, 15 november
- [12] Max Åhman, Lars J. Nilsson & Bengt Johansson (2017) Global climate policy and deep decarbonization of energy-intensive industries, Climate Policy, 17:5, 634-649, DOI: 10.1080/14693062.2016.1167009, <https://doi.org/10.1080/14693062.2016.1167009> (Hämtad 2021-06-06)
- [13] CDP, 2021, Scoring Introduction
- [14] Deo, Brahma; Boom, Rob 1993. Fundamentals of Steelmaking Metallurgy. New York: Prentice Hall International.
- [15] Turkdogan, E.T. 1996. Fundamentals of Steelmaking. London: Institute of Materials.
- [16] Ghosh, Ahindra. December 13, 2000. Secondary Steelmaking: Principles and Applications (1st ed.). Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- [17] Europe leads the way in the 'greening' of steel output. <https://www.ft.com/content/b07c8a83-4b0c-4f96-8ff0-789c51b6e46b> (Hämtad 2021-05-04)

- [18] Jernkontoret, 2021, Energianvändning och energiförsörjning, 18 januari <https://www.jernkontoret.se/sv/energi--miljo/energi-energiforsorjning/> (Hämtad 2021-05-08)
- [19] Otto, A.; Robinius, M.; Grube, T.; Schiebahn, S.; Praktiknjo, A.; Stolten, D., 2017, Power-To-Steel: Reducing CO₂ through the Integration of Renewable Energy and Hydrogen into the German Steel Industry. In: *Ebergies* 10(4):451, April DOI: 10.3390/en10040451
- [20] Cementa, https://www.cementa.se/sites/default/files/assets/images/d9/a3/ccs_med_forklarande_textplattor.jpg (Hämtad 2021-05-18)
- [21] Vogl, V; Åhman, M; Nilsson, L.J, 2018, Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking, *Journal of Cleaner Production*, vol. 203, pp. 736-45
- [22] Weigel, M; Fishedick, M; Marzinkowski, J; Winzer, P Multicriteria analysis of primary steelmaking technologies, *Journal of Cleaner Production*, Volume 112, Part 1, 2016, Pages 1064-1076, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.132>. (Hämtad 2021-05-10)
- [23] Dagens Arena, 2019, Sveriges största klimatbov vill göra stålindustrin fossilfri, 6 maj <https://www.dagensarena.se/innehall/sveriges-storsta-klimatbov-vill-gora-stalindustrin-fossilfri/> (Hämtad 2020-04-29)
- [24] Powermag https://www.powermag.com/wp-content/uploads/2020/10/figure-4_harbitprocess4.jpg (Hämtad 2021-05-16)
- [25] ArcelorMittal <https://storagearcelormittalprod.blob.core.windows.net/media/qjllndv5/siderwin-content-final.pdf> (Hämtad 2021-05-16)
- [26] Görlach, Benjamin. 2013. What constitutes an optimal climate policy mix? Defining the concept of optimality, including political and legal framework conditions. CECILIA2050 WP1 Deliverable 1.1. Berlin: Ecologic Institute.
- [27] Klimatkompensera.se, <https://klimatkompensera.se/utslappsratter/> (Hämtad 2021-05-28)
- [28] Naturvårdsverket, Handel med utsläppsrätter – för lägre utsläpp av koldioxid., <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8225-6.pdf?pid=3951> (Hämtad 2021-05-28)
- [29] Bergstedt, Therese; Carlén, Linnea, 2019, Hård kritik mot EU:s utsläppsrättssystem, SVT, 22 Maj <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/hard-kritik-mot-eu-s-utslappsrattssystem> (Hämtad 2021-05-28)
- [30] Naturvårdsverket, 2019, Minskad tilldelning av gratis utsläppsrätter stärker utsläppshandeln 1 oktober, <https://www.naturvardsverket.se/Nyheter-och-pessmeddelanden/Nyhetsarkiv/Nyheter-och-pessmeddelanden-2019/Minskad-tilldelning-av-gratis-utslappsratter-starker-utslappshandeln/> (Hämtad 2021-05-28)
- [31] Branger, F. & Quirion, P., 2014. Would Border Carbon Adjustments Prevent Carbon Leakage and Heavy. *Ecological Economics*, Volume 99, pp. 29-39., DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.12.010>
- [32] Seth, C. J. v., 2019. Carl Johan von Seth: Tullar ska tvinga fram minskning av globala utsläpp. <https://web.archive.org/web/20191008142945/https://www.dn.se/ekonomi/carl-johan-von-seth-tullar-ska-tvinga-fram-minskning-av-globala-utslapp/> (Hämtad 2021-05-30)
- [33] David Sheppard, 2020, Price of polluting in EU rises as carbon price hits record high, *Financial Times*, 11 december, <https://www.ft.com/content/11bd00ee-d3b5-4918-998e-9087fbcca3cd> (Hämtad 2021-06-03)
- [34] Climateactiontracker, 2020 <https://climateactiontracker.org/countries/> (Hämtad 2020-06-28)
- [35] World Steel Association, 2020, 2020 World Steel in Figures <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html> (Hämtad 2021-05-31)
- [36] Andreasson, Ulf, Jonsson, Stefan, Widegren, Karin, Vinger, Elin, 2008, *Klimatpolitisk utveckling i Indien, Japan, Kina och USA*, Östersund: Institutet för tillväxtpolitiska studier <https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.62dd45451715a00666f27369/1586367583247/klimatpolitisk-utveckling-i-indien-japan-kina-och-usa-08.pdf> (Hämtad 2021-02-10)

