รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย (Preparation for Greenhouse Gases Management : Iron and Steel Industries in Thailand) ”

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์ และคณะ

(ระยะเวลาดำเนินโครงการ : 25 กันยายน 2552 ถึง 24 กันยายน 2553)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สัญญาเลขที่ RDG5230027

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย
(Preparation for Greenhouse Gases Management : Iron and Steel Industries in Thailand) ”

ที่ปรึกษาโครงการ
ท่านผู้หญิง ดร.สุธาวัลย์ เสถียรไทย มูลนิธิธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ.ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รศ.ดร.โสภารัตน์ จารุสมบัติ	คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. อ.อารียา มนัสบุญเพิ่มพูล	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RDG5230027

ชื่อโครงการ: การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

ชื่อนักวิจัย: พิชญ รัชฎาวงศ์[1], โสภารัตน์ จารุสมบัติ[2], อารียา มนัสบุญเพิ่มพูล[3]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, [2]คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, [3]คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail address: Pichaya.R@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: กันยายน 2552 - กันยายน 2553

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นพื้นฐานของอุตสาหกรรมส่งออกอื่นๆจำนวนมาก อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กของประเทศไทยในปัจจุบันผลิตได้แต่เหล็กคุณภาพต่ำเนื่องจากไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำ จึงมีความพยายามที่จะจัดตั้งโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำขึ้นอย่างไรก็ดีการผลิตเหล็กต้นน้ำที่เป็นขั้นตอนสำคัญในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ามีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและมีการปล่อยมลพิษออกมาอย่างมาก โดยเฉพาะปัญหาด้านก๊าซเรือนกระจก วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ก็เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศและเพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ ทั้งในกรณีที่ประเทศไทยจะมีและจะไม่มีเหล็กต้นน้ำ

ในการศึกษานี้ ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการทบทวนข้อมูลเทคโนโลยีการผลิต สถานการณ์การปลดปล่อยและเทคโนโลยีการลดก๊าซเรือนกระจก สำรวจโรงงาน สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องทั้งในภาคส่วนวิชาการ ราชการและเอกชน นอกจากนี้ยังได้ทำการคำนวณและประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ศักยภาพการลด ต้นทุนในสถานการณ์ต่างๆ เช่นในกรณีที่ไม่มี

อุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำ ในกรณีที่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำที่ใช้เทคโนโลยีในระดับดี และในกรณีที่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำที่ใช้เทคโนโลยีในระดับปานกลาง

พบว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการใช้พลังงาน อาจจะจำแนกที่มาได้จากสามแหล่งหลักๆคือปฏิกริยาเคมี การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล และการใช้ไฟฟ้า ในภาพรวมค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผู้ผลิตเหล็กในโลกจะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 ตัน CO_2 /ton crude steel โดยค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยของโลกที่คิดถ่วงน้ำหนักปริมาณผลิตภัณฑ์จากเส้นทางหลักๆอันได้แก่ BF-BOF, OHF และ EAF ไว้แล้ว และพบว่าประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการผลิตเหล็กสูงสุดถึงปีละราว 422 ล้านตัน และมีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ถึงประมาณ 900 ล้านตันในปี 2006 ตัวชี้วัดที่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กในระดับนานาชาติก็คือค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันผลิตภัณฑ์ เนื่องจากจะไม่กระทบกระเทือนต่อปริมาณการผลิต การกำหนดเป้าหมายควรจะต้องมีข้อมูลที่ชัดเจนและแม่นยำถึงในระดับรายโรงงาน ซึ่งควรจะต้องมีการดำเนินการต่อไปในอนาคต ขั้นตอนในการกำหนดเป้าหมายควรเริ่มจากการสร้างฐานข้อมูลการปลดปล่อย การคาดการณ์ไปในอนาคต และศักยภาพที่จะลดได้โดยไม่กระทบต่อความสามารถในการแข่งขัน

อุตสาหกรรมเหล็กของไทยในขณะนี้อยู่ในขั้นกลางน้ำและปลายน้ำ ทำให้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทยมาจากการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการปลดปล่อยโดยตรง โดยพลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนถึง 59.26% ของการปลดปล่อยทั้งหมด โดยค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เหล็กรวมของประเทศไทยในปี 2551 เท่ากับ 321.66 kg CO_2 equivalent/ตัน หากมองในภาพของการปลดปล่อยทั้งหมด พบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กในประเทศในปี 2551 มี ค่าประมาณ 2.82 ล้านตัน CO_2 equivalent

ในสถานการณ์แรกที่ไม่มีเหล็กต้นน้ำ จะมีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 ในสถานการณ์การที่สอง ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับดีจะปล่อย 13.18 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 และในกรณีที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางจะปล่อย 15.54 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 การลดการปล่อยในภาคส่วนของอุตสาหกรรมเหล็กทำได้ราว 6%

จาก BAU ในกรณีไม่มีเหล็กต้นน้ำ พบว่าการลดสูงสุดในกรณีที่มีเหล็กต้นน้ำจะมาจากการใช้ระบบ Carbon capture and storage-CCS โดยจะลดได้สูงสุดถึง 29-31% ของ BAU

มาตรการที่จำเป็นเร่งด่วนในเพื่อการกำหนดเป้าหมายและเพิ่มศักยภาพการลดได้แก่การมอบหมายงานที่ชัดเจนให้กับองค์กรที่เกี่ยวข้อง การรวบรวมข้อมูลและกรรมวิธีเพื่อทำ National registry การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง การเพิ่มในเรื่องของ BAT ในเงื่อนไขการส่งเสริมการลงทุนและข้อพิจารณาสนับสนุนในเชิงการเงินและเทคโนโลยีให้กับภาคการผลิต

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก, อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า, การปลดปล่อย, ศักยภาพการลด, มาตรการ

Abstract

Project Code: RDG5230027

Project Title: Preparation for Greenhouse Gases Management: Iron and Steel Industries in Thailand

Investigators: Rachdawong R.[1], Jarusombat S.[2], Manasboonphempool A.[3]

[1]Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, [2] Faculty of Political Science, Thammasat University, [3]Faculty of Economics, Kasetsart University

E-mail address: Pichaya.R@chula.ac.th

Project duration: September 2009 – September 2010

Iron and steel industry lays foundation for export industries in Thailand. Currently, Thailand can produce only low grade steel since it does not have primary production itself. Therefore, proposals were made by private sectors to set up primary iron and steel production plants. Globally, primary iron and steel industries were well recognized for their high consumption of natural resources as well as high emission of pollutants, especially greenhouse gases. The aim of this study was to indicate procedures for emission reduction target setting for iron and steel. The data gained may be used in international negotiating arena. Another goal of this study was to determine potential for greenhouse gas reduction for Thailand iron and steel industries. This would cover appropriate measures for capabilities improvement in both with and without primary iron and steel production.

In this work, we reviewed production technologies, current emission situations, and greenhouse gas reduction technologies. We also surveyed industries and interviewed experts as well as stakeholders in academics, governments, and private sectors.

Furthermore, calculation and assessment of greenhouse gas emissions, reduction potentials, and relating costs in the cases of no primary iron and steel, primary iron and steel with advanced technology (pilot scale BAT), and primary iron and steel with moderate technology (commercially available BAT), was performed.

Greenhouse gas emission from iron and steel industries was related with energy consumption. Three major sources of emission were identified: chemical reactions, fossil fuel combustion, and electricity consumption. Overall world greenhouse gas emission from iron and steel industries was at 1.7 ton CO_2 /ton crude steel. This number was a weighted average value from major steel production routes, namely, BF-BOF, OHF and EAF. China was found to be a major emitter and released around 900 tons of CO_2 in 2006 from steel production of approximately 422 million tons. Popular GHGs emission indicator was CO_2 emission per ton product since it did not interfere with production volume. Emission target setting relied heavily on raw data, if possible, at factory level. This was to be done ahead. Steps for target setting should begin with emission database, projected emission, and possible reduction potential that would not harm country competitiveness.

Current iron and steel industries in Thailand was in mid- and downstream level. Major emissions were from electricity production (59.26% of total emission) rather than direct ones. Average emission was 321.66 kg CO_2 equivalent/ton product. Total emission for overall iron and steel industries was 2.82 million ton CO_2 equivalent.

Without primary iron and steel industries, CO_2 emission would be 6.25 million ton CO_2 equivalent in 2563. With advanced BAT iron and steel industries, Thailand would release 13.18 million ton CO_2 equivalent in 2563. With commercially available BAT iron and steel industries, Thailand would release 15.54 million ton CO_2 equivalent in 2563. Maximum reduction for the case without primary iron and steel would be around 6%. In the case with primary steel production, highest emission was obtained from carbon capture and storage-CCS, which was around 29-31% reduction from BAU.

Urgent measures for emission target setting and improvement of reduction potentials were such as clear assignment for responsible parties, collection of data by approved and appropriate procedures for National registry, involvement of all stakeholders, addition of BAT in the investment promotion guidelines, as well as considerations to support production sectors both technically and financially.

Keywords: greenhouse gases, iron and steel industries, emission, emission reduction potential, measures

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

สารบัญ ช

บทสรุปผู้บริหาร ท

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ภาพรวมของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของโลก 4

2.1 อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 4

2.2 ภาพรวมและขั้นตอนโดยรวมของกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า 5

2.3 กระบวนการและปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 9

2.3.1 กระบวนการผลิตเหล็กจาก Iron ore (การถลุง Iron ore) 9

2.3.1.1 กระบวนการเตรียม Iron ore 9

2.3.1.2 กระบวนการเตรียม Coke 18

2.3.1.3 ฟลักซ์ (Flux) 22

2.3.1.4 ตัวเชื่อมประสาน (Binder) 23

2.3.1.5 เทคโนโลยีการถลุงเหล็กหรือการผลิตเหล็กขั้นต้น 23

2.3.2 กระบวนการผลิตเหล็กกล้า 24

2.3.2.1 เทคโนโลยีการผลิตเหล็กกล้า 24

2.3.2.2 ต้นทุนการผลิต 25

2.3.3 กระบวนการขึ้นรูป 27

2.4 ต้นทุนในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 27

2.5 ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 28

2.5.1 เหล็กเส้นกลม, เหล็กข้ออ้อย (Round bar, Deformed bar) 29

2.5.2 เหล็กลวด (Wire rod) 29

2.5.3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ (Section) 30

หน้า

2.5.4 เหล็กแผ่นรีดร้อนม้วน และเหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot rolled coil และ Hot rolled plate) 31
2.5.5 เหล็กแผ่นรีดเย็น (Cold rolled coil) 32
2.5.6 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี (Galvanized steel) 32
2.5.7 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้า (Electrogavanized steel) 32
2.5.8 เหล็กแผ่นเคลือบดีบุก (Tin plating) 33
2.5.9 ท่อเหล็ก (Pipe) 34
2.5.10 ท่อเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized pipe) 34
2.6 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 34

บทที่ 3 อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 38
3.1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 38
3.1.1 ที่มาของก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 40
3.1.2 แนวทางของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเพื่อแก้ไขปัญหาโลกร้อน 41
3.1.3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 41
3.1.3.1 ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ที่มีการรวบรวมโดยองค์กรต่างๆ 41
3.1.3.2 ค่าการปลดปล่อย CO_2 ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย 43
3.1.3.3 ปริมาณและปริมาณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ของบริษัทต่างๆที่แสดงความจำนงมาลงทุนในประเทศไทย 45
3.1.3.4 การปลดปล่อยก๊าซ CO_2 แยกตามชนิดเชื้อเพลิง 47
3.2 การตื่นตัวในการลดก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 49
3.2.1 ความเคลื่อนไหวของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในการลดก๊าซเรือนกระจก 49

หน้า

3.2.2 การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน 51

3.2.2.1 กรรมวิธีของบริษัทต่าง ๆที่แสดงความจำนงมาลงทุนในประเทศไทยที่เกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก 52

3.2.2.2 เทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อลดก๊าซ CO_2 ในปัจจุบัน 56

3.2.3 การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 60

3.2.3.1 เทคโนโลยีด้านการผลิต 61

3.2.3.2 เทคโนโลยีการดักจับ Carbon 64

บทที่ 4 การกำหนดเป้าหมายเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 67

4.1 ตัวชี้วัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 67

4.2 การวัดความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจก 69

4.2.1 Benchmarking 69

4.3 การกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (Target setting) 72

4.4 การเตรียมความพร้อมเพื่อการกำหนดเป้าหมาย 75

บทที่ 5 ภาพรวมของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย 78

5.1 การบริโภค การนำเข้า การผลิต และการส่งออกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย 78

5.1.1 การบริโภคเหล็กในประเทศ 78

5.1.2 การนำเข้าเหล็กของประเทศไทย 81

5.1.3 การผลิตเหล็กในประเทศไทย 85

5.1.4 การส่งออกเหล็กของประเทศไทย 85

5.2 โครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย 88

5.2.1 อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาว 88

5.2.1.1 อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาวที่มีเตาหลอม 88

5.2.1.2 อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาวที่ไม่มีเตาหลอม 89

หน้า

5.2.2 อุตสาหกรรมเหล็กทรงแบน 89

5.2.2.1 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน 90

5.2.2.2 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น 90

5.2.2.3 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี 90

5.2.2.4 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์ 91

5.2.2.5 ผู้ผลิตเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น ท่อเหล็กและท่อเหล็กชุบสังกะสี 91

5.3 ความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในประเทศไทย 93

5.3.1 อุตสาหกรรมก่อสร้าง 93

5.3.1.1 เหล็กทรงยาว 93

5.3.1.2 เหล็กทรงแบน 93

5.3.2 อุตสาหกรรมยานยนต์ 94

5.3.2.1 เหล็กทรงยาว 94

5.3.2.2 เหล็กทรงแบน 94

5.3.3 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า 95

5.3.3.1 เหล็กทรงยาว 95

5.3.3.2 เหล็กทรงแบน 95

5.3.4 อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง 96

5.3.5 อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ 97

5.4 ความจำเป็นสำหรับการมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในประเทศไทย 98

บทที่ 6 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย 102

6.1 กรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ 102

6.1.1 การคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็ก 103

6.1.2 การคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ 105

หน้า

6.1.3 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการผลิตเหล็กในปัจจุบัน 108

6.1.4 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการผลิตเหล็กในอนาคต (2553-2563) 110

6.2 กรณีที่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำหนึ่งโรง 111

6.2.1 กรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีที่ดี 111

6.2.2 กรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง 112

6.3 การประเมินความไม่แน่นอน (uncertainty assessment) ของการคาดการณ์ 114

บทที่ 7 การประเมินเทคโนโลยี ศักยภาพ และต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก 115

7.1 ศักยภาพการลดในกรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ 115

7.1.1 การปลดปล่อยโดยอ้อม (Indirect emission) 115

7.1.2 การปลดปล่อยโดยตรง 120

7.1.2.1 การใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน 121

7.1.2.2 ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องในการผลิตเหล็ก 125

7.1.3 ภาพรวมของศักยภาพการลดในกรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ 126

7.1.4 ต้นทุนการลด 127

7.2 ศักยภาพการลดในกรณีที่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำหนึ่งโรง 128

7.2.1 ศักยภาพการลดในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดี 128

7.2.2 ศักยภาพการลดในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง 131

7.2.3 ต้นทุนการลด 133

7.2.3.1 ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดี 133

7.2.3.2 ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง 134

บทที่ 8 นโยบายและมาตรการภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า 136

8.1 นโยบายและมาตรการของประเทศไทย 136

8.1.1 นโยบายด้านการลดก๊าซเรือนกระจก 136

หน้า

8.1.1.1 ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551-2555 136

8.1.1.2 แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) กระทรวงพลังงาน 138

8.1.2 กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง 139

8.1.2.1 ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2550 140

8.1.2.2 ร่างพระราชบัญญัติมาตรการการคลังเพื่อสิ่งแวดล้อม 141

8.1.2.3 มติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 4/2553 (นัดพิเศษ) เรื่อง ประเภทโครงการหรือกิจการที่อาจมีผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรงทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ จำนวน 11 รายการ เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2553 143

8.1.3 เงื่อนไขการส่งเสริมการลงทุน 144

8.1.3.1 พัฒนาการนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมเหล็กของไทย 144

8.1.3.2 นโยบายควบคุมอุตสาหกรรม 147

8.1.3.3 สิทธิประโยชน์และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนและสิ่งแวดล้อม 148

8.2 เงื่อนไขการส่งเสริมและมาตรการลงทุนของต่างประเทศ 154

8.2.1 ประเทศเวียดนาม 154

8.2.2 ประเทศจีน 155

8.2.3 ประเทศบราซิล 163

8.2.4 ประเทศเกาหลีใต้ 168

8.2.5 ประเทศญี่ปุ่น 168

8.2.6 ประเทศอินเดีย 170

8.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบมาตรการของไทยกับต่างประเทศ 174

หน้า

8.4 ข้อเสนอแนะเงื่อนไขการส่งเสริม มาตรการลงทุนและมาตรการจัดการในการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย 177
8.4.1 ข้อเสนอแนะด้านการคลังเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมและการลดก๊าซเรือนกระจก 179
8.4.2 ข้อเสนอแนะด้านกฎหมาย 181
8.4.3 ข้อเสนอแนะด้านมาตรการส่งเสริมและสนับสนุนเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก 183
8.4.4 ข้อเสนอแนะด้านการกำกับดูแลมลพิษ ณ จุดกำเนิด (Pollution regulation at source) 186
8.4.5 ข้อเสนอแนะด้านกระบวนการส่งเสริมการลงทุน 187

บทที่ 9 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 189
9.1 บทสรุป 189
9.2 ข้อเสนอแนะ 195

เอกสารอ้างอิง 197
ภาคผนวก 209

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2-1	สถิติประเทศที่มีปริมาณการผลิตเหล็กกล้ามากที่สุด 5 อันดับแรกของโลกจากปี 2004-2009 (ล้านตัน)	5
2-2	สินแร่เหล็ก (Iron ore) ที่สำคัญ	10
2-3	ผลของธาตุหรือสารประกอบของ Iron ore ต่อคุณภาพของ Hot metal และกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace	12
2-4	คุณสมบัติของ Coke ที่เหมาะสมต่อกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace	20
2-5	การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง BOF กับ EAF	26
2-6	การประเมินต้นทุนของกระบวนการผลิตเหล็กแบบต่างๆ	28
2-7	การแปลงหน่วยการใช้พลังงานเป็นจูล (Joule)	35
2-8	ตัวอย่างข้อมูลประเภทการใช้พลังงานรายกระบวนการในการผลิตเหล็ก	35
2-9	พลังงานความร้อนสมมูลย์ที่ใช้กับกระบวนการผลิตแบบต่างๆ โดยคิดต่อการผลิตเหล็ก 1 ตัน (Energy intensity by processes)	36
3-1	ปริมาณการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ปี 2004 (หน่วย *EJ / year)	38
3-2	Carbon content ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	48
5-1	ปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป และท่อเหล็กชนิดต่างๆ ของประเทศไทย	82
5-2	อันดับการนำเข้าเหล็กของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ในโลกในปี 2550	83
5-3	ปริมาณการส่งออกวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป และท่อเหล็กชนิดต่างๆ ของประเทศไทย	86
5-4	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กฯ ในประเทศไทยต่อประเด็นความเสี่ยงพร้อมแนวทางในการลดความเสี่ยง ของการลงทุนอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในประเทศไทย	100
6-1	ร้อยละโดยมวลของปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ของประเทศไทยในปี 2549	103

ตารางที่ **หน้า**

6-2 ปริมาณพลังงานแยกตามเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตเหล็กรีดร้อน HRC 1 ตัน ในปี 2551 106

6-3 ค่า Carbon content ของเชื้อเพลิงหลักๆ แต่ละชนิด 106

6-4 ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์เหล็กชนิดต่างๆ ในปี 2551 108

6-5 ค่าความไม่แน่นอนของการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 114

7-1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆเพื่อการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ในปี 2551 116

7-2 สัดส่วนโดยร้อยละของพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ผลิตจากเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในปี 2551 117

7-3 สัดส่วนโดยร้อยละของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ในปี 2551 เปรียบเทียบกับข้อเสนอใน PDP 2010 118

7-4 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้า 119

7-5 ค่า Carbon content ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด 121

7-6 ปริมาณเชื้อเพลิงประเภทต่างๆที่ใช้โดยตรงในอุตสาหกรรมเหล็กในรูปปริมาณความร้อนของปี 2551 122

7-7 ความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติสำหรับการผลิตเหล็กในกรณีต่างๆ 124

7-8 ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ 127

7-9 เทคโนโลยีและความสามารถในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก 131

7-10 ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดี 134

7-11 ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง 134

8-1 แนวทางการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการอุตสาหกรรม 138

8-2 แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำกฎหมายว่าด้วยเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม 143

ตารางที่ **หน้า**

8-3 ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่อง นโยบายส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กขั้นต้น 151
8.4 เปรียบเทียบสิทธิประโยชน์ในการส่งเสริมการลงทุน 176
8-5 เปรียบเทียบการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน 177

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2-1	โครงสร้างการผลิตเหล็กแบบครบวงจร	8
2-2	ลักษณะของ Magnetite และ Hermatite	10
2-3	ลักษณะของ Sinter และ Pellet	13
2-4	Pelletizing plant	16
2-5	เครื่อง Balling 3 แบบ	17
2-6	กลไกของการเชื่อมติดกันของเม็ดแร่ในขั้นตอน Balling	17
2-7	Traveling grate, Rotary kiln, Circular cooler system	18
2-8	ลักษณะของถ่าน Metallurgical coke	19
2-9	ภาพ Coke ร้อนในเตาย่อยๆใน Coke oven	21
2-10	ภาพสถานีทำความเย็น (Quenching station) ที่มีการพ่นละอองน้ำที่มีกำลังสูง	22
2-11	เหล็กเส้นกลม	29
2-12	เหล็กข้ออ้อย	29
2-13	เหล็กลวด	30
2-14	เหล็ก I-beam	30
2-15	เหล็ก H-beam	30
2-16	เหล็กแผ่นรีดร้อนม้วน	31
2-17	เหล็กแผ่นรีดร้อน	31
2-18	ภาพขั้นตอนการผลิต Tin-mill products	33
3-1	ร้อยละการปลดปล่อย CO_2 แยกตามประเภทของแหล่งกำเนิด	39
3-2	ร้อยละการปลดปล่อย CO_2 ของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท ปี 2004	39
3-3	ร้อยละของชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศจีน ในปี 2004	49
3-4	โครงสร้างของเตา Shaft furnace	53
3-5	กระบวนการ Coke dry quenching-CDQ	57
3-6	กระบวนการ Top gas recovery turbine-TRT	59
3-7	กระบวนการ Pulverized coal injection-PCI	60
3-8	เทคโนโลยีของ Super-SINTER™	61

รูปที่ **หน้า**

3-9	เทคโนโลยีของ COURSE 50	62
3-10	เทคโนโลยีการนำความร้อนจากกระบวนการ Sinter กลับมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า	62
3-11	Ferro-Coke production process	63
3-12	เทคโนโลยีการผลิต Liquid biomass fuel	63
3-13	กระบวนการ CCS ที่ใช้กันโดยทั่วไป	65
4-1	ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตการศึกษาของ Blast furnace	70
4-2	การเปรียบเทียบเครดิตที่ได้จากระบบ CDM กับระบบ SCM	73
4-3	การใช้ค่า Emission benchmark ในระบบของ SCM	74
4-4	การแสดงโครงสร้างการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลขององค์กรเหล็กต่างๆ	75
5-1	ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการบริโภคเหล็กในประเทศไทย	79
5-2	การบริโภคเหล็กสำเร็จรูปแยกตามประเภทของผลิตภัณฑ์เหล็ก	80
5-3	ร้อยละของการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กของประเทศไทย แบ่งตามประเทศต้นทาง	83
5-4	ร้อยละของการส่งออกผลิตภัณฑ์เหล็กของประเทศไทย แบ่งตามประเทศปลายทาง	87
5-5	โครงสร้างการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย โดยแบ่งประเภทตามสายการผลิตและรูปร่าง	92
5-6	ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง	94
5-7	ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมยานยนต์	95
5-8	ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า	96
5-9	ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง	97
6-1	การคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2553-2563	105
6-2	การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกจากการผลิตเหล็ก ในช่วงปี 2553-2563	110

รูปที่ **หน้า**

6-3 การคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 จากการผลิตเหล็กต้นน้ำ 1 โรงที่มีการใช้เทคโนโลยีที่ดี 112

6-4 การคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 จากการผลิตเหล็กต้นน้ำ 1 โรงที่มีการใช้เทคโนโลยีปานกลาง 113

7-1 การเปรียบเทียบการปลดปล่อยที่ใช้ค่า Grid emission เท่ากับ 0.58 $kgCO_2/kWh$ กับค่าการปลดปล่อยตาม PDP 2010 ตั้งแต่ปี 2553-2563 โดยไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ 120

7-2 การเปรียบเทียบปริมาณ CO_2 equivalent ที่ปลดปล่อยออกจากกระบวนการผลิตเหล็กเมื่อแทนที่น้ำมันเตาโดยก๊าซธรรมชาติและแทนที่เชื้อเพลิงทั้งหมดโดยก๊าซธรรมชาติ 123

7-3 การลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 จากมาตรการต่างๆ ตั้งแต่ปี 2553-2563 (BAU, BAU-Fuel oil sub, BAU-NG 100, BAU-NG 100- Energy eff) 126

7-4 ปริมาณการปลดปล่อยจากมาตรการต่างๆ (BAU, BAU-Fuel oil sub, BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100–Energy eff–Plastics, BAU-NG 100–energy eff-Plastics-CCS) 130

7-5 ปริมาณการปลดปล่อยจากมาตรการต่างๆ (BAU, BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100– Energy eff–PCI, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ-TRT) 132

8-1 แสดงการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ 173

Executive Summary

บทสรุปผู้บริหาร

เรื่องการเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญในโลกเนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นต้นทางของอุตสาหกรรมอื่นๆเป็นจำนวนมาก ประเทศไทยเองก็มีการใช้เหล็กและเหล็กกล้าเป็นจำนวนมาก โดยมีการนำเข้ามาถึงปีละ 12.5 ล้านตันในปี 2550 โดยคิดเป็นอันดับ 9 ของโลก ทั้งนี้ก็เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำที่สามารถผลิตเหล็กคุณภาพสูงเพื่อป้อนให้กับอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้อย่างเพียงพอการนำเข้าเหล็กทำให้ผู้ผลิตในระดับกลางน้ำและปลายน้ำของประเทศมีข้อเสียเปรียบในเรื่องราคาและความแปรปรวนของต้นทุน และยังทำให้ไทยไม่สามารถมีเทคโนโลยีในการผลิตเหล็กคุณภาพสูงที่ใช้กับงานยานยนต์หรือไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ได้ แรงจูงใจอีกประการหนึ่งก็คือความต้องการเหล็กในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะเติบโตต่อไปอีกเนื่องจากยังมีโครงการสาธารณูปโภคต่างๆอีกมากที่ต้องการเหล็ก เช่นรถไฟฟ้า รถไฟความเร็วสูง สะพาน ถนน และโครงการอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ทั้งนี้ยังไม่รวมการผลิตรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อการส่งออกอีก

อย่างไรก็ดีอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่เป็นจำนวนไม่น้อย โดยในปี 2004 พบว่าอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในโลกรวมปล่อยก๊าซ CO_2 ที่เป็นก๊าซเรือนกระจกหลักถึง 27% ของการปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด โดยการปลดปล่อยหลักๆจะมาจากช่วงการถลุงแร่เหล็กให้เป็นโลหะเหล็ก ดังนั้นเมื่อมีแนวคิดจะสร้างอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในประเทศ จึงมีความจำเป็นต้องประเมินการปลดปล่อยในสถานการณ์ต่างๆ การทบทวนแนวทางการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กของต่างประเทศ และแนวทางของภาครัฐในการส่งเสริมการลงทุนและควบคุมมลพิษและผลกระทบอื่นๆจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการใช้พลังงาน และอาจจะจำแนกที่มาได้จากสามแหล่งหลักๆกล่าวคือจากปฏิกริยาเคมีของวัตถุดิบประเภทต่างๆ; จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ณ กระบวนการผลิต; และจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตนอกโรงงานซึ่งได้มาจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยอาจจะถือได้ว่าเป็นการปลดปล่อยโดยอ้อมก็ได้ พบว่าค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ของการผลิตเหล็กกล้าของ IPCC จากเส้นทาง BF-BOF จะอยู่ที่ 1.6 ตันต่อตันผลิตภัณฑ์ และค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ของการผลิตเหล็กกล้าจากเส้นทางของ EAF (Electrical arc furnace) จะประมาณ 80-120 kg ต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยค่าการปลดปล่อยส่วนใหญ่จะไปอยู่กับพลังงานไฟฟ้า ในภาพรวมพบว่าค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผู้ผลิตเหล็กในโลกจะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 ตัน CO_2 /ton crude steel โดยค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยของโลกที่คิดถ่วงน้ำหนักปริมาณผลิตภัณฑ์จากเส้นทางหลักๆอันได้แก่ BF-BOF, OHF และ EAF ไว้แล้วและเป็นค่าที่รวม Process emission และ Energy use ภายในโรงงาน

พบว่าตัวชี้วัดที่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กในระดับนานาชาติก็คือค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเมื่อนำมาใช้จะไม่กระทบกระเทือนต่อปริมาณการผลิต การหาค่าการปลดปล่อยจำเป็นต้องมีการให้นิยามของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายหรือไม่ ขอบเขต (Boundary) ของการคำนวณต้องมีความชัดเจนว่าเป็นการนับการปลดปล่อยสะสมหรือแยกเป็นการปลดปล่อยของแต่ละกระบวนการ และการรายงานผลจะใช้หลักเกณฑ์ของหน่วยงานใด เช่นของ IPCC, WRI, หรือ Worldsteel ฯลฯ เมื่อได้ค่าการปลดปล่อยแล้วจะต้องนำมาเรียงลำดับกันเพื่อการเลือกค่าตัวชี้วัด การเลือกค่าตัวชี้วัดจะต้องทำอย่างระมัดระวังว่าจะใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่า Benchmark ของค่าที่ดีที่สุดสิบลำดับแรก การกำหนดค่า Benchmark นี้อาจจะกลายไปเป็นเป้าหมายของการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ อย่างไรก็ตามการกำหนดค่าเป้าหมายนี้ควรพิจารณาในเรื่องของความพร้อมและศักยภาพการลดของภาคอุตสาหกรรมควบคู่ไปกับเรื่องของการกำหนดเป้าด้วย

เนื่องจากอุตสาหกรรมเหล็กของไทยอยู่ในระดับของกลางน้ำและปลายน้ำ ทำให้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทยมาจากการปลดปล่อยโดยอ้อมจากการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการปลดปล่อยโดยตรง จากการคำนวณพบว่าค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของเหล็กทรงแบนเท่ากับ 261.22 kg.CO_2 equivalent/ตัน และของเหล็กทรงยาวเท่ากับ 408.26 kg.CO_2 equivalent/ตัน และค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของ

ผลิตภัณฑ์เหล็กรวมของประเทศไทยในปี 2551 เท่ากับ 321.66 kg.CO_2 equivalent/ตัน จากการประมาณการณ์ของการปลดปล่อยตั้งแต่ปี 2553-2563 โดยใช้สามสถานการณ์พบว่า ในสถานการณ์แรกที่ไม่มีเหล็กต้นน้ำ จะมีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากปี 2553 เท่ากับ 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent เป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 ในสถานการณ์การที่สอง ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีที่ดีที่กำลังการผลิตสูงสุด 4.3 ล้านตันต่อปี พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 13.18 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 และในสถานการณ์การที่สาม ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 15.54 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 ปริมาณการปลดปล่อยระดับนี้ถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับญี่ปุ่นในปี 2550 (193 ล้านตัน CO_2)

ในสภาพการณ์ปัจจุบันและในสถานการณ์ที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ พบว่าจะสามารถลดการปลดปล่อยลงได้ถึง 4.17 % ของการปลดปล่อยในปี 2553 และ 2563 หากมีการแทนที่น้ำมันเตาด้วยก๊าซธรรมชาติ และหากมีการแทนที่เชื้อเพลิงทุกชนิดด้วยก๊าซธรรมชาติ จะสามารถลดการปลดปล่อยลงได้ถึง 5.17% ซึ่งเมื่อบวกรวมผลจากมาตรการประหยัดพลังงานอย่างง่ายจะทำให้สามารถลดลงรวมได้ถึงประมาณ 6% จาก BAU ในสถานการณ์การที่สอง ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีที่ดีที่กำลังการผลิตสูงสุด 4.19 ล้านตันต่อปีนั้น พบว่าการลดเพิ่มเติมจะเกิดได้จากการปรับปรุง Blast furnace การใช้ Plastic waste ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้ระบบ Carbon capture and storage-CCS โดยจะลดได้สูงสุดถึง 29-31% ของ BAU โดยประสิทธิภาพในการลดหลักจะมาจากระบบ CCS นั่นเอง และในสถานการณ์ที่สาม ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางนั้น พบว่าการลดเพิ่มเติมจะสามารถเกิดได้จากการใช้ระบบ PCI, CDQ และ TRT อย่างไรก็ดีการลดการปลดปล่อยจะทำได้ไม่มากนักโดยอยู่ที่ประมาณไม่เกิน 5% จาก BAU

การประมาณต้นทุนการลดการปลดปล่อยจากข้อมูลต่างประเทศ ในกรณีของการไม่มีเหล็กต้นน้ำ พบว่ามาตรการสำคัญในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากจะมาจาก การใช้ก๊าซธรรมชาติทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลแบบต่างๆ การบำรุงรักษาที่ดี และการจัดการระบบพลังงาน โดยมีค่าต้นทุนประมาณ 279-578, 29, และ -1,666-1,666 บาทต่อตัน CO_2 ตามลำดับโดยค่าติดลบ

หมายถึงผลที่ได้ในด้านการประหยัดพลังงานด้วย สำหรับในสถานการณ์การที่สองที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีที่ดีนั้น เทคโนโลยีหลักในการลดการปลดปล่อยก็คือ การปรับปรุง Blast furnace การใช้ Plastic waste ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้ระบบ Carbon capture and storage-CCS โดยมีค่าต้นทุนประมาณ -1,331-1,331, 0 - 1,331, และ 1,065 -1,597 บาทต่อตัน CO_2 ตามลำดับ และในสถานการณ์ที่สาม ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางนั้น พบว่าการลดเพิ่มเติมจะเกิดได้จากการใช้ระบบ PCI, TRT และ CDQ โดยมีค่าต้นทุนประมาณ -1,358, 4,769, และ 1,301 บาทต่อตัน CO_2 ตามลำดับ

ประเทศต่างๆในโลกจะมีมาตรการอย่างน้อยที่สุดที่ครอบคลุมด้านการส่งเสริม มาตรการควบคุมมลพิษ และมาตรการระวังผลกระทบต่อชุมชนและภาคประชาสังคมจากภาคอุตสาหกรรม ในประเทศไทยทางคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้มีประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/2553 เรื่อง การส่งเสริมการลงทุนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยพยายามที่จะส่งเสริมการลงทุนเพื่อการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน หรือการลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม การขยายความในรายละเอียดที่จะทำการส่งเสริมการลงทุนที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั้งด้านการลดหย่อนหรือการงดเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร ภาษีเงินได้นิติบุคคลและอากรขาเข้าสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กทั้งต้นกลางและปลายน้ำได้มีการระบุไว้ในประกาศของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่อง นโยบายส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กขั้นต้น

สุดท้ายภาครัฐควรจัดทำแนวทางการคำนวณที่ชัดเจน อบรมและให้ความรู้กับภาคอุตสาหกรรมเพื่อการเก็บข้อมูลการปลดปล่อย ขั้นตอนของการกำหนดเป้าหมายการลดกรรมวิธีและยุทธศาสตร์ของการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กในภาพรวมควรทำร่วมกัน หากใช้ต้นทุนที่สูงในการลดก๊าซเรือนกระจก ภาคอุตสาหกรรมอาจจะเลือกที่จะซื้อเครดิตจากภาคส่วนที่มีการลดได้ง่ายกว่าหรืออาจจะเลือกที่จะขอรับความช่วยเหลือเพื่อลดการปลดปล่อยทั้งทางการเงินหรือเทคนิคจากหน่วยงานของรัฐหรือจากหน่วยงานระหว่างประเทศก็ได้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นเป็นจำนวนมาก อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมการก่อสร้างตลอดจนอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ใช้เหล็กเป็นวัตถุดิบ โดยข้อมูลในปี พ.ศ. 2550 พบว่าประเทศไทยนำเข้าเหล็กคุณภาพสูงจากต่างประเทศ จำนวน 5.37 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 177,257 ล้านบาท หรือประมาณร้อยละ 59[1] [94] ของมูลค่าการนำเข้าเหล็กทั้งหมด อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กของประเทศไทยในปัจจุบันผลิตได้แต่เหล็กคุณภาพต่ำเนื่องจากไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำ ทำให้เหล็กที่ผลิตได้ไม่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่สำคัญได้ยังต้องพึ่งพิงการนำเข้า เหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้อุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆของประเทศไทยขาดความสามารถในการแข่งขันและสูญเสียโอกาสในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นเมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ.2548 คณะรัฐมนตรีจึงมีมติเห็นชอบต่อนโยบายการส่งเสริมและสนับสนุนการผลิตเหล็กต้นน้ำ นอกจากนั้นการประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ครั้งที่ 7/2552[1] [94] ได้พิจารณารับทราบผลการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ว่าด้วยนโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กต้นน้ำเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูงในประเทศไทยและยืนยันการส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตเหล็กคุณภาพสูงในไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะมีการตั้งฐานการผลิตอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในประเทศเพื่อให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กแบบครบวงจรและเพื่อให้ตอบสนองการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ให้ดียิ่งขึ้น

อุตสาหกรรมเหล็กครบวงจรในที่นี้จะเริ่มจากอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำโดยจะครอบคลุมตั้งแต่การรับสินแร่เหล็ก (Iron ore) การผลิตถ่านโค้ก (Coke) เพื่อใช้ในกระบวนการทำก้อนแร่เหล็กเผา (Sintering) โดยอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในที่นี้จะสิ้นสุดลงหลังจากมีการผลิตเหล็กถลุง (Pig iron) และหรือเหล็กพรุน (Sponge iron) จากเตาถลุงแบบพ่นลม (Blast furnace) ส่วนอุตสาหกรรมเหล็กกลางน้ำจะเริ่มต้นตั้งแต่การนำเหล็กถลุง (Pig iron) และหรือเหล็กพรุน (Sponge iron) มาผสมกับเศษเหล็ก(Scrap) เพื่อผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า (EAF-Electrical arc furnace) หรือเตาออกซิเจน (BOF-Basic oxygen furnace) นอกจากนั้นเหล็กขั้นกลางยังหมายรวมถึงขั้นตอนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished steel)

---

[1] RYT9. “ผลการประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ครั้งที่ 7/2552” [online]. Available from : http://www.ryt9.com/s/cabt/541810/ [2009, December 15].

เช่น เหล็กแท่งยาว (Billet) เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) และเหล็กแท่งแบน(Slab) สุดท้ายคือ อุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลายซึ่งเป็นการรับเหล็กขั้นกลางมาทำการขึ้นรูปเพื่อให้ได้รูปทรงและคุณสมบัติต่างๆตามต้องการ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลายจะสิ้นสุดลงที่ผลิตภัณฑ์ซึ่งได้แก่ ท่อเหล็ก เหล็กแผ่นเคลือบ เหล็กรีดร้อน เหล็กรีดเย็น ชนิดต่างๆ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจะพบว่าการผลิตเหล็กต้นน้ำหรือโรงถลุงเหล็กนั้นเป็นขั้นตอนสำคัญในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าที่มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและมีการปล่อยมลพิษออกมาอย่างมาก ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่ามีผลกระทบต่อทั้งมลพิษระดับท้องถิ่นและมลพิษระดับโลก โดยเฉพาะปัญหาด้านก๊าซเรือนกระจก ซึ่งจากผลการศึกษาของโครงการการพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา[2] [22] ที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมผลิตเหล็กจาก Scrap ในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2549 พบว่า สำหรับก๊าซเรือนกระจกหลัก อันได้แก่ CO_2 จากการผลิตเหล็กในประเทศไทยนั้นมาจากการใช้พลังงานในการผลิตเป็นหลัก โดยคิดเป็นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยสำหรับปี พ.ศ. 2549 เท่ากับ 0.48 ton CO_2 equivalent/ton product โดยทั้งนี้เป็นค่าที่คิดมาจากปริมาณการผลิตเหล็กทั้งหมดในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งเท่ากับ 8,817,909.46 ตัน ฉะนั้นหากมีการตั้งฐานอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในประเทศไทยขึ้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านปัญหาก๊าซเรือนกระจกที่จะต้องมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างแน่นอนจากปริมาณเหล็กและการปลดปล่อยที่สูงขึ้นจากอุตสาหกรรมต้นน้ำ

ในขณะนี้เวทีการเจรจาเรื่องโลกร้อนต่างๆ ได้มีการหยิบยกประเด็นเรื่องแนวทางการควบคุมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายสาขา หรือ Sectoral Approach มาประกอบการเจรจา ซึ่งคาดการณ์กันว่า Sectoral Approach อาจเป็นมาตรการใหม่ใน Post 2012 Regime นอกจากนั้นประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังจะเป็นประเด็นในเวทีการเจรจาการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งอาจมีผลผูกพันในด้านมาตรการ กฎระเบียบ หรือแม้แต่การกีดกันการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์หรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างประเทศมายังไทย หรือจากไทยไปต่างประเทศอีกด้วย

ดังนั้นเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมกับการเกิดอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำขึ้นในประเทศไทย จึงควรมีการศึกษาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กต้นน้ำตลอดจนการผลิตเหล็กกลางน้ำและปลายน้ำ เพื่อให้เห็นภาพรวมของก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าตลอดวงจร โดยจะเน้นไปที่การกำหนดเป้าหมาย ตัวชี้วัดสำคัญต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกตลอดจนศักยภาพของการลดก๊าซเรือน

---

[2] สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม,ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ. “การพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา”. โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, มิถุนายน 2552.

กระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศ และรวมถึงการศึกษาข้อมูลประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น กระบวนการผลิต เทคโนโลยี วัตถุดิบ สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ

1.2.2 เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ข้อมูลวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ

1.3.2 ได้ข้อมูลศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมมาตรการที่จำเป็น

บทที่ 2
ภาพรวมของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของโลก

2.1 อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศและโลก เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่สนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม และเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเชื่อมโยงไปยังอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล เฟอร์นิเจอร์ บรรจุภัณฑ์อาหารกระป๋อง เป็นต้น [101] เนื่องจากปริมาณการผลิตที่มากและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่สูงทำให้อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยออกของก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับต้นๆของกลุ่มอุตสาหกรรมหนัก

สำหรับภาพรวมของการใช้เหล็กและเหล็กกล้าในโลกนั้นจะพบว่า “การก่อสร้าง” เป็นภาคส่วนที่มีการใช้เหล็กมากที่สุด ตามมาด้วยภาคส่วนอื่นๆที่มีการใช้โครงสร้างที่เป็นเหล็ก, การผลิตเครื่องจักรกล, การผลิตรถยนต์ และสินค้าประเภทโลหะ [101] โดยจากข้อมูลของ Worldsteel Association พบว่าปริมาณการใช้เหล็กกล้าปรากฏ (Apparent steel use: ASU) ของโลกในปี 2007 เท่ากับ 1,224 mmt. (Million metric ton), ในปี 2008 เท่ากับ 1,207 mmt. และในปี 2009 เท่ากับ 1,104 mmt. [115] ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้เหล็กกล้าของโลกจากปี 2007 ถึง 2009 มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากสภาวะเศรษฐกิจโลกที่กำลังถดถอย จึงส่งผลให้ความต้องการใช้เหล็กชะลอตัวลงในเกือบทุกภูมิภาค [19]

อุตสาหกรรมเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมในระดับนานาชาติ โดยมีการประมาณไว้ว่าราวหนึ่งในสามของการผลิตเหล็กกล้าทั้งหมดของโลกจะเป็นการผลิตเพื่อขายระหว่างประเทศ อย่างไรก็ดีระยะทางในการขนส่งระหว่างจุดที่ทำการผลิตกับจุดขายไม่ควรมีมากเกินไปเนื่องจากจะส่งผลให้ต้นทุนในการขนส่งสูงขึ้น ดังนั้นโรงงานส่วนใหญ่ที่กำลังถูกสร้างขึ้นใหม่จึงมักจะตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งที่มีความต้องการบริโภคเหล็กและเหล็กกล้า [101] จากสถิติประเทศที่มีปริมาณการผลิตเหล็กกล้ามากที่สุด 5 อันดับแรกของโลกจากปี 2004-2009 จะเห็นได้ว่าประเทศกำลังพัฒนาอย่างจีนและอินเดียมีปริมาณการผลิตสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วอย่างสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นมีปริมาณการผลิตที่ลดลง ดังแสดงในตารางที่ 2-1 [118] และแม้ว่าในบางผลิตภัณฑ์จะสามารถใช้วัสดุอื่นๆทดแทนเหล็กกล้าได้ เช่น ใช้อลูมิเนียมในการผลิตรถยนต์ หรือใช้ไม้ในการก่อสร้าง แต่ปัจจุบันทางเลือกเหล่านี้ยังไม่ค่อยได้รับความสนใจและพัฒนาเท่าที่ควร [101]

ตารางที่ 2-1 สถิติประเทศที่มีปริมาณการผลิตเหล็กกล้ามากที่สุด 5 อันดับแรกของโลกจากปี 2004-2009 (ล้านตัน) [118]

อันดับ ประเทศ	2009	2008	2007	2006	2005	2004	%2009/2008
จีน	567.8	500.3	489.3	419.1	353.2	282.9	13.5
ญี่ปุ่น	87.5	118.7	120.2	116.2	112.5	112.7	-26.3
รัสเซีย	59.9	68.5	72.4	70.8	66.1	65.6	-12.5
สหรัฐอเมริกา	58.1	91.4	98.1	98.6	94.9	99.7	-36.4
อินเดีย	56.6	55.1	53.1	49.5	45.8	32.6	2.7

ที่มา : Worldsteel Association ข้อมูล ณ วันที่ 22 มกราคม 2010

2.2 ภาพรวมและขั้นตอนโดยรวมของกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

การผลิตเหล็กและเหล็กกล้าประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆมากมาย ตั้งแต่การเริ่มต้นที่การเตรียมวัตถุดิบต่างๆจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กกล้า ความเข้าใจในกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีแบบต่างๆจะทำให้สามารถเห็นภาพของการปลดปล่อยออกของก๊าซเรือนกระจกจากจุดการผลิตต่างๆได้ดียิ่งขึ้น อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าแบบครบวงจรสามารถแบ่งประเภทตามขั้นตอนหรือกระบวนการผลิต ได้ดังนี้ (โดยโครงสร้างการผลิตเหล็กครบวงจรแสดงดังในรูปที่ 2-1) [35]

1.การผลิตเหล็กขั้นต้น-การถลุงหรือการผลิตเหล็ก (Iron making)

เป็นการนำแร่เหล็กมาถลุง ซึ่งขั้นตอนนี้จะมีแร่เหล็ก (Iron ore), ถ่านโค้ก (Coke) และปูนขาว (Lime) เป็นวัตถุดิบเพื่อให้ได้น้ำเหล็กหลอมเหลว (Hot metal) เหล็กถลุง (Pig iron) หรือเหล็กพรุน (Sponge iron) ซึ่งเป็นวัตถุดิบพื้นฐานในการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า โดยเหล็กที่ผลิตได้จากเตาถลุงแบบพ่นลม (Blast furnace) จะประกอบไปด้วยคาร์บอน (Carbon) (ประมาณ 4.5%) และสารมลทิน (Impurities) ต่างๆ ซึ่งทำให้เหล็กมีความเปราะมากเกินไปจึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานต่างๆทางด้านวิศวกรรม การผลิตเหล็กขั้นต้นต้องใช้การลงทุนสูง เพราะต้องมีระบบสาธารณูปโภคและระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้ออำนวยต่อการผลิต เช่น ท่าเรือน้ำลึก ระบบถนน เป็นต้น [35]

2.การผลิตเหล็กขั้นกลาง-การผลิตเหล็กกล้า (Steel making) และการหล่อ (Casting)

เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตเหล็กขั้นต้นทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง รวมถึงเศษเหล็กมาหลอมรวมกัน และจะมีขั้นตอนของการปรุงส่วนผสมน้ำเหล็กกล้า (Liquid steel) อยู่ด้วย ซึ่งกระบวนการขั้นนี้ได้ถูกนำมาใช้เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติต่างๆของ Liquid

steel โดยจะช่วยปรับปรุงค่าส่วนผสมทางเคมีต่างๆ อุณหภูมิ และความสะอาด ให้เที่ยงตรงและดียิ่งขึ้นเพื่อให้ได้เหล็กกล้าที่มีคุณสมบัติต่างๆตามต้องการ การผลิตเหล็กกล้าแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ [35]

2.1) การผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาออกซิเจน (Basic oxygen furnace: BOF) เป็นการนำ Hot metal หรือ Pig iron ที่ได้จาก Blast furnace มาผสมกับ Scrap และลดปริมาณ Carbon ให้เหลือ 0 -1.5% โดยการเป่า Oxygen ผ่านโลหะในเตา Converter เพื่อให้กลายเป็น Liquid steel [26]

2.2) การผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า (Electric arc furnace: EAF) วิธีนี้ถูกนำมาใช้สำหรับการหลอม Scrap โดย Scrap ที่หมุนเวียนมาใช้ใหม่จะถูกหลอมและเปลี่ยนไปเป็นเหล็กกล้าคุณภาพด้วยการอาร์คไฟฟ้ากำลังสูง [26]

Liquid steel ที่ได้จะถูกนำมาหล่อแบบต่อเนื่อง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้คือ ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished steel) ได้แก่ เหล็กแท่งยาว (Billet) เหล็กแท่งแบน (Slab) และเหล็กแท่งใหญ่ (Bloom หรือ Beam) ซึ่งในปัจจุบันการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting) ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายแทนการหล่อเป็นแท่งแบบสมัยเก่า (Ingot) [26]

3.การผลิตเหล็กขั้นปลาย-การขึ้นรูปเหล็กกล้า (Steel forming)

เป็นการนำ Semi-finished steel มาผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการต่างๆ ได้แก่ การรีดร้อน การรีดเย็น การชุบเคลือบผิว การผลิตท่อเหล็ก การตีขึ้นรูป รวมถึงการหล่อเหล็ก ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เหล็กทรงยาว ได้แก่ เหล็กเส้น เหล็กลวด เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน และเหล็กทรงแบน ได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อน เหล็กแผ่นรีดเย็น เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดเย็น โดยทั่วไปการขึ้นรูปเหล็กกล้าแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ [35]

3.1) การขึ้นรูปขั้นปฐมภูมิ (Primary forming)