- [37] Energimyndigheten, 2015, Aspekter på vita certifikat, Energimyndigheten, november <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/nyheter/2015/aspekter-pa-vita-certifikat.pdf> (Hämtad 2021-05-18)
- [38] Ministry of Steel, 2021, *ENERGY & ENVIRONMENT MANAGEMENT IN STEEL SECTOR* <https://steel.gov.in/energy-environment-management-steel-sector> (Hämtad 2021-02-10)
- [39] Skagerström, Lindau, Amanda, 2019, SVT erfar: Sverige ska leda internationellt initiativ för minskade industriutsläpp, *SVT*, 22 september <https://www.svt.se/nyheter/utrikes/sverige-ska-leda-internationellt-initiativ-for-minskade-industriutslapp> (Hämtad 2021-02-10)
- [40] Climateactiontracker, 2020 <https://climateactiontracker.org/countries/india/> (Hämtad 2020-02-10)
- [41] Bjurbo, Peter, 2015, Svenskt stål viker sig? Kaliber om stålindustrin, *Sveriges Radio*, 18 januari <https://sverigesradio.se/avsnitt/486882> (Hämtad 2021-04-28)
- [42] Industriarbetsgivarna https://www.industriarbetsgivarna.se/nyhetsrum/ekonomiska-rapporter/industriell-utveckling_1/sa-far-vi-fart-pa-industrin_1/sydkoreas-industri-vaxer-med-raketfart (Hämtad 2021-04-28)
- [43] Climateactiontracker, 2020 <https://climateactiontracker.org/countries/south-korea/> (Hämtad 2021-04-28)
- [44] Söderberg, Mattias, 2020, Världen väntar på länder som tar klimatledarskapet, 1 april, <https://www.alinget.se/miljo/artikel/varlden-vantar-paa-lander-som-tar-klimatledarskapet> (Hämtad 2021-04-28)
- [45] Climateactiontracker, 2020 <https://climateactiontracker.org/countries/russian-federation/> (Hämtad 2020-04-29)
- [46] Climateactiontracker, 2020 <https://climateactiontracker.org/countries/eu/> (Hämtad 2021-05-18)
- [47] Europakommissionen, Environment & Climate Action, <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/environment-climate-action>
- [48] Yi Ling Roy Ngerng, CW, 2020, Is Taiwan Doing Enough to Address Climate Change in The Hottest Summer Ever?, 19 augusti <https://english.cw.com.tw/article/article.action?id=2780> (Hämtad 2021-05-16)
- [49] Taipei Economic and Cultural Office in Canada, 2021, Leaving Taiwan out of official UN climate conversation hurts everyone, 24 februari <https://www.roc-taiwan.org/ca.en/post/12450.html> (Hämtad 2021-05-16)
- [50] CDP, 2020, Explore the full 2020 scores, <https://www.cdp.net/en/companies/companies-scores> (Hämtad 2021-05-09)
- [51] Climate Action Report, 2020, ArcelorMittal, maj
- [52] Climate Action Report, 2020, POSCO, 16 december
- [53] <https://corporate.arcelormittal.com/media/news-articles/arcelormittal-plans-major-investment-in-german-sites-to-a>
- [54] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626191931623X>
- [55] <https://ieefa.org/korea-sets-42-renewable-energy-target-by-2034/>
- [56] <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- [57] Bowen, F. (2014). After greenwashing. In *After Greenwashing: Symbolic Corporate Environmentalism and Society (Organizations and the Natural Environment)*, pp. 15-38). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139541213.002

10 Appendix A

Top steel-producing companies 2019

million tonnes, crude steel production

| Rank | Company | Tonnage | Rank | Company | Tonnage |
|------|---|---------|------|------------------------------------|---------|
| 1 | ArcelorMittal ⁽¹⁾ | 97.31 | 26 | Rizhao Steel | 14.20 |
| 2 | China Baowu Group ⁽²⁾ | 95.47 | 27 | U. S. Steel Corporation | 13.89 |
| 3 | Nippon Steel Corporation ⁽³⁾ | 51.68 | 28 | EVRAZ | 13.81 |
| 4 | HBIS Group ⁽⁴⁾ | 46.56 | 29 | CITIC Pacific | 13.55 |
| 5 | POSCO | 43.12 | 30 | Gerdau | 13.13 |
| 6 | Shagang Group | 41.10 | 31 | Jingye Steel | 12.58 |
| 7 | Ansteel Group | 39.20 | 32 | MMK | 12.46 |
| 8 | Jianlong Group | 31.19 | 33 | Shaanxi Steel | 12.45 |
| 9 | Tata Steel Group | 30.15 | 34 | Sanming Steel | 12.40 |
| 10 | Shougang Group | 29.34 | 35 | thyssenkrupp | 12.25 |
| 11 | Shandong Steel Group | 27.58 | 36 | Zenith Steel | 11.93 |
| 12 | JFE Steel | 27.35 | 37 | Severstal | 11.85 |
| 13 | Valin Group | 24.31 | 38 | Tsingshan Stainless ⁽⁵⁾ | 11.40 |
| 14 | Nucor Corporation | 23.09 | 39 | Nanjing Steel | 10.97 |
| 15 | Hyundai Steel | 21.56 | 40 | Taiyuan Steel | 10.86 |
| 16 | IMIDRO ⁽⁶⁾ | 16.79 | 41 | Anyang Steel | 10.54 |
| 17 | JSW Steel | 16.26 | 42 | Metinvest Holding | 9.58 |
| 18 | SAIL | 16.18 | 43 | Xinyu Steel | 9.47 |
| 19 | Bexi Steel | 16.18 | 44 | Donghai Special Steel | 8.90 |
| 20 | Fangda Steel | 15.66 | 45 | Jinxi Steel | 8.73 |
| 21 | NLMK | 15.61 | 46 | Erdemir Group | 8.61 |
| 22 | Baotou Steel | 15.46 | 47 | Steel Dynamics, Inc. | 8.59 |
| 23 | China Steel Corporation | 15.23 | 48 | Kunming Steel | 7.73 |
| 24 | Techint Group | 14.44 | 49 | SSAB | 7.62 |
| 25 | Liuzhou Steel | 14.40 | 50 | Jiuquan Steel | 7.48 |