เป็นวิธีที่ถูกประยุกต์ใช้กับ เหล็กแท่งแบน (Slab), เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom), และเหล็กแท่งยาว (Billet) ที่ผ่านกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (และใช้กับเหล็กกล้าที่หล่อเป็นแท่งแบบสมัยเก่าด้วย) ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยทำให้เกิดการลดหรือเปลี่ยนแปลงรูปทรง เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในเนื้อโลหะ ผลิตภัณฑ์ในขั้นนี้ เช่น เหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot rolled plate) เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน (Hot rolled coil) เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (Re-bar) เหล็กลวด (Wire rod) เหล็กโครงสร้าง รูปพรรณ (Section) เป็นต้น [26]

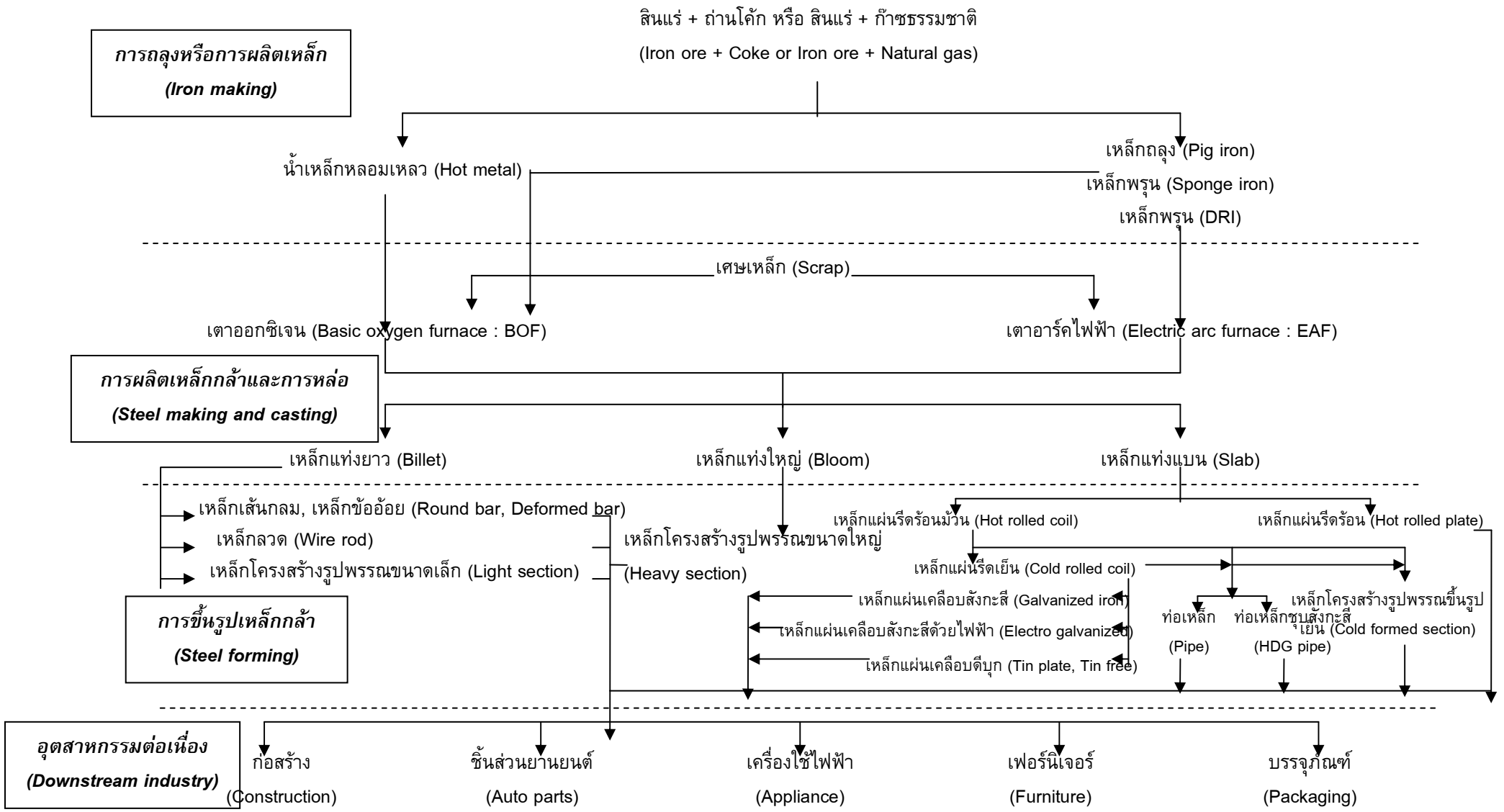
3.2) การขึ้นรูปขั้นทุติยภูมิ (Secondary forming)

กระบวนการในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การผลิต การแปรรูปและการตกแต่งงานขั้นสุดท้าย (Manufacturing, fabrication & finishing) เพื่อทำให้ชิ้นส่วนเหล็กกล้าขั้นสุดท้ายมีรูปทรงและคุณสมบัติต่างๆตามต้องการ ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นกระบวนการต่างๆ ได้แก่ การเปลี่ยนรูปทรง

(Shaping) เช่น การรีดเย็น (Cold rolling), การกลึงแปรรูป (Machining) เช่น การเจาะ (Drilling), การต่อประสาน (Joining) เช่น การเชื่อม (Welding), การเคลือบผิว (Coating) เช่น การชุบสังกะสี กัลวาไนซ์ (Galvanizing), การทำกรรมวิธีทางความร้อน (Heat treatment) เช่น การเทมเปอร์ริ่ง (Tempering) และการทำกรรมวิธีปรับปรุงผิว (Surface treatment) เช่น การทำคาร์บูไรซิ่ง (Carburizing) [26]

4.การแปรรูปเหล็กสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

เป็นการนำผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นปลายไปเป็นวัตถุดิบของการผลิตอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ ก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ และบรรจุภัณฑ์ [35]



รูปที่ 2-1 โครงสร้างการผลิตเหล็กแบบครบวงจร [39]

2.3 กระบวนการและปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

2.3.1 กระบวนการผลิตเหล็กจาก Iron ore (การถลุง Iron ore)

กระบวนการผลิตเหล็กจาก Iron ore จะประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

- กระบวนการเตรียม Iron ore โดยรวมถึงขั้นตอน Sintering Process และ Pelletizing process ด้วย
- กระบวนการเตรียม Coke โดยรวมถึงกระบวนการผลิต Cokeจาก Coal
- ฟลักซ์ (Flux)
- ตัวเชื่อมประสาน (Binder)
- เทคโนโลยีการถลุงเหล็กหรือการผลิตเหล็กขั้นต้น
- ส่วนประกอบต่างๆของเหล็กถลุง (Pig iron)

2.3.1.1 กระบวนการเตรียม Iron ore

แร่เหล็ก (Iron ore)

แร่ชนิดต่างๆที่ใช้ในการผลิตเหล็กเรียกว่า Iron ore หรือ Iron bearing minerals ซึ่งแร่แต่ละชนิดมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-2 [28] จะเห็นได้ว่า Iron ore ทุกชนิดจะอยู่ในรูปของเหล็กออกไซด์ ซึ่งในกระบวนการถลุง Iron ore นั้นก็คือการทำให้เกิดปฏิกิริยา Reduction หรือการดึง Oxygen ออกจากออกไซด์ของเหล็กด้วย Carbon ซึ่งทำให้เกิดก๊าซ CO และ CO_2

ในปี 2008 พบว่าประเทศที่มีปริมาณสำรองของ Iron ore มากที่สุดคือ ยูเครน รองลงมาคือ ออสเตรเลีย รัสเซีย จีน บราซิล สหรัฐอเมริกา อินเดีย แคนาดา และแอฟริกาใต้ ตามลำดับ โดยประเทศที่ส่งออก Iron ore มากเป็นอันดับต้นๆ คือ ออสเตรเลีย บราซิล แคนาดา อินเดีย และแอฟริกาใต้ ซึ่ง Iron ore ที่มีคุณภาพเหมาะสมเพื่อใช้ในการถลุงควรมีธาตุเหล็กมากกว่าร้อยละ 50 [35] Iron ore คุณภาพต่ำย่อมมีการใช้พลังงานมากขึ้นเพื่อให้ได้เหล็กที่มีปริมาณเท่ากันเมื่อเทียบกับ Iron ore คุณภาพสูง

ตารางที่ 2-2 สินแร่เหล็ก (Iron ore) ที่สำคัญ [28]

Class and mineralogical name	***Common designation***
Oxide	
Magnetite	Ferrous-ferric oxide
Hematite	Ferric oxide
Limenite	Iron-titanium oxide
Limonite	Hydrous iron oxides
Carbonate	
Siderite	Iron carbonate
Iron pyrite	**-**

- Magnetite

ตามสูตรทางเคมีจะมีปริมาณเหล็กอยู่ 72.36% ลักษณะเป็นก้อนสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ ถ้านำไปบดให้ละเอียดจะมีเนื้อสีดำ มันวาว มีความถ่วงจำเพาะ 5.16-5.18 มีความเป็นแม่เหล็กโดยธรรมชาติ จึงนิยมเรียกว่าแร่แม่เหล็ก โดยลักษณะของ Magnetite แสดงดังรูปที่ 2-2 พบมากที่สุดในประเทศสวีเดน [28]

รูปที่ 2-2 ลักษณะของ Magnetite [66] (ซ้าย) และ Hematite [110] (ขวา)

- Hematite

ตามสูตรทางเคมีจะมีปริมาณเหล็กอยู่ 69.94% ลักษณะเป็นก้อนสีน้ำตาลแดง เมื่อบดจะมีสีแดงมันวาว มี Titanium ผสมบ้างเล็กน้อย มีความถ่วงจำเพาะ 5.26 โดยลักษณะของ Hematite แสดงดังรูปที่ 2-2 พบมากในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ อังกฤษ และในทะเลสาบสุพีเรียของอเมริกา [28]

- Ilimenite

ตามสูตรทางเคมีจะมีปริมาณเหล็กอยู่ 38.60% และมีปริมาณ Titanium อยู่ 31.57% มักจะขุดพบร่วมกับ Magnetite มักจะนิยมใช้ในการผลิต Titanium มากกว่าการผลิตเหล็ก [28]

- Limonite

หรือ Brown hematite เป็น Hydrous oxide มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลหรือเหลืองเข้ม โดยตามสูตรทางเคมีจะมีปริมาณเหล็กอยู่ราว 62.85% มีความถ่วงจำเพาะ 3.60-4.00 พบมากในประเทศเยอรมนี และสหรัฐอเมริกา [28]

- Siderite

มีลักษณะเป็นก้อนสีน้ำตาลเข้ม ตามสูตรทางเคมีจะมีปริมาณเหล็กอยู่ 48.20% และมี CO_3 อยู่ 37.99% % มีความถ่วงจำเพาะ 3.83-3.88 พบมากในประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา [28]

- Iron Pyrite

มี Sulfur ปนอยู่มากถึง 53% และมี Iron ore อยู่เพียง 46% และยังมี Cobalt และ Nickel ผสมอยู่บ้างเล็กน้อย พบมากในประเทศสเปน สหรัฐอเมริกา และไทย [28]

ในการพิจารณาเบื้องต้นว่าแร่ชนิดใดที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ถลุงเหล็ก จะขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุเหล็กที่มีอยู่ใน Iron ore เป็นหลัก โดยต้องมีปริมาณเหล็กมากพอเพื่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ การผลิต Iron ore ที่นิยมนำมาใช้ในการถลุงเหล็กคือ Magnetite และ Hematite รองลงมาคือ Limonite และ Siderite นอกจากสารประกอบของเหล็กแล้วใน Iron ore ยังมีกากแร่ (Gangue) ซึ่งเป็นสารประกอบของธาตุอื่นที่นอกเหนือจากเหล็กเช่น Alumina (Al_2O_3), Silica (SiO_2), Lime (CaO) หรือ Magnesia (MgO) ซึ่งใน Iron ore จะมี Gangue อยู่เพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์และยังมีธาตุอื่นๆอยู่ในลักษณะของ Impurities ซึ่งบางตัวมีประโยชน์ต่อคุณภาพเหล็กแต่บางตัวมีโทษต่อคุณภาพเหล็กและกระบวนการผลิต ตารางที่ 2-3 แสดงผลของธาตุแต่ละตัวที่มีต่อคุณภาพของ Hot metal และกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace [28]

ตารางที่ 2-3 ผลของธาตุหรือสารประกอบของ Iron ore ต่อคุณภาพของ Hot metal และกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace [28]

ธาตุหรือสารประกอบจากแร่เหล็ก	ผลต่อคุณภาพของ Hot metal และต่อกระบวนการถลุงเหล็ก
Fe	เปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal (95-97%)
P	เปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal (90-95%)
Mn	เปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal (60-80%) และสุดท้ายเปลี่ยนเป็นส่วนประกอบของ Slag (ตะกรัน) ที่เกิดจากกระบวนการ Steel making
SiO_2	บางส่วนเปลี่ยนไปอยู่ใน Slag และบางส่วนเปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal
Al_2O_3	เปลี่ยนไปอยู่ใน Slag (90-95%)
CaO	เปลี่ยนไปอยู่ใน Slag (90-95%)
MgO	เปลี่ยนไปอยู่ใน Slag (90-95%)
S	บางส่วนเปลี่ยนไปอยู่ใน Slag และบางส่วนเปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal
Na_2O, K_2O	จะสะสมหมุนเวียนอยู่ภายในเตาและบางส่วนเปลี่ยนไปอยู่ใน Slag
ZnO	จะกลายเป็นฝุ่น แต่บางส่วนจะแทรกซึมเข้าไปตามรอยต่อของอิฐทนไฟที่บุผนังเตา
TiO_2	เปลี่ยนไปอยู่ใน Slag ซึ่งจะมีผลต่อความหนืดของ Slag และจำเป็นที่จะต้องควบคุมการสะสมเพื่อลดการสึกหรอในบริเวณ Hearth ของเตา
As, Cu, Sn, Ni	เปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal (90-95%) และเป็นส่วนผสมที่ไม่พึงปรารถนาสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน
Cr_2O_3	เปลี่ยนไปอยู่ใน Hot metal และเป็นส่วนผสมที่ไม่พึงปรารถนาสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน
H_2O	จะกลายเป็นไอน้ำลอยออกจากเตาพร้อมกับ Top gas ทำให้สูญเสียพลังงานความร้อน

จากตารางที่ 2-3 จะเห็นได้ว่าธาตุต่างๆที่เป็นสารเจือปนล้วนแต่สามารถส่งผลต่อคุณภาพของเหล็กและปริมาณ Slag ที่จะเกิดได้ทั้งสิ้น โดยถ้าเกิด Slag มากเกินไป จะทำให้มีการใช้พลังงานมากเกินความจำเป็น การที่มี Slag เพิ่มขึ้นอีก 50 กิโลกรัมต่อตันของ Hot metal จะทำให้ต้องใช้ Coke เพิ่มขึ้นอีก 12 กิโลกรัมต่อตันของ Hot metal ปริมาณ Coke ที่ถูกใช้มากขึ้นก็ย่อมหมายถึงก๊าซเรือนกระจกที่จะถูกปลดปล่อยออกมามากขึ้นด้วย โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กในทวีปอเมริกาเหนือจะมีการควบคุมปริมาณ Slag อยู่ที่ 175-280 กิโลกรัมต่อตันของ Hot metal [28]

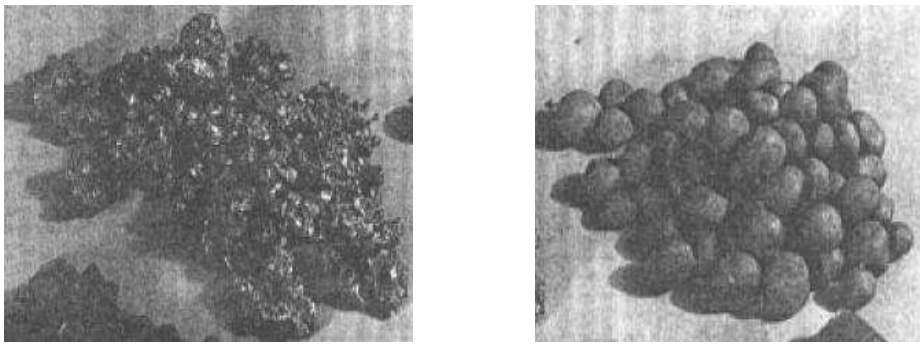
หลังจากที่ Iron ore ถูกนำขึ้นมาจากเหมืองแร่เหล็กแล้วจะต้องผ่านกระบวนการเตรียมแร่ (Ore preparation) ที่เรียกว่า Beneficiation และ Agglomeration

กระบวนการ Beneficiation จะครอบคลุมถึงเทคนิคและขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ปรับปรุงสมบัติของ Iron ore ไม่ว่าจะเป็นทางเคมี ทางกายภาพ และทางโลหะวิทยา เพื่อให้ Iron ore มีสภาพเหมาะสมต่อกระบวนการถลุงมากที่สุด ซึ่งเทคนิคขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ การบดเพื่อลดขนาด (Crushing), การคัดแยกขนาด (Screening), การนำแร่มาผสมปนกัน (Blending) และการแยก Iron ore ออกจาก Gangue เพื่อให้ Iron ore มีสัดส่วนปริมาณเหล็กเพิ่มขึ้น (Concentrating) จำนวนขั้นตอนและความซับซ้อนของกระบวนการ Beneficiation ขึ้นกับเกรดหรือคุณภาพของ Iron ore ที่ได้มาจากเหมือง ซึ่งอาจจะแบ่งได้ตามเกณฑ์สัดส่วนปริมาณของเหล็กและ Gangue

ขนาดของ Iron ore ก็เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการถลุงเหล็กด้วยกระบวนการ Blast furnace โดยจะมีผลอย่างมากต่อค่าความพรุน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยา Reduction นอกจากนั้นขนาดของ Iron ore ยังเกี่ยวกับปริมาณของฝุ่นที่เกิดจากกระบวนการถลุง Iron ore [28]

Iron ore ที่ผ่านกระบวนการ Beneficiation สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ [28]

1. Lump ore มีขนาด 10-100 มิลลิเมตร เป็นขนาดที่เกือบเหมาะต่อกระบวนการถลุง จึงถูกนำไปบดและคัดขนาดต่อ โดยให้อยู่ระหว่าง 5-30 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะต่อกระบวนการถลุง
2. Fine ore มีขนาด 0.1-10 มิลลิเมตร ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้กับ Blast furnace ได้ จึงต้องผ่านกระบวนการ Agglomeration ที่เรียกว่า Sintering เพื่อทำให้เป็นก้อนและมีขนาดระหว่าง 5-30 มิลลิเมตร โดยลักษณะของ Sinter แสดงดังรูปที่ 2-3
3. Very fine ore มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้กับ Blast furnace ได้ จึงต้องผ่านกระบวนการ Agglomeration ที่เรียกว่า Pelletizing เพื่อทำให้เป็นก้อนกลมและมีขนาดระหว่าง 5-15 มิลลิเมตร โดยลักษณะของ Pellet แสดงดังรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 ลักษณะของ Sinter (ซ้าย) [28] และ Pellet (ขวา) [28]

ปัจจุบัน Iron ore จากเหมืองจะมีปริมาณ Lump ore จำกัด (5-20%) แต่มีปริมาณ Fine ore และ Very fine ore มาก ทำให้ต้องใช้ Sinter และ Pellet แทนใน Blast furnace

กำลังการผลิต Iron ore โดยรวมของโลกในแต่ละปีจะประมาณเท่ากับ 1,615.5 ล้านตัน โดยมีบริษัท Vale (ของบราซิล), Rio Tinto (ของออสเตรเลีย) และ BHP Billiton (ของออสเตรเลีย)เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ 3 อันดับแรกของโลก ซึ่งบริษัทเหล่านี้จะดำเนินธุรกิจเหมืองแร่หลากหลายชนิดทั่วโลก และสำหรับ Iron ore จะขายให้กับลูกค้าในต่างประเทศ ส่วน Arcelor-Mittal ซึ่งเป็นผู้ผลิต Iron ore อันดับ 4 ของโลกจะแตกต่างกับผู้ผลิตใน 3 อันดับแรก กล่าวคือ Arcelor-Mittal เป็นผู้ประกอบกิจการโรงงานเหล็กที่พยายามจะเข้าซื้อหรือลงทุนในกิจการทำเหมืองแร่ เพื่อที่จะให้สามารถเป็นเจ้าของวัตถุดิบเองในสัดส่วนที่สูง และเพื่อที่จะลดการพึ่งพาการซื้อหา Iron ore จากผู้ค้า Iron ore ที่มีอยู่จำนวนไม่มากนักในโลก [31]

ประเทศที่ต้องการซื้อ Iron ore จะเป็นประเทศผู้ผลิตที่ไม่มีแหล่งวัตถุดิบเองในประเทศ ซึ่งได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน และประเทศที่มีวัตถุดิบไม่เพียงพอหรือมีแร่ที่มีสัดส่วนของเหล็กต่ำ เช่น ประเทศจีน กลุ่มประเทศในยุโรป ซึ่งการค้า Iron ore นั้นจะมีปลายทางหลักอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก เนื่องจากผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลกอยู่ในบริเวณนั้น ได้แก่ จีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และไต้หวัน ส่วนการค้า Iron ore ในประเทศยุโรปจะมีน้อยกว่า โดยส่วนใหญ่จะเป็นการขนส่งจากท่าเรือในเมือง Tubarão ในบราซิลไปยังท่าเรือ Rotterdam ในเนเธอร์แลนด์ [31]

การเตรียมแร่เหล็ก (Iron ore preparation)

การเตรียม Iron ore เพื่อใช้ในการผลิตเหล็กขั้นต้นนั้นจะมีวัตถุประสงค์ต่างๆเช่น เพิ่มสัดส่วนความเข้มข้นของเหล็ก ทำให้แร่ที่ละเอียดกลายเป็นก้อนใหญ่ขึ้น นำกากของเสียต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทำให้วัตถุดิบมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น หรือปรับความเป็นด่าง (Basicity) ให้เหมาะต่อกระบวนการ Reduction ในการถลุงเหล็ก โดยมีประเภทกระบวนการสำคัญได้แก่ [26]

Sintering Process

ขนาดของ Iron ore เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการถลุงเหล็กด้วยกระบวนการ Blast furnace โดยขนาดของ Iron ore จะส่งผลอย่างมากต่อ Permeability ซึ่งควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยา Reduction ของ Iron ore นอกจากนั้นขนาดของ Iron ore นี้ยังมีผลต่อปริมาณฝุ่นที่เกิดจากกระบวนการถลุงแร่เหล็ก โดย Sintering process เองจะเป็นกระบวนการที่ทำให้ Fine ore หลอมรวมตัวกันเป็นก้อนที่มีรูพรุนด้วยการหลอมภายในตัวเองด้วยความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ [28]

กระบวนการ Sintering มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [28]

1. การผสมส่วนผสมหลักที่ต้องใช้ในกระบวนการ Sintering ซึ่งได้แก่

- Fine iron ore
- ผง Coke (ทำหน้าที่เป็นเชื้อเพลิงและทำให้เกิดความพรุน ภายในชั้นของส่วนผสม)
- Flux ซึ่งได้แก่ หินปูน (Limestone-$CaCO_3$) และ Dolomite เพื่อควบคุมค่าความเป็นด่าง (Basicity) ของ Blast furnace slag
- น้ำ (ประมาณ 5-9% ของส่วนผสมทั้งหมด) ซึ่งจะเป็นตัวทำให้วัตถุดิบต่างๆจับตัวกัน

2.การทำ Sintering

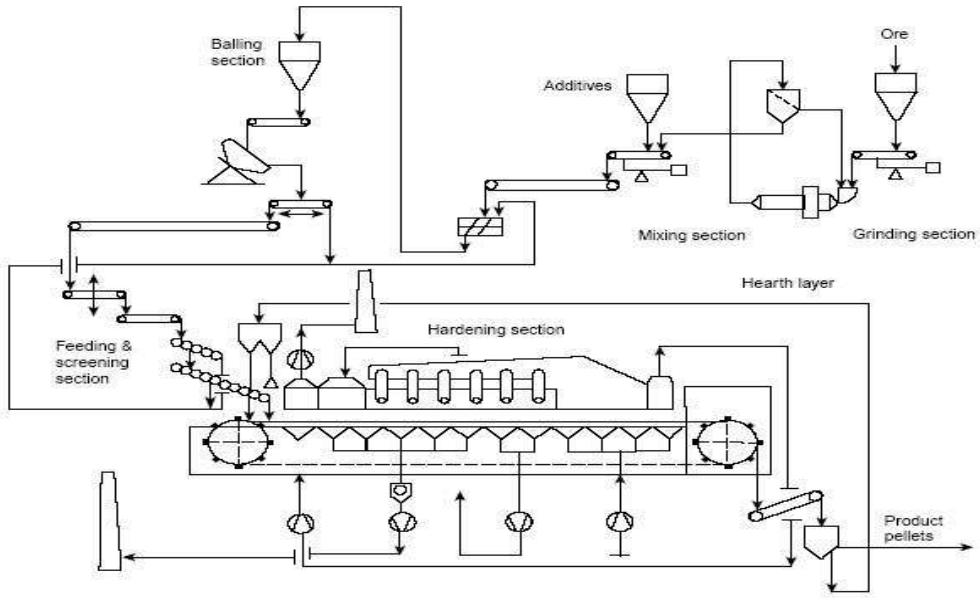
ปฏิกิริยาจะเกิดบน Sinter belt ซึ่งมีลักษณะเป็นสายพาน การทำปฏิกิริยาจะเริ่มจากการโรยส่วนผสมข้างต้นลงบนสายพานจะเกิดเป็นชั้นที่มีความหนาบนผิวของสายพาน จากนั้นชั้นของส่วนผสมจะเคลื่อนที่ผ่านส่วนของการเผาไหม้ (Ignition hood) ซึ่งประกอบด้วยหัวเผา (Burner) เรียงกันเป็นแถว โดยหัวเผาจะทำหน้าที่ให้ความร้อนในเบื้องต้นกับส่วนผสมและทำให้เริ่มเกิดการเผาไหม้ระหว่างผง Coke ในส่วนผสมกับอากาศซึ่งจะถูกดูดจากด้านบนของชั้นส่วนผสมผ่านลงสู่ ด้านล่าง การเผาไหม้จะทำให้เกิดความร้อนซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 1,300-1,480 $^{\circ}$C และเกิดการ Sinter จากด้านบนสู่ด้านล่าง ดังนั้นชั้นของการ Sinter เสมือนจะแพร่จากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ตลอดการเคลื่อนที่บนสายพาน จุดที่การ Sinter สิ้นสุดสามารถสังเกตได้จากเปลวไฟที่เกิดจากการไหม้ระหว่างผง Coke ในส่วนผสมกับอากาศทะลุผ่านชั้นของ Sinter mixture (เรียกว่า Burn-thru)

3.การบดและการคัดขนาด

ภายหลังจากที่ส่วนผสมได้ผ่านการเผาไหม้และออกจากสายพานมาแล้ว Sinter mixture จะถูกทำให้แตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ ด้วย เครื่องบด และปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ จากนั้นจึงนำไปคัดขนาด โดยขนาดที่เหมาะสมก็จะถูกนำไปใช้ใน Blast furnace ต่อไป ส่วนขนาดที่เล็กเกินไปจะถูกนำกลับไปบดและผ่านกระบวนการ Sintering อีกครั้ง

Pelletizing process

เป็นกระบวนการที่ทำให้ Very fine ore จับตัวกันเป็นก้อนกลมที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับการนำไปถลุงด้วยเตา Blast furnace กระบวนการ Pelletizing จะถูกดำเนินการภายใน Pelletizing plant (ดังแสดงในรูปที่ 2-4) [28]



รูปที่ 2-4 Pelletizing plant [28]

กระบวนการ Pelletizing มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้ [28]

1.การผสม Pellet mixture โดยส่วนผสมหลักจะได้แก่

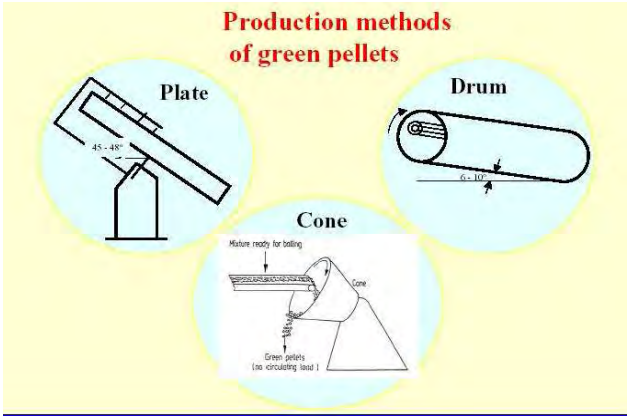
- Very fine iron ore
- ตัวเชื่อมประสาน (Additive/Binder) ซึ่งมักนิยมใช้ Bentonite เพื่อช่วยในเรื่องการจับตัวกันของวัตถุดิบและเพิ่มความแข็งแรงให้กับ Pellet
- น้ำซึ่งจะเป็นตัวช่วยทำให้วัตถุดิบจับตัวกันเป็นก้อน
- Flux ซึ่งได้แก่ หินปูน (Limestone) และ Dolomite เพื่อควบคุมค่าความเป็นด่าง (Basicity) ของ Blast furnace slag

การผสมจะเริ่มจากการบด (Grinding) Very fine ore และ Flux ให้มีขนาดที่เหมาะสม จากนั้นจึงทำให้ทั้งคู่อยู่ในสภาพของ Slurry (ของเหลวข้น) แล้วจึงนำมาผสมกัน จากนั้นจึงเอาน้ำออกโดยผ่านตัวกรองที่ใช้ระบบสูญญากาศ ส่วน Pellet mixture ที่เหลืออยู่บนตัวกรองจะมีน้ำอยู่ประมาณ 9% จากนั้น Pellet mixture ที่เหลืออยู่บนตัวกรองจะถูกนำไปผสมกับ Bentonite โดยจะใช้ประมาณ 6.3-10 กิโลกรัมต่อตันของ Pellet mixture

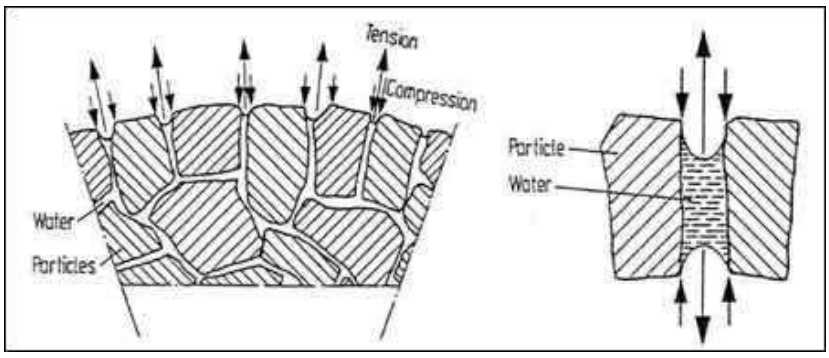
2.การปั้น Green pellet (Balling)

เป็นการนำ Pellet mixture จากขั้นตอนแรกมาปั้นให้เป็นทรงกลมเรียกว่า Green pellet ด้วยเครื่อง Balling ซึ่งมีให้เลือกใช้ 3 แบบ คือ แบบ Plate, Drum และ Cone ดังแสดงในรูปที่ 2-5 การจับตัวเป็นก้อนกลมของ Pellet mixture เป็นผลจากการที่ผิวของเม็ดแร่แต่ละเม็ดถูกปก

คลุมและเคลือบด้วยน้ำ เมื่อเม็ดแร่มาสัมผัสกับน้ำที่ผิวของเม็ดแร่จะเกิดการเชื่อมติดกัน (Bridging) และเกิด Surface tension ทำให้เม็ดแร่ถูกดึงมาติดกัน ซึ่งเป็นผลของ Capillary effect ดังแสดงในรูปที่ 2-6 สิ่งที่ควบคุมความสามารถในการ Balling และความแข็งแรงของ Green pellet คือ ปริมาณความชื้นและปริมาณ Bentonite ที่พอเหมาะ



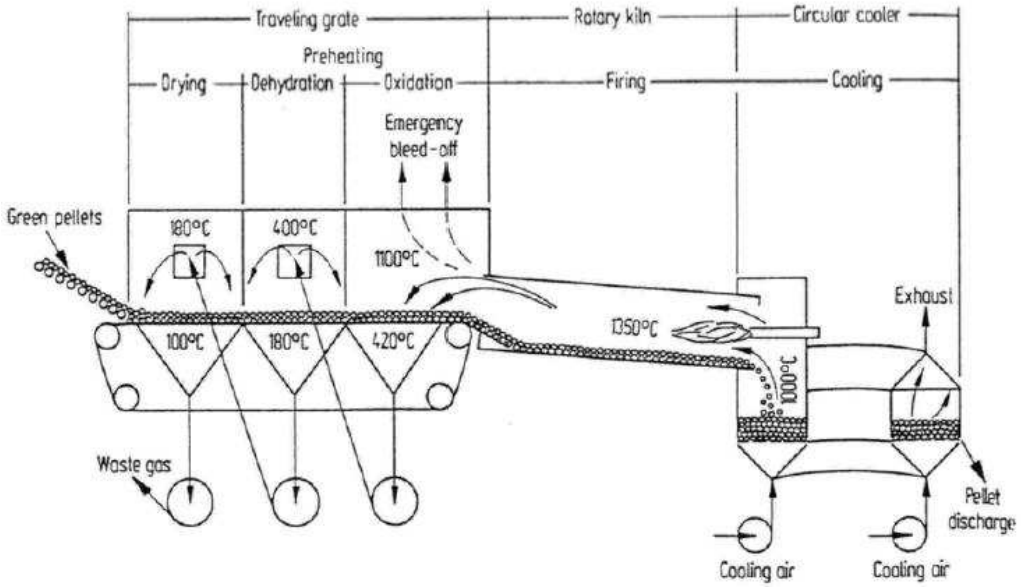
รูปที่ 2-5 เครื่อง Balling 3 แบบ [28]



รูปที่ 2-6 กลไกของการเชื่อมติดกันของเม็ดแร่ในขั้นตอน Balling [28]

3.การทำให้ Green pellet เป็นก้อนแข็ง (Induration)

เป็นขั้นตอนที่ทำให้ Green pellet มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วยการให้ความร้อน โดยขั้นตอนนี้จะทำในส่วนที่เรียกว่า Hardening section ของ Pelletizing plant ซึ่งประกอบไปด้วยอีก 3 ส่วนย่อยๆ (ดังแสดงในรูปที่ 2-7) คือ



รูปที่ 2-7 Traveling grate, Rotary kiln, Circular cooler system [28]

1) Traveling grate จะทำหน้าที่ให้ความร้อนเบื้องต้นแก่ Green pellet ด้วยไอเสียความร้อนสูงจาก Rotary kiln โดยจะ Traveling grate นี้มีการแบ่งออกเป็น 3 ระยะตามหน้าที่การทำงานคือ ส่วนการทำแห้ง (Drying zone) ที่ 180 °C, ส่วนการระเหยน้ำ (Dehydration zone) ที่ 400 °C และส่วนของการ Oxidation (Oxidation zone) ที่ 1,100 °C

2) Rotary kiln จะทำหน้าที่เผาให้ Preheated green pellet ให้กลายเป็นก้อนแข็งที่อุณหภูมิประมาณ 1,350 °C ด้วยความร้อนจากหัวเผาที่ส่วนปลายของ Rotary kiln

3) Circular cooler เป็นจุดที่ Pellet จาก Rotary kiln ถูกทำให้เย็นตัวด้วยอากาศ และพร้อมนำไปใช้งานต่อไป

2.3.1.2 กระบวนการเตรียม Coke

ถ่านโค้ก (Coke)

ถ่านโค้ก (Coke) ได้มาจากถ่านหิน (Coal) ด้วยกระบวนการ Carbonization ซึ่งเกิดจากการนำ Coal ไปบรรจุลงในกล่องเหล็กเพื่อไม่ให้อากาศเข้า เพื่อไม่ให้มี Oxygen แล้วนำมาเผาให้ความร้อนจนถ่านภายในร้อนแดง ทำให้สารระเหย (Volatile matters) ที่มีอยู่ประมาณ 25-30% โดยน้ำหนักของ Coal ระเหยออกมาเป็นก๊าซ หลังจากนั้นเท Coal ที่ร้อนแดงลงในน้ำ ก็จะได้ถ่าน Coke ที่มีลักษณะเป็นก้อนที่มีรูพรุน (ดังรูปที่ 2-8) โดย Coke จะให้ค่าความร้อนสูง

และมีความแข็งแรงพอเหมาะ ซึ่ง Coke สำหรับ Blast furnace (Metallurgical grade coke) จะต้องผ่านกระบวนการ Carbonization ที่อุณหภูมิสูง (ประมาณ 900-1095 ^{o}C) โดยจะมีส่วนผสมทางเคมีเป็น Carbon 90%, Sulfur 0.5-1% และ น้ำราว 5-10% หน้าที่หลักของ Coke ในการถลุงเหล็กก็คือ [28]

- ทำหน้าที่ให้พลังงานความร้อนกับกระบวนการถลุงเหล็กจากการทำปฏิกิริยากับ Oxygen

$$2C + O_2 \Rightarrow 2CO : \Delta H^{o} = -2{,}300 \text{ k.cal/kg. Carbon}$$

$$C + O_2 \Rightarrow CO_2 : \Delta H^{o} = -8{,}150 \text{ k.cal/kg. Carbon}$$

- เป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยา Reduction กับ Iron ore
- ก่อให้เกิดความพรุนในมวลของวัตถุดิบภายในเตา Blast furnace ทำให้สามารถกระจาย Reducing gas และความร้อนได้ทั่วเตา Blast furnace
- ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมดภายในเตา
- เป็นตัวเพิ่มปริมาณ Carbon ใน Pig iron ทำให้ Pig iron มีจุดหลอมเหลวต่ำเพียงพอที่จะสามารถหล่อขึ้นรูป ออกมาจากเตา

รูปที่ 2-8 ลักษณะของถ่าน Metallurgical coke [66]

ก๊าซที่ได้จากการเผา Coal สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมเคมีได้ เช่น ทำปุ๋ย ทำยา หรือทำสีย้อมผ้า เป็นต้น [34]

Coal สำหรับผลิต Coke เป็นกลุ่มของ Coal คุณภาพสูง ซึ่งให้ความร้อนมากกว่า Coal ผลิตไฟฟ้า และมีปริมาณ Sulfur ที่ต่ำกว่า Coal ที่ใช้ผลิตไฟฟ้ามาก [29] ซึ่งคุณสมบัติที่เหมาะสมของ Coke ต่อกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace ควรมี Sulfur น้อยที่สุด เนื่องจากถ้า Sulfur เข้าไปรวมตัวกับ Pig iron จะทำให้มีความเปราะ แสดงได้ดังตารางที่ 2-4 [28]

ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติของ Coke ที่เหมาะสมต่อกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace [28]

Physical (% by weight)	Mean	Maximum
Ash	8.0	9.0
Moisture	2.5	5.0
Sulfur	0.65	0.82
Volatile matter	0.5	1.5
Alkali (K_2O + Na_2O)	0.25	0.40
Phosphorus	0.02	0.33

ประเทศที่มีปริมาณ Coal สำรองมากที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา ร้อยละ 30 ของโลก รองลงมา คือ รัสเซีย จีน อินเดีย และออสเตรเลีย ส่วนในแคนาดามีปริมาณไม่มาก แต่หากคิดเป็นสัดส่วนจะพบว่าประเทศแคนาดาเป็นประเทศที่มีแหล่ง Coal เกรดสำหรับผลิต Coke ในระดับสูงที่สุด อย่างไรก็ดีประเทศที่มีการส่งออก Coal เป็นอันดับต้นๆ ได้แก่ ออสเตรเลีย จีน และอินเดีย ตามลำดับ [35]

ประเทศที่ต้องการซื้อ Coal สำหรับผลิต Coke เนื่องจากไม่มีแหล่งวัตถุดิบเองในประเทศ คือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน ส่วนจีนมีการผลิตได้เองจึงมีการนำเข้าเพียงบางส่วน ขณะที่กลุ่มประเทศในยุโรป อินเดีย และบราซิลก็ต้องนำเข้าเช่นกัน เนื่องจากผลิตได้ไม่เพียงพอ โดยแหล่งนำเข้าส่วนใหญ่อยู่ในออสเตรเลีย แคนาดา สหรัฐอเมริกา และจีน และถึงแม้ว่าจีนจะผลิตได้มากแต่ด้วยนโยบายของรัฐบาลกลางที่ไม่ต้องการให้มีการส่งออกวัตถุดิบ ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจต่ำ จึงดำเนินนโยบายกำหนดโควต้าและภาษีส่งออก ซึ่งทำให้ปริมาณการส่งออกมีไม่มาก [31]

กระบวนการผลิตถ่านโค้ก (Coke making)

ในกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าจะมีการใช้ Coke เป็นวัตถุดิบในการผลิตเหล็กขั้นต้น โดย Coal ที่มาจากแหล่งที่ต่างกันจะถูกเก็บแยกกันเป็นกองๆตามที่มา และจะถูกนำมาผสมและบดให้ละเอียดก่อนจะนำไปใช้ [26]

กระบวนการผลิต Coke คือการให้ความร้อนแก่ Coal ในเตาถ่านโค้ก (Coke oven) เพื่อขับสารระเหยออกมา Coke oven จะมีการให้ความร้อนจากก๊าซเตาถ่านโค้ก (Coke oven gas) ซึ่งจะทำการเผาไหม้ในช่องให้ความร้อนข้างผนังเตา โดยก๊าซเตาถ่านโค้กที่เกิดจากการเผาไหม้นี้จะมีการปรับทิศการไหลเพื่อให้มีการกระจายของอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอ โดยประมาณ 40 % ของ Coke oven gas ที่เกิดจากการผลิต Coke นี้จะถูกหมุนเวียนกลับไปสู่ช่องให้ความร้อนเพื่อทำการเผาไหม้อีกภายหลังจากได้ผ่านกระบวนการทำความสะอาดและการปรับปรุงคุณภาพก๊าซแล้ว [26]

กระบวนการผลิต Coke จะเริ่มต้นจากการบรรจุ (Charging) Coal ลงใน Coke oven หลังจากนั้นจะมีการปรับระดับเพื่อเปิดช่องว่างเหนือกอง Coal ให้เป็นทางเดินของก๊าซที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ก๊าซที่เกิดขึ้นนี้จะถูกส่งออกจากเตาเพื่อหมุนเวียนกลับไปใช้ใหม่ โดยนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานผลิตเหล็กกล้า โดย Coal จะใช้เวลาในการเปลี่ยนเป็น Coke ประมาณ 16 – 36 ชั่วโมง โดยขึ้นกับวิธีการปฏิบัติการ [26]

หลังจากที่ได้ Coke แล้วเตาจะถูกปล่อยและเปิดประตูออก เครื่องกระทุ้งขนาดใหญ่จะช่วยดัน Coke ออกจากเตาให้ลงไปสู่รถทำความเย็น (Quenching car) ดังที่แสดงในรูปที่ 2-9 ในรถจะมีการพ่นละอองน้ำใส่ Coke ร้อนเพื่อลดการปล่อยอนุภาคต่างๆและจะพ่นไปจนกระทั่งรถใกล้ถึงสถานีทำความเย็น (Quenching station) ที่มีการทำความเย็น (Quenching) ด้วยเครื่องพ่นละอองน้ำที่มีขนาดใหญ่และมีกำลังมากกว่า ดังที่แสดงในรูปที่ 2-10 [26]

รูปที่ 2-9 ภาพ Coke ร้อนในเตาย่อย ๆใน Coke oven [26]

หลังจาก Coke เย็นตัวลงแล้วจะถูกนำไปคัดแยกเกรดต่อไป ผลิตผลพลอยได้อื่นๆ (By-products) ที่ได้จากกระบวนการผลิต เช่น น้ำมันดิน (Tar), Benzole, Ammonia และ Sulfur สามารถถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก อย่างไรก็ตามการค้นพบปิโตรเลียมธรรมชาติที่มีราคาถูกกว่าและสามารถนำมาผลิตสารต่างๆข้างต้นได้เช่นกัน ทำให้ต้นทุนการผลิตเคมีภัณฑ์ต่างๆเหล่านี้ต่ำลง ทำให้ผลิตผลพลอยได้จากการผลิต Coke ไม่เป็นที่นิยม [26]

รูปที่ 2-10 ภาพสถานีทำความเย็น (Quenching station) ที่มีการพ่นละอองน้ำที่มีกำลังสูง [26]

2.3.1.3 ฟลักซ์ (Flux)

ในกระบวนการถลุงเหล็กด้วย Blast furnace นั้น Flux ที่ใช้ได้แก่ หินปูน-Limestone ($CaCO_3$) หรือ Dolomite ($CaCO_3.MgCO_3$) ซึ่งจะถูกเติมลงไปใน Blast furnace เพื่อให้ CaO จาก Limestone และMgO จาก Dolomite ไปรวมตัวกับ Al_2O_3และ SiO_2 (จาก Gangue ซึ่งเป็น Impurities ที่มาจาก Iron ore หรือจาก Ash ซึ่งเป็น Impurities ที่มาจาก Coke) และเกิดเป็น Blast furnace slag ซึ่งการเติม Flux จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีระดับความเข้มข้นของสารเจือปนที่เหมาะสมกับการใช้งาน เนื่องจาก Flux จะสามารถควบคุมคุณสมบัติของสารเจือปนต่างๆใน Blast furnace slag ได้ [28]

โดยทั่วไป Flux ที่นิยมใช้ คือ [29]

- หินปูน-Lime ($CaCO_3$) หรือ Burned Lime (CaO)
- Dolomite ($CaCO_3.MgCO_3$) หรือ Burned Dolomite (CaO.MgO)
- Magnesite ($MgCO_3$) หรือ Burned Magnesite (MgO)

การใช้สารที่ถูกเผามาแล้วเพื่อเป็น Flux จะทำให้ไม่เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีกที่เตาถลุง

2.3.1.4 ตัวเชื่อมประสาน (Binder)

Binder หรือตัวเชื่อมประสาน คือ วัสดุใดๆที่สามารถทำให้เกิดแรงยึดเกาะทั้งกับตัวเองและกับวัสดุอื่นๆ ตัวอย่างของ Binder ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า ได้แก่ Bentonite ที่ใช้ในกระบวนการ Pelletizing เพื่อช่วยในเรื่องการจับตัวกันของวัตถุดิบและเพิ่มความแข็งแรงให้กับ Pellet [32]

Bentonite คือ ดินเหนียวชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการยึดเกาะผิววัสดุได้ดี เป็นตัวเชื่อมประสาน หล่อลื่น ตลอดจนเพิ่มความหนืดที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีคุณสมบัติการพองตัวสูง เหมาะสำหรับใช้ผสมทรายแบบหล่อที่ต้องการความแข็งแรงสูง โดย Bentonite เป็นส่วนประกอบของเถ้าภูเขาไฟ ซึ่งเถ้าชนิดนี้ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาตินับล้านปีก่อนจะมาเป็น Bentonite ในเชิงวิชาการด้านโลหะวิทยา สาร Bentonite ประกอบด้วยแร่ Montmorillonite และมีธาตุอื่นๆปะปนอยู่อีกประมาณ 10-20% เช่น Calcite, Silica และ Gypsum เป็นต้น [107]

2.3.1.5 เทคโนโลยีการถลุงเหล็กหรือการผลิตเหล็กขั้นต้น

เป็นการเปลี่ยนรูป Iron ore ซึ่งอยู่ในรูปเหล็กออกไซด์ให้เป็นโลหะเหล็กโดยใช้สารลด Oxygen เช่น Carbon, Hydrogen ในการกำจัด Oxygen และ Impurities ออกจากเหล็ก เทคโนโลยีในการถลุงเหล็ก ได้แก่ [35]

1.การถลุงโดยใช้เตาพ่นลม (Blast furnace)

เป็นเทคโนโลยีดั้งเดิมและมีการใช้มากที่สุดในปัจจุบัน กำลังการผลิตของเตา 1-5 ล้านตันต่อปีต่อเตา หลักการคือเปลี่ยน Iron ore ที่อยู่ในรูปเหล็กออกไซด์ให้เป็นเหล็กที่เป็นของเหลวที่เรียกกันว่า Hot metal โดยต้องใช้ทั้ง Iron ore, Coke และ Lime แต่ข้อควรคำนึงที่สำคัญคือเตาขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ปีละ 4 ล้านตันขึ้นไปเท่านั้น จึงมีประสิทธิภาพสูงและเกิดมลภาวะต่ำ ถ้าเป็นเตาขนาดเล็ก อุปกรณ์บางอย่างเพื่อการลด CO_2 เช่น Top Pressure Recovery Turbine-TRT อาจจะติดตั้งไม่ได้หรือไม่คุ้ม ในการก่อสร้างเตาขนาดใหญ่นี้จะมีการลงทุนที่สูงเพราะจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบต่างๆอีก เช่น Coke oven เพื่อผลิตถ่าน Coke เป็นต้น

2.การถลุงโดยใช้เตาถลุงขนาดเล็ก (Mini-blast furnace)

เป็นเทคโนโลยีเดียวกันกับข้อ 1 แต่มีขนาดเล็กกว่าโดยกำลังการผลิตของเตาจะอยู่ที่ 0.25-0.6 ล้านตันต่อปี บ่อยครั้งที่เตาขนาดเล็กนี้จะไม่มีระบบการทำถ่านโค้กเองและจะซื้อถ่าน

โค้กมาใช้ ซึ่งจะเป็นการลดการปลดปล่อย CO_2 ณ ที่ตั้งโรงงาน

เหล็กที่ได้จากสองขั้นตอนขั้นต้นนี้ เรียกว่า เหล็กถลุง (Pig iron) โดยอาจจะมีองค์ประกอบของธาตุต่างๆ ดังนี้ [34]

1.Carbon 3-4%

2.Silicon 1-3%

3.Phosphorus 0.1-1.0%

4.Manganese 0.5-2.5%

5.Sulfur 0.05-0.1%

3.การผลิตเหล็กพรุน (Direct reduction iron : DRI) เป็นการนำ Natural gas มาแปรสภาพเป็น CO และ Hydrogen เพื่อนำไปลดค่า Oxygen ในแร่เหล็ก โดยเป็นการถลุงในสภาพของแข็ง ที่ใช้วัตถุดิบเป็น Lump ore และ Pellet ในกระบวนการนี้ก๊าซที่ใช้ถลุงอาจจะมาจาก Natural gas หรือ Coal gas ก็ได้

2.3.2 กระบวนการผลิตเหล็กกล้า

2.3.2.1 เทคโนโลยีการผลิตเหล็กกล้า

สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี ตามประเภทวัตถุดิบ คือ [35]

1.การผลิตเหล็กกล้าจาก Iron ore (Blast furnace-Basic oxygen furnace: BF-BOF)

เป็นการนำ Iron ore มาถลุงด้วย Blast furnace โดยใช้ Coke หรือ Coal เป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการเปลี่ยนสภาพ Iron ore ในรูปเหล็กออกไซด์ให้เป็นโลหะหลอมเหลวที่มี Carbon อยู่ราวร้อยละ 3.0-4.5 โดยน้ำหนัก มาผ่านกระบวนการต่อเนื่องในการลด Carbon ด้วย Basic oxygen furnace ซึ่งจะได้ Liquid steel ที่มี Carbon ลดลงเหลือร้อยละ 0.1-0.3 โดยน้ำหนัก และผ่านเข้าสู่กระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting) เพื่อทำการหล่อเป็น Semi-finished steel ในรูปร่างต่างๆ เหล็กที่ได้ในลำดับนี้จะเป็นเหล็กกล้าคุณภาพสูง