⁽¹⁾ = estimate

⁽²⁾ Includes shares in AM/NS India and China Oriental

⁽³⁾ Includes tonnage of Maanshan Steel and Chongqing Steel

⁽⁴⁾ Includes tonnage of Nippon Steel Stainless Steel Corporation, Sanyo Special Steel, Ovako AB, and shares in AM/NS India and USIMINAS

⁽⁵⁾ Includes tonnage of Serbia Iron & Steel d.o.o. Beograd and MAKSTIL A.D. in Macedonia

⁽⁶⁾ Combined tonnage of Mobarakeh Steel, Esfahan Steel, Khuzestan Steel and NISCO

Notes on company ownership and tonnage calculations:

For worldsteel members, the data was sourced from their official tonnage declarations. For Chinese companies, the official CISA tonnage publication was used, unless especially noted. Figures represent consolidated tonnage ending 31 December 2019, including interests in subsidiaries and joint ventures.

For an extended company listing go to worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/top-producers.

8

Major steel-producing countries 2018 and 2019

million tonnes, crude steel production

| Country | 2019 | | 2018 | |
|--------------------------------|------|---------|------|---------|
| | Rank | Tonnage | Rank | Tonnage |
| China | 1 | 996.3 | 1 | 920.0 |
| India | 2 | 111.2 | 2 | 109.3 |
| Japan | 3 | 99.3 | 3 | 104.3 |
| United States | 4 | 87.8 | 4 | 86.6 |
| Russia | 5 | 71.9 | 6 | 72.1 |
| South Korea | 6 | 71.4 | 5 | 72.5 |
| Germany | 7 | 39.7 | 7 | 42.4 |
| Turkey | 8 | 33.7 | 8 | 37.3 |
| Brazil | 9 | 32.2 | 9 | 35.4 |
| Iran | 10 | 25.6 | 10 | 24.5 |
| Italy | 11 | 23.2 | 11 | 24.5 |
| Taiwan, China | 12 | 22.0 | 12 | 23.2 |
| Ukraine | 13 | 20.8 | 13 | 21.1 |
| Vietnam | 14 | 20.1 | 15 | 15.5 |
| Mexico | 15 | 18.5 | 14 | 20.2 |
| France | 16 | 14.4 | 16 | 15.4 |
| Spain | 17 | 13.6 | 17 | 14.3 |
| Canada | 18 | 12.9 | 18 | 13.4 |
| Poland | 19 | 9.0 | 19 | 10.2 |
| Saudi Arabia | 20 | 8.2 | 20 | 8.2 |
| Belgium | 21 | 7.8 | 21 | 8.0 |
| Austria | 22 | 7.4 | 24 | 6.9 |
| Egypt | 23 | 7.3 | 22 | 7.8 |
| United Kingdom | 24 | 7.2 | 23 | 7.3 |
| Netherlands | 25 | 6.7 | 25 | 6.8 |
| Indonesia ⁽⁶⁾ | 26 | 6.4 | 28 | 6.2 |
| South Africa | 27 | 5.7 | 27 | 6.3 |
| Australia | 28 | 5.5 | 29 | 5.7 |
| Slovak Republic ⁽⁶⁾ | 29 | 5.3 | 30 | 5.2 |
| Sweden | 30 | 4.7 | 34 | 4.7 |
| Argentina | 31 | 4.6 | 31 | 5.2 |
| Malaysia ⁽⁶⁾ | 32 | 4.5 | 36 | 4.1 |
| Czech Republic | 33 | 4.4 | 32 | 4.9 |
| Thailand | 34 | 4.2 | 26 | 6.4 |
| Kazakhstan | 35 | 4.1 | 37 | 4.0 |
| Finland | 36 | 3.5 | 35 | 4.1 |
| Romania | 37 | 3.4 | 38 | 3.5 |
| United Arab Emirates | 38 | 3.3 | 39 | 3.2 |
| Pakistan | 39 | 3.3 | 33 | 4.7 |
| Byelorussia | 40 | 2.6 | 41 | 2.5 |
| Qatar | 41 | 2.6 | 40 | 2.6 |
| Algeria ⁽⁶⁾ | 42 | 2.4 | 42 | 2.3 |
| Luxembourg | 43 | 2.1 | 43 | 2.2 |
| Portugal | 44 | 2.0 | 44 | 2.2 |
| Oman ⁽⁶⁾ | 45 | 2.0 | 45 | 2.0 |
| Serbia | 46 | 1.9 | 47 | 2.0 |
| Hungary | 47 | 1.8 | 46 | 2.0 |
| Switzerland ⁽⁶⁾ | 48 | 1.5 | 48 | 1.5 |
| Philippines ⁽⁶⁾ | 49 | 1.4 | 49 | 1.5 |
| Greece | 50 | 1.4 | 50 | 1.5 |
| Others | | 15.9 | | 15.9 |
| World | | 1 868.8 | | 1 813.6 |