2.การผลิตเหล็กกล้าจาก Scrap (Electric arc furnace: EAF)

เป็นการนำเศษเหล็ก (Scrap) และ/หรือ Pig iron, เหล็ก DRI มาหลอมภายใน Electric arc furnace ที่ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลัก นอกจากนี้ยังมีพลังงานความร้อนที่ได้จากพลังงานเคมี ซึ่งมาจาก 2 แหล่งหลักๆ คือ จากการพ่น Oxygen และผง Carbon ลงสู่น้ำเหล็กเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีชนิดคายความร้อน และจากหัวเผา (Burner) ซึ่งจะทำหน้าที่พ่นก๊าซ Oxygen และ Natural gas หรือ Fuel oil เพื่อให้เกิดการเผาไหม้และให้ความร้อนออกมา EAF ทำให้ได้

Liquid steel ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting) เพื่อหล่อเป็น Semi-finished steel [26]

การผลิตเหล็กกล้าจาก Scrap มีปริมาณมากถึง 30% ของการผลิตเหล็กกล้าทั้งโลก เนื่องจากเหล็กกล้าเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการถูก Recycle ได้สูง โดย Scrap สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามแหล่งที่มา ดังนี้ [29]

1. Reclaim scrap หรือ Obsolete scrap เป็น Scrap ที่ได้จากซากรถยนต์ ซากตึก ซากเครื่องจักร และ Scrap ที่เก็บจากครัวเรือน
2. Industrial scrap หรือ Prompt scrap เป็น Scrap ที่เหลือจากอุตสาหกรรมการขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำจากเหล็ก
3. Revert scrap หรือ Home scrap เป็น Scrap ที่เป็นของเสียในกระบวนการผลิตเหล็กเอง เช่น ปลายของเหล็กรีด (Crop ends) เป็นต้น

เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างกระบวนการ BF-BOF กับ EAF [35]

- ปริมาณการผลิตเหล็กกล้าทั่วโลก: ในปี 2550 มีการผลิตเหล็กด้วยกระบวนการ BF-BOF ร้อยละ 66.3 ส่วนกระบวนการ EAF ร้อยละ 31.2 [119] เนื่องจากการผลิตเหล็กจาก Iron ore โดยตรงด้วยกระบวนการ BF-BOF จะได้เหล็กกล้าที่มีคุณภาพสูงและมีคุณสมบัติที่เน้นตลาดแบบเฉพาะเจาะจง เช่น ยานยนต์ เป็นต้น [35]

2.3.2.2 ต้นทุนการผลิต [35]

	กระบวนการ BOF	กระบวนการ EAF
1.ต้นทุนวัตถุดิบ (%ของต้นทุนการผลิต)	55	73
2.ต้นทุนพลังงาน (%ของต้นทุนการผลิต)	25	17
3.ต้นทุนอื่นๆ (%ของต้นทุนการผลิต)	20	10

ซึ่งข้อแตกต่างในด้านอื่นๆของกระบวนการ BOF กับ EAF จะแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง BOF กับ EAF [35]

ตัวแปรต่าง ๆ	เตาออกซิเจน (BOF)	เตาอาร์คไฟฟ้า (EAF)
ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	ต่ำ	ปานกลางถึงสูง, ต่ำในกรณีค่าไฟฟ้ามีราคาถูก
เชื้อเพลิง	ไม่มีการกล่าวถึงการใช้เชื้อเพลิง เนื่องจากมีความร้อนปริมาณมากที่เกิดจากปฏิกิริยาคายความร้อน ที่เกิดระหว่างการทำปฏิกิริยาของ Carbon กับ Oxygen (O_2+ Metalloids) [28]	พลังงานที่ใช้เป็นหลักคือไฟฟ้า(65%) ส่วนพลังงานที่เหลือมาจากปฏิกิริยาเคมีแบบคายความร้อน (35%) [28]
การใช้พลังงานไฟฟ้า	ต่ำ	สูง
การใช้ Oxygen	สูง	ต่ำสำหรับ Non-alloy steels (เหล็กกล้าที่ไม่มีธาตุผสม) [28] ปานกลางสำหรับ Alloy steels (เหล็กกล้าที่มีธาตุผสม) [28]
ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์	เหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าที่มีธาตุผสมต่ำ	เหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าที่มีธาตุผสมต่ำ เหล็กกล้าที่มีธาตุผสมสูง (ยกเว้นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของ Nitrogen ต่ำ)
ปริมาณ Nitrogen*	0.002-0.006%	0.008-0.016%

หมายเหตุ : *Nitrogen ที่มีในผลิตภัณฑ์ของเหล็กกล้ามาได้จาก 2 แหล่ง คือ อยู่ในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และจาก Nitrogen ที่ดูดซึมจากอากาศโดยจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตเหล็กกล้า ซึ่ง Nitrogen สามารถส่งผลดีหรือผลเสียกับผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าก็ได้ ตัวอย่างผลเสีย เช่น สำหรับขั้นตอนการรีดเย็น Nitrogen จะไปลดความสามารถในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีความบาง ตัวอย่างเช่น สารประกอบ Nitrite ที่เกิดจากการรวมตัวระหว่าง Nitrogen และธาตุบางชนิดในเหล็ก จะทำให้ผิวงานมีความแข็งสูงมาก ต้านทานการสึกหรอได้ดีเยี่ยม ปริมาณ Nitrogen ในเหล็กกล้าหลอมที่เกิดจาก EAF จะสูงเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับ BOF เนื่องจาก Nitrogen จากอากาศภายในเตาแตกตัวขณะทำการอาร์คด้วยแท่ง Electrode

2.3.3 กระบวนการขึ้นรูป

เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปทรงและคุณสมบัติให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยได้แก่ กระบวนการรีดร้อน รีดเย็น การหล่อต่อเนื่อง และการเคลือบผิว เป็นต้น ซึ่งได้กล่าวไว้อย่างคร่าวๆ แล้วในหัวข้อ 2.2 ในส่วนของขั้นตอนกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า [35] และจะได้กล่าวอย่างละเอียดในหัวข้อ 2.5 ในส่วนของผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าต่อไป

2.4 ต้นทุนในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเหล็ก จัดเป็นอุตสาหกรรมหนักที่มีการใช้พลังงานมาก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าสามารถจำแนกต้นทุนการผลิต (Production cost) ออกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้ [7]

1. ต้นทุนวัตถุดิบ (Material cost)
   - สำหรับกระบวนการ BF-BOF มีวัตถุดิบหลัก คือ แร่เหล็ก (Iron ore) และสารสร้างขี้ตะกรัน (Flux) โดยต้นทุนวัตถุดิบคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 55 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด
   - สำหรับกระบวนการ EAF มีวัตถุดิบหลัก คือ เศษเหล็ก (Steel scrap) แบบต่างๆ เหล็กถลุง (Pig iron) และสารสร้างขี้ตะกรัน (Flux) โดยต้นทุนวัตถุดิบคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ70 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด
   - สำหรับต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของโรงรีดร้อน มีวัตถุดิบหลัก คือ เหล็กแท่งแบน (Slab), เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom), เหล็กแท่งยาว (Billet) คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 89 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด

2. ต้นทุนพลังงาน (Energy cost)
   - สำหรับกระบวนการ BF-BOF พลังงานที่ใช้จะมาจาก Coke, Coal และ Oxygen ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 25 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด
   - กระบวนการ EAF มีต้นทุนพลังงานไฟฟ้า และ Fuel oil ที่ประมาณร้อยละ 17 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด
   - ส่วนโรงรีดร้อนมีต้นทุนพลังงานไฟฟ้า และ Fuel oil ที่ร้อยละ 5 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด
3. ต้นทุนอื่นๆ เช่น ค่าพนักงาน วัสดุสิ้นเปลือง และอื่นๆ ซึ่งเป็นต้นทุนส่วนที่เหลือจาก 2 ข้อแรก

ข้อมูลการประมาณการต้นทุนแต่ละประเภทข้างต้นของผลิตภัณฑ์จากแต่ละกระบวนการผลิต แสดงดังตารางที่ 2-6 [7]

ตารางที่ 2-6 การประเมินต้นทุนของกระบวนการผลิตเหล็กแบบต่าง ๆ [7]

กระบวนการ	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ต้นทุนการผลิต* (USD/Ton)	ค่าเฉลี่ยวัตถุดิบ		ค่าเฉลี่ยพลังงาน		ค่าเฉลี่ยอื่น ๆ	
				%	USD/Ton	%	USD/Ton	%	USD/Ton
BF-BOF	Iron ore, Flux, Steel Scrap	Slab, Billet, Bloom, Ingot, etc.	170	55	94	25	43	20	33
EAF	Steel scrap, Flux	Slab, Billet, Bloom, Ingot, etc.	230	70	161	17	39	13	30
Rolling Mill	Slab, Billet, Bloom, Ingot	Hot-rolled coil, Hot-rolled bar, etc.	260	89	231	5	13	6	16

หมายเหตุ : ต้นทุนดังกล่าวยังไม่รวมต้นทุนจากค่าเสื่อมราคาและต้นทุนจากดอกเบี้ย และเป็นข้อมูลจาก Office of Industrial Technologies, US Department of Energy ในปี 2543.

*ที่มา : รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเหล็กขั้นต้นในประเทศไทย, สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2545

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าราคาวัตถุดิบเป็นต้นทุนหลักของต้นทุนการผลิตเหล็กและเป็นต้นทุนที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Uncontrolled) โดยเป็นไปตามสภาวะของความต้องการ และปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กในโลก สำหรับต้นทุนในอันดับที่รองลงคือต้นทุนพลังงานซึ่งในกระบวนการ EAF จะอยู่ที่ประมาณ 39 USD/Ton และสำหรับโรงรีดร้อนประมาณ 13 USD/Ton [7]

2.5 ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

“เหล็ก (Iron)” และ “เหล็กกล้า (Steel)” มีความแตกต่างกัน โดยเหล็กจะมีส่วนผสมของธาตุ Carbon มากกว่า 2% ขณะที่เหล็กกล้าจะมีปริมาณ Carbon ต่ำกว่า 2% [29] ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์เหล็กที่ใช้กันส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดเป็นเหล็กกล้า ในขณะที่เหล็กสำหรับงานที่ต้องขึ้นรูปโดยการหล่อจะเรียกกันว่าเหล็กหล่อ (Cast iron) [29]

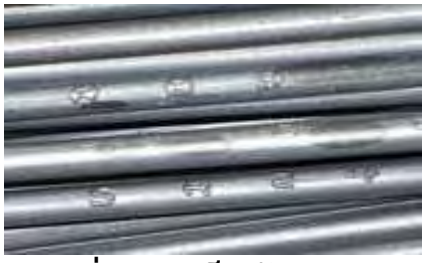
การผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นปลายจะเลือกใช้ Semi-finished steel โดยจะมีการพิจารณาจากรูปร่างเป็นหลัก เช่น ในกรณีที่เป็น Billet จะถูกใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเหล็กทรงยาว (เหล็กเส้น เหล็กลวด) ขณะที่ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์เหล็กทรงแบน เช่น เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน หรือชนิดแผ่นหนา จะมีการใช้ Slab เป็นวัตถุดิบ เป็นต้น

การแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์เหล็กตามรูปทรงอาจจะแบ่งหยาบ ๆได้เป็นแบบทรงยาว (Long shape) และแบบทรงแบน (Flat shape) โดยนิยามของแบบทรงยาวได้แก่ เหล็กเส้น, เหล็กลวด และ เหล็กรูปพรรณ และ นิยามของแบบทรงแบนได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อน, เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดแผ่นหนา, เหล็กแผ่นรีดเย็น, เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น, เหล็กเคลือบสังกะสี และ เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์

รายละเอียดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่สำคัญพร้อมกับขั้นตอนการผลิต ได้ดังนี้

2.5.1 เหล็กเส้นกลม, เหล็กข้ออ้อย (Round bar, Deformed bar) [85, 29]

กระบวนการรีดเหล็กเส้นเริ่มจากการนำ Billet เข้าเตาเผาเหล็ก (Billet reheating furnace) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 1,050 - 1,100 ˚C เมื่อ Billet ถูกเผาจนร้อนแล้ว จึงลำเลียงเข้าสู่แท่นรีดเหล็กจำนวน 3 ชุด คือ แท่นรีดหยาบ (Roughing mill) แท่นรีดขั้นกลาง (Intermediate mill) และแท่นรีดละเอียด (Finishing mill) ตามลำดับ เพื่อรีดเป็นเหล็กเส้นโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่กำหนด แต่ในกระบวนการรีดร้อนจริง ๆ อุปกรณ์ที่ใช้จะมีความซับซ้อนไม่ใช่แค่เพียงเตาอบ Roughing mill, Intermediate mill และ Finishing mill เท่านั้น แต่จะมีอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ โดยชนิดและจำนวนของอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ จะขึ้นกับชนิดและระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ลักษณะของเหล็กเส้นกลม และเหล็กข้ออ้อยจะแสดงในรูปที่ 2-11 และ 2-12



รูปที่ 2-11 เหล็กเส้นกลม [85]

รูปที่ 2-12 เหล็กข้ออ้อย [85]

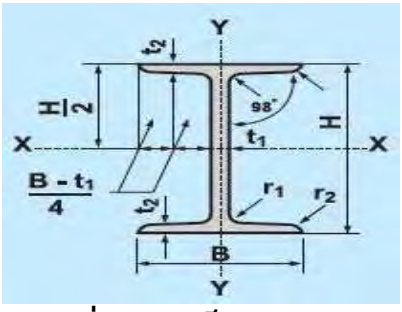
2.5.2 เหล็กลวด (Wire rod) [13]

ลักษณะการผลิตเหล็กลวดจะมีกรรมวิธีการผลิตเช่นเดียวกับการผลิตเหล็กเส้น เพียงแต่เมื่อเหล็กถูกรีดออกมาในแท่นรีดแล้วนั้น จะถูกนำไปรีดในแท่นรีดความเร็วสูงต่ออีก เพื่อให้ได้เหล็กที่มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กตามต้องการ หลังจากรีดเหล็กได้ขนาดแล้ว เหล็กก็จะถูกส่งไปขดเป็นวง แล้วโรยตัวลงบนรางส่งขดลวด จากนั้นก็จะถูกส่งเข้าเครื่องบีบ และเครื่องมัดต่อไป ลักษณะขดเหล็กลวดได้แสดงในรูปที่ 2-13

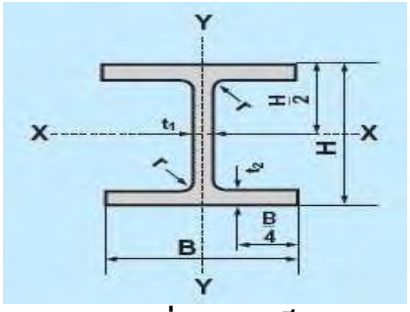
รูปที่ 2-13 เหล็กลวด [13]

2.5.3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ (Section) [85]

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ (Structural steel) หมายถึง เหล็กทรงยาวหน้าตัดต่างๆ ที่ใช้ทำเป็นโครงสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น เสา คาน คอสะพาน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล็กรูปพรรณมีหลายชนิด โดยทั่วไปเรียกชื่อตามลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น H-beam, I-beam เป็นต้น การแยกความแตกต่างระหว่างเหล็กตัว H และเหล็กตัว I สามารถดูได้จากความแตกต่างของลักษณะปีก (Flange) แสดงดังรูปที่ 2-14 และ 2-15 ซึ่งเหล็กโครงสร้างรูปภัณฑ์สามารถแบ่งตามกระบวนการผลิตได้สองประเภทหลัก คือ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (Hot rolled structural steel) และเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดเย็น (Cold formed structural steel)



รูปที่ 2-14 เหล็ก I-beam [85]



รูปที่ 2-15 เหล็ก H-beam [85]

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนมีทั้งเหล็กรูปพรรณรีดร้อนขนาดใหญ่ มีความกว้างมากกว่าหรือเท่ากับ 200 มิลลิเมตร [85] และ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนขนาดเล็กมีความกว้างน้อยกว่า 200 มิลลิเมตร [85] โดยมาจากการหลอมและหล่อขึ้นรูปเป็นเหล็กแท่งในขั้นต้น (Billet หรือ Bloom) แล้วจึงให้ความร้อนเพื่อทำการรีด เพื่อลดขนาดและขึ้นรูปอีกครั้ง

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดเย็น เกิดจากการพับขึ้นรูปเหล็กกล้าแผ่นในขณะที่อยู่ในอุณหภูมิปกติ โดยใช้เหล็กแผ่นรีดร้อนหรือเหล็กแผ่นชุบสังกะสีเป็นวัตถุดิบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน มีความต้องการความต้านทานการกัดกร่อน (Corrosion resistance) มากหรือน้อยเพียงใด ส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นโครงสร้างเสา คาน และอื่นๆ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ เหล็กตัว C เป็นต้น

2.5.4 เหล็กแผ่นรีดร้อนม้วน และเหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot rolled coil และ Hot rolled plate) [85, 29]

การรีดร้อนเหล็กทรงแบนมี 2 ประเภทผลิตภัณฑ์ใหญ่ๆ คือ การผลิตเหล็กแผ่นหนารีดร้อน (Hot-rolled plate) และการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน (Hot-rolled coil) ดังแสดงในรูปที่ 2-16 และ 2-17 การผลิตเหล็กประเภทนี้จะใช้กระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกับการผลิตเหล็กทรงยาว คือ มีเตาอบ, Roughing mill, Finishing mill และม่านน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิของเหล็กให้เย็นลง วัตถุดิบในการผลิตเหล็กรีดร้อนทรงแบนก็คือ Slab ซึ่งมี 3 ขนาด ได้แก่ Conventional slab จะมีความหนาประมาณ 220 – 250 มิลลิเมตร, Medium slab มีความหนาประมาณ 80 – 100 มิลลิเมตร และ Thin slab มีความหนาประมาณ 50 มิลลิเมตร สำหรับโรงงานที่เป็นโรงรีดร้อนอย่างเดียวมักใช้ Conventional slab มาผลิต ส่วนโรงงานที่สามารถผลิตเหล็กกล้าได้เองโดยใช้เตา EAF ก็จะสามารถเลือกได้ว่าจะทำ Medium slab หรือ Thin slab เพื่อเข้าสู่เตาอบร้อนและแท่นรีดได้ทันที ซึ่งการใช้ Medium slab หรือ Thin slab นั้นมีข้อดีก็คือสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานในการอบ Slab โดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะกับการรีด ตลอดจนใช้พลังงานในการแปรรูปเหล็กกล้าจนกลายเป็นเหล็กแผ่น น้อยกว่าการใช้ Conventional slab ที่มีความหนามากกว่า

เนื่องจากการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนมีความซับซ้อนกว่าการผลิตเหล็กทรงยาว และการออกแบบเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นโรงงานรีดร้อนเหล็กทรงแบนจึงมีขนาดใหญ่และมีกำลังการผลิตสูงกว่าการผลิตเหล็กทรงยาว โดยจะมีกำลังการผลิตในระดับไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านตัน และอาจสูงถึง 3-4 ล้านตันต่อปีสำหรับสายการผลิตเพียงชุดเดียวได้ [29]

เหล็กแผ่นรีดร้อนที่ได้จะมีผิวสีเทาดำ หรือเรียกว่า Black coil อาจนำไปผ่านการกัดกรดและเคลือบน้ำมัน เรียกว่า Pickled and oiled (P&O) ซึ่งจะได้เหล็กแผ่นรีดร้อนผิวสีขาวเทา และผิวด้าน สามารถนำไปใช้งานที่ไม่ต้องการคุณภาพผิวสูงนัก เช่น ม้วนทำท่อ ทำถังแก๊สหุงต้ม ทำตู้คอนเทนเนอร์ หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเหล็กแผ่นรีดเย็น เป็นต้น

รูปที่ 2-16 เหล็กแผ่นรีดร้อนม้วน [85]

รูปที่ 2-17 เหล็กแผ่นหนารีดร้อน [85]

2.5.5 เหล็กแผ่นรีดเย็น (Cold rolled coil) [85]

เหล็กแผ่นรีดเย็น (เหล็กแผ่นขาว) ใช้เหล็กแผ่นรีดร้อนเป็นวัตถุดิบ เหล็กแผ่นรีดเย็นจะถูกเลือกใช้ในงานที่ต้องการคุณภาพผิวสูงกว่าและความหนาต่ำกว่าเหล็กแผ่นรีดร้อน เช่น งานด้านยานยนต์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น กระบวนการจะเริ่มจากการนำม้วนเหล็กแผ่นรีดร้อนไปรีดเย็นต่อ ซึ่งจะได้เหล็กแผ่นที่มีผิวมันกว่า ที่ยังเหลือความเครียดในเนื้อเหล็กอยู่ ทำให้มีความแข็งสูง ความสามารถในการยืดตัว (Elongation) ต่ำและยังมีความไม่สม่ำเสมอของคุณสมบัติเชิงกลในทิศทางต่างๆอยู่มาก จึงต้องทำการอบ (Annealing) เพื่อให้คลายความเครียดในเนื้อเหล็กลง และเพื่อปรับปรุงความเรียบของคุณภาพผิว และขจัดการยืดตัว ณ จุดคราก (Yield point elongation) ทำให้สามารถไปใช้ขึ้นรูปได้อย่างสม่ำเสมอ

2.5.6 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี (Galvanized steel) [47]

เหล็กแผ่นเคลือบ มักผลิตโดยใช้โลหะพื้น ที่เป็นเหล็กแผ่นรีดเย็น จุดประสงค์หลักของการเคลือบคือให้วัสดุมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี อาจเคลือบสีทับอีกชั้นหนึ่ง (Pre-painted) เพื่อความสวยงามก็ได้ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการกัดกร่อนที่ดียิ่งขึ้น เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีจะมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนในสภาพบรรยากาศทั่วไปเหนือกว่าเหล็กแผ่นธรรมดา โดยสังกะสีที่เคลือบเหล็กจะช่วยปกป้องเหล็กจากการสัมผัสกับบรรยากาศภายนอก โดยที่ตัวเองจะผุกร่อนแทนเหล็ก (Sacrificial protection)

2.5.7 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้า (Electrogalvanized steel) [47,85]

การผลิตจะเริ่มจากการนำเหล็กแผ่นเข้าสู่อ่างเพื่อทำความสะอาดด้วยวิธีทางเคมีหรือทางไฟฟ้าโดยเน้นการขจัดฝุ่นและคราบน้ำมันก่อน จากนั้นเหล็กแผ่นจะผ่านเข้าสู่การเคลือบ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการเคลือบสังกะสีด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องภายในอ่างชุบโดยมีส่วนประกอบ คือ ขั้วบวก ขั้วลบ และสารละลายอิเลคโทรไลท์ ซึ่งได้แก่ สารละลายสังกะสีซัลเฟต (Zinc sulfate) โดย Zinc จะเคลือบลงบนแผ่นเหล็กในลักษณะเป็นอิออน ซึ่งจะต่างไปจากวิธีจุ่มร้อน (Hot dipping) ที่สารละลายของเหลวจะเกาะติดบนแผ่นเหล็ก ดังนั้นประสิทธิภาพในการเคลือบด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าจึงสูงกว่า จากนั้นจึงนำไปเคลือบต่อด้วย Phosphate (Phosphate treatment) หรือ Chromate (Chromate treatment) ซึ่งการเคลือบ Phosphate นี้จะช่วยให้ความสามารถในการทาสีติดดียิ่งขึ้น ส่วน Chromate ช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนและป้องกันคราบต่างๆได้

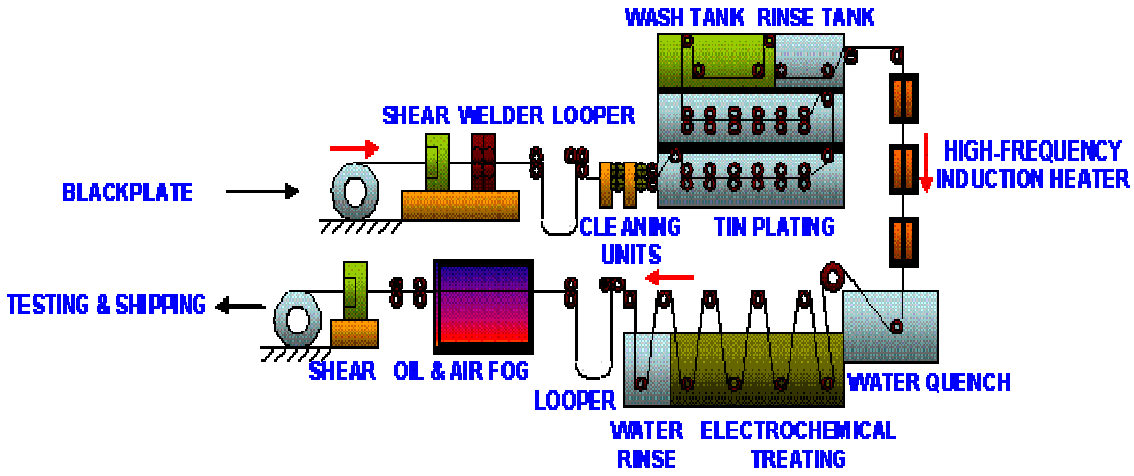
ข้อดีของการเคลือบประเภทนี้ คือจะทำการเคลือบที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นความสามารถในการขึ้นรูปจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเหล็กกล้าชนิดแผ่นเป็นหลัก โดยไม่มีผลจากความร้อนมาเกี่ยวข้อง ซึ่งต่างจากการผลิตแบบจุ่มร้อนที่เหล็กแผ่นจะได้รับความร้อนในขณะเคลือบแล้วถูกทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์เคลือบสังกะสีด้วยวิธีการทางไฟฟ้ามีความสามารถในการขึ้นรูป การทาสีติด และการเชื่อมที่ดีเยี่ยม การใช้งาน เช่น ตัวถังและชิ้นส่วนภายนอก

รถยนต์ ฝาครอบของมอเตอร์ ฝาครอบคอมพิวเตอร์ (Computer casing) เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เป็นต้น

2.5.8 เหล็กแผ่นเคลือบดีบุก (Tin plating) [25]

Tinplate หมายถึง Blackplate (เหล็กแผ่นบางที่ไม่ได้เคลือบด้วยโลหะใดๆ) ที่ผ่านการเคลือบด้วยดีบุก (Tin) โดยเริ่มจากการทำความสะอาดผิวเพื่อขจัดคราบน้ำมันและสิ่งสกปรกต่างๆ จากนั้นเหล็กแผ่นจะผ่านการเคลือบ Tin ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะการเคลือบโดยไฟฟ้า (Electro-deposition of Tin ในรูปที่ 2-18) เหล็กแผ่นหลังจากเคลือบ Tin, อบ และทำให้ชิ้นงานเย็นลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวเงาวาว เกิดความน่าใช้สำหรับงานบรรจุภัณฑ์อาหาร แล้วจะทำการเคลือบด้วย Chromium บางๆ (Passivation) เพื่อเพิ่มความต้านทานต่อการกัดกร่อนอีกชั้นหนึ่ง และทำการเคลือบน้ำมันเพื่อรักษาผิวและเพิ่มความลื่น (Lubrication) Tinplate ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น อุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง กาแฟกระป๋อง

Tin-free steel หมายถึง Blackplate ที่ผ่านการเคลือบ Chromium โดยไม่ผ่านการเคลือบ Tin มาก่อน (สำหรับโรงงานที่ผลิต Tinplate มักผลิต Tin-free steel ด้วย โดยไม่นำเหล็กแผ่นไปผ่านสารละลายในอ่างเคลือบ Tin) ถึงแม้ว่า Tin-free steel จะมีความต้านทานต่อการเกิดสนิมดีกว่า Blackplate แต่ Tin-free steel ก็มักจะเคลือบ Lacquer เพื่อปกป้องผิวอีกชั้นหนึ่งก่อนใช้งาน การใช้งานมักใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับของแห้งหรือของที่ไม่กัดกร่อนรุนแรง เช่น กระป๋องใส่ขนมแห้ง กระป๋องน้ำมัน เนื้อกระป๋อง กระป๋องใส่อาหารแมว เป็นต้น



รูปที่ 2-18 ภาพขั้นตอนการผลิต Tin-mill products [25]

2.5.9 ท่อเหล็ก (Pipe) [85]

ท่อเหล็กกล้าถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆมากมาย เช่น ท่อประปา, ท่อในอุตสาหกรรมเคมี, ท่อร้อยสายไฟ (Conduit pipe), ท่อสำหรับเจาะและขนส่งน้ำมันและ Natural gas, ท่อเข็มพืด (Pipe pile), ท่อสำหรับงานก่อสร้าง เช่น Bridge, Columns โดยมีวิธีการผลิตต่างกัน ซึ่งท่อเหล็กแบ่งออกได้ 2 กลุ่มหลัก คือ 1.ท่อที่ได้จากการม้วนและเชื่อมเหล็กแผ่น (Welded pipe)

2.ท่อที่ไม่ผ่านการเชื่อม (Seamless pipe) ได้จากการแปรรูปร้อนเหล็กแท่ง เช่น Round billet

2.5.10 ท่อเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized pipe) [12]

ท่อเหล็กชุบสังกะสีเป็นการนำท่อเหล็กดำ (ท่อเหล็กดำเป็นท่อเหล็กที่ได้จากการนำแผ่นเหล็กรีดร้อน (Hot rolled coil: HRC) มาเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมความถี่สูง) ที่ผลิตได้มาชุบเคลือบผิวด้วย Zinc ให้มีความหนาตามกำหนด เพื่อประโยชน์ในเรื่องของความทนทาน การยืดอายุการใช้งาน และป้องกันความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสนิม โดยท่อเหล็กชุบสังกะสีนิยมนำมาใช้เพื่อทำท่อน้ำประปาเป็นหลัก หรืองานที่นำมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง เช่น ทำรั้วชายทะเล หรือทำคอกปศุสัตว์

2.6 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

การใช้พลังงานในการผลิตเหล็กสำหรับในประเทศที่เจริญแล้ว จะมีนโยบายต่างๆเพื่อการประหยัดพลังงานและสนับสนุนการแก้ปัญหาสภาวะโลกร้อน เช่น การใช้เทคนิคของการนำพลังงานจาก Fuel gas หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น [28] โดยจะมีการตรวจประเมินการใช้พลังงาน (Energy audit) สำหรับการผลิตเหล็กหนึ่งตันในแต่ละกระบวนการผลิตเพื่อนำไปสู่การลดพลังงานที่ใช้ในการผลิตเหล็ก และยังเป็นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของ CO_2 ลง [6]

การพิจารณาถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องทำการเปลี่ยนค่าของเชื้อเพลิงและพลังงานในรูปแบบต่างๆ ให้อยู่ในหน่วยเดียวกันก่อนเพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบกันได้ (ในที่นี้จะใช้หน่วยความร้อนเป็นจูลตาม ตารางที่ 2-7) [7]

ตารางที่ 2-7 การแปลงหน่วยการใช้พลังงานเป็นหน่วยความร้อนหรือจูล (Joule) [7]

เชื้อเพลิง	ค่าความร้อน	หน่วย
ถ่านหิน (Coal)	28.99	MJ / kg
ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas)	37.24	MJ / Nm^3
ไฟฟ้า (Electricity)	11.07	MJ / kWh
ออกซิเจน (Oxygen)	6.52	MJ / Nm^3

หมายเหตุ : อ้างอิงตามรายงาน Energy use in the steel industry: An historical perspective and future opportunities, September 2000.

สำหรับหลักการแปลงหน่วยพลังงานจะอ้างอิงตามแหล่งกำเนิดของพลังงาน โดยพลังงานของเชื้อเพลิง คือ พลังงานในตัวของเชื้อเพลิงเอง (Heat content) รวมกับพลังงานที่ใช้ในการผลิตพลังงานนั้นๆ เช่น ในกรณีของพลังงานไฟฟ้าถ้าแปลงค่าโดยตรงจะพบว่าค่าพลังงานไฟฟ้า 1 kWh เท่ากับ 3.6 MJ แต่เมื่อพิจารณาจากแหล่งกำเนิดโดยให้การผลิตไฟฟ้าผลิตจากเครื่องผลิตไฟฟ้าที่ใช้ Coal เป็น พลังงาน และมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 30 จะทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จะต้องใช้พลังงานความร้อนถึง 11.07 MJ [7]

การจัดทำข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานซึ่งต่อไปจะเรียกว่าบัญชีพลังงาน (Energy account) จะเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการเช่นจากกระบวนการ EAF ถึง Rolling mill ดังตัวอย่างในตารางที่ 2-8 [7]

ตารางที่ 2-8 ตัวอย่างข้อมูลประเภทการใช้พลังงานรายกระบวนการในการผลิตเหล็ก [7]

กระบวนการ	เชื้อเพลิง (หน่วยของเชื้อเพลิง / ตันของผลิตภัณฑ์)***			
	ไฟฟ้า	Coal	Oxygen	Natural gas
	kWh	Kg	Nm^3	Nm^3
EAF (Electric arc furnace)	392	16	38	9
LHF *	40	0	0	0
Continuous casting	34	0	0	0
Auxiliary **	100	0	0	0
Reheating furnace	0.28	0	0	56.5
Rolling mill	100	0	0	0
รวมทั้งหมด	**666.5**	**16**	**38**	**66**

หมายเหตุ : * LHF คือ Ladle Heating Furnaces ซึ่งมีหน้าที่หลักในการให้ความร้อนกับเหล็กกล้าหลอมเหลวเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการพร้อมที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting) นอกจากนั้นยังมีการใช้ก๊าซเฉื่อยช่วยในการกวนผสมเหล็กกล้าหลอมเหลวให้มีอุณหภูมิและส่วนประกอบทาง

เคมีเหมือนกันโดยตลอด ส่วนหน้าที่อื่นๆของ LHF เช่น ช่วยให้เกิดปฏิกิริยา desulphurization และ dephosphorization เป็นต้น [105]

** Auxiliary คือ ส่วนที่เสริมเติมเข้ามา เช่น เครื่องผลิต Oxygen, หน่วยปรับแต่งแท่ง Electrode, สาธารณูปโภค เป็นต้น [104]

***ที่มา: Energy use in the steel industry : An historical perspective and future opportunities, September 2000.

จากนั้นจึงทำการแปลงพลังงานที่ใช้ให้อยู่ในรูปเดียวกันโดยการคูณกับค่าตามตารางที่ 2-7 แล้วบวกกันรวมเข้าเป็นค่าพลังงานรวมที่ต้องใช้ในแต่ละกระบวนการ โดยจะได้เป็นค่าที่คิดต่อ 1 ตันผลิตภัณฑ์ของกระบวนการนั้นๆ โดยในที่นี้จะเป็นการคิดค่าพลังงานทั้งหมดเพื่อผลิตเหล็กกล้าที่ผ่านการรีดร้อน 1 ตัน โดยเริ่มต้นจากกระบวนการ EAF ถึง Rolling mill ตามที่แสดงในตารางที่ 2-9 [7]

ตารางที่ 2-9 พลังงานความร้อนสมมูลย์ที่ใช้กับกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ โดยคิดต่อการผลิตเหล็ก 1 ตัน (Energy intensity by processes) [7]

กระบวนการ	เชื้อเพลิง (หน่วยของเชื้อเพลิง หรือ พลังงาน / ตันของผลิตภัณฑ์)								ทั้งหมด (MJ)
	ไฟฟ้า		Coal		Oxygen		Natural gas		
	kWh	MJ	Kg	MJ	Nm^3	MJ	Nm^3	MJ	
EAF	392	4,338	16	464	38	248	9	335	5,385
LHF *	40	443	0	0	0	0	0	0	443
Continuous casting	34	376	0	0	0	0	0	0	376
Auxiliary**	100	1,107	0	0	0	0	0	0	1,107
Reheating furnace	0.28	3	0	0	0	0	56.5	2,104	2,107
Rolling mill	100	1,107	0	0	0	0	0	0	61
รวมทั้งหมด	**666.5**	**7,374**	**16**	**464**	**38**	**248**	**66**	**2,439**	**9,479**

หมายเหตุ : ค่าพลังงานต่างๆ ในหัวข้อ “พลังงานที่ใช้ในการผลิต” นี้อ้างอิงมาจากค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best practice) ของผู้ผลิตเหล็กกล้าในสหรัฐอเมริกา ตามการศึกษาของ “Office of Industrial Technologies, US Department of Energy”, 2000.

* LHF คือ Ladle Heating Furnaces ซึ่งมีหน้าที่หลักในการให้ความร้อนกับเหล็กกล้าหลอมเหลวเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการพร้อมที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting) นอกจากนั้นมีการใช้ก๊าซเฉื่อยช่วยในการกวนผสมเหล็กกล้าหลอมเหลวให้มีอุณหภูมิและส่วนประกอบทาง

เคมีเหมือนกันโดยตลอด ส่วนหน้าที่อื่นๆของ LHF เช่น ช่วยให้เกิดปฏิกิริยา desulphurization และ dephosphorization เป็นต้น [105]

** Auxiliary คือ ส่วนที่เสริมเติมเข้ามา เช่น เครื่องผลิต Oxygen, หน่วยปรับแต่งแท่ง Electrode, สาธารณูปโภค เป็นต้น [104]

บทที่ 3
อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมชนิดอื่นๆ ในโลก ดังแสดงในตารางที่ 3-1 โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาและประเทศที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ และยังคงใช้เทคโนโลยีที่ด้อยประสิทธิภาพอยู่ [122]

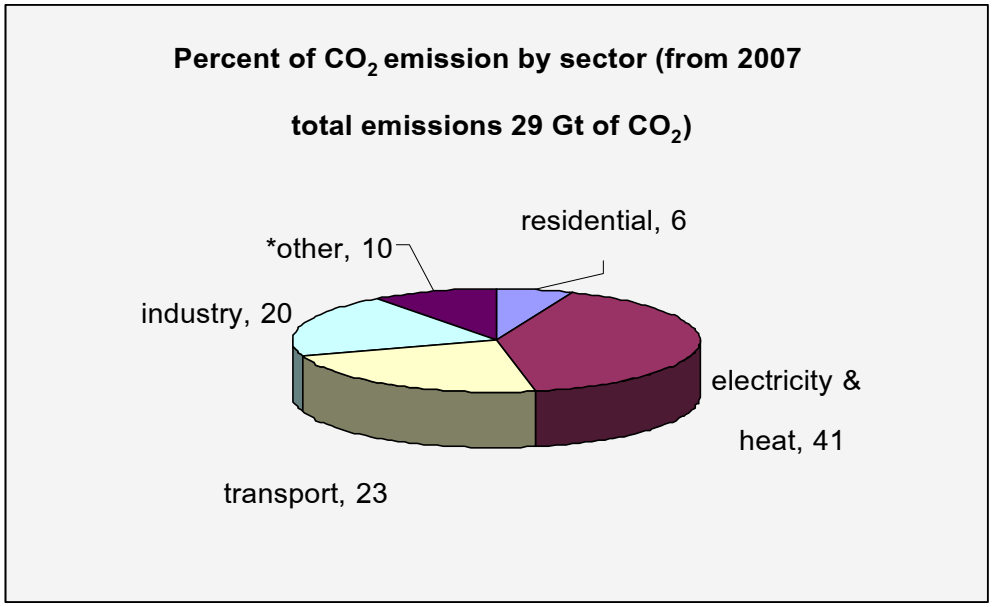
ตารางที่ 3-1 ปริมาณการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ปี 2004 (หน่วย *EJ / year) [72]

ประเภทของอุตสาหกรรม	ปริมาณการใช้พลังงาน
Chemical and petrochemical	33.62
Iron and steel	21.44
Non-metallic minerals	10.61
Paper, pulp and print	6.45
Food and tobacco	5.98
Non-ferrous metals	4.21
Machinery	4.25
Textile and leather	2.17
Mining and quarrying	1.81
Construction	1.41
Wood and wood products	1.36
Transport equipment	1.28
Non-specified	18.65

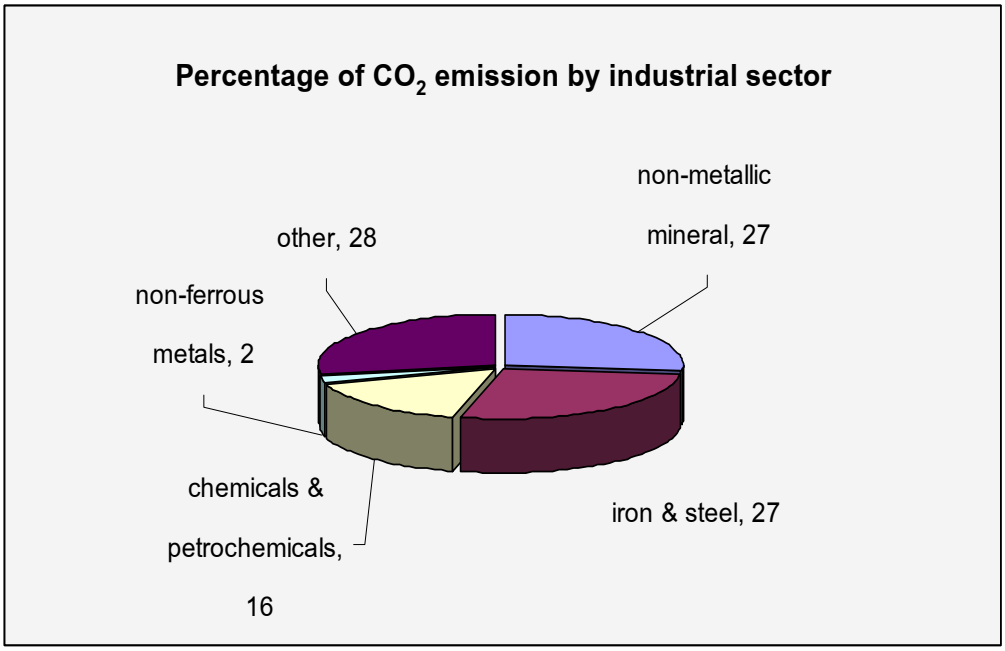
หมายเหตุ : *EJ = Exajoule = 10^{18} joules

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าพลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆนั้น มีแหล่งที่มาหลักๆ จากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน (Coal) , น้ำมัน (Petroleum Oil) และ ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) เป็นต้น และไฟฟ้า ยิ่งไปกว่านั้นพลังงานไฟฟ้าก็ยังต้องใช้แหล่งพลังงานฟอสซิลเหล่านี้ในการผลิตไฟฟ้าเช่นกัน ผลพวงที่ตามมาจากการใช้พลังงานก็คือการปลดปล่อย CO_2 จากการเผาไหม้ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3-1 [69] จะเห็นได้ว่าในปี 2007 ภาคอุตสาหกรรมโดยรวมมีการปลดปล่อย CO_2 คิดเป็น 20% ของปริมาณการปลดปล่อย CO_2

ทั้งหมดของโลก (29 Gt.CO_2) จากข้อมูลของปี 2004 นั้นการปลดปล่อยจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ามีปริมาณถึง 27% ของการปลดปล่อยทั้งหมดจากภาคอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 3-2 [72]



รูปที่ 3-1 ร้อยละการปลดปล่อย CO_2 แยกตามประเภทของแหล่งกำเนิด [69]
(* ได้แก่ การพาณิชย์ / การบริการสาธารณะ, เกษตรกรรม / ปลูกป่า, ประมง, อุตสาหกรรมพลังงานอื่น ๆที่นอกเหนือจากไฟฟ้าและการกำเนิดความร้อน และการปลดปล่อยจากภาคส่วนอื่น ๆที่ไม่มีการระบุแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน)



รูปที่ 3-2 ร้อยละการปลดปล่อย CO_2 ของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท ปี 2004 [72]
(ไม่รวมการปลดปล่อยที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้า)

3.1.1 ที่มาของก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าจัดว่าเป็นมลพิษทางอากาศ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกหลักๆ ที่เกิดขึ้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งมาจากกระบวนการผลิตต่างๆ ของระบบการผลิต ได้แก่ ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง Carbon และ Iron ore ในเตาถลุงเหล็กแบบพ่นลม (Blast furnace), การผลิต Coke, การผลิต Sinter กระบวนการผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาออกซิเจน (BOF) และเตาอาร์คไฟฟ้า (EAF) เป็นต้น ซึ่งการลดปริมาณ CO_2 ที่ถูกปลดปล่อยลงนั้น สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง การใช้ประโยชน์จากก๊าซร้อน การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มี Carbon content ต่ำ การใช้พลังงานทดแทน การเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ลดการปลดปล่อย CO_2 เช่น กระบวนการดักจับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ Carbon Capture and Storage (CCS) เป็นต้น [35, 26]

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าทั้งโลกรวมกันมีการผลิตเหล็กกล้าเป็นปริมาณทั้งสิ้น 1,129.36 ล้านตันจะปลดปล่อย CO_2 ประมาณ 7% ของ CO_2 ที่ปลดปล่อยทั้งหมดในโลกจากกิจกรรมของมนุษย์ [92] และจะปลดปล่อยประมาณ 27% เมื่อคิดจากการปลดปล่อยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมในปี 2004 [72] โดยการปลดปล่อยในอุตสาหกรรมเหล็กของโลกนั้นพบว่ามากกว่า 90% ของการปลดปล่อยของอุตสาหกรรมเหล็กมาจาก 9 ประเทศและภูมิภาคดังนี้คือ จีน ญี่ปุ่น บราซิล EU-27 อินเดีย เกาหลี รัสเซีย ยูเครน และอเมริกา และจากข้อมูลที่ทางคณะวิจัยได้ทบทวนพบว่ากระบวนการผลิตเหล็กต้นน้ำมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด โดยกระบวนการ Blast furnace ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกประมาณ 80% ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากภาคส่วนของการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า [101] จากข้อมูลของ EU พบว่าค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อย CO_2 (ตัน CO_2 ต่อตันผลิตภัณฑ์) ออกจากการผลิต Sinter, Coke, และ Hot metal อยู่ที่ 0.25, 0.43, และ 1.64 ตามลำดับ [51] ขณะที่ค่า Emission intensity ของ IPCC 2006 ของการปลดปล่อย CO_2 (ตัน CO_2 ต่อตันผลิตภัณฑ์) ออกจากการผลิต Sinter, Coke, และ Pig iron อยู่ที่ 0.2, 0.56, และ 1.35 ตามลำดับ

สำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในปัจจุบัน เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักประมาณ 90% คือ Coal โดยสำหรับกระบวนการ Blast furnace (BF) – Basic oxygen furnace (BOF) จะใช้ Coke ที่ผลิตมาจาก Coal นอกจากนั้นยังมีการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากการเผา Coal อีกด้วย ส่วน Electric arc furnace (EAF) ก็มีใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจาก Coal เช่นกัน [85] มีการประเมินไว้โดย Lindroos ในปี 2009 [101] ว่าประมาณ 85% ของการปลดปล่อย CO_2 ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าที่เริ่มตั้งแต่การผลิตเหล็ก จะมาจากการปลดปล่อยจาก Blast furnace โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนอีกประมาณ 20-25% ของการปลดปล่อยจะมาจากการใช้ไฟฟ้า [91]

3.1.2 แนวทางของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเพื่อแก้ไขปัญหาโลกร้อน

จากความตระหนักถึงผลกระทบของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (Climate change) รัฐบาลต่างๆจากทั่วโลกได้มีการทำข้อตกลงกัน ณ กรุงเกียวโต (Kyoto protocol) เมื่อเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 1997 เพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิด ซึ่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่สำคัญที่สุด และเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม ปี ค.ศ. 2007 ณ กรุงบรัสเซล ประเทศเบลเยี่ยม สถาบันเหล็กและเหล็กกล้านานาชาติ (International Iron and Steel Institute : IISI) ได้ยื่นข้อเสนอต่อรัฐบาลในหลายประเทศเพื่อขอให้ร่วมมือกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในการพัฒนา สร้างสรรค์วิธีใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศ ในการกำหนดนโยบายใหม่นี้จะมุ่งเน้นไปถึงเรื่องของการลด CO_2 และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดย IISI ได้เรียกร้องให้รัฐบาลออกกฎหมายที่จะช่วยส่งเสริมสนับสนุนให้กับบริษัทที่มีประสิทธิภาพทางด้านการรักษาสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นรัฐบาลต่างๆ ได้ถูกขอร้องให้กำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนการเริ่มหาทางแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีที่สามารถลด CO_2 ได้ในระยะยาวอย่างจริงจังและทั่วถึง โดยองค์ประกอบของนโยบายใหม่นี้จะประกอบด้วยพันธสัญญาจากกลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตเหล็กและเหล็กกล้าที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและต่อสู้กับสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยสิ่งที่จะมีการปฏิบัติได้แก่ [26]

- ความรับผิดชอบในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในการแก้ปัญหาอย่างจริงจังและทั่วถึงเพื่อลดระดับการปล่อย CO_2 สู่ชั้นบรรยากาศต่อการผลิตเหล็กหนึ่งตัน
- การเพิ่มการ Recycle และนำเหล็กกล้าที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้ให้มากที่สุด และการนำกากของเหลือจากกระบวนการผลิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการผลิตและการจัดการที่มีประสิทธิภาพสูงในโรงงานผลิตเหล็กกล้าสมัยใหม่ซึ่งรวมไปถึงเรื่องการลดและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วย
- การทำบันทึกและรายงานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 และความก้าวหน้าในการลดการปลดปล่อยให้ได้ตามเป้าหมายในแต่ละช่วงเวลา

3.1.3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

3.1.3.1 ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ที่มีการรวบรวมโดยองค์กรต่าง ๆ

เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกหลักของการปลดปล่อยโดยตรงจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มากกว่า 95%) [101] ดังนั้น องค์กรระหว่างประเทศต่างๆที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล็กได้จัดทำและรวบรวมข้อมูลค่าปริมาณการปลดปล่อย CO_2 จากการปลดปล่อยโดยตรงเมื่อคิดเทียบต่อตันผลิตภัณฑ์ไว้ดังต่อไปนี้

1. จาก Worldsteel Sustainability Report ในปี 2008 พบว่าค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผู้ผลิตเหล็กในโลกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 ton CO_2 /ton crude steel โดยค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยของโลกที่คิดการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าจากเส้นทางหลักๆ อันได้แก่ BF-BOF, OHF และ EAF โดยเป็นค่าที่รวม Process emission และ Energy use ภายในโรงงาน และครอบคลุมตั้งแต่การผลิต Coke จนถึงการผลิตเหล็กกล้า โดยสมาชิกของ Worldsteel ประกอบด้วยผู้ผลิตเหล็ก 180 บริษัท สมาคมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า และสถาบันวิจัยด้านเหล็กและเหล็กกล้า [112] ทั้งนี้ในปัจจุบัน Worldsteel เปิดเผยวิธีการคำนวณและฐานข้อมูลต่างๆ เฉพาะกับสมาชิกเท่านั้น