⁽⁶⁾ = estimate

9

11 Appendix B

Scoring approach

Principles of scoring

Scoring at CDP is mission-driven, focusing on CDP's principles and values for a sustainable economy, and highlighting the business case to do this. Scoring provides a roadmap to companies to achieve best practice and by developing the scoring methodology over time, we are able to drive changes in company behavior to improve environmental performance. The general scoring methodologies for each of CDP's programs have been designed to incentivize actions that are to a certain extent applicable to all companies, in all sectors and in all geographies. The sector-specific methodologies incentivize actions applicable only to companies operating within that sector, across all geographies. For companies that have a good understanding of the scoring methodology, the score provides a snapshot of how they compare with other companies.

Understanding the scoring methodology documents

Throughout the scoring methodology you will see columns headed "numerator" and "denominator". The denominator column indicates the maximum number of points attainable for each question. In some cases, the maximum number of points is awarded automatically when the question is answered and does not require any judgment to be made by the scorer. In these cases, the number of points is indicated in the "numerator" column. Otherwise, the numerator column will be left blank to indicate that the scorer will complete it.

The total denominator for the answer route is indicated in bold in a line below the set of questions in that route. In most cases, if multiple datasets are required (such as multiple rows of data in a table) the data set that gives the organization the highest score will have its points recorded. However, if there is a clear hierarchy to the datasets required, the points scored by the first dataset will be recorded. In some questions the points will be calculated for all datasets provided (such as multiple rows) in one question. The approach followed for each question is noted in the question-level scoring information in the methodology document.

Points allocation

Responding companies will be assessed across four consecutive levels which represent the steps a company moves through as it progresses towards environmental stewardship. The levels are:

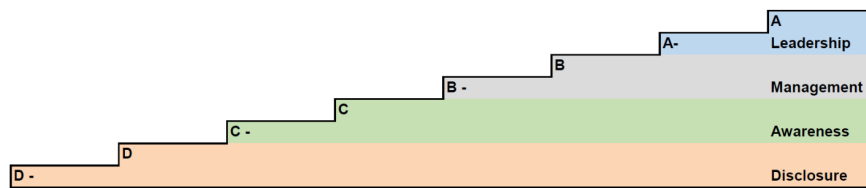
- 1) Disclosure;
- 2) Awareness;
- 3) Management;
- 4) Leadership.

At the end of scoring, the number of points a company has been awarded at Disclosure and Awareness level is divided by the maximum number that could have been awarded. The fraction is then converted to a percentage by multiplying by 100 and rounded to the nearest whole number. For Management and Leadership levels, the number of points achieved per scoring category are used to calculate the final score, according to the scoring category weighting (see section 'Scoring categories and weightings').

A minimum score and/or the presence of a minimum number of indicators on one level will be required in order to be assessed on the next level. If the minimum score threshold is not achieved, the company will not be scored on the next level. CDP provisionally sets the thresholds and these will be reviewed during the scoring period to ensure that the distribution of responses among scoring levels is representative of the current level of progress in the responding population as a

whole. CDP reserves the right to slightly adjust these thresholds at any point prior to the release of scores in order to best represent the overall state of progress of companies.

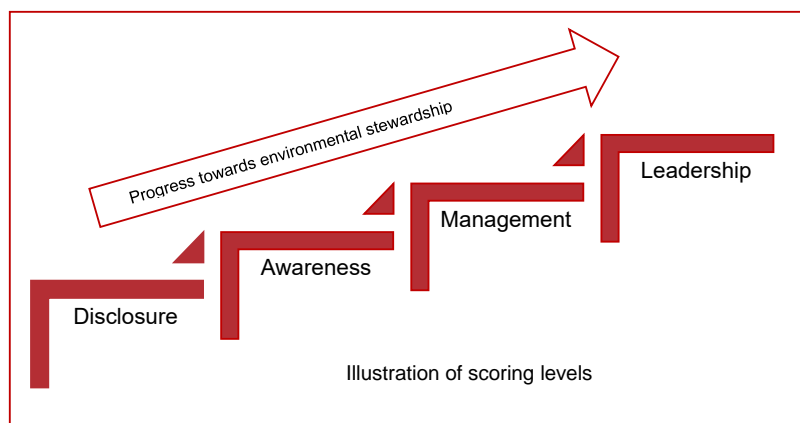
| Level | Climate Change | Water | Forests | Score band |
|------------|----------------|---------|---------|------------|
| Disclosure | 1-44% | 1-44% | 1-44% | D- |
| | 45-79% | 45-79% | 45-79% | D |
| Awareness | 1-44% | 1-44% | 1-44% | C- |
| | 45-79% | 45-79% | 45-79% | C |
| Management | 1-44% | 1-44% | 1-44% | B- |
| | 45-79% | 45-79% | 45-79% | B |
| Leadership | 1-79% | 1-79% | 1-79% | A- |
| | 80-100% | 80-100% | 80-100% | A |



Results will be communicated to responders with their current level, indicating which areas of environmental stewardship they are performing well in, and which actions to target for improvement.

Questions may include criteria for scoring across more than one level. The criteria for scoring the levels are distributed throughout the questionnaire. All of the questions are scored for the disclosure level. Some of the questions have no awareness, management or leadership level scoring associated with them.

The CDP score is based solely on activities and positions disclosed in the CDP response, which are necessarily limited in nature. It therefore does not consider the range of other company actions not mentioned in the response, and score users are asked to be mindful that actions not mentioned in the response may be environmentally positive or negative.



These levels will translate into a single letter score for each company, as per the table above.

F = Failure to provide sufficient information to CDP to be evaluated for this purpose².

Scoring routes

Selecting question routes impacts the number of questions presented to a responding company, and therefore the denominator of their score. Companies that respond 'Yes' to most questions will generally have a higher denominator compared to those selecting 'No'. However, scores are calculated as a percentage in order to normalize the effect of different question routes. The final score is the number of points awarded divided by the total number of points available to the company for the question routes selected. So, if a company answers fewer questions because they are not relevant to that company, they are not penalized.

Scoring categories and weightings

Scoring categories in 2021 are sub-groups of the 2021 questionnaire modules and are unique to each theme, but within each theme they are consistent across all sectors. Each sector within each theme is affected by and manages environmental issues in a specific way. To capture these specificities, different weightings will be applied amongst sector scoring categories in each theme.

Weightings will be applied to each of the scoring category categories at Management and Leadership levels. The weighting of each category reflects its relative importance in the overall score. Most of the scoring categories within each sector have the same weighting for both Management and Leadership levels.

Weightings are applied by calculating the Management and Leadership score per scoring category: $\text{Numerator/Denominator} * 100$. These % scores are then translated into a category score per level by calculating the proportion of points achieved relative to the category weighting: $\text{Category weighting (\%)} / 100 * \text{Management/Leadership score (\%)}$. The category scores for each level are then summed together to calculate the overall final score.

² Not all companies requested to respond to CDP do so. Companies who are requested to disclose their data and fail to do so, or fail to provide sufficient information to CDP to be evaluated will receive an F. An F does not indicate a failure in environmental stewardship.