2. จากค่า Emission Factor (EF) ของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ในปี 1996 ได้กำหนดค่าการปลดปล่อย CO_2 ของการผลิตเหล็กต้นน้ำ คือ EF_{steel} = 1.6 ton CO_2 / ton steel [77] ค่านี้เป็นข้อมูลจาก IPCC guideline ปี 1996 ซึ่งมาจากการสรุปข้อมูลของ Environment Canada ในปี 1996 ค่า EF นี้มาจากการผลิตเหล็กแบบครบวงจรโดยครอบคลุมถึง การผลิต Coke การผลิตเหล็ก และการผลิตเหล็กกล้า แต่ไม่รวม CO_2 จากการใช้ Flux และการใช้พลังงาน สำหรับ IPCC Guideline ในปี 2006 จะมีการแยก EF ตามรายละเอียดกระบวนการย่อยๆ ไว้และมีที่มาของข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น เช่น ค่าการปลดปล่อย CO_2 (ตัน CO_2 ต่อตันผลิตภัณฑ์) ออกจากการผลิต Sinter, Coke, Pig iron, และ BF-BOF steel อยู่ที่ 0.2, 0.56, 1.35, และ 1.46 ตามลำดับ เป็นต้น โดยค่าต่างๆ เหล่านี้เป็นค่าเฉลี่ยที่นับเฉพาะ Process emission ของโรงงานที่ใช้ Best Available Technology (BAT) เท่านั้น

3. จากรายงานของ EUROFER - Hot metal Benchmarking Curve ได้รายงานค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อย CO_2 ของการผลิตน้ำเหล็กหลอมเหลว 1 ตัน คือ 1.63 ton CO_2 / ton Hot metal [62] (ซึ่งค่าตรงนี้ยังไม่รวม CO_2 ที่เกิดจากส่วนของการผลิต Sinter และ Coke) ซึ่งค่าที่ได้มานี้เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (ในปี 2007-2008) ที่เป็นสมาชิกของ EUROFER โดยจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของข้อมูลคิดเป็น 93% ของระบบ BF-BOF ทั้งหมดจากบริษัทเหล็กกล้าของ EU27 ค่าที่ได้นั้นมาจากรวบรวมและประเมินโดยที่ปรึกษาที่ถูกว่าจ้างโดย EUROFER และได้ทำการประเมินตามข้อกำหนดของ EU ขอบเขตของกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่กระบวนการ Sintering กระบวนการ Coking กระบวนการผลิต Hot metal จาก Blast furnace กระบวนการผลิต Basic oxygen furnace และกระบวนการ Casting ซึ่งค่าการปลดปล่อย CO_2 จะคิดโดยใช้หลัก Mass balance คือ การวัดค่าความต่างระหว่าง Carbon ที่เข้าสู่ระบบกับ Carbon ที่ออกจากระบบ โดยมีสมมติฐานที่ว่าค่าความต่างของ Carbon ให้ถือว่าเป็น CO_2 ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากระบบ (หรือกล่าวได้ว่า CO_2 ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะกลายเป็นก๊าซเสียที่เกิดขึ้นจากระบบ) นอกจากนี้ยังมีการนับรวม CO_2 ที่เกิดจากกระบวนการบำบัด Fuel gas ด้วย แต่จะไม่มีการนำ Fuel gas ที่เข้าสู่ระบบอีกรอบมาพิจารณาร่วม เนื่องจากเป็นการ

หลีกเลี่ยงการเกิดการนับซ้ำของ Carbon และเมื่อได้ค่าการปลดปล่อย CO_2 ทั้งหมดแล้ว ก็จะนำมาหารด้วยปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้มา ณ จุดนั้นๆ ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายคือค่า CO_2 intensity เช่น ถ้าวัด CO_2 ทั้งหมดที่เกิดจากกระบวนการ Blast furnace ก็ต้องนำปริมาณ CO_2 ทั้งหมดมาหารด้วยปริมาณ Hot metal ที่ผลิตได้ เป็นต้น ส่วนข้อมูลของ EAF route ยังคงอยู่ระหว่างการทำงาน

หากพิจารณาดูข้อมูลการปลดปล่อยเป็นรายประเทศนั้น พบว่าประเทศจีนมีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ออกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสูงสุดในโลกโดยมีการปลดปล่อยถึงประมาณ 900 ล้านตันในปี 2006 [109] โดยจีนมีการผลิตเหล็กกล้าสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลกคือประมาณ 422 ล้านตัน (Production share = 33.8%) ในปีเดียวกัน [70] ส่วนประเทศญี่ปุ่นมีการปล่อยก๊าซ CO_2 ออกเป็นลำดับที่สองคือประมาณ 193 ล้านตันในปี 2007 [54] โดยญี่ปุ่นผลิตเหล็กกล้าเป็นอันดับสองของโลก (Production share = 9.3%) คือผลิตประมาณ 116 ล้านตันในปี 2006 [70] โดยทั้งสองประเทศที่กล่าวมาล้วนแต่มีโรงถลุงเหล็กทั้งคู่

3.1.3.2 ค่าการปลดปล่อย CO_2 ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทยในปัจจุบันจัดเป็นโรงงานขนาดเล็ก (Mini Mill) เนื่องจากไม่มีอุตสาหกรรมการถลุงแร่เหล็ก (Iron ore) แต่จะผลิตเหล็กจากการหลอมเศษเหล็ก (Scrap) ในเตาหลอมไฟฟ้า (Electric arc furnace : EAF) หรือนำเข้าเหล็กกล้าทรงต่างๆ จากต่างประเทศมาเป็นวัตถุดิบ โดยกระบวนการผลิตอาจจะเริ่มจากการนำ Scrap มาหลอมภายในเตา EAF ที่ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลัก และจะได้เหล็กกล้าหลอมเหลว (Liquid steel) จากนั้นจะส่ง Liquid steel ผ่านสู่กระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting Machine) เพื่อทำการหล่อเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished steel) อันได้แก่ เหล็กแท่งแบน (Slab), เหล็กแท่งยาว (Billet) และเหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) ต่อจากนั้น Semi-finished steel ที่ถูกผลิตขึ้นหรือที่มีการนำเข้าจะถูกนำไปอบให้ร้อนในเตาอบเหล็กแท่ง (Reheating Furnace) ให้มีอุณหภูมิประมาณ 1,050 – 1,150 ˚C แล้วทำการรีดลดขนาดในกระบวนการต่างๆ เช่น Hot rolling mill เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ เช่น เหล็กลวด, เหล็กแผ่นรีดร้อน เป็นต้น

การใช้พลังงานตั้งแต่ขั้นตอนของการหลอมจนถึงเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กจะแบ่งออกเป็นพลังงานไฟฟ้า (สำหรับเตาหลอม แบบ EAF การหล่อ และกระบวนการขึ้นรูป) และพลังงานความร้อน (จากการใช้เชื้อเพลิงส่วนมากมักเป็นน้ำมันเตา หรือ Natural gas) โดย EAF จะใช้พลังงานค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเตาอบเหล็ก

ในเรื่องของการปลดปล่อย CO_2 อาจจะแบ่งการปลดปล่อยได้เป็น 2 ประเภท คือ การปลดปล่อยโดยตรงจากแหล่งกำเนิด (Direct emission) เช่นการปล่อย CO_2 จากการเผาไหม้

เชื้อเพลิงเพื่อให้ได้พลังงานและความร้อน และการปล่อยจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือจาก Flux หรือจากตัวเหล็กที่ใช้เป็นวัตถุดิบ และจากการปลดปล่อย CO_2 จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Indirect emission) เนื่องจากการปลดปล่อยนั้น ไม่ได้เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งของกระบวนการผลิตโดยตรง

ข้อมูลของการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 จากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยมีการทำไว้ไม่มากนักและมีวิธีการเก็บข้อมูล ขอบเขตและกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป โดย สถาบันธรรมรัฐฯ [31] ในปี 2552ได้รายงานค่าการปลดปล่อยทั้งหมดจากการเผาไหม้และจากการผลิตไฟฟ้าเป็นตัน CO_2 equivalent ต่อตันผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในช่วงของ 0.41-0.48 ตั้งแต่ปี 2543-2549 ทั้งนี้เป็นการคิดจากข้อมูลของโรงงานรีดเหล็กเป็นหลัก สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ได้คำนวณการปลดปล่อยทั้งหมดจากการเผาไหม้และจากการผลิตไฟฟ้าเป็นตัน CO_2 equivalent ต่อตันผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศไทยได้เท่ากับ 0.29 โดยเป็นของเหล็กทรงยาวเท่ากับ 0.37 และเป็นของเหล็กทรงแบนเท่ากับ 0.24 ส่วนข้อมูลของสถาบันเหล็กฯ [19] ที่ทำร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ในปี 2552 ที่มีการเก็บตัวอย่างในรายกระบวนการพบว่า กระบวนการทำ Slab มีการปล่อย CO_2 ออกมาทั้งหมด เท่ากับ 870 kg CO_2/ton steel โดยเป็น Direct เท่ากับ 80 kg CO_2/ton steel และ Indirect เท่ากับ 790 kg CO_2/ton steel ส่วนกระบวนการรีดร้อนแบบ HRC ที่ไม่มี EAF มีการปล่อย CO_2 ออกมาทั้งหมด เท่ากับ 1,080 kg CO_2/ton steel โดยเป็น Direct เท่ากับ 100 kg CO_2/ton steel และ Indirect เท่ากับ 980 kg CO_2/ton steel และกระบวนการรีดร้อนแบบ HRC ที่มี EAF มีการปล่อย CO_2 ออกมาทั้งหมด เท่ากับ 1,020 kg CO_2/ton steel โดยเป็น Direct เท่ากับ 40 kg CO_2/ton steel และ Indirect เท่ากับ 980 kg CO_2/ton steel จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างสูง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากความแตกต่างในการเก็บตัวอย่างและการกำหนดขอบเขตการศึกษาที่สนใจนั่นเอง

อย่างไรก็ดีเมื่อมีการเปรียบเทียบค่าการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในต่างประเทศเทียบกับของประเทศไทยแล้ว จะพบว่าของไทยมีค่าการปลดปล่อยที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับต่างประเทศเนื่องจากเราไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำนั่นเอง เพราะกระบวนการถลุงโดยใช้ Blast furnace ของอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำเป็นกระบวนการหลักในการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ออกสู่ชั้นบรรยากาศ สำหรับประเทศที่ไม่มี Blast furnace และมีโรงงานเฉพาะพวกกลางน้ำ ปลายน้ำนั้นปริมาณและองค์ประกอบหลักของก๊าซเรือนกระจกจะขึ้นกับประเภทและปริมาณของเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของการหลอมหรือขึ้นรูปชิ้นงานเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กต่อไป

3.1.3.3 ปริมาณและปริมาณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ของบริษัทต่าง ๆที่แสดงความจำนงมาลงทุนในประเทศไทย

เมื่อ เดือนมีนาคม 2552 คณะรัฐมนตรีได้รับทราบผลการประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ครั้งที่ 7/2552 และได้มีความเห็นชอบกับมติของคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ในเรื่องที่สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้เสนอนโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูง และคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ได้มีความเห็นชอบกับนโยบายดังกล่าวไปแล้ว ในเรื่องนี้บริษัทผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลกจำนวน 4 ราย ที่แสดงความสนใจจะลงทุนในกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นในประเทศไทย [35] คือ

1.) บริษัท Arcelor Mittal จำกัด จากประเทศเนเธอร์แลนด์และลักเซ็มเบิร์ก
2.) บริษัท JFE Steel จำกัด จากประเทศญี่ปุ่น
3.) บริษัท Nippon Steel จำกัด จากประเทศญี่ปุ่น
4.) บริษัท Baosteel จำกัด จากประเทศจีน

ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรายงานฉบับนี้จะเน้นไปที่ข้อมูลการปลดปล่อยของบริษัทข้างต้นทั้งสี่ดังกล่าว เนื่องจากได้เสนอชื่อเข้ามาลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูงในประเทศไทย

บริษัท Arcelor Mittal จำกัด

บริษัท Arcelor Mittal จำกัด เป็นบริษัทผลิตเหล็กรายใหญ่อันดับ 1 ของโลกในปัจจุบัน มีปริมาณการผลิตเหล็กกล้าประมาณ 103.3 ล้านตัน/ ปี (ปี 2008) [41] มีการจ้างงานพนักงานประมาณถึง 316,000 คนใน 60 ประเทศ ซึ่งเหล็กกล้าที่ผลิตได้ก็มีความแข็งแรงและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เช่นเหล็กกล้าเพื่อการก่อสร้างใช้งานได้นาน 50 ปีขึ้นไป เหล็กกล้าเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ใช้งานได้นาน 10-20 ปี เป็นต้น [41] นอกจากนี้ทางบริษัทฯยังมีความชำนาญในการออกแบบและก่อสร้างโรงถลุงเหล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Blast furnace รวมทั้งมีความชำนาญเกี่ยวกับการก่อสร้างโรงงานผลิต Coke อีกด้วย [35]

กระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าของ Acelor Mittal มีการปลดปล่อย CO_2 ประมาณ 0.7 % ของการปลดปล่อย CO_2 ทั้งหมดของโลก จึงทำให้ทางบริษัทมีจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะลดการปลดปล่อย CO_2 ลงให้ได้ภายในระยะเวลาดำเนินการที่ไม่นานเกินไป ซึ่งวิธีหนึ่งที่ทางบริษัทเลือกใช้ คือ การนำเหล็กกล้ากลับมาใช้ใหม่ (Recycle) โดยทางบริษัทมีการ Recycle เหล็กกล้าเป็นจำนวนถึง 450 ล้านตัน/ ปี ซึ่งมากที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆที่ทางบริษัทมีการนำกลับมาใช้ใหม่เช่นกัน วิธีที่ทางบริษัทเลือกใช้ในการคัดแยกเหล็กกล้าออกมาจากกลุ่มของขยะโดยใช้แม่เหล็กในการคัดแยก ซึ่งข้อมูลจาก Worldsteel Association กล่าวว่า หาก

68% ของกระป๋องเหล็กกล้าในโลกมีการนำกลับมาใช้ใหม่จะช่วยลดการปล่อย CO_2 ได้ถึง 13 ล้านตัน / ปี [41]

ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ของบริษัทนี้ ณ ปี 2008 มีค่า 223 ล้านตัน CO_2 / ปี หรือคิดเป็น 2.176 ตัน CO_2 / ตันของเหล็กกล้าที่ผลิตได้ [41]

บริษัท JFE Steel จำกัด

บริษัท JFE Steel จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่รายหนึ่งของโลก มีปริมาณการผลิตประมาณ 26.55 ล้านตัน/ปี (ปี 2008) [80] มีการจ้างแรงงานถึง 53,610 คนในปี 2006 โดยผลิตภัณฑ์หลักของทางบริษัทก็คือ เหล็กทรงแบน คิดเป็นร้อยละ 78 ของยอดขายทั้งหมดของ JFE [35]

จากเอกสารข้อเสนอของทางบริษัทได้ระบุไว้ว่า หากมีการตั้งโรงถลุงในไทยได้ บริษัทก็จะ [35]

- มีอัตราการผลิตเหล็กแท่งแบน 4-5 ล้านตัน / ปี เหล็กแผ่นรีดร้อน 2-3 ล้านตัน/ปี
- มีเป้าหมายหลักก็คือการขายเหล็กแท่งแบนให้ประเทศไทย ส่วนที่เหลือส่งออกไปยังประเทศอื่นๆ เช่นเกาหลี เป็นต้น
- มีการใช้เทคโนโลยี BF-BOF ซึ่งมีประสิทธิภาพและให้ผลผลิตสูง พร้อมทั้งช่วยประหยัดพลังงานและลดต้นทุนในการผลิตด้วย

ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ของบริษัทนี้ ณ ปี 2007 มีค่า 61.2 ล้านตัน CO_2 / ปี หรือคิดเป็น 2 ตัน CO_2 / ตัน Steel [80]

บริษัท Nippon Steel จำกัด

บริษัท Nippon Steel จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่อันดับต้นๆของโลก มีกำลังการผลิตประมาณ 32.94 ล้านตัน/ปี (ปี 2008) [88] โดยมีเหล็กทรงแบนเป็นผลิตภัณฑ์หลัก และคิดเป็นร้อยละ 63 ของกำลังการผลิตทั้งหมด มีพนักงาน 47,257 คน โดยเป็นนักวิจัย 650 คน [35]

ทางบริษัทฯ มีความต้องการที่จะลงทุนตั้งโรงถลุงเหล็กในประเทศไทยเพื่อเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งจากการสำรวจเอกสารข้อเสนอพบว่า [35]

- จะใช้ Blast furnace ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เหล็กคุณภาพสูงในปริมาณที่มาก และมีคุณภาพที่สูงเพียงพอ
- เครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับโรงถลุง ได้แก่

1.) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการผลิตเหล็ก ได้แก่ Blast furnace, Coke oven และเตาสำหรับผสมถ่านโค้กและหินปูน (Sintering furnaces)

2.) อุปกรณ์สำหรับการผลิตเหล็กกล้า ได้แก่ Basic oxygen furnace

3.) อุปกรณ์สำหรับผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน

ปี 2007 ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ทั้งหมดเท่ากับ 69.8 ล้านตัน CO_2และข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 เมื่อคิดต่อตันผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1.61 ตัน CO_2/ตัน Steel [102]

บริษัท Baosteel จำกัด

บริษัท Baosteel จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลกรายหนึ่ง โดยเป็นอันดับ 1 ของประเทศจีน มีกำลังการผลิตประมาณ 30 ล้านตัน/ปี (ปี 2007) [48] โดยร้อยละ 51.6 ของกำลังการผลิตเป็นการผลิตเหล็กทรงแบน มีการจ้างงานพนักงานทั้งสิ้น 91,308 คนในปี 2006 [35]

เทคโนโลยีการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าที่ทางบริษัทฯ ต้องการจะใช้ในการก่อตั้งโรงถลุงเหล็กในไทย ตามที่ได้ระบุไว้ในข้อเสนอ คือ BF-BOF [35]

ไม่พบข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ทั้งหมด และข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 เมื่อคิดต่อตันผลิตภัณฑ์ของทางบริษัท Baosteel จำกัด เนื่องจากข้อมูลที่ระบุไว้ในรายงานประจำปีของบริษัทฯจะเป็นค่าการปลดปล่อยของ SO_2 ฝุ่นละออง Fuel gas (ไอเสีย) เท่านั้น ดังนั้นจะนำเสนอข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 เมื่อคิดต่อตันของเหล็กกล้า (Steel) จากค่าเฉลี่ยของประเทศจีน โดยมีค่าตั้งแต่ 2.16 [54] - 2.2 [49]

3.1.3.4 การปลดปล่อยก๊าซ CO_2 แยกตามชนิดเชื้อเพลิง

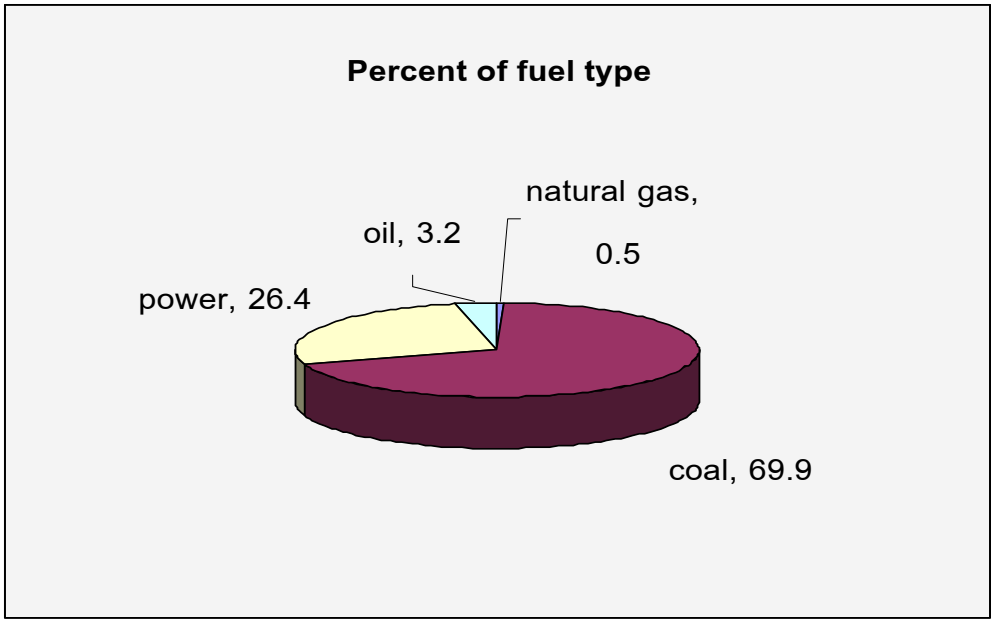
จากที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นว่าผลที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานคือการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ CO_2 และ เนื่องจากเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของคาร์บอนอยู่ (Carbon content)ในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 3-2 ซึ่งเมื่อเชื้อเพลิงเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับ Oxygen ก็จะปล่อยความร้อนและ CO_2 ออกมา [74]

ตารางที่ 3-2 Carbon content ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด [74]

เชื้อเพลิง	Carbon content (kg/GJ)
Blast furnace gas	70.8
Oxygen steel furnace gas	49.6
Charcoal	30.5
Coke oven coke and Lignite coke	29.2
Gas coke	29.2
Lignite	27.6
Anthracite	26.8
Petroleum coke	26.2
Coking coal	25.8
Other bituminous coal	25.8
Coal tar	22.0
Gas/Diesel oil	20.2
Crude oil	20.0
Other petroleum products	20.0
Natural gas liquids	17.5
Liquefied petroleum gases	17.2
Natural gas	15.3
Coke oven gas	12.1

จากตารางที่ 3-2 จะเห็นได้ว่าปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณการปลดปล่อย CO_2 จากเชื้อเพลิง จะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วย อย่างไรก็ตามสัดส่วนของชนิดของเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ามีลักษณะที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เพื่อให้เกิดความชัดเจน ทางคณะวิจัยขอนำเสนอข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศจีน ดังแสดงในรูปที่ 3-3 [122]

ประเทศจีน



รูปที่ 3-3 ร้อยละของชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศจีน ในปี 2004 [122]

จากรูปที่ 3-3 จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงหลักที่ประเทศจีนใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า คือ ถ่านหิน โดยถ่านหินที่ประเทศจีนใช้เป็นหลัก คือ Coking coal (ถ่านโค้กที่มาจากถ่านหิน) [98] ซึ่งมีค่า Carbon content ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น (จากตารางที่ 3-2) โดยมีค่าเท่ากับ 25.8 kg/GJ ดังนั้นการใช้ถ่านหินเป็นหลักจึงน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศจีนมีค่าสูง

3.2 การตื่นตัวในการลดก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

3.2.1 ความเคลื่อนไหวของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในการลดก๊าซเรือนกระจก

ในปี ค.ศ. 2007 **สมาคมเหล็กกล้าโลก (Worldsteel Association)** ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกผู้ผลิตเหล็กและเหล็กกล้าจากทั่วโลกโดยกลุ่มนี้มีกำลังการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กแบบต่างๆรวมถึงร้อยละ 85 ของกำลังการผลิตเหล็กทั่วโลก และประกอบไปด้วยผู้ผลิตรายใหญ่ถึง 19 รายใน 20 อันดับแรกของโลก ผู้ผลิตเหล่านี้ได้มารวมตัวกันที่ ณ กรุงบรัสเซล ประเทศเบลเยี่ยม อันเป็นที่ตั้งของ Worldsteel Association และได้มีการยื่นข้อเสนอต่อรัฐบาลในหลายๆประเทศเพื่อขอความร่วมมือกับอุตสาหกรรมเหล็กกล้า ในเรื่องการร่วมพัฒนาแนวทางในการ

แก้ปัญหาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยเรียกร้องให้รัฐบาลออกกฎหมายที่เป็นการสร้างสิทธิประโยชน์ให้แก่ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพทางด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมและผลักดันให้เทคโนโลยีที่ล้าสมัยหมดไป และรวมไปถึงการกำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกในระยะยาวได้อย่างจริงจัง โดยในปีเดียวกันนี้ Worldsteel Association ได้จัดทำพันธสัญญากับสมาชิกต่างๆในสมาคมเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า [113, 116]

ในปี ค.ศ. 2008 Mr. Ian Christmas ผู้อำนวยการ Worldsteel Association ได้รายงานในที่ประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 14 (COP14) ณ ประเทศโปแลนด์ เกี่ยวกับการดำเนินงานและพันธสัญญาของ Worldsteel Association และเรียกร้องให้ที่ประชุมฯ ใช้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันผลิตภัณฑ์ (Intensity) แทนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในแต่ละปี ในการกำหนดเป้าหมายของอนุสัญญาฯ จากนั้นในปี ค.ศ. 2009 ในที่ประชุม COP15 ณ ประเทศเดนมาร์ก Mr. Ian Christmas ได้รายงานความก้าวหน้าของพันธสัญญาฯ ว่ายังอยู่ระหว่างดำเนินการรวบรวมข้อมูล CO_2 intensity ในระดับโรงงานจากสมาชิก และได้วางแผนในการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก จากค่า Benchmarking เป็นสำคัญ สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้น แผนในระยะแรกสมาคมจะสนับสนุนให้สมาชิกใช้การปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best practices: BPs) และในแผนระยะยาวสนับสนุนให้ใช้ Breakthrough technology ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่า 100 ล้านดอลล่าร์สหรัฐ ซึ่งผู้ผลิตไม่สามารถลงทุนและแบกรับภาระได้เพียงลำพัง ภาครัฐจึงควรสนับสนุนผ่านแหล่งทุนต่างๆ [113, 117]

Asia-Pacific Partnership on Clean Development & Climate (APP) ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 2005 เป็นการรวมกลุ่มของประเทศต่างๆ เช่น ออสเตรเลีย จีน อินเดีย เกาหลี และสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์ร่วมกันในการสร้างความมั่นคงทางพลังงาน การลดมลภาวะทางอากาศ และการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ รวมทั้งการส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนและลดความยากจน โดยมีการร่วมมือกับภาคเอกชนในแต่ละประเทศ และแบ่งออกเป็น 7 สาขาอุตสาหกรรม ทั้งนี้อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นสาขาหนึ่งภายใต้ APP วัตถุประสงค์รายสาขาต่างๆมี ดังนี้

- เพื่อพัฒนา Sectoral benchmark และตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance indicator)
- ส่งเสริมและสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ดีที่สุด (Best available technologies : BATs)
- เพิ่มความร่วมมือระหว่างรัฐบาล สถาบันวิจัย และภาคอุตสาหกรรม ระหว่างประเทศสมาชิก
- มุ่งพัฒนากระบวนการซึ่งลดการใช้พลังงาน มลภาวะทางอากาศ และการปล่อย CO_2 จากการผลิต
- เพิ่มการ Recycle เศษเหล็กสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศสมาชิก

นอกจากนี้ Worldsteel Association ได้ใช้ข้อมูล BPs ที่ APP ได้รวบรวมขึ้น เพื่อการดำเนินการตามพันธสัญญาฯ ของสมาคมอีกด้วย [45,113]

European Confederation of Iron and Steel Industries (EUROFER) ประกอบด้วยสมาชิกจากผู้ผลิตเหล็กและเหล็กกล้าและองค์กรเหล็กระดับชาติทั้งหมดในสหภาพยุโรป ได้มีการดำเนินการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กฯ ตาม EU Directive โดยในขณะนี้ (ปี 2010) ได้อยู่ระหว่างการรวบรวมข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผู้ผลิตตามสายการผลิต และมีการจัดทำ Benchmarking value ตามข้อกำหนด EU Directive เพื่อใช้ในการประเมินเป้าหมายการลดที่ควรจะเป็น ซึ่งจะกำหนดจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศต่อตันผลิตภัณฑ์ (CO_2 Intensity) และEUROFER ได้ระบุว่าการบรรลุเป้าหมายในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมหนัก อันได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมซีเมนต์ จากการลดปริมาณการผลิตนั้นเป็นแนวคิดที่ไม่เหมาะสม และจะนำไปสู่การย้ายฐานการผลิตหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปยังประเทศอื่นๆนอกสหภาพยุโรป (Leakage) ดังนั้น สหภาพยุโรปควรมีนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ควบคู่ไปกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เช่น การกำหนดเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก Available benchmark ของค่า CO_2 Intensity และควรมีมาตรการชดเชยต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นและมาตรการสนับสนุนความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดของผู้ผลิตในสหภาพยุโรปเอง เช่น มาตรการปรับ Carbon ก่อนเข้าพรมแดน (Border carbon adjustment) [62, 63, 64, 65]

3.2.2 การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นภาคส่วนหนึ่งที่มีการปลดปล่อย CO_2 ในปริมาณที่มากเมื่อเทียบกับภาคการผลิตอื่นๆ ซึ่งในปี 2007 การปลดปล่อย CO_2 จากภาคอุตสาหกรรมมีถึงประมาณ 20% ของปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ทั้งหมดจากกิจกรรมของมนุษย์ (29 Gt. CO_2) โดยการปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมนี้มีที่มาจากอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าถึง 27% [72] จากตัวเลขข้างต้นทำให้อุตสาหกรรมประเภทนี้ถูกจับตามองว่าเป็นแหล่งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาสภาวะโลกร้อนที่เกิดจากก๊าซเรือนกระจกแหล่งหนึ่ง จึงได้นำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆขึ้นมาเพื่อเป็นการบังคับให้ภาคส่วนนี้หันมาให้ความสำคัญในการลดปัญหาโลกร้อนอย่างเร่งด่วน แนวทางการลด CO_2 จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในขณะนี้มีการปฏิบัติอยู่ในสามแนวทางหลักอันได้แก่

1) การเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน (Energy efficiency) ที่ครอบคลุมตั้งแต่การลดพลังงานสูญเสีย การใช้พลังงานอย่างประหยัด การนำ Fuel gas หรือไอก๊าซร้อนจากการถลุงหรือการผลิตถ่าน Coke มาใช้ใหม่ไม่ว่าจะในรูปของความร้อนโดยตรงหรือรูปของการนำไปผลิต

ไฟฟ้า มาตรการนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากทำได้เร็ว มีต้นทุนที่ไม่สูงมาก และมีทางเลือกได้ว่าจะลงทุนอีกมากน้อยเพียงใดเพื่อจะได้ลดการปล่อย Carbon ตามที่ต้องการ

2) การเปลี่ยนประเภทของพลังงานที่ใช้ (Fuel switching) จะต้องมีการเปลี่ยนประเภทพลังงานจากชนิดที่ปล่อย Carbon ออกมามากต่อหน่วยพลังงานที่ได้ไปเป็นชนิดที่ปล่อย Carbon ออกมาน้อยลงเช่นเปลี่ยนจาก Coal เป็น Natural gas หรืออาจจะถึงกับการใช้ Hydrogen มาทดแทน ในส่วนของการผลิตไฟฟ้าอาจจะมีการเปลี่ยนพลังงานที่ใช้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิงที่หมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า เช่นจาก Coal เป็นพลังงานแสงแดด พลังงานลม หรือพลังงานชีวภาพ นอกจากนี้ในบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ก็ยังมีการใช้ของเสียพวกพลาสติกมาเผาเป็นเชื้อเพลิงอีกด้วย

3) การใช้กระบวนการจับ Carbon (Carbon capture and storage-CCS) เป็นกระบวนการที่ใช้การจับเก็บ CO_2 ไว้เลยไม่ว่าจะเก็บไว้ถาวรหรือจะนำไปหมุนเวียนใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต กระบวนการ CCS นี้อาจจะมีการจำแนกตามกรรมวิธีการทำงานได้อีกเป็นสามชนิดคือ กระบวนการก่อนการเผาไหม้ (Pre-combustion) กระบวนการหลังการเผาไหม้ (Post-combustion) และกระบวนการเพิ่ม Oxygen ให้กับเชื้อเพลิง (Oxyfueling) กระบวนการจับ Carbon นี้ส่วนมากยังอยู่ในการทดลองอยู่ ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับ Pilot scale

3.2.2.1 กรรมวิธีของบริษัทต่าง ๆที่แสดงความจำนงมาลงทุนในประเทศไทย ที่เกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก

มาตรการและ เทคโนโลยีการลดการใช้พลังงานและลดการปลดปล่อย CO_2 ที่บริษัทผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลกจำนวน 4 รายที่แสดงความจำนงจะมาลงทุนในประเทศไทย (บริษัท Arcelor Mittal จำกัด, บริษัท JFE Steel จำกัด, บริษัท Nippon Steel จำกัด, บริษัท Baosteel จำกัด) เป็นสิ่งที่คณะวิจัยให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากมาตรการเหล่านี้อาจจะส่งผลกระทบโดยตรงกับการปลดปล่อย CO_2 ในประเทศไทยหากโรงงานเหล่านี้มีการดำเนินการจริงในประเทศไทย นอกจากนี้การศึกษาทบทวนหาข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีของการลดการปลดปล่อย CO_2 ดังกล่าวยังทำให้เราทราบถึงศักยภาพและความตื่นตัวของบริษัทเหล่านี้ในเรื่องความสามารถในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย เทคโนโลยีต่าง ๆของแต่ละบริษัทได้มีการอธิบายไว้ดังต่อไปนี้

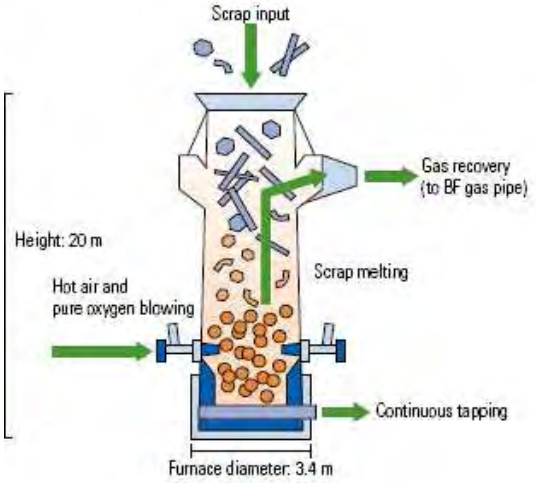
บริษัท Arcelor Mittal จำกัด [41]

1. มีการหมุนเวียนนำเหล็กกล้ากลับมาใช้ใหม่ (Recycle)
2. มีความพยายามที่จะใช้สัดส่วนของเทคโนโลยีการผลิตเหล็กกล้าด้วย EAF แทน BF-BOF ให้มากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้

3. มีการใช้เทคโนโลยีที่รวมเอาเทคโนโลยี ของ Oxyfueling ใน Carbon capture and storage (CCS) เข้ากับ Top gas recycling ก็คือ เป็นการใช้ Oxygen บริสุทธิ์แทนการใช้อากาศ และนำก๊าซที่ออกจากด้านบนของเตา BF กลับมาใช้ใหม่
4. จัดทีมงานเพื่อประเมิน Life Cycle Assessment (LCA) ของผลิตภัณฑ์

บริษัท JFE Steel จำกัด [80]

1. ใช้เทคโนโลยีของ Shaft furnace เพื่อเป็นการอุ่นและหลอมละลาย Scrap โดยมีการนำไอร้อนจากกระบวนการไปใช้ใน Blast furnace ต่อไปอีก โดยโครงสร้างและการทำงานของเตาชนิดนี้อยู่ในรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 โครงสร้างของเตา Shaft furnace [80]

2. มีการใช้เทคโนโลยี CDQ (Coke dry quenching), TRT (Top pressure recovery turbines)
3. มีการขยายการใช้ Regenerative burner ในการอุ่นร้อนแก่เตาเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงในการอุ่นเตา
4. มีการหมุนเวียนนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่
5. ใช้กระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยไม่จำเป็นในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิต เช่น การหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting), การอบนิ่มอย่างต่อเนื่อง
6. การป้อนพลาสติกที่เป็นของเสียเพื่อเป็นเชื้อเพลิงเข้าสู่เตา Blast furnace
7. มีการนำ Byproducts กลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า เช่น Slag, ฝุ่น และสนับสนุนการวิจัยเพื่อให้มีการนำ Byproducts กลับมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

8. มีการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนขึ้นมาและปรับใช้กับการผลิตได้แก่

8.1 Wood chip biomass gasification system for power generation: ใช้ชีวมวล (Biomass) ในการผลิตเชื้อเพลิงสำหรับตัว Gas engine ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า และใช้กับเตาต่างๆ ในโรงงาน

8.2 Sewerage sludge digestive gas power generation: คือเทคโนโลยีที่เปลี่ยนก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน (Sewerage treatment plants) ไปเป็นพลังงานความร้อนและไฟฟ้า

8.3 VOC recovery equipment: ใช้สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds-VOCs) ที่ทำการกำจัดกลิ่นออกแล้วเป็นแหล่งพลังงาน

8.4 Biomass boiler system: ระบบนี้จะใช้ Circulating fluidized bed boiler ที่มีการพ่นอากาศเข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ จึงสามารถเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าและความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บริษัท Nippon Steel จำกัด [88]

1. มีการประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน เช่น มีการใช้ประโยชน์จาก Hot gas แบบต่างๆ เช่น Coke oven gas, Blast furnace gas ที่เกิดจากกระบวนการผลิตและมีการหมุนเวียนพลังงานความร้อนกลับมาใช้ใหม่ เช่น การใช้เทคโนโลยี CDQ
2. มีการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยี COURSE 50 ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในขั้นตอนของการผลิตเหล็ก โดยใช้หลักของ Hydrogen reduction และรวมถึงการแยกและนำ CO_2 กลับมาใช้ใหม่
3.ใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้เทคโนโลยี SCOPE 21 [88] ซึ่งกระบวนการที่เกิดใน SCOPE21 สามารถแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการย่อย คือ การ Pre-heat Coal การเกิด Carbonization อย่างรวดเร็ว และการให้ความร้อนอีกครั้งกับถ่านโค้กที่ผ่านการทำ Carbonization มาแล้ว [84]
4. มีการนำสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ คือยึดหลักของ “Zero emission” เช่น วัสดุทางเคมีต่างๆ ที่ได้จากเตา Coke oven การใช้ประโยชน์จาก Scrap
5. ใช้เทคโนโลยีของ RHF (Rotary hearth furnace): คือเทคโนโลยีที่มีการนำ Iron Zinc และสารอื่นๆกลับคืนสภาพมาใช้ได้ใหม่ ซึ่งเทคโนโลยีนี้ พวกฝุ่น กากตะกอนและ By-products อื่นๆที่มีส่วนประกอบหลักเป็น Ferric oxide จะถูกผสมกับ Coal หรือวัสดุอื่นที่สามารถทำหน้าที่เป็น Reducing materials แล้วนำเข้าสู่กระบวนการให้ความร้อนในขั้นตอนต่อไป
7. มีการนำของเสียจากกระบวนการผลิตอื่นๆกลับมาใช้ใหม่ เช่น ขยะพลาสติก ยางรถยนต์ที่ทิ้งแล้ว ชีวมวลต่างๆ เช่น เศษไม้ เศษอาหาร เป็นต้น

8. ลดการปลดปล่อย CO_2 ในส่วนของการขนส่ง เช่น มีการวางแผนก่อนที่จะออกเดินทางขนส่งใช้พาหนะที่มีน้ำหนักเบา
9. มีการพัฒนาประสิทธิภาพในการขนส่ง Iron ore จากบราซิลมาญี่ปุ่น โดยการใช้ “Ultra-large iron ore carriers” โดยมีการออกแบบให้เกิดการประหยัดพลังงาน เช่น ใช้ชิ้นส่วนใบพัดที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งช่วยลดการปลดปล่อย CO_2 ที่เกิดจากการขนส่ง Iron ore 1 ตันลงได้ 20% เมื่อเทียบกับเรือขนส่งแบบเดิม

บริษัท Baosteel จำกัด [48]

1. ใช้เทคโนโลยีของ COREX-C3000 ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สะอาดและก้าวหน้าที่สุดในโลกของกระบวนการผลิตเหล็ก ซึ่งมีกำลังการผลิตมากกว่า COREX-C2000 ถึง 2 เท่า [48] เทคโนโลยี COREX เป็นการพัฒนาของกระบวนการผลิต Hot metal โดย Blast furnace ของ COREX สามารถใช้ Coal ได้โดยไม่ต้องผ่านการทำเป็น Cokeก่อน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการผลิต Coke ที่มีการปลดปล่อย CO_2 มาก [44]
2. มีการใช้เทคโนโลยี Coke dry quenching-CDQ เทคโนโลยี Top recovery turbine-TRT และการนำ Blast furnace gas (BFG) ส่วนที่เหลือ มาผลิตพลังงานไฟฟ้า
3. มีการวางแผนในการกำหนดผังการผลิตและการวางแผนการผลิตเพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่สุดในเรื่องของระยะทาง การลดการสูญเสียพลังงานระหว่างกระบวนการต่างๆ การลดการใช้พลังงานลงด้วยการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของ Continuous casting ratio, Coal injection ratio, Scrap steel proportion, การติดตั้งเครื่องมือที่ช่วยประหยัดพลังงาน
4. มีการใช้เทคโนโลยีของการหลอมเหลว Low-silicon iron ด้วยการพ่นอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและพ่น Coal ในปริมาณที่มาก ซึ่งถือได้ว่าเตา Blast furnace ของ Baosteel มีความก้าวหน้ามากที่สุดในประเทศจีน
5. มีการใช้เทคโนโลยีของการหล่ออย่างต่อเนื่อง (Continuous casting) เพื่อลดการใช้พลังงาน
6. มีการใช้กระบวนการ Hot charging ช่วยลดการสูญเสียความร้อนและกระบวนการ Heat-stored burning technology ช่วยลดการสูญเสียความร้อน
7. Public auxiliary facilities for energy: มีการติดตั้งเครื่องกำเนิด Oxygen ขนาดใหญ่ที่ใช้พลังงานน้อยและมีการติดตั้งเครื่อง CCPP (Combined cycle power plant) ที่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ Blast furnace gas อย่างสมบูรณ์
8. การใช้ประโยชน์จาก Byproducts ที่เกิดขึ้น เช่น Blast furnace slag, Steel slag, เหล็กที่มีกากตะกอนและฝุ่นผสมอยู่, Coal ash, น้ำมันที่ใช้แล้ว เป็นต้น

จากข้อมูลมาตรการ เทคโนโลยี ในการลดการใช้พลังงานและลดการปลดปล่อย CO_2 ของบริษัทต่างๆ นั้นจะพบได้ว่ามาตรการทางด้านของการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นการนำความร้อนจาก Hot gas แบบต่างๆ กลับไปใช้ใหม่ การลดความร้อนสูญเสีย เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงชนิดของเชื้อเพลิงก็เป็นที่นิยมรองลงมาไม่ว่าจะเป็นการใช้ Plastics หรือ Biomass หรือ Waste แบบต่างๆ เรื่องของการใช้เศษเหล็ก หรือ Byproduct จากการผลิตเพื่อเป็นวัตถุดิบก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจเช่นกันเนื่องจากจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการถลุงได้ ส่วนเรื่องของการทำการดักจับ Carbon นั้น ยังเป็นหัวข้อที่อยู่ในขั้นของการทำการวิจัยและทดสอบในภาคสนาม นอกจากนี้หากมีการพิจารณาศักยภาพในระดับของประเทศ จะพบว่าประเทศญี่ปุ่นและเกาหลีมีการพัฒนาไปอย่างมากในเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งแม้แต่กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปก็ยังตามหลังอยู่ อย่างไรก็ดีศักยภาพคงเหลือที่จะลด CO_2 ลงอีกก็มีไม่มากนักหากยังไม่มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแบบใหม่ๆขึ้นมา เช่น การใช้ Hydrogen แทน Carbon หรือการถลุงเหล็กแบบ Electrolysis [96]

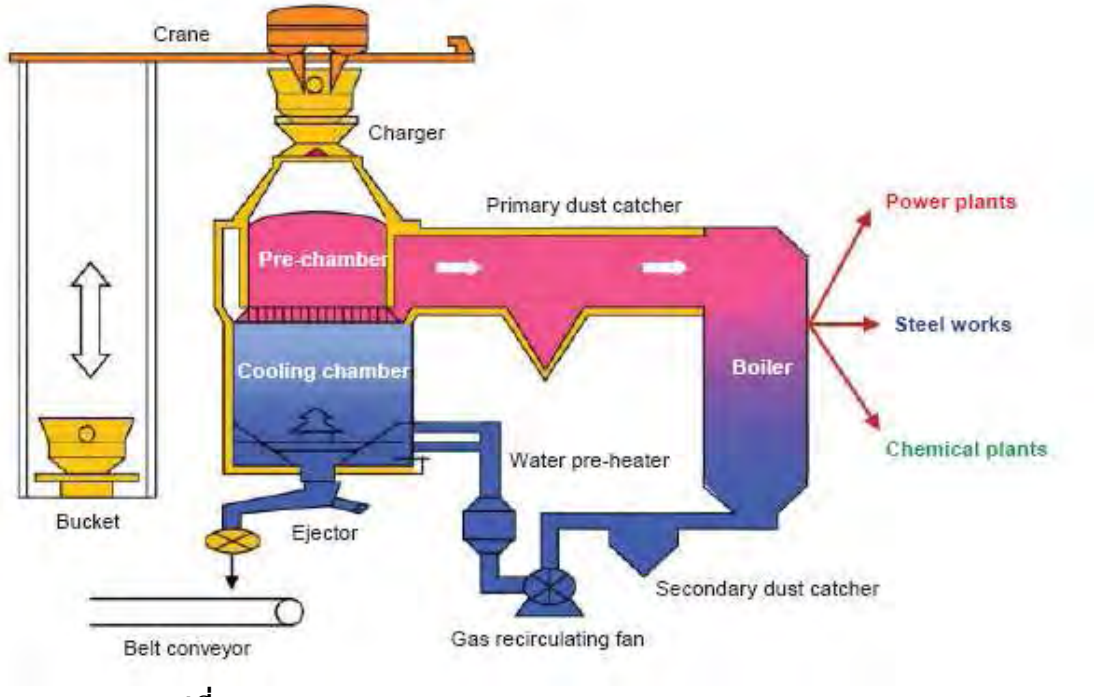
จะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้กันมากอย่างแพร่หลายในปัจจุบันในระดับโรงงานก็คือเทคโนโลยีเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงในรูปแบบต่างๆ คือ Coke dry quenching (CDQ) และ Top gas pressure recovery turbine (TRT) ส่วนเทคโนโลยี่ที่เกี่ยวกับการใช้ Coal โดยตรงโดยไม่ต้องผลิต Coke เช่น Pulverized coal injection (PCI) ก็เป็นอีกเทคโนโลยีอีกประเภทหนึ่งที่มีการใช้กันในหลายๆประเทศ เช่นจีนและญี่ปุ่น เพื่อการผลิตเหล็กต้นน้ำ [98] ดังนั้นทางคณะนักวิจัยจึงใคร่ขอกล่าวถึงรายละเอียดของทั้ง 3 เทคโนโลยีดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่น่าจะมีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทยหากมีการตั้งโรงงานเหล็กต้นน้ำจริง

3.2.2.2 เทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อลดก๊าซ CO_2 ในปัจจุบัน

Coke Dry Quenching (CDQ)

กระบวนการ CDQ คือการลดอุณหภูมิของ Coke ที่ร้อนหลังจากออกจากเตา โดยการใช้ก๊าซเฉื่อยเช่น Nitrogen ในระบบปิดแทนที่จะเป็นน้ำแบบเดิมๆ ด้วยวิธีนี้ความร้อนที่ลดลงจะถูกนำมาใช้ใหม่ได้ง่ายโดยไม่สูญเสียไปกับไอน้ำ Coke ที่เย็นตัวลงก็จะมีค่าความชื้นที่ต่ำ การผลิต Coke จากกระบวนการ CDQ จะเริ่มโดยการให้ความร้อนกับวัตถุดิบต่างๆที่ถูกบรรจุอยู่ในช่องต่างๆที่เรียงตัวซ้อนกันคล้ายๆ แซนวิช จนอุณหภูมิมีค่าประมาณ 1,100 – 1,350 °C เป็นเวลาประมาณ 12 – 14 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา Carbonization กระบวนการนี้ทำให้วัตถุดิบหลอมรวมตัวกันแล้วกลายเป็นของแข็งที่มีเรียกว่า Coke สารที่ระเหยได้ก็จะสลายตัวและระเหยไปกลายเป็นก๊าซ ก๊าซที่เกิดขึ้นจะเก็บสะสมอยู่ในท่อด้านบนของช่อง เมื่อปฏิกิริยาเกิดอย่าง

สมบูรณ์แล้ว Coke ที่อุณหภูมิประมาณ 1,050°C จะถูกปล่อยลงมาจากเตา และ จะถูกทำให้เย็นตัวลงด้วยก๊าซที่หมุนเวียนอยู่ภายในจากด้านล่างของห้อง เมื่อ Coke เย็นตัวลงอยู่ที่ประมาณ 200 °C Coke จะถูกส่งออกไปนอกเตา ในขณะนั้นก๊าซในห้องจะร้อนมากขึ้นอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 800 °C หรืออาจมากกว่านั้น ซึ่งถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานใน หม้อไอน้ำ จากนั้นก๊าซจะถูกส่งไปกำจัดฝุ่นออกแล้วจึงส่งกลับไปยังห้องเพื่อหมุนเวียนใช้ใหม่ โดยก๊าซที่ไหลเวียนอยู่ภายในห้องจะมีส่วนประกอบ คือ CO_2 10-15%, CO 8-10%, H_2 2-3% และ $N_2$70-75% [90] ซึ่งกระบวนการ CDQ จะแสดงได้ดังรูปที่ 3-5



รูปที่ 3-5 กระบวนการ Coke dry quenching-CDQ [90]

เปรียบเทียบลักษณะสำคัญเฉพาะของกระบวนการทำ Coke ให้เย็นลงแบบเดิม กับกระบวนการ CDQ ได้ คือ [90]

- กระบวนการแบบเดิม : Coke ที่ร้อนจะถูกผลักออกจากเตา แล้วทำให้เย็นลงโดยการพ่นน้ำ โดยน้ำส่วนนี้หลังจากถูกใช้แล้วก็จะถูกปล่อยให้ระเหยไปในบรรยากาศ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะเกิดการสูญเสียพลังงาน นอกจากนั้นฝุ่นจาก Coke จะกระจายไปในอากาศเนื่องจากเป็นระบบเปิด
- กระบวนการ CDQ: Coke ที่ร้อนจะถูกทำให้เย็นตัวลงด้วยก๊าซที่หมุนเวียนอยู่ภายในระบบปิด ซึ่งจะช่วยป้องกันฝุ่นจาก Coke ไม่ให้กระจายไปในบรรยากาศ ความร้อนของ Coke gas ก็จะถูกเก็บแล้วนำกลับมาใช้ใหม่เป็นพลังงานในระบบการผลิต โดยระบบนี้มีการใช้ Fossil fuel ในปริมาณที่น้อย ซึ่งจะลดการปลดปล่อย CO_2 เป็นการลดปัญหาสภาวะโลกร้อน

สรุปข้อได้เปรียบที่ได้จากการใช้กระบวนการ CDQ [46]

1. ประหยัดพลังงาน : เมื่อผลิตไฟฟ้าจากการใช้ประโยชน์ของพลังงานความร้อนที่ได้จากกระบวนการ CDQ จะพบว่า CDQ 1 หน่วยที่มีกำลังการผลิต 100 ton/hr. สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 18 MW

2. ช่วยให้สิ่งแวดล้อมมีสภาพดีขึ้น : ไม่ก่อให้เกิดกลุ่มของควันสีขาวหรือฝุ่น เนื่องจากกระบวนการเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ในระบบปิด ดังนั้นสภาพแวดล้อมรอบ ๆกระบวนการ CDQ จึงดีขึ้น

3. ช่วยปกป้องสิ่งแวดล้อมให้กับโลก : ในการผลิตไฟฟ้านั้น CDQ ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติม (CO_2)

4. ทำให้คุณภาพของ Coke ดีขึ้น: เนื่องจาก Coke ถูกทำให้เย็นตัวลงภายในห้องด้วยการใช้ก๊าซไปแลกเปลี่ยนความร้อน จึงทำให้ Coke ไม่มีรูพรุนที่มักเกิดจากปฏิกิริยา Aquatic gasification และไม่เกิดการแตกหักภายในอันเนื่องมาจากกระบวนการ Wet quenching และ Coke ที่มีความเปราะจะถูกกำจัดออกในตอนที่ Coke ตกลงด้านล่างของห้อง

5. ทำให้ความสามารถในการผลิตของ Blast furnace ดีขึ้น เนื่องจาก

5.1 เชื้อเพลิงที่ใช้ใน Blast furnace ลดลงเนื่องจากเป็น Coke ที่แห้ง จึงไม่ต้องการความร้อนเพิ่ม จึงปล่อย CO_2 น้อยลง

5.2 กำเนิดพลังงานไฟฟ้าด้วยการใช้เทคนิคของ TRT ได้มากขึ้น เนื่องจากด้านบนของเตามีอุณหภูมิสูงขึ้น

ทั้งนี้ในโรงงานเหล็กแห่งหนึ่งของประเทศจีนที่มีการใช้เทคโนโลยีกระบวนการ CDQ ในกรุงปักกิ่งในช่วงปี 1997-2001 พบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้ 24,700 toe (ton oil equivalent)/ year และลดการปลดปล่อย CO_2 ได้ 68,300 ton CO_2 / year [87]

Top gas pressure recovery turbine (TRT)

เป็นกระบวนการที่ใช้ก๊าซร้อนจาก Blast furnace เพื่อการนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าต่อไป ซึ่งเดิมทีก๊าซร้อนเหล่านี้จะถูกปล่อยทิ้งไปเปล่า ๆ ในปัจจุบันกระบวนการ TRT สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า 8% ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันในอุตสาหกรรมเหล็กของญี่ปุ่น (ประมาณ 3.33 TWh) กระบวนการนี้จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ส่วนปลายของระบบภายหลังจากก๊าซที่ออกมาจาก Blast furnace ได้ถูกทำความสะอาดแล้ว (เครื่องมือทำความสะอาดก๊าซมี 2 ประเภท คือ แบบเปียกที่มีการใช้น้ำ และแบบแห้งที่ไม่มีการใช้น้ำ) หลังจากที่มลพิษถูกกำจัดออกไปแล้ว Blast furnace gas จะถูกปล่อยเข้าไปขับเคลื่อน Turbine พลังงานที่เกิดจาก Turbine จะถูกส่งไปยังเครื่องปั่นไฟเพื่อเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า [82] ซึ่งกระบวนการ TRT แสดงได้ดังรูปที่ 3-6

Turbines มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ Radial และ Axial turbines ซึ่งในปัจจุบัน Axial turbines ถูกใช้แพร่หลายมากกว่า เนื่องจากมีความเหมาะสมเมื่อต้องใช้งานกับอัตราการไหลของปริมาตรที่มากๆ ของก๊าซ [82]

ลักษณะเฉพาะของระบบ TRT มีดังนี้ [82]

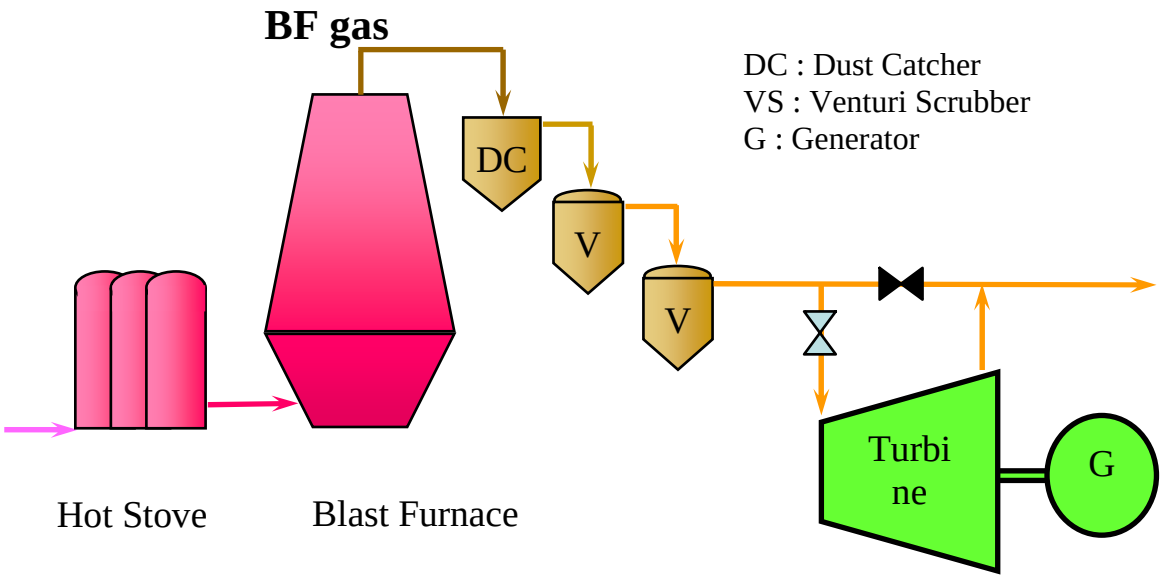
1.เป็นเครื่องมือที่ให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าจากการขับเคลื่อน Turbineโดยใช้ Blast furnace gas ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่ทำให้มีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าสำหรับ Blast furnace โดยปกติสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 40-60 kWh/ton Pig iron

2.โดยทั่วไปขนาดของ Blast furnace จะเป็นตัวกำหนดขนาดการผลิตกำลังไฟฟ้า ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาขนาดของ Blast furnace ขยายใหญ่ขึ้น ผลที่ได้คือกำลังการผลิตไฟฟ้าจึงเพิ่มขึ้นด้วย ขนาดของ Blast furnace ที่เล็กกว่า 1,000 m^3 อาจจะติดต้อง TRT ได้ไม่คุ้มค่า [98]

3. ไม่ต้องการเชื้อเพลิงในการกำเนิดพลังงานและไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงจึงไม่ก่อให้เกิด CO_2 หรือ ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติม

4. เกิดเสียงดังที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับระบบแบบเดิม ซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมรอบ Blast furnace ดีขึ้น

5. ไม่ต้องใช้เทคนิคใดๆที่ซับซ้อนในการดำเนินการหรือซ่อมบำรุง



รูปที่ 3-6 กระบวนการ Top gas recovery turbine-TRT [82]

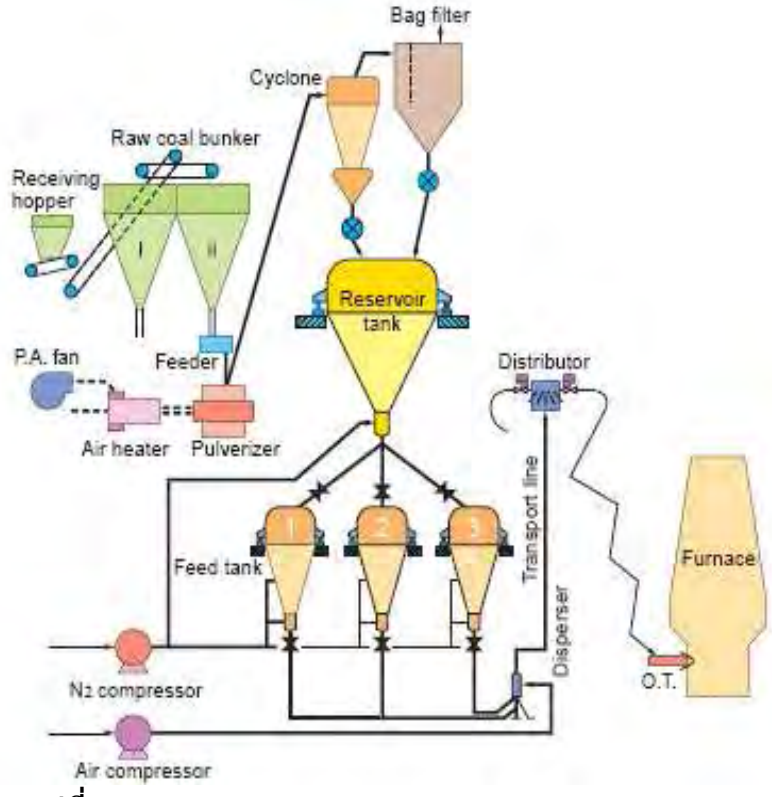
Pulverized Coal Injection (PCI)

เทคโนโลยีนี้จะลดความต้องการ Coke ของ Blast furnaces ลง โดยเป็นการใช้ผง Coal แทน Coke ในการเกิดปฏิกิริยา Reduction กับ Iron ore ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการลดปริมาณความต้องการ Coke ของ Blast furnaces จึงลดความต้องการพลังงาน และลดการปลดปล่อย CO_2 ที่

จะเกิดจากขั้นตอนการผลิต Coke ลงได้ Coke เป็นวัตถุดิบเพียงชนิดเดียวที่ใช้ในการ Reduce Iron ore มาอย่างยาวนาน แต่ในที่สุดก็มีการนำเทคนิคของ Pulverized coal injection มาเริ่มใช้ในญี่ปุ่น โดย การใช้ผง Coal จำนวน 1 ตัน จะสามารถลดการใช้ Coke ได้ 0.8 ตัน คิดเป็นการประหยัดพลังงานได้ 100 kg ce (kg coal equivalent) [98] ซึ่งกระบวนการ PCI แสดงได้ดังรูปที่ 3-7

ข้อคิดเห็นที่ได้จากการใช้ PCI [46]

1. ลดการปลดปล่อย CO_2 จาก Coke oven
2. ต้องลงทุนกับเครื่องมือบดถ่านหิน (Coal grinding)
3. เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อถือได้ และง่ายต่อการดำเนินการ
6. ไม่มีการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่ใช้ในการพ่น



รูปที่ 3-7 กระบวนการ Pulverized coal injection-PCI [89]

3.2.3 การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต [70]

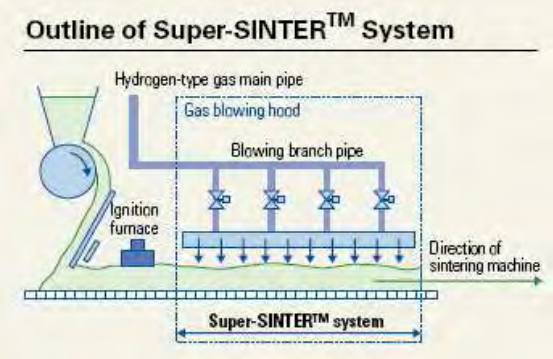
จากข้อมูลที่ทางคณะวิจัยได้มีการศึกษาทบทวนมา พบว่าสำหรับเทคโนโลยีที่ยังอยู่ในขั้นตอนของการค้นคว้าทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามเพื่อการลดการปล่อย CO_2

ในอนาคตจากกระบวนการผลิตอาจได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน (Energy efficiency) การเปลี่ยนประเภทของพลังงานที่ใช้ (Fuel switching) และการใช้กระบวนการจับ Carbon (Carbon capture and storage-CCS) โดยในที่นี้เพื่อให้สะดวกกับการยกตัวอย่างจึงขอแบ่งกลุ่มของเทคโนโลยีเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆอันได้แก่กลุ่มเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งจะครอบคลุมถึงการผลิตที่เน้นด้านการใช้ reductant ที่ไม่ใช่ Carbon การใช้เชื้อเพลิงแบบใหม่ๆ และการใช้เชื้อเพลิงที่หมุนเวียนได้เพื่อลดการใช้ถ่านหิน เป็นต้น และกลุ่มที่สองก็คือเทคโนโลยีด้านการดักจับ Carbon โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.3.1 เทคโนโลยีด้านการผลิต

เป็นที่ทราบอยู่แล้วว่า เทคโนโลยีของประเทศญี่ปุ่นจะมีความทันสมัยกว่าของประเทศอื่นๆในด้านการควบคุมการปล่อยออกของก๊าซเรือนกระจก ในที่นี้จะยกตัวอย่างของบริษัท JFE มาแสดงดังต่อไปนี้

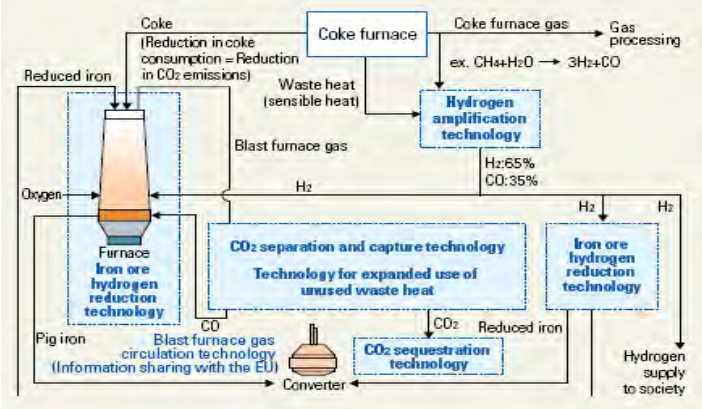
1. เทคโนโลยี Super-SINTER^{TM} (Secondary-fuel INjection Technology for Energy Reduction) ดังแสดงในรูปที่ 3-8 โดยใช้การแพร่เชื้อเพลิง Hydrogen เข้าสู่เตา Sinter furnace ซึ่งเทคโนโลยีนี้ช่วยให้ Sinter process มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลด CO_2 จากการที่ไม่ใช้ถ่านหินและช่วยผลิต Sinter ore ที่มีคุณภาพสูง อันนี้ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่นำสมัยและเฉพาะของบริษัท [80]



รูปที่ 3-8 เทคโนโลยีของ Super-SINTER^{TM} [80]

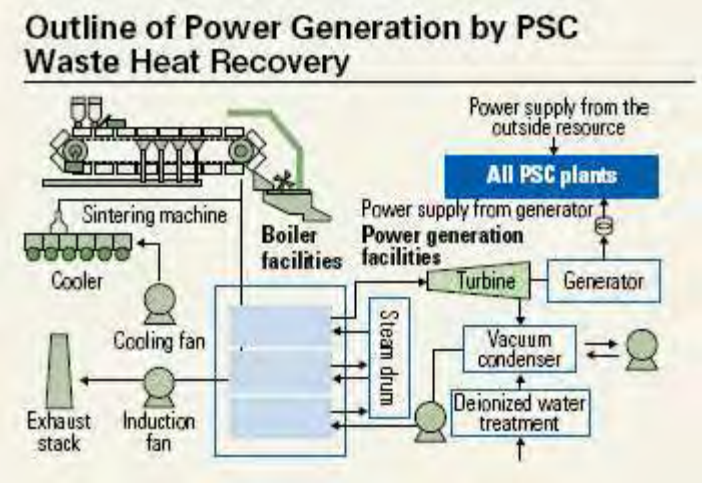
2. ใช้เทคโนโลยี COURSE 50 (CO_2 Ultimate Reduction in Steelmaking Process by Innovation Technology for Cool Earth 50) ดังแสดงในรูปที่ 3-9 ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีของ “การลดการปลดปล่อย CO_2โดยการใช้ Hydrogen reduction ในเตา BF” และ “การแยกและการจับ CO_2 จากเตา BF” [80] นอกจากนี้ยังมีการผลิตไฮโดรเจนจากเตา Coke oven อีกด้วย อย่างไรก็ดีไฮโดรเจนในรูปของโมเลกุลไม่สามารถจะใช้ reduce เหล็กออกไซด์โดยตรงได้

จะต้องเป็นไฮโดรเจนอะตอมหรือไอออนเท่านั้น ซึ่งจะเกิดในสภาพที่มีความร้อนสูงมาก ๆเท่านั้น [70]



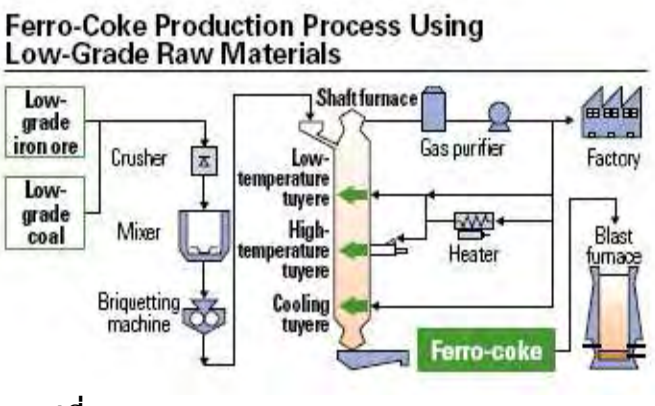
รูปที่ 3-9 เทคโนโลยีของ COURSE 50 [80]

3. ร่วมกับ PSC (Philippine Sinter Corporation) ในการใช้เทคโนโลยี “การนำความร้อนจากกระบวนการ Sinter กลับมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า” ซึ่งเป็นโครงการ CDM โดยแผนภาพของกระบวนการแสดงดังรูปที่ 3-10



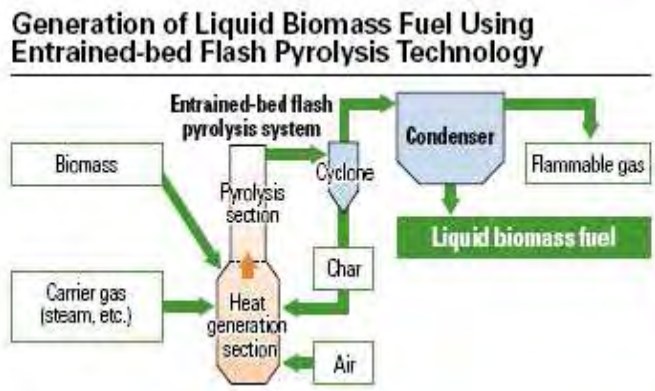
รูปที่ 3-10 เทคโนโลยีการนำความร้อนจากกระบวนการ Sinter กลับมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า [80]

4. ใช้เทคโนโลยี Ferro-Coke production process ดังแสดงในรูปที่ 3-11 ซึ่งเป็นการผลิต Coke ที่เกิดจากการผสมระหว่าง Iron ore คุณภาพต่ำกับ Coal คุณภาพต่ำ โดยจะถูกนำไปใช้แทน Coke ในเตา Blast furnace เป็นการลดปริมาณการใช้ Coke ช่วยประหยัดพลังงานและลดการปลดปล่อย CO_2



รูปที่ 3-11 Ferro-Coke production process [80]

5. การผลิต Liquid biomass fuel ไว้ใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งใช้ความร้อนและสภาพไร้อากาศ (Pyrolysis) ในการสลาย Biomass ประเภทไม้ ดังแสดงในรูปที่ 3-12



รูปที่ 3-12 เทคโนโลยีการผลิต Liquid biomass fuel [80]

6. การใช้ Plastic Waste [72]

การใช้ Plastic Waste แทนที่การใช้ Coal หรือ Coke กำลังเป็นที่สนใจและมีการทดลองอยู่ในประเทศญี่ปุ่น ออสเตรียและเยอรมัน อุตสาหกรรมเหล็กในญี่ปุ่นในปี 2005 มีการใช้อยู่ในราว 460,000 ตันต่อปีหรือคิดเป็นค่าความร้อนประมาณ 20 PJ/ปี และมีการตั้งเป้าว่าจะใช้ถึง 1 ล้านตันในปี 2010 [65] การเผาไหม้อาจจะเกิดขึ้นได้ทั้งในเตาเผาขยะหรือใน Blast furnace โดยตรง แต่การเผาใน Blast furnace โดยตรงสามารถที่จะลดการใช้ถ่านหินหรือ Coke ลงได้เป็นอย่างมากเนื่องจากค่าความร้อนที่สูงกว่าของพลาสติก อย่างไรก็ตามการใช้อย่างจริงจังของเชื้อเพลิงในรูปแบบนี้จะถูกจำกัดจากปริมาณของ Plastic waste เอง การปนเปื้อนของ PVC plastics ต้นทุนในการปรับปรุงระบบการเผาไหม้ และข้อจำกัดของกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม

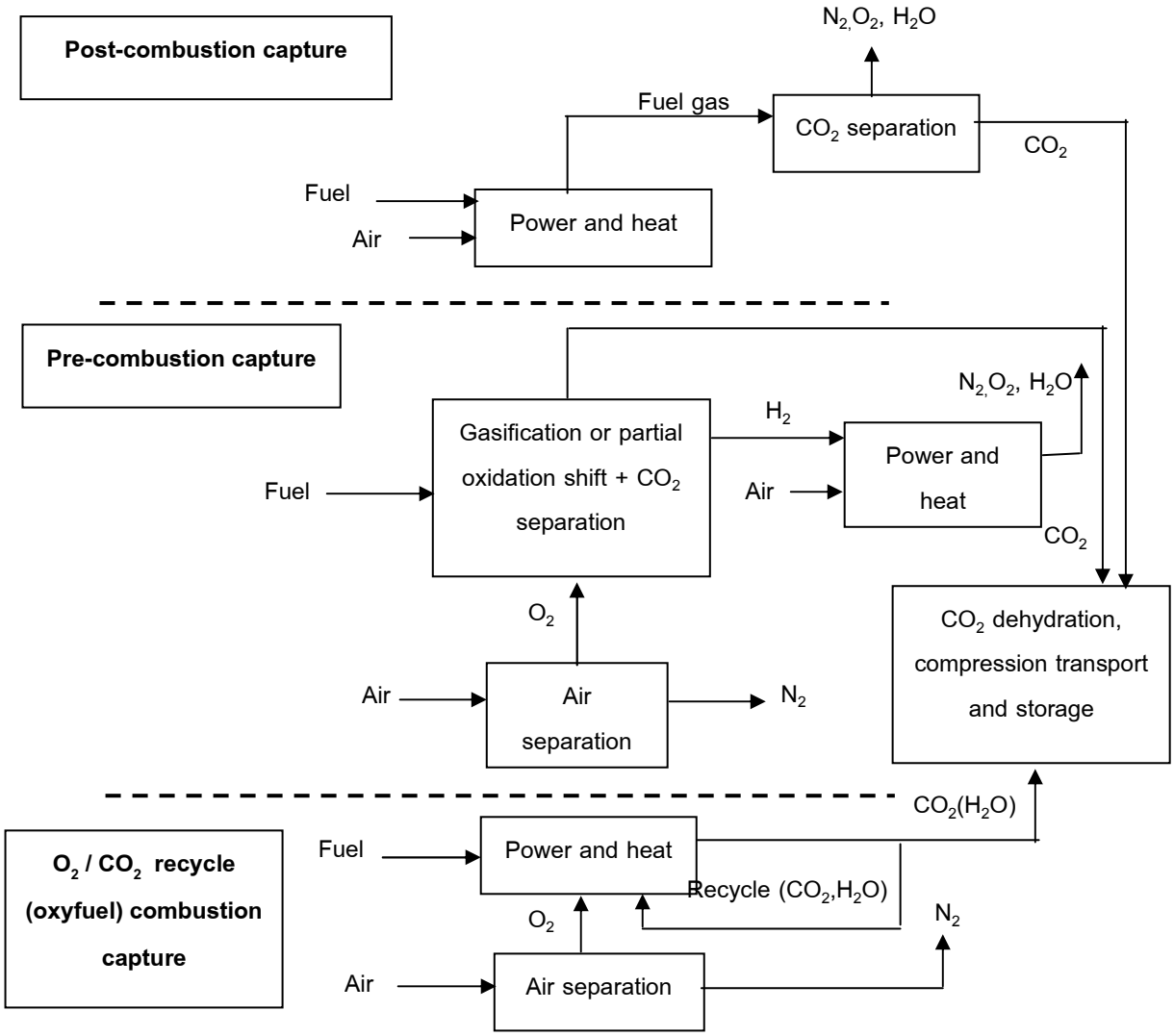
ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงตัวอย่างบางส่วนของการวิจัยพัฒนากระบวนการผลิตเหล็กเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น ยังมีอีกมากมายที่ยังไม่ได้กล่าวถึงได้แก่

กระบวนการ Smelt reduction เช่น FINEX, HIsmelt เนื่องจากยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลายกันนักและ ยังมีปัญหาในเรื่องของการควบคุมกระบวนการ และการควบคุมคุณภาพอยู่ หรือการใช้กระบวนการ Molten Oxide Electrolysis ในการแยกธาตุเหล็กออกจาก Iron ore โดยใช้กระแสไฟฟ้า ที่มีการวิจัยโดย US Department of Energy ร่วมกับ American Iron and Steel Institute (AISI) เนื่องจากยังมีปัญหาในเชิงเทคนิคเกี่ยวกับขั้ว Anode ซึ่งทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมากต่อการผลิตเหล็ก 1 หน่วย [70] เป็นต้น

3.2.3.2 เทคโนโลยีการดักจับ Carbon

เทคโนโลยีในการดักจับ Carbon (Carbon capture and storage-CCS) โดยทั่วไปอาจจะกล่าวได้ว่ามีอยู่สามแนวทางใหญ่ๆคือ กระบวนการก่อนการเผาไหม้ (Pre-combustion) กระบวนการหลังการเผาไหม้ (Post-combustion) และกระบวนการเพิ่ม Oxygen ให้กับเชื้อเพลิง (Oxyfueling) [68] โดยหลักการและกระบวนการต่างๆจะสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3-13

1) กระบวนการหลังการเผาไหม้ เป็นการแยก CO_2 ออกจาก Flue gas โดยการใช้ตัวทำละลายหรือMembrane แล้วนำ CO_2 นั้นๆไปเก็บหรือทำการหมุนเวียนใช้ต่อไป วิธีนี้มักมีต้นทุนต่อหน่วยการกำจัดที่สูงเนื่องจากความเข้มข้นของ CO_2 ที่จะต้องถูกแยกมักจะต่ำ
2) กระบวนการก่อนการเผาไหม้ เป็นการสร้าง H_2 โดยกระบวนการ Gasification หรือ Partial Oxidation ของเชื้อเพลิงโดยใช้ออกซิเจน แล้วใช้ H_2 ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ร่วมกับอากาศ โดยจะได้น้ำเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป CO_2 ที่อาจเกิดระหว่าง Gasification จะถูกจับและมีการนำไปเก็บหรือหมุนเวียนไปใช้ใหม่ต่อไป
3) กระบวนการการเพิ่ม Oxygen กับเชื้อเพลิงเป็นการแยก Nitrogen ออกจากอากาศทำให้ได้ Oxygen ที่มีความบริสุทธิ์ที่สูงเมื่อเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้จะได้ก๊าซ CO_2 ที่มีความเข้มข้นสูงทำให้ง่ายต่อการแยกเพื่อนำไปเก็บหรือหมุนเวียนไปใช้ใหม่ต่อไป



รูปที่ 3-13 กระบวนการ CCS ที่ใช้กันโดยทั่วไป [68]

ในลำดับต่อไปจะอธิบายถึงการประยุกต์การดักจับ Carbon ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าที่อยู่ในขั้นตอนของภาคสนาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก Blast furnace [70] ดังนี้คือ

1. การใช้ Oxygen แทนอากาศในการเผาไหม้ เพื่อ Fuel gas ที่จะเกิดขึ้นจะได้เป็น CO_2 ที่มีความเข้มข้นสูงเพื่อจะได้ง่ายต่อการแยกออกมากักเก็บหรือการนำไปใช้ใหม่ วิธีการที่ใช้ Oxygen พ่นเข้าไปใน Blast furnace นี้สามารถช่วยลด CO_2 ได้ถึง 85-95% ของ CO_2 ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจาก Blast furnace ได้ และได้มีการทดลองในประเทศสวีเดนแล้ว โดยบริษัท LKAB (Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ ULCOS-I (Ultra Low CO_2 Steelmaking-I) กับเตาที่มีกำลังการผลิต 1-2 ตันเหล็ก/ชั่วโมง เมื่อปี 2007 โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะทำการ Recycling ก๊าซร้อนเพื่อสร้างพลังงานและเพื่อใช้เป็น Reductant

ร่วมกับการทำ CCS ให้ได้ภายในปี 2015-2020 อย่างไรก็ดีในขณะนี้ยังประสบปัญหาของคุณภาพก๊าซที่ออกมาที่ยังมีการปนเปื้อนที่สูง คือยังต้องการการ Cleanup ที่ดีกว่านี้

2. ใช้ความร้อนที่ถูกปล่อยทิ้งออกมาจากกระบวนการต่างๆ เพื่อช่วยในปฏิกิริยาการดูดจับ CO_2 เนื่องจากการดักจับ CO_2 ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า เป็นปฏิกิริยาที่ต้องการความร้อน หากได้ความร้อนที่เพียงพอ ก็จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น

3. ใช้ก๊าซ H_2 จากการทำ Gasification แทน Coal และ Coke เพื่อเป็น Reductant

อย่างไรก็ดี ยังไม่มีวิธีการใดที่สามารถจับ CO_2 ทั้งหมดที่เกิดจากกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าแบบครบวงจรได้ เนื่องจากมี CO_2 อีกปริมาณไม่น้อยที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากขั้นตอนที่ไม่ใช่กระบวนการหลักที่เกิดขึ้นใน Blast furnace ไม่ว่าจะเป็นใน Coke oven, Sinter plants, Basic oxygen furnaces และ Rolling mills ถึงแม้ว่า Blast furnace จะเป็นตัวหลักในการปลดปล่อย CO_2 และจะสามารถปล่อย CO_2 ออกมาได้ถึง 1.5-2.0 ตัน CO_2 / ตันของเหล็กที่ผลิตได้ก็ตาม แต่ในการลด CO_2 ของกระบวนการ Blast furnace เพียงอย่างเดียวมีความสามารถที่จะลด CO_2 ได้เพียง 25% ของปริมาณการปลดปล่อยทั้งหมดเท่านั้น [70]

เทคโนโลยีของระบบ CCS ในขณะนี้มีการทดลองและทดสอบอยู่ทั่วไป เช่นสมาชิกของ Worldsteel ก็ได้มีโปรแกรม CO_2 Breakthrough ที่เป็นแผนงานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อลดการปลดปล่อย การกำจัดหรือการดักจับ Carbon ซึ่งโปรแกรมที่มีความคล้ายคลึงกับ CO_2 Breakthrough นี้ก็มีอีกหลายชนิดและมีการใช้กันอยู่ในยุโรป, อเมริกาเหนือ, ญี่ปุ่น, เกาหลี, ออสเตรเลีย ตลอดจนบราซิล

เทคโนโลยีของการทำ CCS จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในส่วนของการเดิน Blast furnace ในขณะนี้สามารถจับได้เฉลี่ยราว 56-85% ของ CO_2 ที่เกิดขึ้นจาก Blast furnace ทั้งหมด ในบางกรณีเท่านั้นที่จะสามารถจับได้ 99% โดยค่าความร้อนที่ต้องการเพื่อการจับ CO_2 จากการดูดซึมนั้น ประมาณครึ่งหนึ่งจะมาได้จากก๊าซร้อนที่เกิดขึ้นในระบบ ส่วนค่าความร้อนอีกครึ่งหนึ่งนั้นจะต้องผลิตหรือจัดหามา

ต้นทุนของ CCS สำหรับ Blast furnace ในขณะนี้มีค่าประมาณ 40-60 USD/ตันของ CO_2 ที่ถูกการดักจับ ขนถ่าย และจัดเก็บ อย่างไรก็ดีการถลุงเหล็กโดยใช้วิธีการของ Gas-based DRI production จะมีค่าลงทุนที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจมีค่าเพียง 25 USD/ตันของ CO_2 แต่โรงงานถลุงเหล็ก DRI ยังได้รับความสนใจในเพียงไม่กี่ประเทศเท่านั้นและเป็นโรงงานขนาดเล็กๆ ผลที่ตามมาคือจนกระทั่งปัจจุบัน CCS ก็ยังคงได้รับความสนใจอยู่ในวงจำกัดเท่านั้น

บทที่ 4
การกำหนดเป้าหมายเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

การลดการปลดปล่อย CO_2 ออกสู่บรรยากาศโลกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเป็นสิ่งที่นานาประเทศกำลังให้ความสนใจเป็นอย่างสูงเนื่องจากมีความเกี่ยวพันทั้งเรื่องของการลงทุน เศรษฐกิจ การเมือง การวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการที่เราจะวางแผนการลดการปลดปล่อยให้ดีที่สุดโดยมีการกำหนดเป้าหมายเพื่อไม่ให้กระทบหรือให้กระทบน้อยที่สุดต่อประสิทธิภาพการผลิตและความสามารถเชิงธุรกิจโดยรวมของอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศหรือแต่ละภูมิภาคได้นั้น จำเป็นต้องเริ่มจากการวัดค่า ตลอดจนการพิจารณาศักยภาพและความสามารถขององค์กรต่างๆ ดังลำดับต่อไปนี้

4.1 ตัวชี้วัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตัวชี้วัด (Indicator) จะถูกใช้เพื่อการวัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งของกระบวนการ ซึ่งส่วนมากจะใช้วัดค่าของสิ่งที่เป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรตาม หากใช้เพื่อการวัดความสามารถของระบบ เราอาจจะเรียกว่า Performance indicator ตัวชี้วัดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกจากการผลิตในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าที่มีการใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่

1) ค่าการปลดปล่อย CO_2 ทั้งหมด (Absolute CO_2 emission)

เป็นค่าหน่วยมวลของ CO_2ที่ถูกปลดปล่อยออกมาทั้งหมดต่อปีจากขอบเขต (Boundary) หนึ่งๆเช่นจากกระบวนการ จากโรงงาน หรือจากประเทศหนึ่งๆ โดยมากจะใช้หน่วยการวัดเป็นตัน CO_2 ทั้งนี้ปริมาณก๊าซ CO_2 ทั้งหมดจะเท่ากับปริมาณของหน่วยการผลิตทั้งหมดคูณกับการปลดปล่อย CO_2 ต่อหน่วยการผลิตนั้นๆ การใช้ค่าการปลดปล่อยนี้อาจจะทำให้การเปรียบเทียบความสามารถในการลด CO_2 เป็นไปได้ยากในระดับของโรงงานหรือของกระบวนการที่มีปริมาณของหน่วยการผลิตที่ไม่เท่ากัน ในภาคอุตสาหกรรมของประเทศที่พัฒนาแล้ว จะพยายามไม่ใช้ตัวชี้วัดนี้เพราะจะมีผลโดยตรงกับปริมาณหน่วยการผลิต ที่อาจจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการลดลงของ CO_2 emission intensity และหากประเทศที่มีปริมาณการผลิตที่น้อยก็จะได้เปรียบถึงแม้ว่าจะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกไปต่อหน่วยการผลิตที่มากกว่าก็ตาม

2) ค่า CO_2 ต่อตันผลิตภัณฑ์ (CO_2 emission intensity)

เป็นค่าของการปลดปล่อย CO_2 ออกมาจากการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เหล็กหรือเหล็กกล้าจำนวนหนึ่งหน่วยน้ำหนัก ส่วนมากนิยมใช้ที่หนึ่งตัน ค่า CO_2 intensity นี้สามารถวัดได้ทั้งจากการปลดปล่อยโดยตรงหรือการปลดปล่อยทั้งหมด ที่รวมเอาค่าการปลดปล่อยโดยอ้อมเช่นค่าการปลดปล่อยในการผลิตไฟฟ้าไว้ด้วย ค่า CO_2 intensity นี้โดยมากมักมีการรายงานเป็นต่อตันน้ำเหล็กหลอมเหลว (Hot metal) ต่อตันเหล็กกล้า (Crude steel) เป็นต้น ตัวชี้วัดแบบ CO_2 intensity นี้เป็นที่นิยมมากในอุตสาหกรรมเหล็กที่มีปริมาณการผลิตสูง หรือมีความสามารถที่จะลดได้สูง เนื่องจากไม่กระทบต่อปริมาณการผลิตเหล็กในภาพรวม โรงงานเหล็กในญี่ปุ่น เกาหลี EUบางประเทศ หรือโรงงานเหล็กระดับที่ดีหลายโรงในประเทศไทย มีแนวโน้มที่จะสนับสนุนการใช้ตัวชี้วัดนี้

ในการศึกษาของ EC working groups [52] ได้แนะนำให้คิดค่า CO_2 intensity ต่อตันของ Intermediate products ไว้ด้วยในทุกระดับขั้นของการผลิต เช่น การผลิต Coke, Sinter, HBI (Hot briquette iron), Billet, หรือ HRC เป็นต้น ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากอุตสาหกรรมเหล็กในหลายๆประเทศไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำและสามารถที่จะนำเข้าวัตถุดิบของขั้นตอนการผลิตในระดับต่างๆได้ ในการใช้ค่า CO_2 intensity ต่อตันของ Intermediate products เหล่านี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญที่นำไปสู่การหาค่าความสามารถในการลดการปลดปล่อย CO_2 ของ Unit process ย่อยๆที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันในทุกระดับการผลิตเหล็ก เช่น Coke oven, Blast furnace, Basic oxygen furnace หรือ Electrical arc furnace เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบได้ อย่างไรก็ดีมีข้อควรคำนึงอย่างยิ่งว่าค่า CO_2 intensity นี้เป็นสิ่งที่นอกจากจะขึ้นกับ Unit process ย่อยๆแล้วยังเป็นผลที่เกิดจากอีกหลายปัจจัยได้แก่ ประเภทและคุณภาพของวัตถุดิบและเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ Scrap ประเภทและคุณภาพผลิตภัณฑ์ ขนาดของระบบ ความทันสมัยของระบบ เป็นต้น ดังนั้นการทำการเปรียบเทียบค่านี้จะต้องทำอย่างระมัดระวังโดยเฉพาะในกรณีที่เป็นระดับ Aggregate เช่นระดับโรงงานที่มีหลายผลิตภัณฑ์ ระดับประเทศ หรือระดับภูมิภาค

3) ค่าการใช้พลังงานต่อตันผลิตภัณฑ์ (Energy intensity)

เป็นค่าของพลังงานที่ต้องการในการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เหล็กหรือเหล็กกล้าจำนวนหนึ่งหน่วยน้ำหนัก โดยมากนิยมที่หนึ่งตัน การใช้พลังงานมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการปลดปล่อย CO_2 ดังนั้นหากเราทราบค่า Energy mix หรือสัดส่วนโดยมวลของชนิดเชื้อเพลิงต่างๆที่ใช้ และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ เราก็สามารถจะทำการประมาณค่า CO_2 intensity แบบคร่าวๆได้ นอกจากนี้ค่า Energy intensity ยังใช้วัดการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เหล็กหรือวัตถุดิบในการผลิตเหล็กในระดับต่างๆ เช่น Sinter หรือ Coke ได้อีกด้วย เช่นเดียวกันกับค่า CO_2 emission intensity โรงงานเหล็กในญี่ปุ่น เกาหลี EUบางประเทศ หรือโรงงานเหล็กระดับที่ดีหลายโรงในประเทศไทย มี

แนวโน้มที่จะสนับสนุนการใช้ตัวชี้วัดนี้ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรคำนึงก็คือว่าความสัมพันธ์ของค่า Energy intensity กับ CO_2 emission intensity อยู่ที่ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วย ประเทศหรือโรงงานที่มีค่า Energy intensity สูงอาจจะมีค่า CO_2 emission intensity ที่ต่ำได้ หากมีการใช้เชื้อเพลิงที่ปลดปล่อย CO_2 ออกมาได้น้อย เช่น ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หรือพลังงานหมุนเวียนแบบต่างๆ ดังนั้นการใช้ค่า Energy intensity จึงต้องระวังจุดนี้ไว้ด้วย

4) ค่าดัชนีการปลดปล่อย (Carbon emission index)

ค่าดัชนีการปลดปล่อยคือ ค่า Carbon emission intensity ของโรงงานหรือกระบวนการหนึ่งๆหารด้วย Carbon emission intensity โรงงานหรือกระบวนการหนึ่งๆที่ได้รับการยอมรับให้เป็นค่าอ้างอิง โดยอาจจะเป็นค่าเฉลี่ยหรือค่า Benchmark ที่ได้รับการยอมรับก็ได้

4.2 การวัดความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจก

ภาคการผลิตในประเทศต่างๆในโลกโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วได้ถูกกดดันให้มีการตั้งเป้าเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการและสนธิสัญญาระหว่างประเทศแบบต่างๆ อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าก็เช่นกันได้รับผลกระทบที่จะต้องทำการกำหนดเป้าหมายที่จะต้องทำให้ได้ด้วย โดยการตั้งเป้าหมายเหล่านี้บ่อยครั้งจะถูกนำไปเชื่อมโยงกับ Carbon allocation [52] หรือการกีดกันทางการค้าในรูปแบบต่างๆ อย่างไรก็ดีการจะกำหนดเป้าหมายที่จะลดนั้นไม่สามารถกำหนดได้อย่างลอยๆเนื่องจากหากมีการกำหนดเป้าหมายที่เข้มข้นเกินกว่าที่อุตสาหกรรมจะกระทำได้หรือทำได้ด้วยต้นทุนที่สูงเกินไป ก็จะทำให้อุตสาหกรรมไม่สามารถที่จะดำเนินการต่อไปได้ ดังนั้นโดยปกติผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในภาคส่วนต่างๆโดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมจึงมักทำการวัดความสามารถและเปรียบเทียบกันเองก่อนตั้งแต่ระดับโรงงานจนถึงระดับภาคส่วนอุตสาหกรรมของประเทศ โดยใช้กรรมวิธีต่างๆอันได้แก่ กรรมวิธี Benchmarking เป็นต้น

4.2.1 Benchmarking

เป็นคำที่มีการใช้กันมากในภาคการผลิต โดยหมายถึงการเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตของโรงงานหนึ่งๆกับค่าความสามารถในการผลิตที่ดีที่ใช้เป็นค่าอ้างอิง (Benchmark) [66] ในด้านของก๊าซเรือนกระจกก็เช่นกัน การทำ Benchmarking อาจจะหมายถึงการเปรียบเทียบค่าตัวชี้วัดของการปลดปล่อย CO_2 ของขอบเขต (Boundary) หนึ่งๆ กับค่าของการปลดปล่อย CO_2 ที่เป็นที่ยอมรับได้ว่าทำได้ดีแล้วหรือค่าอ้างอิงของขอบเขตเดียวกัน เพื่อเป็นการประเมินลำดับที่ของความสามารถในการลด CO_2 และเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการ

ปรับปรุงต่อไป [54] ขั้นตอนในการทำ Benchmarking สำหรับอุตสาหกรรมโดยทั่วไปอาจจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [103]

1) การกำหนดขอบเขตการศึกษา (Boundary setting)

2) การเลือกตัวชี้วัด (Selection of indicators)

3) การเก็บ คำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล (Data collection, calculation, and analysis) โดยใช้เกณฑ์เดียวกันสำหรับภาคส่วนหนึ่งๆ

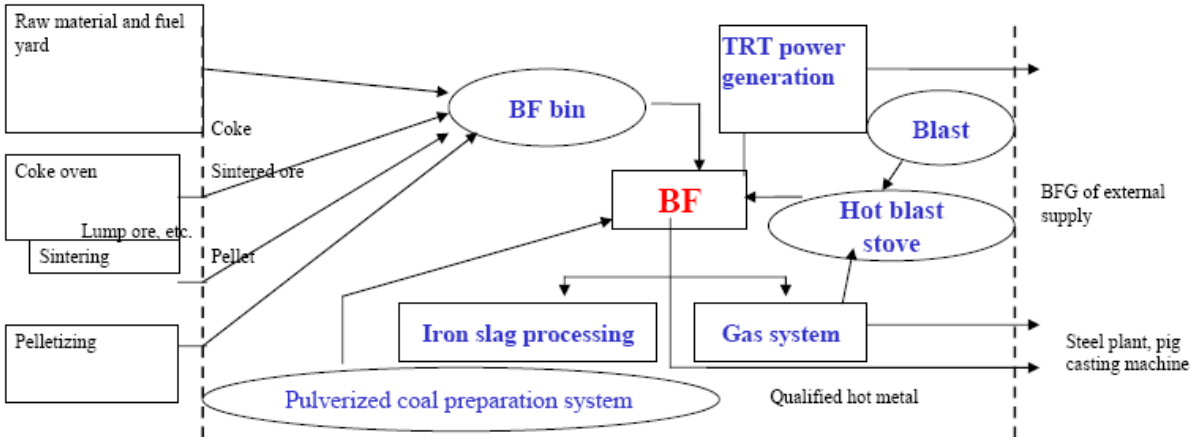
4) การเลือกและการคำนวณค่าตัวชี้วัดอ้างอิง (Selection and calculation of benchmark)

5) การเปรียบเทียบกับค่าตัวชี้วัดอ้างอิง (Data comparison with benchmark)

6) การระบุสาเหตุของความแตกต่างในเชิงประสิทธิภาพ (Identification of performance gap)

7) การเสนอแนวทางปรับปรุงและรายงาน (Improvement suggestion and reporting)

การกำหนดขอบเขตการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญสิ่งแรกที่ต้องทำเนื่องจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเหล็กมีความสลับซับซ้อนมาก แม้แต่โรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์แบบเดียวกันก็อาจจะมีประเภทของวัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่เข้าสู่กระบวนการและกรรมวิธีในการใช้และหมุนเวียนพลังงานที่แตกต่างกันได้ รูปที่ 4-1 เป็นตัวอย่างการกำหนดขอบเขตการศึกษาของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเฉพาะ Blast furnace ที่มีทั้งการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 และการลดก๊าซ CO_2 จากการผลิตไฟฟ้าโดย TRT และ BFG และการใช้ระบบ PCI เพื่อลดการผลิต Coke



รูปที่ 4-1 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตการศึกษาของ Blast furnace [45]

ปัญหาอุปสรรคของการทำ Benchmarking และการแก้ไข [45]

1. ความเหมือนกันของคำนิยามข้อมูลของหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น ตัน Hot metal, ตัน Pig iron, ตัน Crude steel ในส่วนนี้ควรมีการจัดคณะทำงานมาตั้งคำนิยามให้เข้าใจได้ง่ายและตรงกัน เพื่อจะได้วัดการปลดปล่อยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกัน
2. ความเหมือนกันของขอบเขตที่ทำการศึกษาของค่าปลดปล่อยจากผลิตภัณฑ์ต่างๆข้างต้น จะครอบคลุมกระบวนการใดบ้างต้องเหมือนกัน ทั่วทั้งภาคส่วนการผลิตหรือไม่ เช่น วัดเฉพาะระบบ BOF หรือตั้งแต่ BF จนถึง BOF หรือจะวัดตั้งแต่เริ่มขุด Iron ore ขึ้นมา ต้องพยายามใช้ขอบเขตที่ตรงกัน เพื่อจะได้เปรียบเทียบกันได้ นอกจากนั้นขอบเขตการศึกษายังหมายถึงความชัดเจนว่าการปลดปล่อยจะเป็นแบบใด ปล่อยจากการผลิตและใช้ไฟฟ้า ปล่อยจากการเผาเชื้อเพลิง หรือปล่อยออกจาก Process emission หรือรวมกันทั้งหมด เช่น IPCC [69, 71, 73] แยกภาคส่วนพลังงานออกจากภาคส่วนการผลิต และมีรายละเอียดปลีกย่อยลงไปในรุปแบบการคำนวณการปลดปล่อยเป็น Tier 1: มีข้อมูลกระบวนการน้อยที่สุด ใช้ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์มาคูณกับ Emission factor, Tier 2: มีข้อมูลกระบวนการปานกลาง ใช้หลักการสมดุลคาร์บอนและคาร์บอนในวัตถุดิบร่วมกับปริมาณผลิตภัณฑ์, และ Tier 3: ใช้การวัดการปลดปล่อยจริงๆ แต่กรรมวิธีของ World Resource Institute [100] แยกเป็น Scope 1: การปลดปล่อยที่จุดการผลิต ซึ่งรวม Process emission และการใช้พลังงาน, Scope 2: การปลดปล่อยจากไฟฟ้าที่ซื้อมาใช้ และ Scope 3: การปลดปล่อยที่เกิดจากการขนส่งและหรือการจัดการของเสีย เป็นต้น รายละเอียดต่างๆเหล่านี้จำเป็นต้องมีการตั้งคณะทำงานเพื่อระบุชี้ให้ชัดเจนก่อนที่จะสามารถมีการคำนวณค่าการปลดปล่อย เพื่อนำไปทำค่า Benchmark ต่อไป
3. ค่า Benchmark ควรจะเลือกจากค่าตัวเลขตัวชี้วัดการปลดปล่อยค่าใด เช่น ค่าที่ทำได้ดีที่สุด ค่าเฉลี่ย 10% แรกที่ทำได้ดีที่สุด (Decile) ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด ค่าเฉลี่ยตามกลุ่มความทันสมัยของเทคโนโลยี การเลือกแต่ละค่าจะเกิดผลกระทบอย่างไรกับภาคการผลิต ต้องทำการประเมินอย่างรอบคอบโดยคณะทำงาน
4. ข้อมูลหาได้ยาก ไม่เปิดเผย หรืออาจจะเป็นข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ ในส่วนนี้ควรมีการพัฒนาระบบการเก็บข้อมูล และทำการอบรมบุคลากรเพื่อทำการเก็บและคำนวณข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยต้องให้ทราบข้อดีของการมีข้อมูลในองค์กรการผลิต
5. การตรวจสอบข้อมูล ยังไม่มีระบบที่ดีหรือไม่มีระบบโดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา ในส่วนนี้ควรมีการพัฒนาระบบการตรวจสอบข้อมูลทั้งความถูกต้องของข้อมูลดิบและการคำนวณ และทำการอบรมบุคลากรในภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
6. การเข้าถึงข้อมูลเป็นไปได้อย่างยากลำบากเนื่องจากเป็นความลับของบริษัทที่เกี่ยวกับความสามารถในการแข่งขัน ควรต้องมีการจัดทำข้อตกลงในการใช้และการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของสัญญา ตลอดจนระดับของการเข้าถึงข้อมูล

การใช้ข้อมูล Benchmarking ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

การนำค่า Benchmark ไปใช้ในเรื่องของการลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ในปัจจุบันมีหลายประการกล่าวคือ [62, 66]

1) ในระดับกระบวนการ การนำข้อมูลจากการทำ Benchmarking เช่น ค่าตัวชี้วัดการปลดปล่อยและสาเหตุของประเด็นปัญหาต่าง ๆไปใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมให้ดีขึ้น เช่น ราคาค่าพลังงานฟอสซิลที่ต่ำ อาจจะเป็นสาเหตุที่โรงงานไม่ทำการปรับปรุงระบบการเผาไหม้ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนที่มีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ออกไปน้อยกว่า แต่ใช้ต้นทุนที่สูงกว่า

2) ในกรณีของ CDM sectoral approach ที่เป็นความพยายามที่จะลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการผลิตหรือการให้บริการนั้น ข้อมูลของการทำ Benchmarking บางอย่างอาจจะถูกนำไปใช้เป็นค่าเป้าหมาย (Target) ได้ เช่น การนำค่าของโรงงานที่มีการปฏิบัติเป็นเลิศ (Best practice-BP) มาใช้เป็นค่าเป้าหมาย (Target) เพื่อเป็นการขับเคลื่อนให้โรงงานต่าง ๆมีการเคลื่อนสู่จุดของการปฏิบัติเป็นเลิศนั้นต่อไปในอนาคต

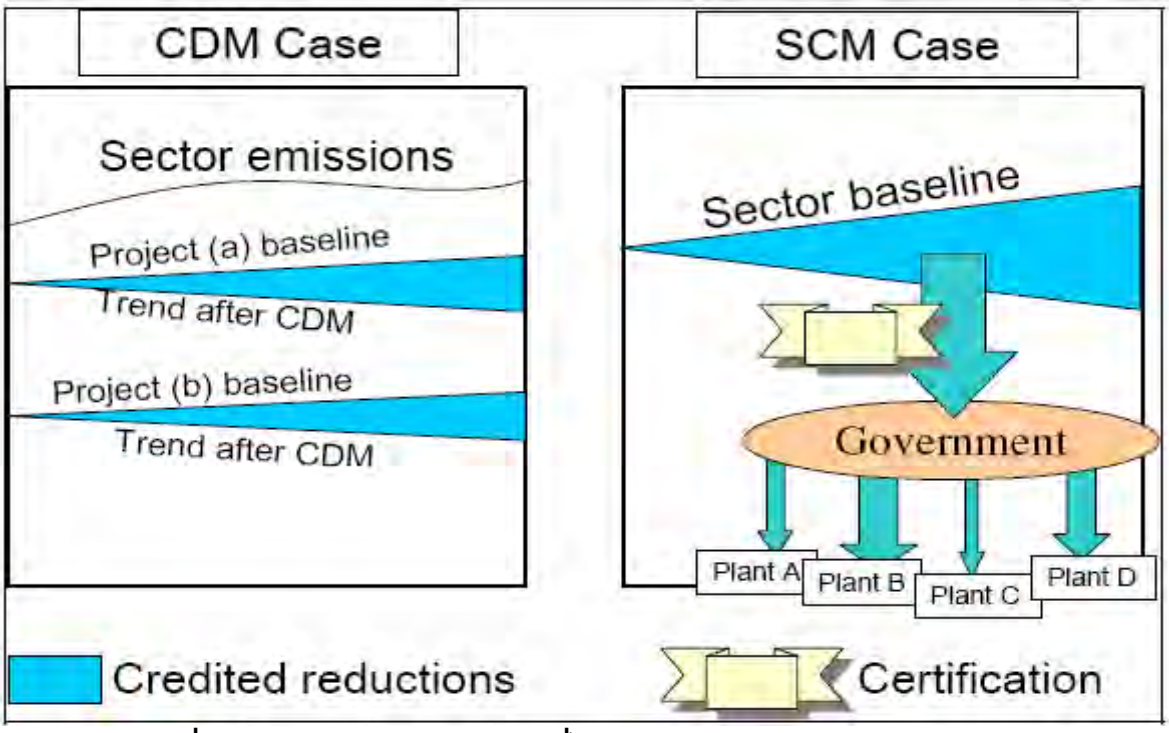
3) ในระบบ Cap and trade ข้อมูลจากการทำ Benchmarking สามารถจะถูกนำไปใช้ได้เช่น การนำค่าการปล่อยเฉลี่ยของโรงงานที่ทำได้ดีที่สุด 25 ลำดับแรกในอุตสาหกรรมการผลิตหนึ่ง ๆ ไปใช้ในการกำหนดค่าอ้างอิง (Benchmark) หากโรงงานใดมีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ที่สูงกว่าค่าอ้างอิงก็จะต้องไปหา Allowance มาจากผู้ที่สามารถปลดปล่อยได้ต่ำกว่า ในทางกลับกันโรงงานใดมีการปลดปล่อยที่ต่ำกว่าค่าอ้างอิงก็จะสามารถขายให้กับผู้ที่ต้องการได้ ในลักษณะนี้การเลือกค่าอ้างอิงและชนิดของค่าอ้างอิงต้องมีการกระทำอย่างรัดกุมว่าจะเป็น Absolute หรือ Intensity emission เพื่อให้เกิดการลดปริมาณ CO_2 ที่แท้จริงนอกจากนี้ยังต้องระวังในเรื่องของอุตสาหกรรมการผลิตบางกระบวนการที่มีการปลดปล่อย CO_2 ออกเป็นปริมาณมากจะทำการย้ายที่ออกไปอยู่ที่อื่น

4.3 การกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (Target setting)

การกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันอย่างกว้างขวางในช่วงเวลาหลังนี้ เนื่องจากค่าเป้าหมายสามารถจะถูกนำไปใช้ได้ทั้งในแนวทางของ CDM sectoral approach [8] หรือเพื่อเป็นการจัดสรร Allowance ในกรณีของ Cap and trade โดยการกำหนดค่าเป้าหมายนี้สามารถทำได้โดยการลากเส้น Baseline จากค่าของจุดเริ่มต้นในปีฐานไปหาค่าเป้าหมายดังกล่าวในปีที่ต้องการจะตั้งเป้าให้เป็น

ในกรณีของประเทศนอก Annex I เช่นประเทศไทย แนวทางที่น่าจับตามองโดยอาจจะมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในอนาคตนั้น อาจจะเป็นแนวทางของ Sectoral CDM ที่อาจจะพิจารณาแยกออกได้เป็นสองแนวทางก็คือ [7]

1) Sector crediting mechanism (SCM) คือการกำหนดเป้าหมายในรูปของ Baseline รายสาขาโดยจะให้เครดิตกับโรงงานในสาขานั้นๆที่สามารถลดการปลดปล่อยได้จนมีค่าต่ำกว่า Baseline ที่ตั้งไว้ [66] ซึ่งแตกต่างไปจากเครดิตที่ได้จากโครงการ CDM เนื่องจากเส้น Baseline ของโครงการจะเป็นการคาดการณ์ในแต่ละโครงการ ส่วน Baseline ของระบบ SCM จะเป็นค่ารวมของอุตสาหกรรมประเภทนั้นๆในขอบเขตหนึ่งๆซึ่งอาจจะเป็นประเทศหนึ่งๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 การเปรียบเทียบเครดิตที่ได้จากระบบ CDM กับระบบ SCM [66]

2) Sector no lose target คือการกำหนดเป้าหมายแบบ No lose target คือถ้าทำไม่ได้ก็ไม่มีบทลงโทษ แต่หากทำได้ดีคือปลดปล่อยน้อยกว่า No lose target ก็จะได้เครดิต

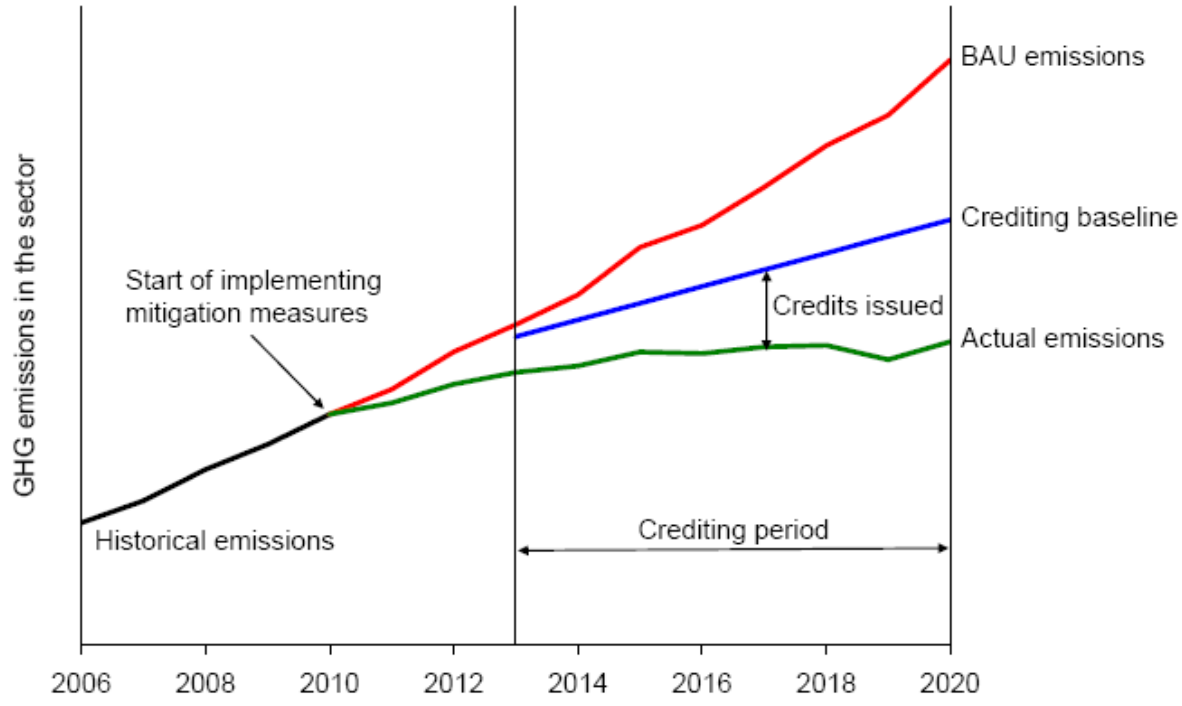
พบว่าในทั้งสองกรณีเรื่องของการกำหนดเป้าหมายเป็นเรื่องสำคัญที่สุด การกำหนดเป้าหมายอาจจะมีการทำได้ในสองกลุ่มใหญ่ๆคือ Top-down กับ Bottom-up โดย Top-down หมายถึงการกำหนดเป้าหมายจากภาคส่วนที่มีอำนาจเหนือภาคการผลิตซึ่งมักจะเป็นรัฐบาล ส่วน Bottom-up จะเป็นการกำหนดเป้าหมายขึ้นมาจากภาคการผลิตตามศักยภาพและข้อมูลที่มี เป้าหมายที่ดีควรจะมาจากการผสมผสานของทั้งสองรูปแบบเนื่องจากจะได้เป็นการกำหนดค่าที่สามารถทำได้และมีผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 จริง อย่างไรก็ดีการกำหนด Baseline ที่ต่ำมากๆอาจจะเกิดขึ้นได้ยากในประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากขาดแรงจูงใจในเชิงการเงินที่เพียงพอ [38]

กรรมวิธีทางเทคนิคการกำหนดค่า Baseline อาจจะมีที่มาได้หลากหลาย [90] เช่น

1) การดัดแปลงจากค่า Business as usual (BAU) เป็นการสร้างเส้น Baseline ที่ใช้ค่าน้อยกว่าค่าการปลดปล่อยตาม BAU ในสัดส่วนที่มีการตกลงยอมรับกัน เช่น น้อยกว่า BAU เท่ากับ 20% โดยกรรมวิธีนี้ต้องการการพยากรณ์ค่าการปลดปล่อยแบบ BAU ก่อน

2) การใช้ค่าศักยภาพการลด (Mitigation potential) เป็นการสร้างค่า Baseline จากความสามารถในการลดของภาคอุตสาหกรรมเองโดยเป็นการลดจากเส้น BAU เดิมและในส่วนนี้ต้องมีการคำนึงถึงต้นทุนที่สามารถแบกรับได้โดยภาคอุตสาหกรรมด้วย หากมีการลงทุนเพิ่มเพื่อใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยยิ่งขึ้น

3) การใช้ค่า Emission benchmark จากข้อมูลจนถึงปัจจุบันที่มีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 เป็นการสร้างค่า Baseline จากการเก็บข้อมูลย้อนหลังและนำมาทำ Benchmarking projection หรือการคาดการณ์ความสามารถที่จะลดได้จากโรงงานที่มีค่า Benchmark ที่ดีในปัจจุบัน ไปยังจุดที่ต้องการในอนาคต จากรูปที่ 4-3 ค่าการปลดปล่อยที่ต่ำกว่า Crediting baseline เท่านั้นที่จะได้เครดิต



รูปที่ 4-3 การใช้ค่า Emission benchmark ในระบบของ SCM [90]

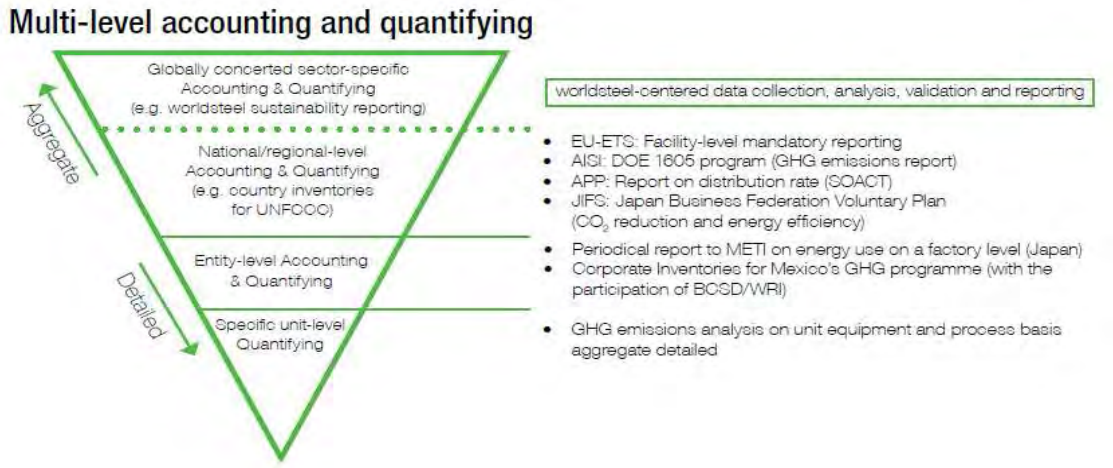
3) การใช้แนวนโยบายของรัฐในการกำหนดค่า Baseline เป็นการสร้าง Baseline จากความต้องการของรัฐโดยตรงที่จะลดการปลดปล่อยให้ได้จำนวนหนึ่งภายในเวลาที่ต้องการ

สำหรับการกำหนดค่า Baseline เพื่อใช้เป็นเป้าหมายนั้น พบว่าในประเทศที่พัฒนาแล้วนิยมใช้แบบของการทำ Benchmark เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป้าหมายที่ได้มีความเป็นไปได้ที่จะบรรลุได้โดยใช้ต้นทุนที่เหมาะสม สำหรับการตั้งเป้าหมายในประเทศที่กำลังพัฒนานั้นควรคำนึงถึงสภาพความพร้อมทั้งด้านบุคคลากร เทคโนโลยี และการเงิน เป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นอาจจะมีเป้าหมายที่แตกต่างกันออกไปได้ตามสภาพความพร้อมและลักษณะการผลิตแบบต่าง ๆ

4.4 การเตรียมความพร้อมเพื่อการกำหนดเป้าหมาย

Worldsteel (Worldsteel Association) ในปี 2008 ได้เรียกร้องให้ที่ประชุม COP 14 ใช้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันผลิตภัณฑ์ (Carbon intensity) แทนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในแต่ละปี (Absolute emission) ในการกำหนดเป้าหมายของ Kyoto protocol ในปี 2009 ผู้แทนของ Worldsteel ได้รายงานในที่ประชุม COP 15 ว่ากำลังดำเนินการรวบรวมข้อมูล CO_2 intensity โดยค่า CO_2 emission intensity นี้จะคิดทั้งการปลดปล่อยโดยตรงและโดยอ้อม ในระดับโรงงานจากภาคีสมาชิก นอกจากนั้นยังได้วางแผนในการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก โดยใช้ค่า Benchmark เป็นหลัก โดยมีแนวทางกรรมวิธีในการเก็บข้อมูลเหมือนกับทาง Asia Pacific Partnership (APP) ที่มุ่งไปยังกระบวนการหลักในการผลิตเหล็กทั้งสามกระบวนการคือ BF/BOF, EAF, และ DRI/EAF

ในขณะนี้ Worldsteel กำลังทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในระดับ Aggregate ของทั้งโลก ตามรูปที่ 4-4 โดยมีการประสานข้อมูลในระดับภูมิภาคและระดับประเทศกับองค์กรต่าง ๆ เช่น APP, JISF, EUROFER และระบบของ EU-ETS เป็นต้น อย่างไรก็ดีข้อมูลของแต่ละโรงงานก็ได้ถูกเก็บเป็นความลับและข้อมูล Benchmark ในปัจจุบันก็เผยแพร่กับภาคีสมาชิกเท่านั้น



รูปที่ 4-4 การแสดงโครงสร้างการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลขององค์กรเหล็กต่าง ๆ [106]

EUROFER [56] ได้มีการเสนอที่จะลดปริมาณก๊าซ CO_2 อย่างน้อย 20% จากภาคการผลิตในอุตสาหกรรมเหล็กในยุโรปในปี 2020 เมื่อเทียบกับปี 1990 โดยจะมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเช่น ULCOS อย่างไรก็ตาม EUROFER ยังยืนยันที่จะรักษาความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งต่างๆไว้ โดยจะไม่ลดปริมาณการผลิตลง เนื่องจากประเทศที่มีอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กใหญ่ๆเช่น อินเดีย บราซิล เกาหลี ที่เป็นคู่แข่งต่างไม่ถูกครอบคลุมอยู่ภายใต้ Kyoto Protocol ดังนั้นจึงมีความได้เปรียบเชิงต้นทุนจากการที่ไม่ต้องลดก๊าซเรือนกระจก

EUROFER ระบุว่าการลดปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 โดยการลดปริมาณการผลิตเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องเพราะท้ายสุดอาจจะเกิดการ Leakage คือการย้ายการผลิตสกปรกไปที่อื่น แต่การลด CO_2 ควรมุ่งเน้นไปที่ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและวัตถุดิบในการผลิต EUROFER [57] ยังได้มีการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญ (Phillip Townsend Associates, Inc) เพื่อสนับสนุนการจัดทำค่า Benchmark ตั้งแต่การเก็บข้อมูล การยืนยันความถูกต้องของข้อมูล การตรวจสอบและการคำนวณค่า Benchmark เพื่อการนำไปใช้งานจริง โดยความมุ่งหมายหลักของ EUROFER คือการเตรียมความพร้อมในเชิงข้อมูลให้กับสมาชิกเพื่อสามารถนำค่า Benchmark ไปใช้งานในระบบ Cap and trade หรือ Border carbon adjustment

Asia-Pacific Partnership on Clean Development & Climate (APP)

ในปี 2009 [92] ได้มีการนำเสนอแนวทางของประเทศสมาชิกต่อที่ประชุมดังต่อไปนี้

ญี่ปุ่น ได้เสนอให้มีการตั้งเป้าหมายการลดการปลดปล่อยจากแต่ละสายการผลิตเช่น BF/BOF และ EAF เป็นต้น

เกาหลี ได้เสนอให้มีการตั้งเป้าหมายการลดการปลดปล่อยจากแต่ละสายการผลิตเช่น BF/BOF และ EAF เป็นต้น และได้มีการเสนอให้มีการพิจารณาการตั้งเป้าหมายตามความพร้อมหรือสถานะของประเทศต่างๆ เช่นกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาแบบก้าวหน้า กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาเป็นต้น

อเมริกา ได้เสนอให้ตั้งเป้าแบบเป็นค่าเฉลี่ยของประเทศ โดยไม่สนับสนุนให้ตั้งเป้าในระดับรายกระบวนการ

จีน ได้เสนอว่าการกำหนดเป้าหมายควรจะต้องสอดคล้องกับการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศ จีนได้วางแผนและได้เสนอการลดการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็กลง 20% ในปี 2010 จากปีฐาน 2005

อินเดีย ได้เสนอว่าควรมีการยอมรับในเรื่องความสมัครใจเช่นการเลือกว่าจะไม่ตั้งเป้าหมายเพื่อลดการปลดปล่อย อินเดียยังได้เรียกร้องให้รับฟังและขอความช่วยเหลือในด้านของการเก็บข้อมูล ปัญหาอุปสรรคในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อการลดการปลดปล่อย CO_2

จะเห็นได้ว่าประเทศที่มีความพร้อมสูงเนื่องจากเตรียมตัวไว้อย่างดีเช่นเกาหลี และญี่ปุ่น จะสามารถตั้งเป้าหมายการลดที่สูงได้ ในส่วนของอเมริกาเป็นที่น่าสนใจว่าไม่สามารถที่จะตั้งเป้าหมายการลดรายกระบวนการได้เนื่องจากมีโรงงานเก่าๆอยู่เป็นจำนวนไม่น้อย อย่างไรก็ดี ในกรณีของประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่ควรเสนอในเรื่องของการตั้งเป้าที่จะลด จนกว่าจะได้ข้อมูลที่ครบถ้วนในเรื่องการปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในขณะนี้กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ดำเนินการอยู่ ซึ่งเมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนก็จะสามารถทำการวิเคราะห์ศักยภาพที่แท้จริงได้ว่าจะลดได้อีกเท่าใด โดยใช้ต้นทุนและเทคโนโลยีใด นอกจากนี้ผู้ประกอบการหลายรายก็ยังเสนอที่จะให้เลือกใช้ค่า Carbon emission intensity เป็นตัวชี้วัดอีกด้วยเพื่อจะได้ไม่กระทบต่อปริมาณการผลิตในภาพรวม

บทที่ 5
ภาพรวมของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

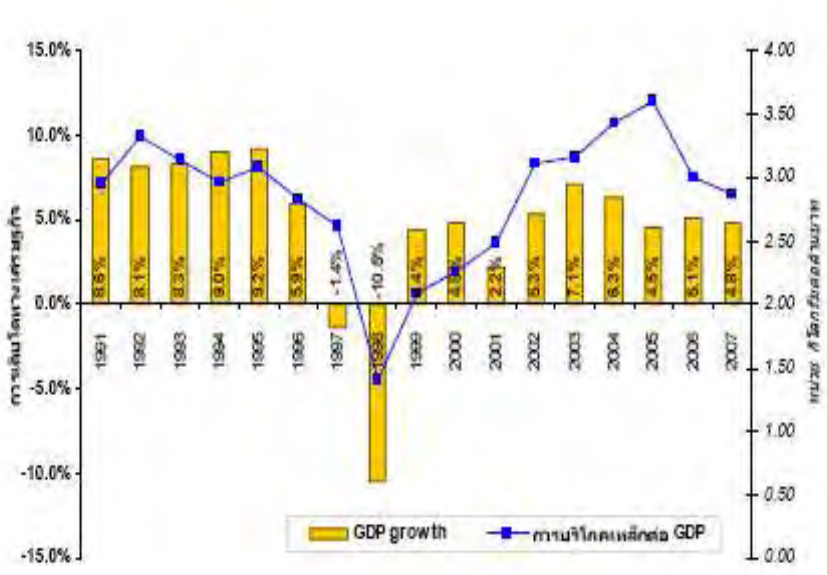
ภาพรวมของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทยที่ทำการศึกษาและได้กล่าวถึงในบทนี้ประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ การบริโภค การนำเข้า การผลิต และการส่งออกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย โครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย ความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆ และความจำเป็นสำหรับการมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในประเทศไทย ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลต่างๆเหล่านี้ คือ ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานต่างๆรวมถึงสถานการณ์ปัจจุบันของอุตสาหกรรมเหล็กฯในประเทศไทย ความสำคัญของอุตสาหกรรมเหล็กฯที่มีต่อประเทศ และความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมเหล็กฯที่มีต่อประเด็นการมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในประเทศไทย เป็นต้น ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 การบริโภค การนำเข้า การผลิต และการส่งออกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมต้นทางที่มีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆเป็นจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ ก่อสร้าง เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ดังนั้นจึงเกิดความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์ต่างๆจากภาคอุตสาหกรรมชนิดนี้ ซึ่งนำไปสู่กลไกต่างๆทางการตลาดที่ก่อให้เกิดกระบวนการนำเข้า การผลิต และการส่งออก โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 การบริโภคเหล็กในประเทศไทย

ความต้องการบริโภคเหล็กในประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ในขณะนี้ประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่จะมีการบริโภคเหล็กต่อหัวประชากรต่อปีที่สูงเช่นในปี 2551 ค่าเฉลี่ยการบริโภคเหล็กต่อหัวประชากรต่อปีในยุโรปจะอยู่ที่ประมาณ 450 kg ญี่ปุ่น 651 kg เยอรมัน 510 kg เกาหลี 1074 kg และ ไทยอยู่ที่ 228 kg [68] ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีโอกาสที่ความต้องการเหล็กของประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต จากการก่อสร้างการพัฒนาสาธารณูปโภคและอุตสาหกรรมต่างๆอีก โดยในปีที่เศรษฐกิจของประเทศเติบโตได้ดีขึ้น อัตราการบริโภคเหล็กต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศก็จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในขณะเดียวกันปีที่เศรษฐกิจของประเทศเติบโตได้ต่ำ อัตราการบริโภคเหล็กต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศจะลดลงเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 5-1 [26]



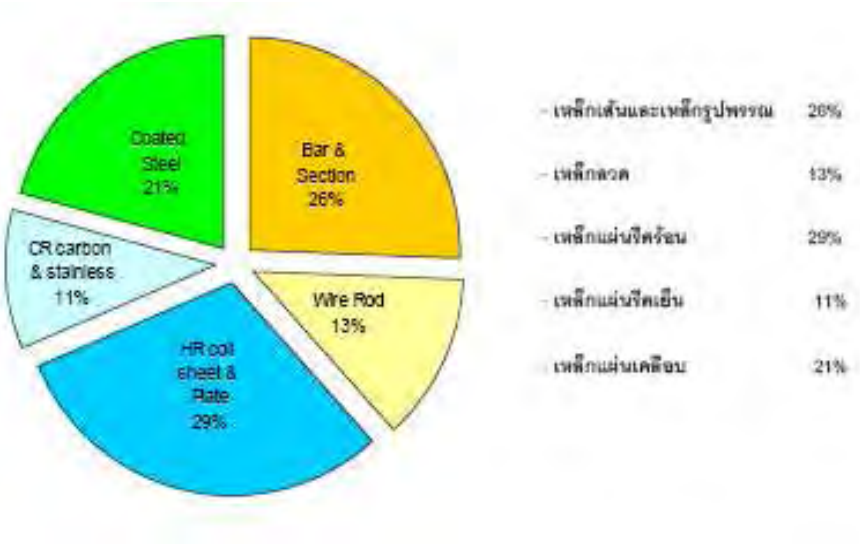
Source : NESDB and ISIT analysis

รูปที่ 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการบริโภคเหล็กในประเทศไทย [26]

ถ้าจะทำการพิจารณาถึงสัดส่วนความต้องการบริโภคเหล็กของไทยโดยแยกตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า เราต้องทราบในเบื้องต้นก่อนว่าผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

- ผลิตภัณฑ์ทรงยาว (Long steel product) เช่น เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ เหล็กลวด เป็นต้น
- ผลิตภัณฑ์ทรงแบน (Flat steel product) เช่น เหล็กแผ่นรีดร้อน เหล็กแผ่นรีดเย็น เป็นต้น

ซึ่งจากข้อมูลความต้องการบริโภคเหล็กของไทยดังแสดงในรูปที่ 5-2 จะพบได้ว่า เหล็กแผ่นรีดร้อนมีสัดส่วนความต้องการมากที่สุดอยู่ที่ 29% โดยอาจมีสาเหตุมาจากการใช้เหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot rolled coil and plate) เป็นวัตถุดิบต้นทางของอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆที่เชื่อมโยงกับภาคการส่งออก เช่น อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และยานยนต์ รองลงมา คือ เหล็กเส้นและเหล็กรูปพรรณ (Bar and section) โดยมีความต้องการบริโภคอยู่ที่ 26% ซึ่งมีการใช้ส่วนใหญ่จากภาคการก่อสร้าง [26] อย่างไรก็ดีข้อมูลในปี 2008 ได้ระบุว่าความต้องการบริโภคเหล็กทั้งหมดของประเทศไทยอยู่ในภาคการก่อสร้างถึง 53.6% เมื่อเทียบกับการบริโภคเหล็กของภาคส่วนอื่นๆ [29]



รูปที่ 5-2 การบริโภคเหล็กสำเร็จรูปแยกตามประเภทของผลิตภัณฑ์เหล็ก (เอกสารไม่ได้ระบุปีของข้อมูลไว้) [26]

ข้อมูลปริมาณการใช้เหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยในปี 2552 และไตรมาสที่ 1 ในปี 2553 มีดังนี้

ปี 2552 : ปริมาณการใช้เหล็กและเหล็กกล้าในประเทศที่สำคัญในปี 2552 มีค่าประมาณ 8,955,08 เมตริกตัน ลดลง 26.45% เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน โดยเป็นผลมาจากความต้องการใช้เหล็กทรงแบนในประเทศลดลง 26.76% และเหล็กทรงยาวที่ลดลง 25.94% [93]

ไตรมาสที่ 1 ปี 2553 : ปริมาณการใช้เหล็กและเหล็กกล้าในประเทศที่สำคัญในไตรมาสที่ 1 ปี 2553 มีค่าประมาณ 3,064,311 เมตริกตัน เพิ่มขึ้น 69.09% เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน โดยเป็นผลมาจากปริมาณการใช้เหล็กทรงแบนที่เพิ่มขึ้นถึง 90.99% และเหล็กทรงยาวที่เพิ่มขึ้น 34.67% ซึ่งสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้เหล็กทรงยาว คือ ภาวะตลาดอสังหาริมทรัพย์ (ภาคส่วนหลักที่มีการใช้เหล็กทรงยาว) โดยรวมขยายตัวเพิ่มขึ้นตามการฟื้นตัวของเศรษฐกิจ มาตรการกระตุ้นอสังหาริมทรัพย์ของภาครัฐ และอัตราดอกเบี้ยที่อยู่ในระดับต่ำ สะท้อนได้จากจำนวนการจดทะเบียนโอนกรรมสิทธิ์ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลที่ปรับตัวเพิ่มขึ้น [88] จะเห็นได้ว่าประเทศไทยยังมีความต้องการเหล็กเพื่อการก่อสร้างที่อยู่อาศัยและสาธารณูปโภคแบบต่างๆอยู่ นอกเหนือไปจากการใช้เพื่อผลิตภัณฑ์ส่งออก

5.1.2 การนำเข้าเหล็กของประเทศไทย

สาเหตุที่ประเทศไทยต้องมีการนำเข้าเหล็กจากประเทศอื่นๆ เกิดจาก 2 สาเหตุหลักๆ คือ

1) ปริมาณการผลิตเหล็กพื้นฐาน เช่นเหล็กกล้าในประเทศไทย ไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ จึงต้องพึ่งพาการนำเข้าเหล็กจากประเทศอื่น โดยในแต่ละปีประเทศไทยต้องมีการนำเข้าวัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูป สินค้าสำเร็จรูป และท่อเหล็กจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษเหล็ก (Scrap), บิลเลต (Billet), แสลป (Slab), เหล็กแผ่นรีดร้อน, เหล็กแผ่นรีดเย็น และเหล็กแผ่นเคลือบ [26]

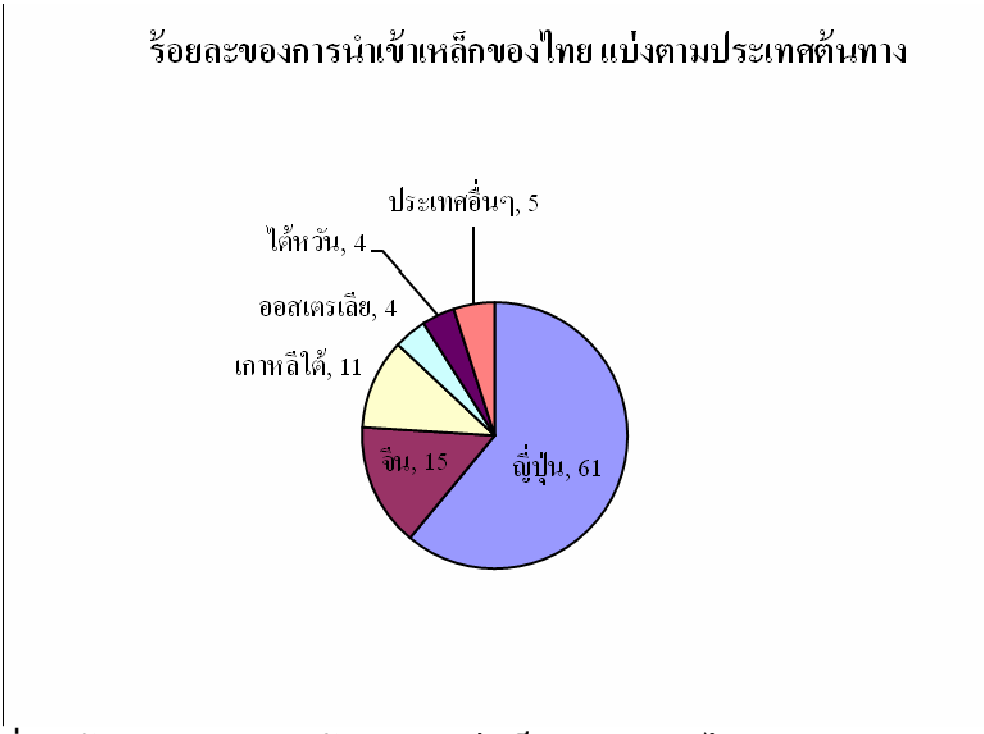
2) ประเทศไทยไม่มีโรงถลุงเหล็ก แต่เป็นการผลิตเหล็กจากการหลอมเศษเหล็ก ดังนั้นจึงไม่สามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์และ/หรือไม่สามารถผลิตเหล็กคุณภาพสูงได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์บางประเภท เช่น ชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ต้องการเหล็กคุณภาพสูงในการผลิต จึงส่งผลให้ประเทศไทยต้องมีการนำเข้าเหล็กจากประเทศอื่น [31]

ตารางที่ 5-1 แสดงปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป และท่อเหล็กชนิดต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่าเหล็กแผ่นรีดร้อนมีปริมาณการนำเข้ามากที่สุดอยู่ที่ 2,356 พันตัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในหัวข้อที่ 5.1.1 ที่บ่งบอกว่าประเทศไทยมีการบริโภคเหล็กสำเร็จรูปประเภทเหล็กแผ่นรีดร้อนมากที่สุด (29%) ส่วนการนำเข้าที่มีปริมาณรองลงมา คือ เศษเหล็กอยู่ที่ 1,784 พันตัน [26] ซึ่งน่าจะมาจากความต้องการของเตาหลอม ซึ่งในปี 2551 สามารถผลิตเหล็กกล้าได้ถึง 0.72 ล้านตัน [23] ดังนั้นประเทศไทยจึงมีความต้องการเศษเหล็กในปริมาณที่ค่อนข้างมากเพื่อใช้ในการผลิตของอุตสาหกรรมเหล็กฯ

ตารางที่ 5-1 ปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูปและท่อเหล็กชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทย [26]

ชนิดวัตถุดิบ / ผลิตภัณฑ์ ที่นำเข้า	ปริมาณการนำเข้า (พันตัน)
เหล็กพิก (Pig iron)	924
เศษเหล็ก (Scrap)	1,784
บิลเล็ต (Billet)	818
แสลป (Slab)	1,295
เหล็กเส้น	246
เหล็กลวด	545
เหล็กรูปพรรณ	24
เหล็กแผ่นรีดร้อน	2,356
เหล็กแผ่นหนา	166
เหล็กแผ่นรีดเย็น	725
เหล็กแผ่นเคลือบ	1,594
ท่อเหล็กไร้ตะเข็บ	427
ท่อเหล็กเชื่อม	236

ประเทศไทยมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กจากแต่ละประเทศในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ญี่ปุ่นเป็นประเทศต้นทางที่ไทยนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กมากที่สุดอยู่ที่ 61% รองลงมาคือจีนอยู่ที่ 15% แสดงได้ดังรูปที่ 5-3 และเมื่อกล่าวถึงภาพรวมการนำเข้าเหล็กของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ จะพบว่าประเทศไทยเป็นผู้นำเข้าเหล็กใหญ่เป็นอันดับ 9 ของโลก และเป็นผู้นำเข้าสุทธิเป็นอันดับ 2 ของโลกดังแสดงในตารางที่ 5-2 เป็นรองแต่เพียงสหรัฐอเมริกา ในขณะที่ประเทศอื่นๆในอาเซียนก็เป็นประเทศผู้นำเข้าเหล็กสุทธิเช่นกัน แต่น้อยกว่าประเทศไทยมาก [26]



รูปที่ 5-3 ร้อยละของการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กของประเทศไทย แบ่งตามประเทศต้นทาง [26]

ตารางที่ 5-2 อันดับการนำเข้าเหล็กของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆในโลก ในปี 2550 [31]

การนำเข้าเหล็ก (ล้านตัน)			การนำเข้าเหล็กสุทธิ (ล้านตัน)		
อันดับที่	**ประเทศ**	**นำเข้า**	**อันดับที่**	**ประเทศ**	**นำเข้าสุทธิ**
1	สหรัฐอเมริกา	30.2	1	สหรัฐอเมริกา	20.8
2	จีน	27.3	***2***	**ไทย**	**10.4**
3	สหภาพยุโรป	24.7	3	อิหร่าน	6.9
4	เยอรมนี	20.4	4	สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	5.4
5	เกาหลีใต้	18.8	5	สเปน	4.6
6	อิตาลี	18.3	6	เวียดนาม	4.5
7	ฝรั่งเศส	14.9	7	อินโดนีเซีย	4.3
8	เบลเยี่ยม-ลักซัมเบิร์ก	13.8	8	แคนาดา	3.9
9	**ไทย**	**12.5**	9	ฮ่องกง	3.9
10	สเปน	11.3	10	อิตาลี	3.9

ตารางที่ 5-2 อันดับการนำเข้าเหล็กของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆในโลก ในปี 2550 (ต่อ) [31]

การนำเข้าเหล็ก (ล้านตัน)			การนำเข้าเหล็กสุทธิ (ล้านตัน)		
อันดับที่	ประเทศ	นำเข้า	อันดับที่	ประเทศ	นำเข้าสุทธิ
11	ไต้หวัน	11.1	11	เกาหลีใต้	2.7
12	ตุรกี	10.2	12	ซาอุดิอาระเบีย	2.7
13	แคนาดา	9.9	13	ฟิลิปปินส์	2.6
14	อิหร่าน	8.4	14	ซีเรีย	2.2
15	สหราชอาณาจักร	7.7	15	ปากีสถาน	2.1

ข้อมูลปริมาณการนำเข้าเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยในปี 2552 และไตรมาสที่ 1 ในปี 2553 มีดังนี้

ปี 2552: มูลค่าและปริมาณการนำเข้าเหล็กและเหล็กกล้าที่สำคัญในปี 2552 มีจำนวนประมาณ 6,946,241 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 173,043 ล้านบาท โดยมูลค่าและปริมาณการนำเข้าลดลงหรือลดลงเหลือ 48.39% และ 32.20% ตามลำดับเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน (ประเทศที่ไทยนำเข้ามากที่สุด ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่นและรัสเซีย) ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการนำเข้าลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ได้แก่ เหล็กแผ่นบางรีดร้อน (HR sheet) ลดลง 64.95% รองลงมาคือ เหล็กแผ่นบางรีดร้อนชนิดผ่านการกัดล้างและชุบน้ำมัน (HR sheet P&O) ลดลง 58.44% และผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูปชนิดอื่นๆ ลดลง 57.44% และผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการนำเข้ามากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เหล็กแท่งแบน (Slab) มีมูลค่า 25,210 ล้านบาท รองลงมาคือ เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน มีมูลค่า 18,410 ล้านบาท [93]

ไตรมาสที่ 1 ปี 2553 : มูลค่าและปริมาณการนำเข้าเหล็กและเหล็กกล้าที่สำคัญในไตรมาสที่ 1 ปี 2553 มีจำนวนประมาณ 2,748,279 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 66,484 ล้านบาท โดยมูลค่าและปริมาณการนำเข้าเพิ่มขึ้น 65.08% และ 118.46% ตามลำดับเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการนำเข้าเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ได้แก่ เหล็กแท่งแบน เพิ่มขึ้น 31.94% เหล็กแผ่นบางรีดร้อนชนิดผ่านการกัดล้างและชุบน้ำมัน เพิ่มขึ้น 17.60% และเหล็กแผ่นบางรีดร้อน เพิ่มขึ้น 5.30% ซึ่งเหล็กแผ่นทั้ง 2 ชนิดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น ยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่กำลังมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการนำเข้ามากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เหล็กแท่งแบน มีมูลค่า 9,767 ล้านบาท เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน มีมูลค่า 8,543 ล้านบาท และเหล็กแท่งเล็กบิลเล็ต มีมูลค่า 7,055 ล้านบาท โดยส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่นและรัสเซีย [88]

5.1.3 การผลิตเหล็กในประเทศไทย

ในปี 2551 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็ก ดังนี้ [14]

- เหล็กทรงยาว : เหล็กเส้น 2,953 พันตัน / ปี, เหล็กรูปพรรณรีดร้อน 644 พันตัน / ปี และ เหล็กลวด 671 พันตัน / ปี
- เหล็กทรงแบน : เหล็กแผ่นรีดร้อน 518 พันตัน / ปี, เหล็กแผ่นรีดร้อนม้วน 2,846 พันตัน / ปี, เหล็กแผ่นรีดเย็น 1,639 พันตัน / ปี, เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้า 114 พันตัน / ปี, เหล็กแผ่นชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อน 165 พันตัน / ปี และ เหล็กแผ่นเคลือบดีบุก 378 พันตัน / ปี

ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯ ที่ผู้ผลิตภายในประเทศสามารถผลิตเองได้ส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มเหล็กทรงยาว ได้แก่ เหล็กเส้น, เหล็กลวดคาร์บอนต่ำ, เหล็กรูปพรรณรีดร้อน (ใช้สำหรับงานก่อสร้าง งานโครงสร้างต่างๆ และงานทั่วๆไป) ส่วนกลุ่มเหล็กทรงแบน ได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อน (ใช้สำหรับงานทั่วไป เช่น ท่อเหล็ก), เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น (เช่น ใช้ทำตู้คอนเทนเนอร์), เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดแผ่นหนา (เช่น ใช้สำหรับทำท่อขนาดใหญ่), เหล็กแผ่นรีดเย็น (เช่น ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ชิ้นส่วนยานยนต์ที่ไม่โชว์ผิวและไม่รับแรง), เหล็กเคลือบสังกะสี (ใช้ในงานก่อสร้าง), เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์ (ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง)

5.1.4 การส่งออกเหล็กของประเทศไทย

การส่งออกผลิตภัณฑ์เหล็กของประเทศไทยมีไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิต เนื่องจากการผลิตเหล็กของประเทศไทยเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้น ซึ่งผู้ผลิตเหล็กของไทยจะเน้นผลิตเพื่อขายภายในประเทศมากกว่า ยกเว้นสภาวะตลาดภายในประเทศไม่ดีจึงจะหาตลาดภายนอกประเทศเพื่อส่งออก ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อเปรียบเทียบการผลิตเหล็กของไทยกับประเทศผู้ผลิตในโลกอื่นๆจะพบว่าทั้งด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สูงกว่า รวมถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า โดยสาเหตุหนึ่งที่ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าก็เนื่องมาจากประเทศอื่นมีโรงถลุงเหล็กภายในประเทศตัวเอง จึงไม่ต้องพึ่งพาการนำเข้า ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ ส่งผลให้ความสามารถในการแข่งขันเพื่อการส่งออกของไทยเสียเปรียบประเทศอื่นๆ [31]

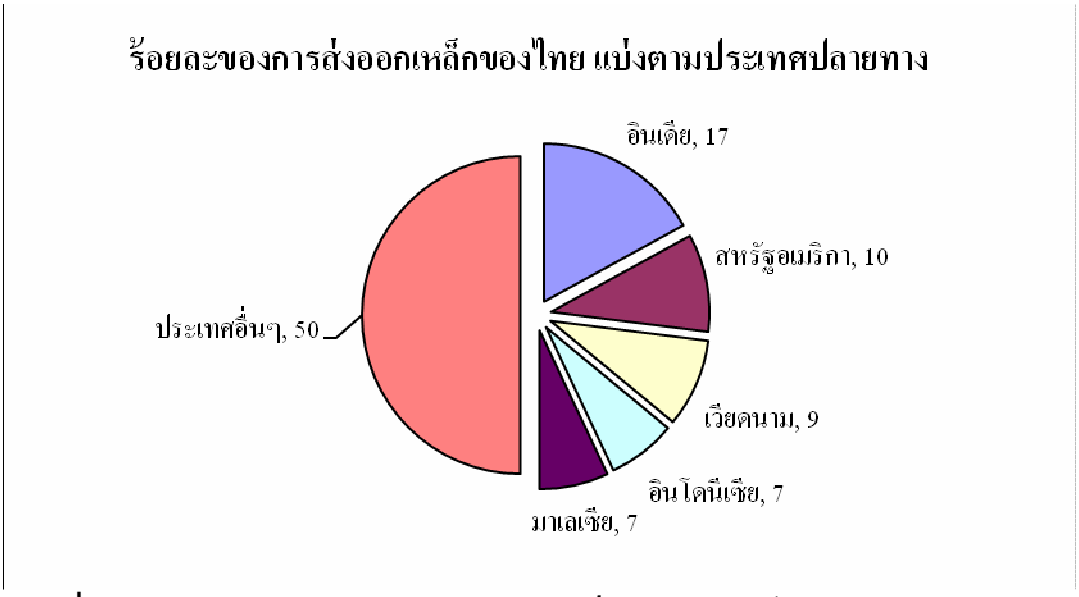
ตารางที่ 5-3 แสดงปริมาณการส่งออกวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป และท่อเหล็กชนิดต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยไม่มีการส่งออกแสลป (Slab) อาจเนื่องมาจากผู้ผลิตแสลปในไทยเน้นผลิตเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต่อเนื่องเพื่อให้เป็นเหล็กแผ่นรีดร้อน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งออกน้อยที่สุดคือเศษเหล็ก (Scrap) โดยส่งออกอยู่ที่ 13,000 ตัน เนื่องจากเศษเหล็กที่ไทยต้องการเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบภายในประเทศมีไม่เพียงพอและต้องนำเข้า จึงส่งผลให้ปริมาณการส่งออกเศษเหล็กของไทยมีน้อย แต่เหล็กแผ่นรีดร้อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งออกมากที่สุดอยู่ที่ 823,000 ตัน ซึ่งอาจไม่

สอดคล้องกับข้อมูลที่กล่าวอยู่ในหัวข้อ 5.1.2 ที่ระบุว่าเหล็กแผ่นรีดร้อนมีการนำเข้ามากที่สุดอยู่ที่ 2,356,000 ตัน สาเหตุหนึ่งอาจมาจาก ประเทศไทยมีผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนรายใหญ่อยู่ประมาณ 3 ราย ที่มีกำลังการผลิตรวมกันได้ประมาณ 7 ล้านตันต่อปี ทำให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงทำการส่งออก แต่สาเหตุที่ส่งออกเหล็กแผ่นรีดร้อนแล้วยังต้องมีการนำเข้ามาเพิ่มเติมอีก ก็อาจมาจากว่าเหล็กแผ่นรีดร้อนที่ผลิตได้ในไทยเอง อาจยังมีคุณภาพไม่สูงพอที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการเหล็กคุณภาพสูงๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ ได้ ดังนั้นถึงแม้ไทยจะผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนได้มากเกินความต้องการภายในประเทศ แต่ก็ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเหล็กแผ่นรีดร้อนคุณภาพดีอยู่นั่นเอง [26]

ตารางที่ 5-3 ปริมาณการส่งออกวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูปและท่อเหล็กชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทย (เอกสารไม่ได้ระบุปีของข้อมูลไว้) [26]

ชนิดวัตถุดิบ / ผลิตภัณฑ์ ที่ส่งออก	ปริมาณการส่งออก (พันตัน)
เหล็กพิก (Pig iron)	52
เศษเหล็ก (Scrap)	***13***
บิลเล็ต (Billet)	93
แสลป์ (Slab)	***0***
เหล็กเส้น	108
เหล็กลวด	25
เหล็กรูปพรรณ	263
เหล็กแผ่นรีดร้อน	***823***
เหล็กแผ่นหนา	213
เหล็กแผ่นรีดเย็น	483
เหล็กแผ่นเคลือบ	237
ท่อเหล็กไร้ตะเข็บ	19
ท่อเหล็กเชื่อม	190

ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์เหล็กที่สำคัญของไทย คือ สหรัฐอเมริกา จีน อินเดีย เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย ลาว สิงคโปร์ และฮ่องกง [31] ซึ่งการส่งออกผลิตภัณฑ์เหล็กของประเทศไทยไปยังแต่ละประเทศปลายทางจะมีสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 5-4 โดยส่งออกไปยังอินเดียมากที่สุดอยู่ที่ 17% รองลงมาคือสหรัฐอเมริกาอยู่ที่ 10% [26]



รูปที่ 5-4 ร้อยละของการส่งออกผลิตภัณฑ์เหล็กของประเทศไทย แบ่งตามประเทศปลายทาง [26]

ข้อมูลปริมาณการส่งออกเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยในปี 2552 และไตรมาสที่ 1 ในปี 2553 มีดังนี้

ปี 2552 : มูลค่าและปริมาณการส่งออกเหล็กและเหล็กกล้าของไทยในปี 2552 มีจำนวนประมาณ1,354,448 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 36,599 ล้านบาท โดยมูลค่าและปริมาณการส่งออก ลดลง 50.90% และ 37.89% ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการส่งออกลดลงมากที่สุดในช่วงนี้เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ได้แก่ เหล็กแผ่นหนารีดร้อนลดลง 82.77% และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้าลดลง 74.47% สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการส่งออกมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ท่อเหล็กมีตะเข็บ มีมูลค่า 9,007 ล้านบาท รองลงมาคือ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน มีมูลค่า 4,334 ล้านบาท และเหล็กแผ่นบางรีดร้อน มีมูลค่า 4,015 ล้านบาท ตามลำดับ [93]

ไตรมาสที่ 1 ปี 2553 : มูลค่าและปริมาณการส่งออกเหล็กและเหล็กกล้าของไทยในไตรมาสที่ 1 ปี 2553 มีจำนวนประมาณ 422,213 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 13,730 ล้านบาท โดยมูลค่าและปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้น 51.12% และ 18.75% ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นมากที่สุดในช่วงนี้เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ได้แก่ ท่อเหล็กไร้ตะเข็บ เหล็กแผ่นรีดเย็นไร้สนิม และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้า สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการส่งออกมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ท่อเหล็กมีตะเข็บ มีมูลค่า 3,607 ล้านบาท รองลงมาคือ ท่อเหล็กไร้ตะเข็บ มีมูลค่า 1,883 ล้านบาท เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนมีมูลค่า 1,621 ล้านบาท โดยสาเหตุที่มีการส่งออกท่อเหล็กไปยังประเทศจีนเพิ่มมากขึ้นนั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศจีน โดยรัฐบาลจีนได้ใช้มาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจส่วนหนึ่งเป็นการขยายสินเชื่อผ่านธนาคารขนาดใหญ่ของภาครัฐเพื่อกระตุ้น

การบริโภคและการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานและอสังหาริมทรัพย์ นอกจากนี้ เป็นผลมาจากการที่ไทยได้มีความตกลงการค้าเสรีอาเซียน-จีน (ACFTA) ซึ่งจะมีการยกเลิกภาษีสินค้าปกติหลายรายการภายใต้ ACFTA จึงทำให้ผู้ประกอบการไทยได้ใช้สิทธิดังกล่าวเพื่อส่งออกท่อเหล็กไปยังจีน [88]

5.2 โครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

โครงสร้างการผลิตเหล็กของประเทศไทยเป็นการผลิตเหล็กแบบไม่ครบวงจร โดยขาดกระบวนการผลิตเหล็กขั้นต้น มีเฉพาะการผลิตเหล็กขั้นกลางและขั้นปลาย วัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้คือ เศษเหล็ก (95% ของวัตถุดิบทั้งหมด) และเหล็กถลุง แต่บางโรงงานจะเริ่มจากการใช้ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูปภายในประเทศหรือที่นำเข้ามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กในขั้นต่อไป [31]

อุตสาหกรรมเหล็กของไทยแบ่งประเภทตามรูปร่างของผลิตภัณฑ์ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เหล็กทรงยาว และเหล็กทรงแบน โดยมีรายละเอียดในแต่ละกลุ่มดังต่อไปนี้

5.2.1 อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาว ส่วนใหญ่เป็นเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้างโดยตรง โดยเฉพาะเหล็กทรงยาวรีดร้อน เช่น เหล็กเส้น เหล็กลวด เหล็กรูปพรรณรีดร้อน ส่วนเหล็กที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์หรือชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจะนำเข้าเกือบทั้งหมด เดิมนำเข้าจากญี่ปุ่นเป็นหลัก แต่ช่วงหลังนำเข้าจากจีนมากขึ้น โดยกลุ่มอุตสาหกรรมเหล็กทรงยาวของไทยแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ [31]

5.2.1.1 อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาวที่มีเตาหลอม มีประมาณ 13 ราย ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง ซึ่งการผลิตจะเริ่มจากการนำเศษเหล็กมาหลอมในเตาอาร์คไฟฟ้า (EAF) แล้วทำการปรับปรุงคุณสมบัติและส่วนผสมทางเคมี ผู้ผลิตแต่ละรายในกลุ่มนี้จะมีความแตกต่างกันตามเทคโนโลยีเตาหลอม ขนาดหม้อแปลง และอุปกรณ์ต่างๆ จึงแบ่งย่อยออกได้เป็นอีก 3 กลุ่ม ดังนี้ [31]

1.) Tier 1 (Modern mill): เตาหลอมเป็นแบบทันสมัย ใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังสูงพิเศษ เตาหลอมมีขนาดใหญ่กว่า 50 ตัน มีการใช้เตาปรุงน้ำเหล็กซึ่งช่วยให้ทำการผลิตได้เร็วและทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากกว่าโรงงานที่ไม่มีเตาปรุงน้ำเหล็ก [31]

2.) Tier 2 (Semi-modern mill): เตาหลอมเป็นแบบทันสมัย ใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังสูงพิเศษ เช่นเดียวกับ Tier 1 แต่ขนาดเตาหลอมจะเล็กกว่า โรงงานกลุ่มนี้จะมีประสิทธิภาพและความสามารถในการผลิตที่ต่ำกว่า ในขณะที่ต้นทุนการผลิตจะสูงกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ Tier 1 [31]

3.) Tier 3 (Older mill): เตาหลอมยังไม่มีการปรับปรุงกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า ไม่มีเตาปรุงน้ำเหล็กแยกต่างหาก โดยต้องปรุงในเตาหลอมส่งผลให้ไม่สามารถใช้กำลังการผลิตของเตาหลอมได้อย่างเต็มที่ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตและการใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี ต้นทุนการผลิตก็สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ [31]

5.2.1.2 อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาวที่ไม่มีเตาหลอม กลุ่มนี้เป็นผู้ผลิตขนาดกลางและเล็ก วัตถุดิบคือผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูปซึ่งจะนำมาผ่านกระบวนการรีดร้อนเท่านั้น ส่งผลให้กลุ่มผู้ผลิตรายนี้มีต้นทุนการผลิตน้อยกว่ากลุ่มที่มีเตาหลอม ปัจจุบันกลุ่มผู้ผลิตรายนี้ประสบสภาวะปัญหาในการจัดหาวัตถุดิบ เนื่องจาก [31]

- กลุ่มผู้ผลิตเหล็กกึ่งสำเร็จรูปเปลี่ยนมาเน้นการขายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแทนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ [31]
- ประเทศจีนออกมาตรการเก็บภาษีส่งออกบิลเล็ต ส่งผลให้ตลาดโลกขาดแคลนบิลเล็ต ราคาจึงสูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตโดยตรง [31]

สำหรับผู้ผลิตกลุ่มนี้เมื่อแบ่งตามความสามารถในการผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

1) โรงรีดร้อนที่มีเครื่องจักรที่ทันสมัยมีเตาเผาเหล็กแท่งแบบ Walking Hearth: สามารถกระจายความร้อนได้เร็วและสม่ำเสมอ รับเหล็กแท่งขนาดใหญ่ได้ (ตั้งแต่ 100 × 100 มิลลิลิตรขึ้นไป) มีกำลังการผลิตสูง อัตราการสูญเสียเหล็กเนื่องจากการตัดหัวและท้ายต่ำ ควบคุมต้นทุนได้ดีกว่า ผลิตได้ทั้งเหล็กเส้น เหล็กเส้นข้ออ้อย เหล็กรูปพรรณขนาดเล็ก เหล็กเพลา และเหล็กลวดที่คุณภาพผิวดี มีความกลมสูง [31]

2) โรงรีดร้อนที่สามารถปรับตัวให้ใช้เหล็กแท่งขนาดเล็ก: รับเหล็กแท่งขนาดเล็กที่มีขนาด 100 × 100 มิลลิลิตรลงมา ประสิทธิภาพและกำลังการผลิตต่ำกว่าเครื่องจักรแบบทันสมัย เตาเผาเหล็กจะเป็นแบบ Pusher Type ซึ่งกระจายความร้อนได้ไม่ดีเท่าแบบ Walking Hearth เป็นเครื่องรีดแบบรีดกลับไปมาทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีทั้งเหล็กเส้นกลม เหล็กเส้นข้ออ้อย เหล็กรูปพรรณขนาดเล็ก ส่วนเหล็กเพลาและเหล็กลวดที่ผลิตได้จะมีคุณภาพไม่ดีนัก [31]

3.) โรงเหล็กรีดซ้ำ: เป็นโรงขนาดเล็กที่ใช้เศษเหล็กตัดซอยเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปเผาให้ร้อนแล้วจึงนำมารีดเป็นเหล็กเส้นกลม เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขนาดเล็ก โรงงานชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพและกำลังการผลิตที่ต่ำ ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ยาก ปัจจุบันสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมได้ยกเลิกมาตรฐานเหล็กเส้น (กลม) รีดซ้ำ แต่ยังมีผู้ลักลอบผลิตอยู่ [31]

5.2.2 อุตสาหกรรมเหล็กทรงแบน มักเป็นการผลิตเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยปกติความต้องการใช้เหล็กทรงแบนจะมีมากกว่าเหล็กทรงยาวเป็นอัตราส่วน 61:39 ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้กับการผลิตเหล็กทรงแบน ต้องมีกำลังการผลิตที่สูงกว่ากลุ่มเหล็กทรงยาวทำให้

ต้องลงทุนมากกว่าจึงทำให้ผู้ผลิตในกลุ่มนี้มีน้อยราย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตเหล็กทรงแบนจะมีความหลากหลายมากกว่าเหล็กทรงยาว แบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่มดังนี้ [31]

5.2.2.1 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน แบ่งย่อยเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.) ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน มีเตาหลอม: ผู้ผลิตกลุ่มนี้ของไทยในปัจจุบันมีอยู่ 2 โรงงาน ใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพในการผลิตสูง เช่น ใช้เตาอาร์คไฟฟ้าที่ป้อนเศษเหล็กแบบต่อเนื่องทำให้ลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า [31]

2.) ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน ไม่มีเตาหลอม: ปัจจุบันในไทยมีผู้ผลิตในกลุ่มนี้ 1 โรงงาน ซึ่งใช้วิธีการนำเข้าเหล็กแท่งแบนจากต่างประเทศมาเผาให้ร้อนแล้วจึงทำการรีดร้อน โดยจะมีลักษณะคล้ายกับการรีดร้อนเหล็กทรงยาว เพียงแต่การรีดร้อนเหล็กทรงแบนต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ซับซ้อนกว่า กำลังการผลิตก็สูงกว่าหลายเท่า [31]

3.) ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดแผ่นหนา ไม่มีเตาหลอม: มีกระบวนการผลิตและใช้วัตถุดิบคล้ายคลึงกับผู้ผลิตกลุ่มที่ 2 แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นแผ่นหนาและมีความกว้างมากกว่า แต่ผู้ผลิตบางรายสามารถผลิตต่อเป็นเหล็กม้วนสำหรับอุตสาหกรรมท่อเหล็กขนาดใหญ่ได้ ในปัจจุบันผู้ผลิตในกลุ่มนี้ของไทยมีอยู่ 2 โรงงาน [31]

5.2.2.2 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น แบ่งย่อยเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) ผู้ผลิตเหล็กกล้าคาร์บอนแผ่นรีดเย็นหรือผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น: กระบวนการผลิตจะเริ่มต้นจากการนำเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วนมากำจัดผิวออกไซด์แล้วนำไปผ่านกระบวนการรีดเย็นลดขนาด โดยเครื่องรีดมี 2 ประเภท คือ รีดแบบต่อเนื่องและรีดกลับไปมา ปัจจุบันไทยมีผู้ผลิตในกลุ่มนี้ 3 โรงงาน [31]

2) ผู้ผลิตเหล็กกล้าไร้สนิมแผ่นรีดเย็น: ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนจึงใช้เครื่องรีดที่มีแรงกดสูง นิยมใช้เครื่องรีดแบบกลับไปมา ที่ช่วยเพิ่มและกระจายแรงกดให้สม่ำเสมอ คุณภาพผิวของผลิตภัณฑ์ก็ต้องมีการควบคุมเนื่องจากต้องการความสวยงามของผิว ปัจจุบันในไทยมี 1 โรงงาน [31]

5.2.2.3 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แบ่งย่อยเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

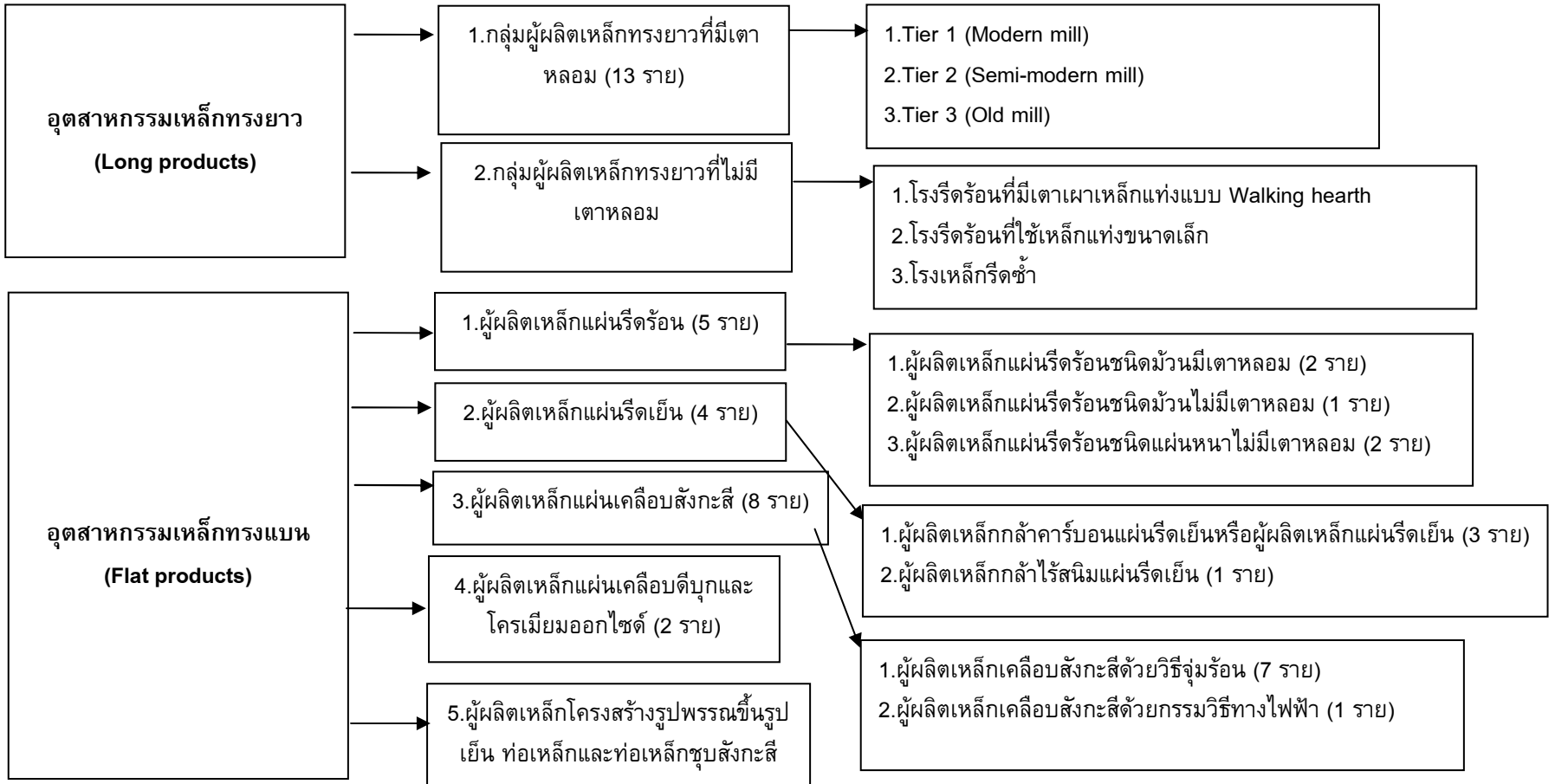
1.) ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อน: ปัจจุบันมี 7 โรงงาน ที่แบ่งเป็นผู้ผลิตเหล็กชุบสังกะสี และเหล็กชุบโลหะสังกะสี-อะลูมิเนียม (สังกะสี 45% อะลูมิเนียม 55%) ซึ่งมีผู้ผลิตเพียง 1 รายเท่านั้น [31]

2.) ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า: การผลิตจะอาศัยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีในการเคลือบสังกะสีลงบนเหล็กแผ่นรีดเย็นโดยเคลือบในลักษณะเป็นอิออน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีจุ่มร้อนที่เป็นการนำสังกะสีหลอมเหลวมาเคลือบติดบนแผ่นเหล็ก ปัจจุบันในไทยมีเพียง 1 โรงงานเท่านั้น [31]

5.2.2.4 ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์: เหล็กแผ่นเคลือบดีบุกจะใช้สำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์ เช่น กระป๋องผลไม้ ส่วนเหล็กแผ่นเคลือบโครเมียมจะใช้สำหรับของแห้งหรือของที่ไม่กัดกร่อนรุนแรง เช่น กระป๋องใส่ขนมแห้ง กระป๋องใส่ปลาทูน่า ผู้ผลิตกลุ่มนี้ในไทยปัจจุบันมีอยู่ 2 โรงงาน [31]

5.2.2.5 ผู้ผลิตเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น ท่อเหล็ก และท่อเหล็กชุบสังกะสี: เป็นกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องมาจากการผลิตเหล็กทรงแบน แต่ส่วนท่อเหล็กชุบสังกะสีจะผลิตโดยนำท่อเหล็กที่ผลิตแล้วไปผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีในบ่อชุบ ซึ่งการผลิตในกลุ่มนี้เป็นกระบวนการผลิตที่สั้น ไม่ซับซ้อนจึงมีผู้ผลิตในกลุ่มนี้อยู่จำนวนมาก และผู้ผลิตหลายรายจะผลิตหลายผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตทั้งเหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็นและท่อเหล็ก [31]

แผนผังแสดงโครงสร้างการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย โดยแบ่งประเภทตามสายการผลิตและรูปร่างได้ดังแสดงในรูปที่ 5-5



รูปที่ 5-5 โครงสร้างการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย โดยแบ่งประเภทตามสายการผลิตและรูปร่าง [31]

5.3 ความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง และอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ [31]

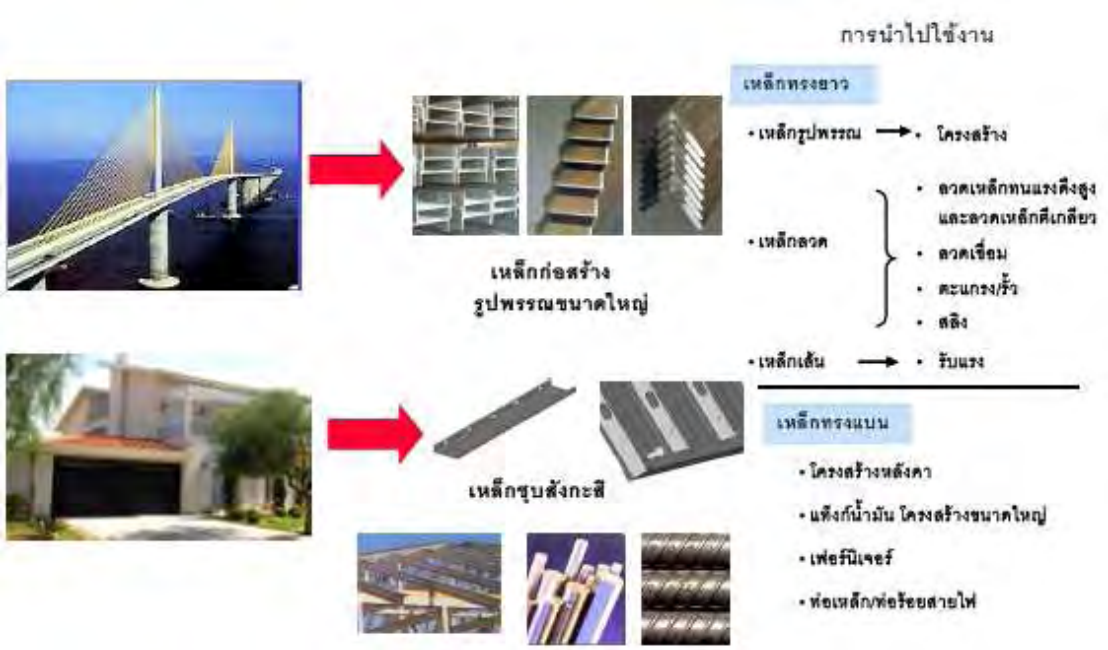
5.3.1 อุตสาหกรรมก่อสร้าง

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นภาคส่วนที่ใหญ่ที่สุดของการใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯ ซึ่งมีสัดส่วนของการใช้ประมาณ 60% ของความต้องการใช้เหล็กทั้งประเทศ โดยมีการใช้ทั้งเหล็กทรงยาวและเหล็กทรงแบน ดังนี้ [31]

5.3.1.1 เหล็กทรงยาว: มีทั้งในรูปแบบของเหล็กเส้นกลม และเหล็กข้ออ้อย ส่วนเหล็กลวดจะมีการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ลวดหนาม ตะปู น็อต และสกรู เป็นต้น สำหรับเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนที่ใช้ในงานก่อสร้างนั้นจะมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ [31]

5.3.1.2 เหล็กทรงแบน: มีการนำเหล็กแผ่นรีดร้อนไปแปรรูปเป็นเหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น ท่อเหล็ก หรือแปรรูปด้วยการตัด เชื่อมจนได้เป็นงานโครงสร้างขนาดใหญ่ นอกจากนั้นมีการใช้เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อนโดยใช้สำหรับงานโครงสร้างที่ต้องการคุณสมบัติในการต่อต้านการกัดกร่อน รวมถึงงานโครงสร้างหลังคาด้วย [31]

แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5-6 ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง [31]

5.3.2 อุตสาหกรรมยานยนต์

อุตสาหกรรมยานยนต์มีสัดส่วนในการใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯ อยู่ประมาณ 11% ของความต้องการใช้เหล็กทั้งประเทศ ซึ่งมีการใช้ทั้งเหล็กทรงยาวและเหล็กทรงแบน ดังนี้ [31]

5.3.2.1 เหล็กทรงยาว: มีการใช้เหล็กเพลาเพื่อไปขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ เช่น เพลา ระบบป้องกันการสั่นสะเทือน และระบบบังคับเลี้ยว เป็นต้น ส่วนเหล็กลวดจะนำไปดึงเพื่อลดขนาดแล้วผลิตเป็นชิ้นส่วนหรือสลักภัณฑ์ต่างๆ [31]

5.3.2.2 เหล็กทรงแบน: ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯที่ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อน จะนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนสำหรับตัวถังภายในหรือชิ้นส่วนแผงยึดขนาดเล็กที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนรับแรง, เหล็กแผ่นรีดเย็นที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมใช้ทำท่อไอเสียและงานตกแต่งต่างๆ, เหล็กแผ่นรีดเย็นที่เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนใช้สำหรับทำตัวถังภายในที่ไม่โชว์ผิว, เหล็กแผ่นชุบสังกะสีชนิดกัลป์วานีล และเหล็กแผ่นชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อนชนิดไม่มีลายดอก ใช้สำหรับทำชิ้นส่วนตัวถังภายนอกเป็นหลัก เนื่องจากต้องทนต่อสภาวะการกัดกร่อนจากบรรยากาศ, เหล็กแผ่นชุบตะกั่วจะใช้สำหรับการทำตัวถังน้ำมัน แต่เนื่องจากความไม่ปลอดภัยในการผลิต ส่งผลให้ในระยะหลังมีการนำวัสดุอื่นเข้ามาใช้ทดแทน [31]

แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 5-7

รูปที่ 5-7 ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมยานยนต์ [31]

5.3.3 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า

สัดส่วนในการใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯของอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้ามีอยู่ประมาณ 9% ของความต้องการใช้เหล็กทั้งประเทศ ซึ่งมีการใช้ทั้งเหล็กทรงยาวและเหล็กทรงแบน ดังนี้ [31]

5.3.3.1 เหล็กทรงยาว: อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้ามีการใช้งานจากเหล็กทรงยาวไม่มาก โดยจะมีการใช้เป็นเพลาสำหรับมอเตอร์ ชิ้นส่วนสปริง และสลักภัณฑ์ขนาดเล็ก [31]

5.3.3.2 เหล็กทรงแบน: ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเหล็กทรงแบนที่มีการนำมาใช้ ได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อนที่นำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์, เหล็กแผ่นรีดเย็นที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมจะใช้ทำชิ้นส่วนเฉพาะ เช่น ตัวถังเครื่องซักผ้า, เหล็กแผ่นรีดเย็นที่เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนใช้ทำโครงหรือตัวถังภายในของเครื่องใช้ไฟฟ้า, เหล็กแผ่นซิลิคอนใช้สำหรับทำหม้อแปลง ซึ่งเป็น

เหล็กที่มีมูลค่าสูง ต้องพึ่งพาการนำเข้าทั้งหมด, เหล็กแผ่นชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อนชนิดไม่มีลายดอกใช้สำหรับทำตัวถังภายนอก รวมถึงโครงของเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเมื่อทาสีแล้วจะไม่เห็นลายดอกของผลึกสังกะสี [31]

แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 5-8

รูปที่ 5-8 ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า [31]

5.3.4 อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง

มีสัดส่วนการใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯ 6% ของความต้องการใช้เหล็กทั้งประเทศ โดยชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ คือ เหล็กแผ่นที่ผ่านการเคลือบดีบุก และเหล็กแผ่นที่ผ่านการเคลือบโครเมียมโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเคลือบด้วยดีบุกมาก่อน แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 5-9 [31]

รูปที่ 5-9 ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ากับอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง [31]

5.3.5 อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์

สัดส่วนการนำผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเหล็กฯไปใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม่พบค่าที่ระบุไว้อย่างชัดเจน เฟอร์นิเจอร์เหล็กส่วนใหญ่นิยมผลิตเป็นตู้เก็บเอกสาร โต๊ะทำงาน เก้าอี้ ชั้นวางของ เป็นต้น ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสามารถหาได้จากในประเทศเกือบทั้งหมด ตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเก้าอี้ และชั้นวางของ ได้แก่ แป๊บเหล็ก คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 ของต้นทุนการใช้วัตถุดิบ ใช้สำหรับเป็นโครงของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์, แผ่นเหล็ก คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เป็นชิ้นส่วนประเภทหนึ่งที่นำไปประกอบเพื่อผลิตเป็นชิ้นงานเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งสามารถหาซื้อแบบสำเร็จรูปได้จากโรงงานโดยสั่งทำตามรูปแบบที่เราต้องการ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็กคือชิ้นส่วนเหล็กทุกส่วนจะต้องเคลือบป้องกันสนิมอย่างทั่วถึง เนื่องจากเฟอร์นิเจอร์เป็นสินค้าที่ผู้บริโภคต้องนำไปใช้งานในชีวิตประจำวัน นอกจากความสวยงามแล้ว พื้นฐานสำคัญของเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นปัจจัยให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อคือความเหมาะสมและความปลอดภัยในการใช้งาน [86]

5.4 ความจำเป็นสำหรับการมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเหล็กของประเทศไทยมีโครงสร้างที่แตกต่างจากโครงสร้างอุตสาหกรรมเหล็กทั่วไป กล่าวคือ อุตสาหกรรมเหล็กในปัจจุบันยังไม่มีอุตสาหกรรมผลิตเหล็กขั้นต้นหรือการถลุงแร่เหล็ก (Iron making) ปัจจุบัน มีโรงถลุงเหล็กเพียงแห่งเดียวในประเทศไทยซึ่งมีกำลังการผลิตต่ำกว่า 500,000 ตันต่อปี (Miniblast) โดยขณะจัดทำรายงายฉบับนี้ โรงถลุงเหล็กดังกล่าวอยู่ระหว่างการทดลองเดินระบบเพื่อศึกษาสภาวะการเดินระบบที่เหมาะสมเท่านั้น ดังนั้น อุตสาหกรรมเหล็กต้นทางของประเทศไทยจึงเป็นเพียงอุตสาหกรรมผลิตเหล็กขั้นกลางหรือการผลิตเหล็กกล้าโดยใช้เตาอาร์คไฟฟ้า (Electric Arc Furnace: EAF) เท่านั้น ทำให้การผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศไทยจึงจำกัดอยู่เฉพาะการผลิตขั้นกลางและขั้นปลาย ได้แก่ การผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished products) และการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป (Finished products) ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นต่ออุตสาหกรรมเหล็กฯ ในไทย คือ ขาดความต่อเนื่องเชื่อมโยงในระบบการผลิต และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีไม่พอเพียงทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ ส่งผลให้ต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ จึงทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น อีกทั้งการที่การผลิตเหล็กของไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศอาจเกิดภาวะความไม่แน่นอนในการจัดหาวัตถุดิบมาใช้ในการผลิต ซึ่งถ้าไม่สามารถจัดหาวัตถุดิบได้ เช่น ผู้ขายรายเดิมของไทยหันไปขายสินค้าให้กับผู้ซื้อรายใหม่ โดยยกเลิกการขายให้กับไทย อาจเนื่องด้วยผู้ขายรายใหม่ให้ผลกำไรที่มากกว่าไทย ก็อาจส่งผลให้การผลิตของไทยต้องเกิดการชะลอตัวไปได้ [6]

ผลที่ตามมาจากปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการที่ไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมผลิตเหล็กขั้นต้นคือมีการผลักดันให้มีการวางแผนด้านอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำ โดยมีการดำเนินโครงการศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตเหล็กขั้นต้นในประเทศไทยตามแผนปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2544-2547) เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการวางแผนการจัดตั้งโรงงานผลิตเหล็กขั้นต้นในประเทศ [6] และเมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ.2548 คณะรัฐมนตรีจึงมีมติเห็นชอบต่อนโยบายการส่งเสริมและสนับสนุนการผลิตเหล็กต้นน้ำ นอกจากนั้นการประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ครั้งที่ 7/2552 เมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2552 ได้พิจารณารับทราบผลการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ว่าด้วยนโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กต้นน้ำเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูงในประเทศไทยและยืนยันการส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตเหล็กคุณภาพสูงในไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะมีการตั้งฐานการผลิตอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในประเทศเพื่อให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กแบบครบวงจรและเพื่อให้ตอบสนองการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ให้ดียิ่งขึ้น [87]

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กฯในประเทศไทยถึงประเด็นของความจำเป็นและแนวโน้มการเกิดอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นใน

ประเทศไทยพบว่าผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กฯ มีความคิดเห็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- เนื่องจากการผลิตเหล็กของไทยเริ่มต้นที่การผลิตเหล็กขั้นกลางซึ่งต้องมีการใช้เศษเหล็กเป็นหนึ่งในวัตถุดิบหลัก แต่ปัจจุบันปริมาณเศษเหล็กในประเทศมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิต จึงส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตโดยตรงทั้งในด้านต้นทุนการผลิตที่ต้องอาศัยการนำเข้าเศษเหล็กจากต่างประเทศ การชะลอตัวของกระบวนการผลิตหากเกิดภาวะการขาดแคลนเศษเหล็กมากๆ
- ประเทศไทยยังคงมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กจากทุกขั้นการผลิตทั้งขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลายเพื่อเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมเหล็กฯ เอง และเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมต่อเนื่องบางประเภท โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (Auto-part Industry) ซึ่งต้องการเหล็กที่มีคุณภาพสูงในการผลิต แต่เนื่องจากไทยไม่สามารถผลิตเหล็กคุณภาพสูงเองได้ เพราะไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้น ดังนั้นผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเหล็กฯ ไทย คือ ต้นทุนที่มากขึ้นจากการนำเข้าวัตถุดิบ
- ราคาวัตถุดิบต้นทาง เช่น แร่เหล็ก มีความผันผวนต่ำ ในขณะที่ราคาวัตถุดิบขั้นกลางและขั้นปลาย เช่น ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished product) และเหล็กรีดร้อน มีความผันผวนสูงมาก ดังนั้นถ้าต้นทุนหลักๆ ของผู้ผลิตเหล็กในไทยอยู่ที่แร่เหล็ก ก็จะทำให้ผู้ผลิตเหล็กของไทยสามารถกำหนด ควบคุม และประมาณการต้นทุนได้ดีขึ้น นอกจากนั้นความผันผวนของต้นทุนการผลิตที่มีค่อนข้างต่ำจะส่งผลให้ความสามารถและศักยภาพในการผลิตค่อนข้างคงที่ทำให้ผลกระทบจากปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับความเสี่ยงทางด้านการลงทุนลดน้อยลง
- การมีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในประเทศจะทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished product) ในประเทศลดต่ำลงกว่าการนำเข้าประมาณร้อยละ 26 และเป็นการเพิ่มดุลการค้าให้กับประเทศจากการลดการนำเข้า
- อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กขั้นต้นมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า เนื่องจากเป็นขั้นตอนหลักในการปรุงและควบคุมคุณสมบัติของน้ำเหล็กให้เป็นไปตามความต้องการ และให้สามารถใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงๆได้ ซึ่งปัจจุบันเหล็กคุณภาพสูงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าอยู่
- ภูมิภาคอาเซียนยังไม่มีผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่และยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเหล็กอยู่ตลอด ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่ดีทางการตลาดหากประเทศไทยสามารถตั้งโรงผลิตเหล็กขั้นต้นได้เร็ว แล้วเน้นการผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศและเพื่อการส่งออกซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับประเทศได้มากขึ้น
- ประเทศไทยเองยังจะต้องมีการขยายตัวต่อไปในเรื่องของสาธารณูปโภคเช่น รางรถไฟ ระบบรถไฟฟ้า สะพาน ต่างๆ และอสังหาริมทรัพย์อยู่ ดังนั้นความจำเป็นและอัตราการบริโภคเหล็กภายในประเทศน่าจะยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ถ้าต้องนำเข้าทั้งหมดจะเสียดุลการค้าไม่ใช่น้อยทีเดียว

นอกจากประเด็นความคิดเห็นต่างๆที่กล่าวข้างต้น ที่ค่อนข้างแสดงให้เห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กฯในประเทศไทยมีมุมมองค่อนไปในด้านที่ว่าอุตสาหกรรมผลิตเหล็กต้นน้ำมีความจำเป็นต่อประเทศไทย แต่ในขณะเดียวกันก็มีความเห็นว่ามีความเสี่ยงในการลงทุนอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นอยู่เช่นกัน ซึ่งประเด็นความเสี่ยงต่างๆพร้อมทั้งแนวทางในการลดความเสี่ยงที่เป็นความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กฯในประเทศไทย ได้แสดงดังตารางที่ 5-4 ดังนี้

ตารางที่ 5-4 ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กฯในประเทศไทยต่อประเด็นความเสี่ยงพร้อมแนวทางในการลดความเสี่ยงของการลงทุนอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในประเทศไทย

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางในการลดความเสี่ยง
วัตถุดิบ (แร่เหล็กและถ่านหิน)	หาพันธมิตร/ผู้จัดจำหน่าย เพื่อความคงตัวและความแน่นอนในการจัดหาวัตถุดิบจะมีได้มากขึ้น
การตลาด	หาพันธมิตรทั้งญี่ปุ่นและหรือในกลุ่มอาเซียน
เทคโนโลยี	เลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นที่ยอมรับและไม่มีปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือมีน้อย
บุคลากร	เร่งผลิตบุคลากรให้มีคุณภาพและมีทักษะในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น ส่งเสริมให้มีแผนการฝึกอบรมของโครงการต่างๆ หรืออาจจัดให้มีการฝึกอบรมบุคลากรโดยขอความร่วมมือจากพันธมิตร ผู้ร่วมลงทุนหรือคู่ค้า เนื่องจากมีความเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ โดยตรง
ปริมาณเงินลงทุน	ภาครัฐให้การสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อลดภาระของภาคเอกชน
การเงิน	หาแหล่งเงินทุนที่มีความแน่นอน, ควรมีการยืนยันจากสถาบันการเงินผู้ให้กู้ยืม

ผู้ได้รับผลประโยชน์จากการมีอุตสาหกรรมผลิตเหล็กขั้นต้น

- ธุรกิจสาธารณูปโภค เนื่องจากอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำและไฟฟ้าปริมาณมากในการผลิต
- อุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่เดิมต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กคุณภาพสูงจากต่างประเทศ
- เกิดการสร้างงานให้ชุมชนมากขึ้น

- ผู้ที่ลงทุนอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นจะมีขอบเขตการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็ก (Scope) ได้หลากหลายมากขึ้น ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย ตลอดจนอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์

ผู้เสียผลประโยชน์จากการมีอุตสาหกรรมผลิตเหล็กขั้นต้น

- ผู้ที่ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished product) แม้จะมีการตั้งอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในไทยแล้วก็ตาม
- ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished product) ภายในประเทศอาจได้รับผลกระทบจากการแข่งขันที่มากขึ้น เนื่องจากยังต้องมีการนำเข้าวัตถุดิบ เช่น เศษเหล็ก เพื่อใช้ในการผลิตอยู่ดี

บทที่ 6
การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย

ปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กเป็นข้อมูลอย่างหนึ่งที่จำเป็นเพื่อใช้ในการพิจารณาศักยภาพและมาตรการต่างๆในระดับประเทศ และท่าทีบทบาทในระดับนานาชาติ อย่างไรก็ดีการคำนวณหาปริมาณที่แท้จริงของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นสิ่งที่นานาประเทศต่างยอมรับตรงกันว่าไม่ใช่เรื่องง่าย โดยเฉพาะสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาเช่น ประเทศไทย ที่ยังไม่มีระบบการเก็บข้อมูลที่ครอบคลุมเพียงพอ ในการศึกษานี้จะนำเสนอการคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กของไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2563 ภายใต้สถานการณ์และสมมติฐานต่างๆดังนี้

6.1 กรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

ในกรณีนี้ประเทศไทยจะยังไม่มีการผลิตเหล็กต้นน้ำหรือไม่มีโรงถลุงเหล็กนั่นเองในระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2553-2563 ดังนั้นก๊าซเรือนกระจกจะถูกปลดปล่อยออกมาจากการผลิตเหล็กระยะที่สอง ซึ่งก็คือการผลิตเหล็กกล้าในรูปแบบผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป เช่น เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) เหล็กแท่งเล็ก (Billet) เหล็กแผ่นแบน (Slab) เป็นต้น และจากการผลิตเหล็กระยะที่สามคือการแปรรูปผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์จริงๆที่พร้อมจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น เหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot roll) เหล็กแผ่นรีดเย็น (Cold roll) เหล็กเส้น เหล็กลวด เป็นต้น โดยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งในโรงงานเหล็กเองและจากโรงไฟฟ้า จากข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยในปี 2549 ตามตารางที่ 6-1 [18] พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสัดส่วนโดยมวลสูงมากถึงร้อยละ 99 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ดังนั้นในการศึกษานี้ทางคณะนักวิจัยจึงจะทำการคำนวณปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนที่จะทำเป็น CO_2 equivalent ในภายหลัง

ตารางที่ 6-1 ร้อยละโดยมวลของปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ของประเทศไทยในปี 2549 [18]

ปี	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการรีดเหล็ก (%)				ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงาน (%)				
	NO_x	NMVOC	CO	SO_2	CO_2	CH_4	NO_x	N_2O	CO
2549	0.0085	0.0064	0.0002	0.0096	99.9000	0.0007	0.0500	0.0052	0.0127

ที่มา : การพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา, 2552.

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กทั้งหมด (ตันผลิตภัณฑ์เหล็ก) คูณกับค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (CO_2 emission intensity or CO_2 emission factor) (ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ตันผลิตภัณฑ์เหล็ก) โดยในลำดับต่อไปจะเป็นการอธิบายขั้นตอนของกรรมวิธีการคาดการณ์ปริมาณของผลิตภัณฑ์เหล็กและค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ดังนี้

6.1.1 การคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็ก

ข้อมูลที่ใช้มาจากการคาดการณ์ปริมาณความต้องการเหล็กในประเทศในรายงานการศึกษานโยบายการส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูง ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2552) โดยผลิตภัณฑ์เหล็กจะหมายถึงผลรวมของปริมาณผลิตภัณฑ์เหล็กทรงแบนและทรงยาว

หมายเหตุ :

- นิยามของเหล็กทรงแบนก็คือ เหล็กแผ่นรีดร้อน, เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดแผ่นหนา, เหล็กแผ่นรีดเย็น, เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น, เหล็กเคลือบสังกะสี และ เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์ [31]
- เหล็กทรงยาว คือ เหล็กเส้น, เหล็กลวด และ เหล็กรูปพรรณ [31]

ขั้นตอนโดยสรุปของการคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กคือ

1) ทำการทบทวนและวิเคราะห์ผลการคาดการณ์ปริมาณความต้องการเหล็กในประเทศตั้งแต่ 2553 -2563 (สศช. 2552) โดยการคาดการณ์นี้ได้ทำนายความต้องการใช้เหล็กเพื่อใช้ในการผลิตและเพื่อการส่งออกของอุตสาหกรรมต่อเนื่องของอุตสาหกรรมเหล็ก เช่น การก่อสร้าง

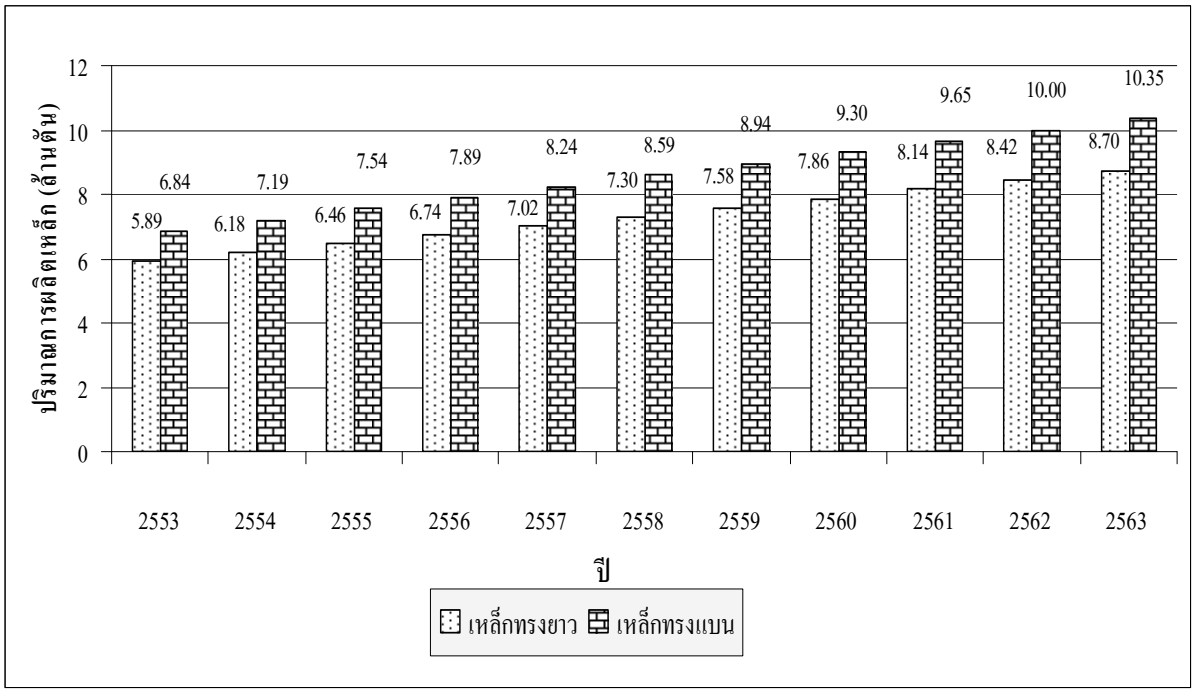
ยานยนต์ เครื่องไฟฟ้า อิเลคทรอนิคส์ อาหารกระป๋อง เป็นต้น จากฐานข้อมูลตั้งแต่ปี 2540-2550 ร่วมกับ

วิธีการ Box-Jenkins โดยค่าการคาดการณ์นี้มีการแยกประเภทของความต้องการเป็นความต้องการเหล็กทรงแบนและเหล็กทรงยาว

วิธีการ Box-Jenkins ที่ใช้ในที่นี้ จะมีการใช้ข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการ การใช้และการส่งออกเหล็กของอุตสาหกรรมต่อเนื่องมาประกอบ โดยอุตสาหกรรมต่อเนื่องของอุตสาหกรรมเหล็กในที่นี้คือยานยนต์ ก่อสร้าง ไฟฟ้า และเครื่องกระป๋อง ทั้งนี้ในรายงานของสศช. [31] ได้ระบุว่าภาวะการคาดการณ์และเงื่อนไขต่างๆของอุตสาหกรรมต่อเนื่องอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงได้ตลอดเวลา

2) ทำการหาค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณการผลิตจริงกับปริมาณความต้องการเหล็กในประเทศที่เกิดขึ้นจริงแล้วในระหว่างปี 2546-2551 ทั้งนี้โดยใช้ฐานข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม [34] โดยความต้องการเหล็กในประเทศจริงเท่ากับปริมาณการผลิตจริงบวกกับปริมาณการนำเข้าเหล็ก โดยค่าเฉลี่ยสัดส่วนการผลิตจริงต่อความต้องการเหล็กของเหล็กทรงแบน อยู่ที่ 0.6015 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.0449) และค่าเฉลี่ยสัดส่วนการผลิตจริงต่อความต้องการของเหล็กทรงยาว อยู่ที่ 0.8672 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.0267) ทั้งนี้แสดงว่าเหล็กทรงยาวมีสัดส่วนการผลิตเองในประเทศสูงกว่าเหล็กทรงแบน

3) นำค่าสัดส่วนในข้อ 2) ไปคูณกับการคาดการณ์ของเหล็กทรงยาวและทรงแบนในข้อ 1) จะได้การคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2553-2563 ดังแสดงในรูปที่ 6-1 ซึ่งจะพบว่า การผลิตเหล็กทรงยาวในประเทศจะมีค่าประมาณ 5.89 ล้านตันในปี 2553 และจะเพิ่มขึ้นถึง 8.70 ล้านตันในปี 2563 ในขณะที่ปริมาณผลิตเหล็กทรงยาวจะมีค่าประมาณ 6.84 ล้านตันในปี 2553 และจะเพิ่มขึ้นถึง 10.35 ล้านตันในปี 2563



รูปที่ 6-1 การคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2553-2563

6.1.2 การคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

การคำนวณค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้จากหลายแนวทางขึ้นกับประเภทและรายละเอียดข้อมูลที่มี เช่น การคำนวณจากปริมาณพลังงานทั้งหมด การคำนวณจากปริมาณเชื้อเพลิง การคำนวณจากปริมาณเชื้อเพลิงรวมวัตถุดิบ การประมาณการจากค่า Benchmark ของอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการผลิตที่ใกล้เคียงกัน การทำสมดุลมวลคาร์บอน หรือแม้แต่การวัดค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจริงๆจากการผลิตโดยใช้เครื่องมือวัด ในที่นี้ทางคณะวิจัยได้ทำการคำนวณค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กทรงยาวและเหล็กทรงแบนแต่ละชนิด (โดยไม่รวมเหล็กรูปพรรณรีดร้อน เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น เหล็กแผ่นชุบสังกะสีด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียม-ออกไซด์ และท่อเหล็ก) จากข้อมูลที่ได้รับความอนุเคราะห์จากทางสถาบันเหล็กฯ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) นำค่าปริมาณและชนิดของเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ใช้ ทั้งพลังงานความร้อนและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กแต่ละชนิดมาทำการหารด้วยปริมาณทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆ เพื่อหาค่าพลังงานที่แยกตามรายชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการผลิตต่อหน่วย 1 ตันของแต่ละประเภทผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตเหล็กรีดร้อน (HRC) 1 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 6-2 (ทั้งนี้เป็นข้อมูลรวมของเหล็กรีดร้อนที่มีและไม่มีเตา EAF ของประเทศไทยในปี 2551)

ตารางที่ 6-2 ปริมาณพลังงานแยกตามเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตเหล็กรีดร้อน HRC 1 ตัน ในปี 2551

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ชนิดของพลังงาน	ปริมาณพลังงานที่ใช้ (หน่วย / ตันผลิตภัณฑ์) [1]
เหล็กรีดร้อน (HRC)	ไฟฟ้า	403.95 kWh / ton
	น้ำมันเตา	1,352.18 MJ / ton
	น้ำมันดีเซล	-
	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	-
	ก๊าซธรรมชาติ	24.86 MJ / ton

[1]ที่มา : สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2551

2)นำค่าปริมาณเชื้อเพลิงรายชนิดต่อหนึ่งตันผลิตภัณฑ์มาคำนวณหาค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ทีละชนิดเชื้อเพลิงตามสูตร

CO_2 intensity (kg CO_2 per ton) = Fuel consumption (MJ/ton) * Carbon content (kg C/GJ)*(44/12)/1000

โดยค่า Carbon content ของเชื้อเพลิงหลักๆ แต่ละชนิด จะแสดงในตารางที่ 6-3 ดังนี้ [69]

ตารางที่ 6-3 ค่า Carbon content ของเชื้อเพลิงหลัก ๆ แต่ละชนิด [69]

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า Carbon content (kg C /GJ)
น้ำมันเตา (Residual fuel oil)	21.1
น้ำมันดีเซล (Diesel oil)	20.2
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	17.2
ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas)	15.3

3) ทำการบวกรวมค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกประเภทของเชื้อเพลิงที่เกี่ยวข้องจะได้ค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์รวมต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น

CO_2 intensity ของเหล็กแผ่นรีดร้อน = CO_2 intensity จาก Bunker oil + CO_2 intensity จาก Diesel oil + CO_2 intensity จาก LPG + ...

เนื่องจากข้อจำกัดของการเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนที่มาจากกระบวนการผลิต หรือ Non-energy emission อันได้แก่ ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ซึ่งต้องการข้อมูลชนิดและปริมาณของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ถูกใช้ในกระบวนการผลิต เช่นขั้ว Electrode และ Flux ที่ใช้ในเตา EAF ด้วยเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนของ Non-energy emission จากเตา EAF ที่ได้กำหนดไว้ใน 2006 IPPC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ในการคำนวณ ซึ่งมีค่าปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าเท่ากับ 0.08 หรือประมาณ 80 kg CO_2 ต่อตันผลิตภัณฑ์เหล็กกล้า สำหรับเตา EAF โดยในส่วน non-energy emission จะครอบคลุมถึงการปลดปล่อยจากขั้ว Electrode และ Flux ที่ใช้

4) สำหรับค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของการผลิตไฟฟ้าได้นำมาจากข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตของประเทศไทย โดยมีค่าเท่ากับ 0.58 kg CO_2 / kWh ในปี 2551 [4]

5) จากนั้นจึงทำการคำนวณค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ตามรูปทรง คือ ทรงแบนและทรงยาว โดยมีการแปลงค่าการปลดปล่อยให้อยู่ในหน่วย CO_2 equivalent ตามสัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าจากตารางที่ 6-1 และเพื่อให้สอดคล้องกับการคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศ ตามหัวข้อที่ 6.1.1 จึงได้นำค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของเหล็กแต่ละรูปทรงมาบวกรวมกันโดยถ่วงน้ำหนักตามปริมาณการผลิต ซึ่งจะได้ค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของเหล็กทรงแบนเท่ากับ 261.22 kg CO_2 equivalent/ตัน และของเหล็กทรงยาวเท่ากับ 408.26 kg CO_2 equivalent/ตัน และสุดท้ายจะได้ค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เหล็กรวมของประเทศไทยในปี 2551 เท่ากับ 321.66 kg CO_2 equivalent/ตัน เหตุที่เหล็กทรงยาวมีค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยสูงกว่าเหล็กทรงแบนนั้นก็เนื่องมาจากการที่โรงงานเหล็กทรงแบนโรงใหญ่บางโรงมีการใช้ก๊าซธรรมชาติซึ่งมีค่า Carbon content ต่อหน่วยพลังงานที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับน้ำมันเตาที่มีการใช้เป็นเชื้อเพลิงกันอยู่โดยทั่วไป โดยรายละเอียดข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปริมาณการผลิตและค่าการปลดปล่อยทั้งหมดของเหล็กชนิดต่างๆ ทั้งทรงยาวและทรงแบน ในปี 2551 ได้แสดงดังตารางที่ 6-4

ตารางที่ 6-4 ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์เหล็กชนิดต่าง ๆ ในปี 2551

ชนิดผลิตภัณฑ์	ปริมาณการผลิต (10^3 ton)	ปริมาณการปลดปล่อย CO_2 (ton CO_2 equivalent)	ค่า CO_2 intensity (kg CO_2 equivalent/ton)
ผลิตภัณฑ์เหล็กทรงยาว(1)	**3,606.56**	**1,472,415.73**	**408.26**
เหล็กเส้น	2,935.36	1,165,223.44	396.96
เหล็กลวด	671.20	307,192.29	457.68
ผลิตภัณฑ์เหล็กทรงแบน(2)	**5,168.86**	**1,349, 929.65**	**261.22**
เหล็กแผ่นรีดร้อนแผ่นหนา	518.27	83,100.87	160.34
เหล็กแผ่นรีดร้อน	2,846.29	1,017,733.06	357.56
เหล็กแผ่นรีดเย็น	1,639.74	221,839.04	135.37
เหล็กแผ่นชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อน (HDG)	165.55	27,256.69	165.64
ผลิตภัณฑ์เหล็กทั้งหมดของไทย	**8,774.41**	**2,822,345.38**	**321.66**

หมายเหตุ

(1) ข้อมูลผลิตภัณฑ์เหล็กทรงยาว ไม่รวมเหล็กรูปพรรณรีดร้อน

(2) ข้อมูลผลิตภัณฑ์เหล็กทรงแบน ไม่รวมเหล็กแผ่นชุบสังกะสีด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น
เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์ และท่อเหล็ก

6.1.3 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการผลิตเหล็กในปัจจุบัน

จะเห็นได้ว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยสำคัญสองประการ นั่นคือปริมาณของผลิตภัณฑ์เหล็กคูณกับค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ จากการประเมินในข้างต้น พบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กในประเทศในปี 2551 มี ค่าประมาณ 2,822,345.38 ตัน CO_2 equivalent โดยจำแนกเป็นการปลดปล่อยจากเหล็กทรงแบน เท่ากับ 1,349, 929.65 ตัน CO_2 equivalent หรือประมาณ 48% ของการปลดปล่อยทั้งหมด และเป็นการปลดปล่อยจากเหล็กทรงยาว เท่ากับ 1,472,415.73 ตัน CO2 equivalent หรือประมาณ 52% ของการปลดปล่อยทั้งหมด

หากพิจารณาที่แหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามประเภทของปฏิกริยา จะพบว่าในปี 2551 การผลิตเหล็กทรงยาวมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เท่ากับ 395,278 ตัน CO_2 equivalent หรือคิดเป็น 26.85% ของการปลดปล่อยทั้งหมด และออกจากการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 872,937 ตัน CO_2 equivalent หรือคิดเป็น 59.29% ของการปลดปล่อยทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นการปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต หรือ

non–energy emission ประมาณ 204,200 ตัน CO_2 equivalent หรือคิดเป็น 13.87% ของการปลดปล่อยทั้งหมด ดังนั้น Emission intensity ของการปล่อยออกเฉพาะที่แหล่งกำเนิดจะมีค่าประมาณ 0.166 ตัน CO_2 equivalent /ตันเหล็กทรงยาว ซึ่งมีความใกล้เคียงแต่สูงกว่าค่า Benchmark ของ EU-27 สำหรับเหล็กรีดร้อนที่มีค่าประมาณ 100 kg CO_2 equivalent /ตันเหล็กรีดร้อน [53]

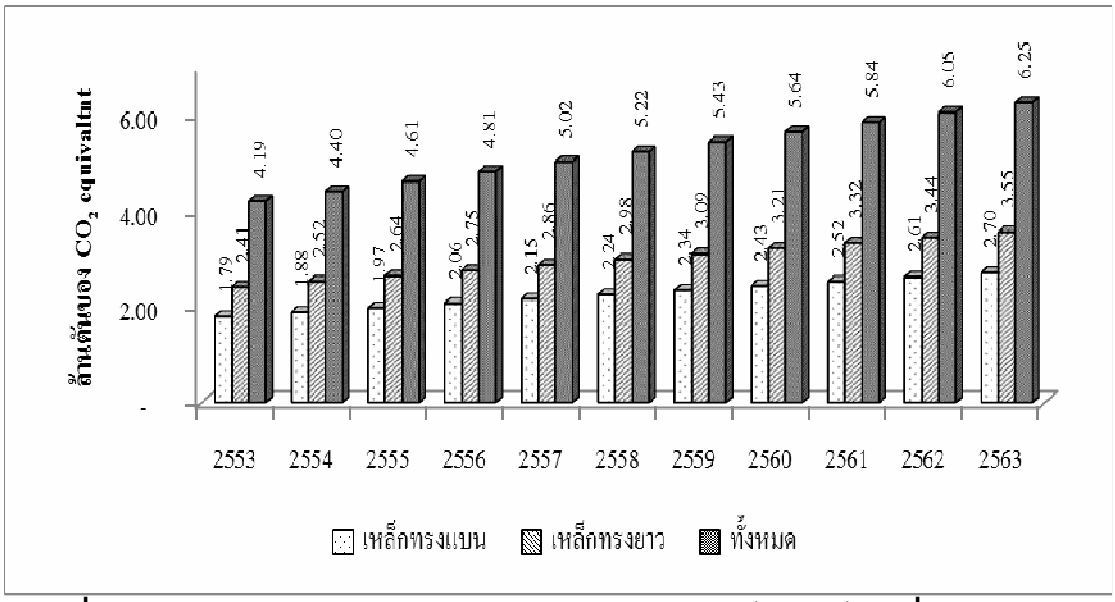
ในขณะที่การผลิตเหล็กทรงแบนมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเท่ากับ 395,076 ตัน CO_2 equivalent หรือคิดเป็น 29.27% ของการปลดปล่อยทั้งหมด และออกจากการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 799,550 ตัน CO_2 equivalent หรือคิดเป็น 59.23% ของการปลดปล่อยทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นการปลดปล่อยจาก non-energy emission ประมาณ 155,304 ตัน CO_2 equivalent หรือคิดเป็น 11.50% ดังนั้น Emission intensity ของการปล่อยออกเฉพาะที่แหล่งกำเนิดจะมีค่าประมาณ 0.106 ตัน CO_2 equivalent /ตันเหล็กทรงแบน

หากคิดในภาพรวมของการผลิตเหล็กทั้งสองรูปทรงจะพบว่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้ไฟฟ้าจะเป็นปัจจัยประมาณ 60% ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่าในสถานการณ์ปัจจุบันนี้ องค์ประกอบของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ผลิตไฟฟ้าน่าจะมีผลสำคัญต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กของประเทศไทย เช่นเดียวกับความสามารถในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตเหล็กในปัจจุบันในการศึกษานี้ไม่รวมการปลดปล่อยจากโรงถลุงเหล็กขนาดเล็ก (Mini Blast Furnace) เนื่องจากโรงถลุงเหล็กดังกล่าวอยู่ระหว่างการทดลองเดินระบบตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5 โดยข้อมูลปริมาณวัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินระบบยังไม่คงที่ ซึ่งจะส่งผลต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซฯ ผู้ผลิตจึงยังไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลการเดินระบบที่แน่นอนต่อคณะวิจัยได้ อย่างไรก็ตาม จากอุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูลดังที่กล่าวมานี้ คณะวิจัยได้ประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงถลุงเหล็กแห่งนี้ในเบื้องต้น ซึ่งเป็นเพียงการประเมินการปลดปล่อยก๊าซฯ จากกระบวนการผลิต หรือ Non-energy emission เท่านั้น โดยประยุกต์ใช้ค่า Emission factor ที่พัฒนาโดย IPCC พบว่าหากโรงถลุงเหล็กแห่งนี้มีการเดินระบบเต็มกำลังการผลิตจะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตประมาณ 403,612 ตัน CO_2 equivalent โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังภาคผนวก ค

6.1.4 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการผลิตเหล็กในอนาคต (2553-2563)

เมื่อนำค่าการคาดการณ์ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์เหล็กมาคูณกับค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยสมมติให้ค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของประเทศไทยทั้งแบบทรงแบน ทรงยาว และแบบรวมทั้งหมดในอีกสิบปีข้างหน้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง จะสามารถประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการผลิตเหล็กในอนาคต (2553-2563) ได้ดังรูปที่ 6-2 ซึ่งจากรูปที่ 6-2 พบว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งหมดจากปี 2553 เท่ากับ 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent เป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 คิดเป็นการเพิ่มขึ้นทั้งหมด 49.19% ในเวลาทั้งหมด 10 ปี (ตั้งแต่ปี 2553 ถึงปี 2563) หรือประมาณ 4.92% ต่อปี ปริมาณการปลดปล่อยขนาดนี้ถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับญี่ปุ่นในปี 2550 (193 ล้านตัน CO_2) หรือจีนในปี 2549 (900 ล้านตัน CO_2) แต่ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำนั่นเอง



รูปที่ 6-2 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกจากการผลิตเหล็ก ในช่วงปี 2553-2563

6.2 กรณีที่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำหนึ่งโรง

ในกรณีของการมีโรงงานเหล็กต้นน้ำในประเทศจะทำให้ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนไปจากการคาดการณ์ในรูปที่ 6-2 เนื่องจากการผลิตเหล็กต้นน้ำจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงโดยเฉพาะจากกระบวนการของ Blast furnace และ Coking [46] ในงานวิจัยนี้จะทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กต้นน้ำโดยมีการตั้งสมมติฐานว่าจะเกิดเหตุการณ์หลักๆได้สองกรณีคือกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีที่ดีและกรณีของการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง

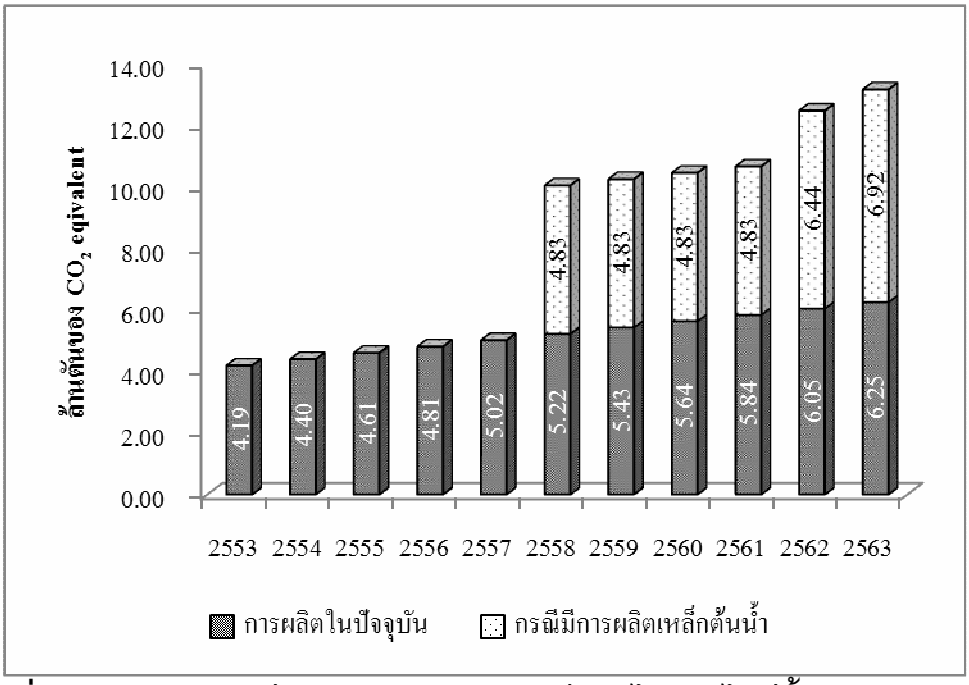
6.2.1 กรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีที่ดี

ในกรณีนี้จะสมมติให้โรงงานเหล็กต้นน้ำมีการผลิตตั้งแต่การนำแร่เหล็ก (Iron ore) มาทำก้อน Sinter มีการทำถ่านโค้กจากถ่านหิน แล้วนำเข้าถลุงในเตา Blast furnace จากนั้นมีการนำเหล็กที่ได้ไปทำเป็นเหล็กกล้าต่อในเตา Basic oxygen furnace ทั้งนี้จะมีการใช้ระบบประหยัดพลังงานและนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่ทันสมัย ซึ่งจากเอกสารพบว่าโรงงานเหล็กสำคัญในญี่ปุ่นคือ Nippon steel มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการผลิตเท่ากับ 1.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันเหล็กกล้า [95]

โดยเหตุที่ใช้ค่าผลิตภัณฑ์เป็นตันเหล็กกล้าไม่ใช่ตันเหล็กรีดร้อนก็เนื่องมาจากสมาคมวิชาชีพระหว่างประเทศอันได้แก่ Eurofer และองค์กรระหว่างประเทศอันได้แก่ International Energy Agency (IEA) และ International Panel for Climate Change (IPCC) จะนิยมประเมินค่า Emission factor ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันเหล็กกล้ากึ่งสำเร็จรูป หรือเหล็กกล้าดิบ (Semi-finished steel or Crude steel) ถึงแม้ว่าโรงงานเหล็กต้นน้ำโดยทั่วไปจะมีกระบวนการรีดร้อนรวมอยู่ด้วย [53,67,69,70,72] ทั้งนี้ก็ด้วยเหตุผลที่ว่าว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการรีดร้อนมีค่าต่ำมาก (ประมาณ 100 kg CO_2/ตันผลิตภัณฑ์) [53] เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซฯ จากการผลิตเหล็กต้นน้ำโดยใช้ Blast furnace และ Basic oxygen furnace

ดังนั้นการศึกษานี้จึงประยุกต์ใช้ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันเหล็กกล้าของ Nippon steel (1.61 ton CO_2/ตันเหล็กกล้า) ดังกล่าวในการคาดการณ์และการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตเหล็กต้นน้ำที่ดีต่อไป ส่วนปริมาณการผลิตของโรงงานเหล็กต้นน้ำจะใช้ค่ากำลังการผลิตที่มีการเสนอไว้ในรายงานของสำนักงานคณะกรรม การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2552) โดยจะเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าของผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูปเช่นเหล็กแท่งเล็กหรือเหล็กแท่งแบนเท่านั้น และการผลิตนี้จะไม่ทำให้กำลังการผลิตเหล็กปลายน้ำมีความผิดเพี้ยนไปจากการคาดการณ์ในหัวข้อที่ 6.1.1 ดังนั้นหากเริ่มมีการผลิตได้ในปี 2558 โดยผลิตปีละ 3 ล้านตันและ

สามารถผลิตได้เต็มความสามารถคือที่ 4.3 ล้านตันต่อปีในปี 2563 [31] เราจะสามารถคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 ได้ดังรูป 6-3 ดังนี้ คือ มีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 13.18 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 (เพิ่มขึ้น 214.32% เมื่อคิดเทียบจากปี 2553) ในกรณีที่มีเหล็กต้นน้ำ (กรณีไม่มีเหล็กต้นน้ำ จะเพิ่มเป็นเพียง 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent หรือเพิ่มขึ้นเพียง 49.19% ในปี 2563 เมื่อคิดเทียบจากปี 2553)



รูปที่ 6-3 การคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 จากการผลิตเหล็กต้นน้ำ 1 โรงที่มีการใช้เทคโนโลยีที่ดี

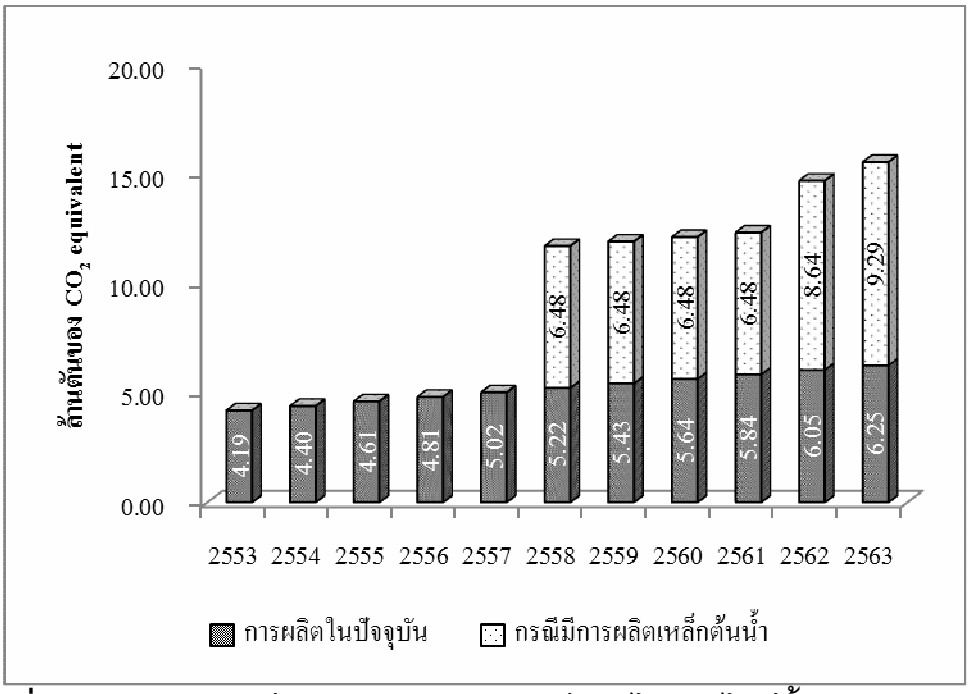
6.2.2 กรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง

ในกรณีนี้จะสมมติให้โรงงานเหล็กต้นน้ำมีการผลิตตั้งแต่การนำแร่เหล็ก (Iron ore) มาทำก้อน Sinter มีการทำถ่านโค้กจากถ่านหิน แล้วนำเข้าถลุงในเตา Blast furnace จากนั้นมีการนำเหล็กที่ได้ไปทำเป็นเหล็กกล้าต่อในเตา Basic oxygen furnace ทั้งนี้จะมีการใช้ระบบประหยัดพลังงานและนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพปานกลาง เช่น ค่าเฉลี่ยของโรงงานในประเทศจีน ซึ่งจากเอกสารพบว่าค่าการปลดปล่อยของโรงงานเหล็กในจีนโดยเฉลี่ยจะมีได้ตั้งแต่ 2.16 [49] - 2.2 [44] ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันเหล็กกล้า

เช่นเดียวกับกรณีการใช้เทคโนโลยีการผลิตเหล็กต้นน้ำที่ดีคือ แม้ว่าโรงงานเหล็กต้นน้ำโดยทั่วไปจะมีกระบวนการรีดร้อนรวมอยู่ด้วยก็ตาม สมาคมวิชาชีพและองค์กรระหว่างประเทศต่างๆ มักประเมินค่า Emission factor ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันเหล็กกล้ากึ่ง

สำเร็จรูป หรือ เหล็กกล้าดิบ (Semi-finished steel or Crude steel) [53,67,69,70,72] ประกอบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการรีดร้อนมีค่าต่ำมาก (ประมาณ 100 kg CO_2/ตันผลิตภัณฑ์) [53] เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซฯ จากการผลิตเหล็กต้นน้ำโดยกระบวนการ Blast furnace และ Basic oxygen furnace การศึกษานี้จึงประยุกต์ใช้ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันเหล็กกล้าของของประเทศจีน คือ 2.16 ton CO_2/ตันเหล็กกล้า ในการคาดการณ์และการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตเหล็กต้นน้ำระดับปานกลางต่อไป

ส่วนปริมาณการผลิตจะใช้ค่ากำลังการผลิตที่มีการเสนอไว้ในรายงานของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2552) โดยจะเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าของผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูปเช่นเหล็กแท่งเล็กหรือเหล็กแท่งแบนเท่านั้นและการผลิตนี้จะไม่ทำให้กำลังการผลิตเหล็กปลายน้ำมีความผิดเพี้ยนไปจากการคาดการณ์ในหัวข้อที่ 5.11 ดังนั้นหากเริ่มมีการผลิตได้ในปี 2558 โดยผลิตปีละ 3 ล้านตัน และสามารถผลิตได้เต็มความสามารถคือที่ 4.3 ล้านตันต่อปีในปี 2563 [31] เราจะสามารถคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 ได้ตามรูปที่ 6-4 ดังนี้ คือ ในกรณีมีเหล็กต้นน้ำ จะมีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 15.54 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 หรือเพิ่มขึ้น 270.73% เมื่อคิดเทียบจากปี 2553 (ในกรณีไม่มีเหล็กต้นน้ำในปี 2563 จะเป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent (เพิ่มขึ้น 49.19% เมื่อคิดเทียบจากปี 2553)



รูปที่ 6-4 การคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 จากการผลิตเหล็กต้นน้ำ 1 โรงที่มีการใช้เทคโนโลยีปานกลาง

6.3 การประเมินความไม่แน่นอน (uncertainty assessment) ของการคาดการณ์

ความไม่แน่นอนของการคาดการณ์ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของงานวิจัยนี้จะดำเนินการวิเคราะห์ตามแนวทางที่ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [70,71] กำหนดไว้ ทั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้ประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากค่า Default emission factor และ Carbon content ที่กำหนดโดยเอกสารดังกล่าว และเนื่องจากไม่มีค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม หรือ ข้อมูลปริมาณการผลิตและวัตถุดิบต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตของประเทศ จึงใช้ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลชนิดต่างๆ ที่มีการนำเสนอไว้ในเอกสารดังกล่าวข้างต้นเช่นกัน ซึ่งได้มีการจำแนกกรรมวิธีการคำนวณตามระดับการเข้าถึงข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 6-5

ตารางที่ 6-5 ค่าความไม่แน่นอนของการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [71]

วิธีการประเมิน	ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน	ค่าความไม่แน่นอน (U)
ระดับที่ 1	- ปริมาณผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้า - ค่า default emission factor ที่กำหนดโดย IPCC	± 10% ± 25%
ระดับที่ 2	- ชนิดและปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้าของประเทศ - ค่า carbon content ของวัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่กำหนดโดย IPCC	± 10% ± 10%
ระดับที่ 3	- ข้อมูลการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์รายโรงงาน - ค่า specific emission factor ของวัตถุดิบของแต่ละโรงงาน	± 5% ± 5%

โดยค่าความไม่แน่นอนรวม (combining uncertainties) สามารถคำนวณได้จาก [70]

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \ldots + U_n^2}$$

การประเมินปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินตามวิธีระดับที่ 1 และ 2 โดยการปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต หรือ non-energy emission นั้น เป็นการประเมินตามวิธีระดับที่ 1 ในขณะที่การปลดปล่อยจากการใช้พลังงานได้ประเมินตามวิธีระดับที่ 2 ดังนั้นค่าความไม่แน่นอนของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประเมินนี้มีค่าประมาณ ± 30.41%

บทที่ 7
การประเมินเทคโนโลยี ศักยภาพ และต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก

เมื่อทราบถึงข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้ว ในขั้นตอนต่อไปก็คือการประเมินศักยภาพการลด โดยศักยภาพการลดก็จะขึ้นกับเทคโนโลยีที่ใช้ว่ามีประสิทธิภาพสูงเพียงใด แน่นอนที่สุดว่าประสิทธิภาพที่สูงย่อมเกี่ยวเนื่องไปถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการลดการปลดปล่อย โดยรายละเอียดและขั้นตอนต่างๆจะนำเสนอตามสถานการณ์ต่างๆดังนี้

7.1 ศักยภาพการลดในกรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

ในการประเมินเทคโนโลยีและศักยภาพเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจกแบบต่างๆโดยเฉพาะ CO_2 ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้านั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจในเรื่องการจำแนกประเภทของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเสียก่อนว่าอาจจะจำแนกได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆตามตำแหน่งของการปลดปล่อย [108] กล่าวคือ การปลดปล่อยโดยตรง (Direct emission) ณ จุดที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆเช่นที่โรงงานผลิตเหล็ก การปลดปล่อยโดยตรงอาจจะเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการ และอาจจะมาจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ไม่ว่าจะเป็นจากฟลักซ์หรือจากสารเคมีที่มีเป็นองค์ประกอบคาร์บอนหรือแม้แต่จากวัตถุดิบพวกเหล็กเองที่มีคาร์บอนอยู่ ประเภทที่สองคือการปลดปล่อยโดยอ้อม (Indirect emission) ซึ่งก็คือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆนอกพื้นที่โรงงานเหล็กเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้าให้กับโรงงานเหล็กที่เป็นผู้บริโภคสุดท้ายนั่นเอง

7.1.1 การปลดปล่อยโดยอ้อม (Indirect emission)

การคำนวณปริมาณ CO_2 จากการปลดปล่อยโดยอ้อมจะเริ่มต้นจากข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆที่ใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าในปี 2551 ดังแสดงในตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆเพื่อการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ในปี 2551 [23]

ชนิดเชื้อเพลิงพลังงาน	ปริมาณ	หน่วย
น้ำมันเตา	350	ล้านลิตร
น้ำมันดีเซล	44	ล้านลิตร
ถ่านหินและลิกไนต์	20,465	พันตัน
ก๊าซธรรมชาติ	812,620	ล้านลูกบาศก์ฟุต

จากนั้นจะใช้สูตรของ IPCC 1996 เพื่อการคำนวณหาปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยออกมาจากการผลิตไฟฟ้าจากปริมาณและชนิดของเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ โดยมีสูตรว่า

$CO_2 = \sum$ (ปริมาณเชื้อเพลิงแต่ละประเภท x Conversion factor เพื่อปรับเป็นค่าความร้อน x Carbon Content x 44/12)

และจากการสำรวจข้อมูลพบว่าประเทศไทยในปี 2551 มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 0.58 kg CO_2/kWh (ทั้งนี้เฉพาะการผลิตไฟฟ้าโดยโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย) [6]

แน่นอนที่สุดว่าค่าการปลดปล่อยโดยอ้อมเป็นลักษณะเฉพาะของการผลิตไฟฟ้าของแต่ละประเทศที่มีการเลือกใช้ชนิดของเชื้อเพลิงที่มีความแตกต่างกันออกไปเช่นประเทศไทยมีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นหลัก 57 ถึง 71.20% และมีการใช้ถ่านหินเสริมอีกในราว 22.20% ซึ่งทำให้มีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.58 kg CO_2/kWh ข้อมูลในรายละเอียดของสัดส่วนโดยร้อยละกับพลังงานเชื้อเพลิงของไทย ได้แสดงในตารางที่ 7-2

ตารางที่ 7-2 สัดส่วนโดยร้อยละของพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ผลิตจากเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในปี 2551

เชื้อเพลิง	สัดส่วนการใช้เพื่อผลิตไฟฟ้า (%)
ก๊าซธรรมชาติ	71.20
ลิกไนต์และถ่านหิน	22.20
น้ำมันดีเซล	0.10
น้ำมันเตา	1.10
พลังน้ำ	5.40
รวม	**100.00**

ส่วนในประเทศอื่นๆเช่นบราซิลใช้ถ่านไม้ (Charcoal) เป็นหลัก หรือเกาหลีใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์มาเสริม ซึ่งทั้งคู่ล้วนแต่มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้ามีค่าที่ลดต่ำลง [121] ทั้งนี้การเลือกใช้ประเภทของเชื้อเพลิงนั้น มีปัจจัยอื่นๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องอีกมากมาย เช่นความสามารถในการเข้าถึงแหล่งพลังงาน ราคา ความสม่ำเสมอของปริมาณวัตถุดิบเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ มิใช่มีเพียงแต่ปัจจัยด้านการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงอย่างเดียว

<u>การลดจากการปลดปล่อยโดยอ้อม</u>

จากแผนพัฒนาพลังงานของไทยที่มีการเสนอไว้ใน PDP 2010 ตามตารางที่ 7-3 มีแนวคิดของการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อทำการผลิตไฟฟ้าในปี 2564 เป็นต้นไปและจะเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินโดยลดลิกไนต์ลงตั้งแต่ปี 2558 เป็น 24.4% เทียบกับ 22.2% ในปี 2551 ขณะที่ก๊าซธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไปเล็กน้อยจาก 71.2% ในปี 2551 เป็น 72.1% ในปี 2558

ตารางที่ 7-3 สัดส่วนโดยร้อยละของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ในปี 2551 เปรียบเทียบกับข้อเสนอใน PDP 2010 [37]

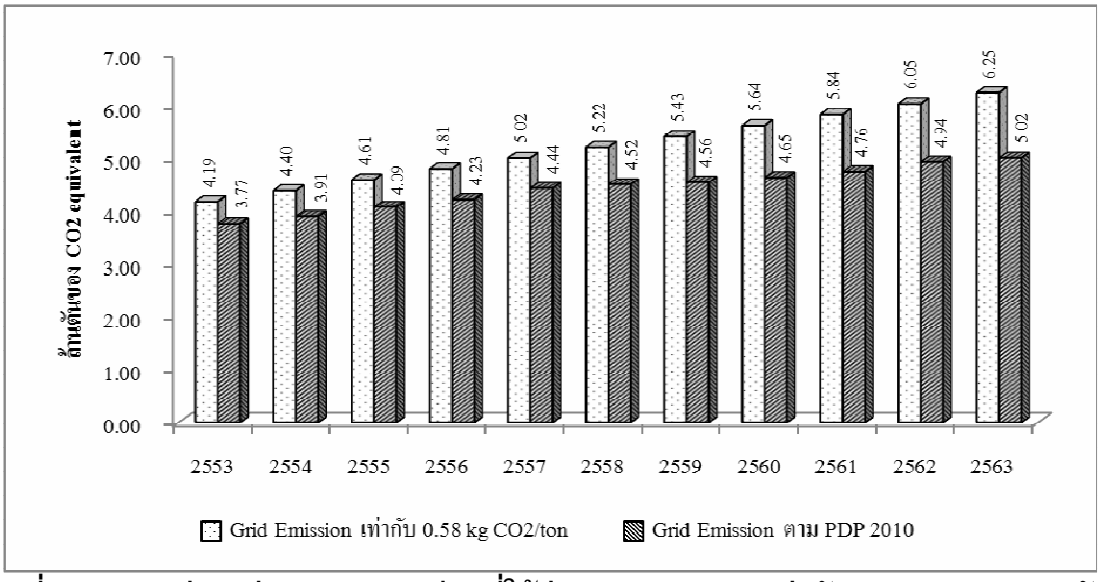
เชื้อเพลิง		Draft PDP 2010		
	2551 2008	2558 2015	2564 2021	2573 2030
ก๊าซธรรมชาติ	71.2	72.1	62.8	52.0
พลังน้ำ	5.4	3.5	3.8	2.7
ถ่านหินและลิกไนต์	22.2	24.4	25.6	30.7
พลังงานนิวเคลียร์	0	0.0	7.7	14.7
น้ำมันเตา	1.1	0.0	0.0	0.0
น้ำมันดีเซล	0.1	0.0	0.0	0.0
รวม	**100**	**100**	**100**	**100**

การเพิ่มและลดของปริมาณตามประเภทเชื้อเพลิงแบบต่างๆจะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าดังตารางที่ 7-4 ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงค่า Grid emission ในแต่ละปียังเป็นผลที่เนื่องมาจากการซื้อไฟฟ้าที่มาจากพลังงานหมุนเวียนของ SPP และ VSPP ของเอกชนรายต่างๆด้วย จากตารางข้างล่างยังจะพบว่าค่า Grid emission จะลดลงจาก 0.58 kg CO_2/kWh ในปี 2551 ไปเรื่อยๆจนเท่ากับ 0.387 kg CO_2/kWh ในปี 2563 ด้วยอัตราประมาณ 1-2% ต่อปี [37]

ตารางที่ 7-4 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้า

ปี		Grid emission intensity in kg CO_2 per kWh
ค.ศ.	พ.ศ.	Draft PDP 2010
2008	2551	0.580
2010	2553	0.482
2011	2554	0.471
2012	2555	0.470
2013	2556	0.462
2014	2557	0.468
2015	2558	0.448
2016	2559	0.423
2017	2560	0.408
2018	2561	0.398
2019	2562	0.401
2020	2563	0.387

เมื่อนำค่าของ Grid emission ที่เกิดจากแผน PDP 2010 ไปทำการคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 equivalent จากอุตสาหกรรมเหล็กตั้งแต่ปี 2553-2563 แบบไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำใหม่ จะสามารถเปรียบเทียบการปลดปล่อยที่ใช้ค่า Grid emission เท่ากับ 0.58 kg CO_2/kWh กับค่าการปลดปล่อยตาม PDP 2010ได้ดังรูปที่ 7-1 ดังนี้



รูปที่ 7-1 การเปรียบเทียบการปลดปล่อยที่ใช้ค่า Grid emission เท่ากับ 0.58 kgCO_2/kWh กับค่าการปลดปล่อยตาม PDP 2010 ตั้งแต่ปี 2553-2563 โดยไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

จากรูปที่ 7-1 จะพบว่าจากปริมาณการปลดปล่อยจากเดิมมีค่าตั้งแต่ 4.19 ล้านตันในปี 2553 ถึง 6.25 ล้านตันในปี 2563 หากมีการผลิตพลังงานตามแผน PDP 2010 อย่างเต็มที่จะสามารถลดได้ตั้งแต่ 10-20% โดยจะลดการปลดปล่อยเหลือ 3.77 ล้านตันและ 5.02 ล้านตันในปี 2553 และ 2563 ตามลำดับ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของการเลือกใช้ประเภทเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของประเทศย่อมมีผลกระทบไม่น้อยต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและเหล็กกล้าได้ อย่างไรก็ดีการลดจากการเปลี่ยนแปลงประเภทของเชื้อเพลิงในโรงงานผลิตไฟฟ้านั้น ย่อมถือว่าเป็นการลดการปลดปล่อยโดยอ้อมและจะนับอยู่ในภาคส่วนพลังงาน ไม่ใช่ภาคส่วนของการผลิตเหล็ก ตามหลักการของ IPCC 1996 ดังนั้นทางคณะวิจัยจึงจำเป็นต้องพิจารณาศักยภาพการลดที่แหล่งกำเนิดของอุตสาหกรรมเหล็กโดยตรงในลำดับต่อไป

7.1.2 การปลดปล่อยโดยตรง

ในส่วนของการปลดปล่อยโดยตรงจากการผลิตนั้นจะพบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลักๆอยู่สองประเภทก็คือการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนและปฏิกิริยาเคมีในโรงงานเหล็ก

7.1.2.1 การใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน

การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตในโรงงานผลิตเหล็กสามารถจำแนกได้อีกสองกรรมวิธีหลักๆ คือ

ก. การใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณคาร์บอนที่ต่ำต่อหน่วยของค่าความร้อน :

จากตารางที่ 7-5 พบว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีปริมาณคาร์บอนที่ต่ำในประเทศไทยที่มีแนวโน้มจะใช้ได้ง่ายที่สุดก็คือ ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) คือที่ 15.30 kg C/GJ ส่วนเชื้อเพลิงที่มีปริมาณคาร์บอนอยู่สูงที่สุดก็คือลิกไนต์ โดยอยู่ที่ 27.60 kg C/GJ ส่วนน้ำมันเตานั้นมีปริมาณคาร์บอนอยู่ปานกลางประมาณ 21.10 kg C/GJ

ตารางที่ 7-5 ค่า Carbon content ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด [74]

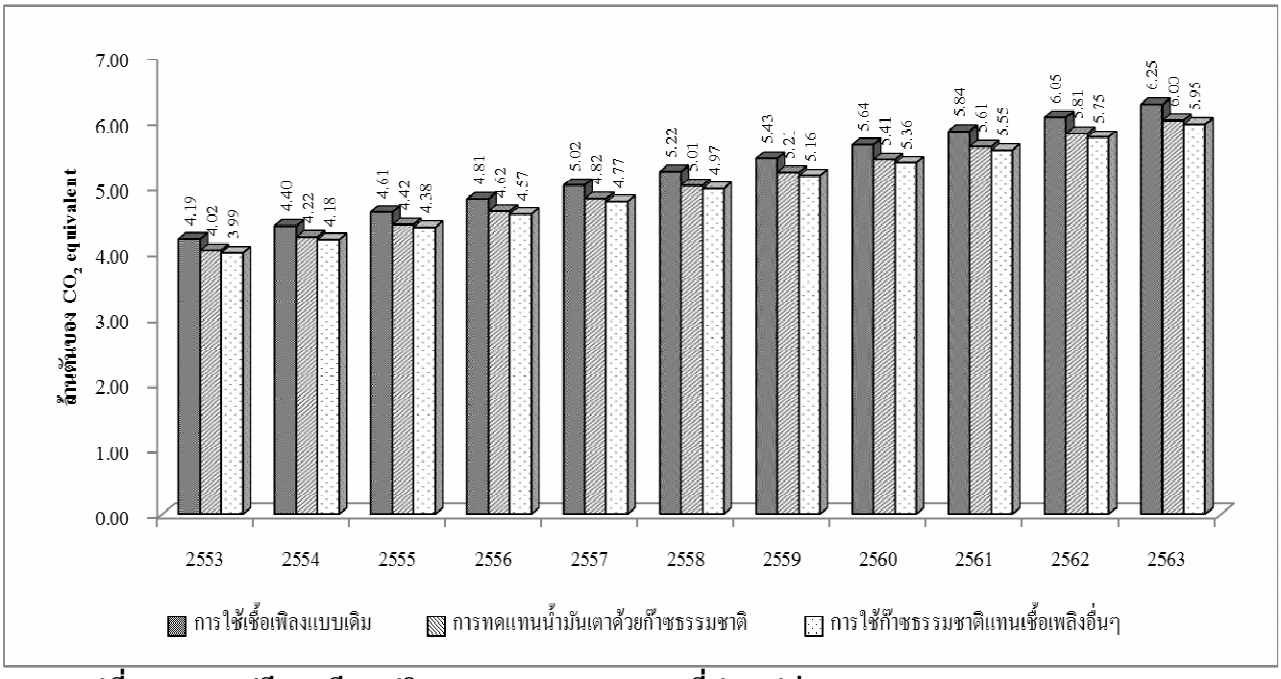
ชนิดของเชื้อเพลิง	ค่า Carbon content (kg C/ GJ)
ก๊าซจากเตาผลิตถ่านโค้ก	12.10
ก๊าซชีวภาพ	14.90
ก๊าซธรรมชาติ	15.30
ก๊าซหุงต้ม	17.20
น้ำมันเตา	21.10
ลิกไนต์	27.60
ก๊าซจาก Blast furnace	70.80

โดยจากข้อมูลปี 2551 ของสถาบันเหล็กฯ พบว่าเชื้อเพลิงที่ใช้เพื่อผลิตความร้อนโดยตรงในอุตสาหกรรมเหล็กสามารถจำแนกประเภทและปริมาณได้ดังนี้ตามตารางที่ 7-6

ตารางที่ 7-6 ปริมาณเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆที่ใช้โดยตรงในอุตสาหกรรมเหล็ก ในรูปปริมาณความร้อนของปี 2551

ประเภทเชื้อเพลิง	ปริมาณความร้อน (PJ)	ร้อยละ
น้ำมันเตา	5.23	45.09
น้ำมันดีเซล	0.07	0.58
น้ำมันก๊าด	1.53	13.16
ก๊าซหุงต้ม	0.30	2.57
ก๊าซธรรมชาติ	4.48	38.60
รวม		**100**

จะเห็นได้ว่ามีการใช้น้ำมันเตาโดยตรงในสัดส่วนที่สูงถึง 45% ในอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศ ซึ่งพบว่าน้ำมันเตามีค่าคาร์บอนอยู่ค่อนข้างสูงคืออยู่ที่ 21.1 kg C/GJ ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงแบบอื่นๆที่เป็นไปได้ทางเทคนิคและมีค่าคาร์บอนที่ต่ำกว่า เราก็จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซได้อีก จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญและตัวแทนจากภาคอุตสาหกรรมเหล็กพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้ก๊าซธรรมชาติแทนน้ำมันเตา เนื่องจากก๊าซธรรมชาติมีค่าคาร์บอนอยู่ที่เพียง 15.30 kg C/GJ ดังนั้นในที่นี้เราจะทำการคาดการณ์ศักยภาพการลดใน 2 ลักษณะคือเมื่อทำการแทนที่น้ำมันเตาด้วยก๊าซธรรมชาติ (Fuel oil by NG) และทำการแทนที่เชื้อเพลิงทุกชนิดด้วยก๊าซธรรมชาติ (100% NG) เพื่อหาตัวเลขการลดต่อไป



รูปที่ 7-2 การเปรียบเทียบปริมาณ CO_2 equivalent ที่ปลดปล่อยออกจากกระบวนการผลิตเหล็กเมื่อแทนที่น้ำมันเตาโดยก๊าซธรรมชาติและแทนที่เชื้อเพลิงทั้งหมดโดยก๊าซธรรมชาติ

จากรูปที่ 7-2 พบว่าในปี 2553 มีการปลดปล่อย CO_2 ออกจากกระบวนการผลิตเหล็กแบบโดยรวมคือรวมทั้ง Direct และ Indirect emission เท่ากับ 4.19 ล้านตัน CO_2 และเพิ่มเป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 ในปี 2563 หากมีการแทนที่น้ำมันเตาโดยก๊าซธรรมชาติ จะมีการปลดปล่อย CO_2 ที่ปลดปล่อยออกจากกระบวนการผลิตเหล็กเหลือเท่ากับ 4.02 ล้านตัน CO_2 ในปี 2553 และ 6.00 ล้านตัน CO_2 ในปี 2563 และสามารถคิดเป็นประมาณ 4.17 % ที่ลดลงจากไม่มีการแทนที่น้ำมันเตา และหากแทนที่เชื้อเพลิงทั้งหมดโดยก๊าซธรรมชาติ จะมีการปลดปล่อย CO_2 จากกระบวนการผลิตเหล็กเท่ากับ 3.62 ล้านตัน CO_2 ในปี 2553 เป็น 5.40 ล้านตัน CO_2 ในปี 2563 และสามารถคิดเป็นประมาณ 5.17 % ที่ลดลงจากไม่มีการแทนที่เชื้อเพลิงทั้งหมด

ในปี 2552 ประเทศไทยมีการใช้ก๊าซธรรมชาติทั้งสิ้น 34,819 ktoe-kilo ton oil equivalent (ปริมาณนี้รวมถึงการนำเข้าจากต่างประเทศ 8,294 ktoe) ทั้งนี้เพื่อการผลิตไฟฟ้าเป็นหลัก ที่เหลือเป็นการใช้ในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การขนส่ง บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า ตลอดจนการก่อสร้างและเหมืองแร่ โดยในปี 2552 มีการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคอุตสาหกรรมถึง 2,308 ktoe ซึ่งมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 4.2 ต่อปีตั้งแต่ปี 2548 [1]

ตารางที่ 7-7 ความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติสำหรับการผลิตเหล็กในกรณีต่าง ๆ

ปี	ความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติต่อปี (ktoe)		
	BAU	BAU-Fuel oil sub	BAU-NG100
2553	160.32	348.65	410.12
2554	168.19	365.73	430.32
2555	176.06	382.83	450.56
2556	183.92	399.91	470.76
2557	191.78	416.99	490.96
2558	199.64	434.07	511.16
2559	207.50	451.14	531.36
2560	215.37	468.22	551.56
2561	223.23	485.30	571.76
2562	231.09	502.38	591.96
2563	238.9	519.45	612.16

ตารางที่ 7-7 แสดงปริมาณก๊าซธรรมชาติที่จะถูกใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กต่อปีโดยในกรณี BAU-Fuel oil sub และ BAU-NG100 นั้นต้องใช้ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นอีกถึง 2-3 เท่าของการผลิตตาม BAU โดยเปลี่ยนไปจากเดิมที่มีอัตราการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นในแต่ละปีเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการใช้ก๊าซธรรมชาติเพื่อลดการใช้น้ำมันเตาและเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงอื่นๆย่อมมีผลกระทบต่อภาคส่วนอื่นๆอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ดีเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากเช่น แกลบ ฟางข้าว ซังข้าวโพด กะลาปาล์ม เป็นต้น สามารถถูกประยุกต์ใช้เป็นพลังงานชีวมวลของแข็ง (solid biomass energy) ได้ โดยในปี 2552 ประเทศไทยมีศักยภาพเชิงพลังงานทั้งหมดของพลังงานชีวมวลของแข็งประมาณ 33,004.54 ktoe แต่มีการใช้พลังงานชีวมวลของแข็งจริงๆทั้งสิ้นเพียง 12,981.89 ktoe โดยเป็นการใช้เป็นพลังงานทดแทนขั้นสุดท้ายในภาคอุตสาหกรรมประมาณ 6,694 ktoe หากมีการใช้พลังงานชีวมวลของแข็งอย่างเต็มศักยภาพ พลังงานชีวมวลของแข็งนี้จะเป็นพลังงานทดแทนอีกทางเลือกหนึ่งที่สำคัญของภาคอุตสาหกรรมที่จะสามารถใช้แทนก๊าซธรรมชาติเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ [2]

ข. การใช้พลังงานอย่างประหยัด :

พลังงานเป็นต้นทุนหลักอย่างหนึ่งของการผลิตเหล็ก พลังงานในที่นี้จะหมายรวมถึงพลังงานไฟฟ้าและความร้อนที่โรงงานเป็นผู้ใช้ โดยเฉลี่ยสำหรับโรงงานเหล็กโดยทั่วไปอาจจะมีค่าประมาณ 20 %ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ดังนั้นการลดการใช้พลังงานซึ่งหมายรวมไปถึงการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า จึงเป็นส่วนสำคัญที่อุตสาหกรรมเหล็กทั่วโลกได้ลงมือทำเพื่อเป็นการลดต้นทุน การลดพลังงานนั้นมีหลายระดับโดยอาจจะเริ่มจากการเปลี่ยนแปลงที่ทำได้ง่ายและใช้การลงทุนและเวลาต่ำ เช่น การบำรุงรักษาที่ดี การใช้ระบบจัดการพลังงาน การปรับปรุงระบบอัดอากาศ การคุมความเร็วรอบของพัดลมหรือเครื่องสูบ เป็นต้น ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงระดับปานกลาง เช่น การปรับเปลี่ยน Chiller การปรับปรุงระบบเตาเผา การปรับปรุงระบบหม้อแปลง เป็นต้น ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ยากกล่าวคือเป็นงานทางวิศวกรรมที่มีความซับซ้อนต้องการเงินลงทุน เวลาและความเชี่ยวชาญ เช่น การปรับปรุงเตาเผา หรือเตา EAF อย่างเป็นระบบ เป็นต้น [3] [24]

7.1.2.2 ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องในการผลิตเหล็ก

ปฏิกิริยาในการผลิตเหล็กกล้าที่สามารถปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาได้ในประเทศไทยจะได้แก่ ปฏิกิริยาของการสลายตัวของขั้วคาร์บอนในเตา EAF ปฏิกิริยาของการออกซิเดชั่นของถ่านโค้กหรือองค์ประกอบคาร์บอนในวัตถุดิบในเตาหลอมไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปฏิกริยาของการสลายตัวของ Flux ($CaCO_3$-Limestone หรือ $MgCO_3CaCO_3$-Dolomite) ไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การหาค่าของก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวนี้ จำเป็นต้องทราบข้อมูลอย่างละเอียดเช่นค่าคาร์บอนของวัตถุดิบและของผลิตภัณฑ์ในขาออก ความบริสุทธิ์ของสารเคมีที่เป็น Flux ปริมาณคาร์บอนในขั้ว Electrode ทั้งนี้ ด้วยข้อจำกัดด้านความครบถ้วนของข้อมูลดังกล่าว คณะวิจัยจึงขอใช้ค่าของ IPCC 2006 ที่

---

[3] ในส่วนของประเทศไทยนั้น ได้มีการศึกษาโดยกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญทั้งจากสถาบันเหล็กร่วมกับโรงงานเหล็กต่างๆและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใน ปี 2550 และได้พบว่าหากนำมาตรการที่ใช้การเปลี่ยนแปลงโดยง่าย ใช้เวลาและการลงทุนที่ต่ำ อาจจะสามารถลดการใช้พลังงานรวมในอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศทั้งหมดได้ถึง 5.09 ktoe ในปีนั้นๆหรือคิดเป็นค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 31,175.44 ตัน CO_2 equivalent (โดย 1 ktoe = 6,124.84 ตัน CO_2 equivalent) ทั้งนี้ หากการใช้พลังงานในภาคการผลิตเหล็กทั้งประเทศในปี 2551 มีค่าประมาณ 420.85 ktoe ดังนั้นศักยภาพการลดพลังงานนี้จะมีค่าเทียบเท่าศักยภาพการลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ที่ประมาณ 1.21% ต่อปี ดังนั้นเราจึงสามารถสมมติให้อุตสาหกรรมเหล็กสามารถลดการปลดปล่อยจากมาตรการการประหยัดพลังงานอย่างง่ายได้อย่างน้อยประมาณ 1.21% ต่อปี ตั้งแต่ ปี 2553-2563

คำนวนจาก : Ton CO_2 eq/ktoe = Absolute CO_2 eq/total energy consumption (คำนวณโดยข้อมูลปี 2551)

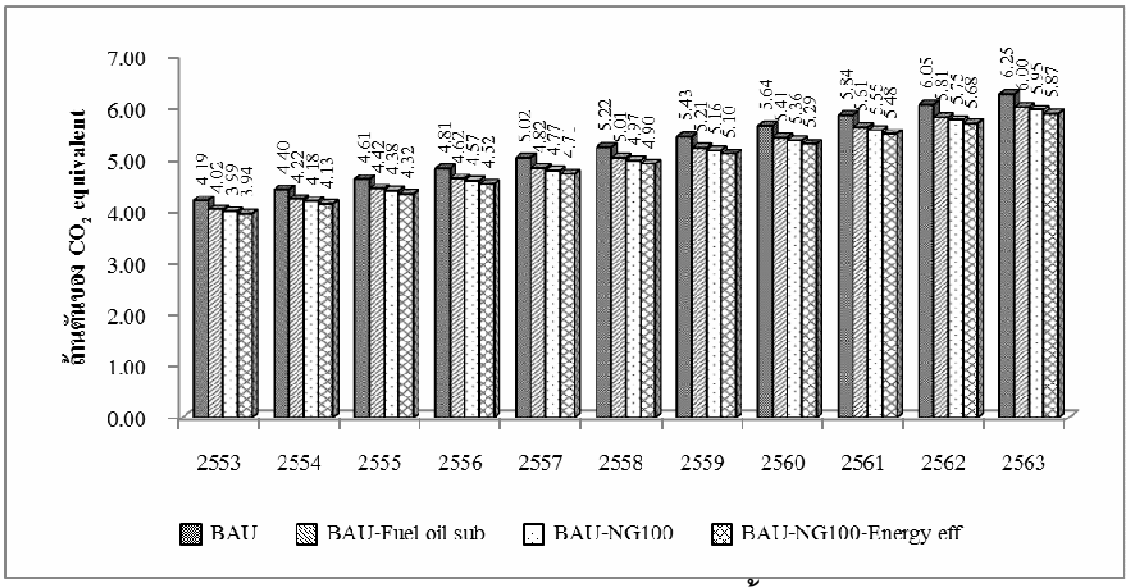
โดย 1 toe = 41.868 MJ

ประมาณการปลดปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กกล้าจากกระบวนการ EAF ไว้ที่ 0.08 ton CO_2/ton steel เป็นค่า Emission factor ของเหล็กกล้าจากระบบ EAF

ในส่วนของศักยภาพการลดนั้น การพยายามลดจากปฏิกิริยาทางเคมีเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เนื่องจากจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพผลิตภัณฑ์และเป็นเรื่องที่จำเพาะเจาะจงกับกระบวนการผลิตนั้นๆ ซึ่งทางโรงงานมักจะเลือกที่จะไม่เข้าไปยุ่งเกี่ยว นอกจากนี้สารเคมีที่ใช้เป็น Flux ในปัจจุบันของโรงงานเหล็กส่วนใหญ่ก็จะเลือกใช้ CaO หรือ MgO ซึ่งจะไม่สลายตัวให้ CO_2 ออกมาอีกด้วย

7.1.3 ภาพรวมของศักยภาพการลดในกรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

พบว่าการปลดปล่อยโดยตรงสามารถลดได้มาก หากมีการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติทั้งหมดหรือบางส่วน การอนุรักษ์พลังงานสามารถช่วยได้แต่ไม่มาก โดยสามารถลดได้อย่างน้อยประมาณ 4.00-6.13% จากที่ไม่ทำอะไรเลย ส่วนการลดจากปฏิกิริยาทางเคมีเป็นสิ่งที่ไม่สามารถจะคาดการณ์ได้เนื่องจากต้องการข้อมูลที่ครบถ้วนมากกว่านี้ ในภาพรวมของการปลดปล่อยในแต่ละสถานการณ์อาจจะแสดงได้ดังรูปที่ 7.3 (BAU = ไม่มีการลดทำตามปกติ, BAU-Fuel oil sub = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนน้ำมันเตา, BAU-NG100 = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมด, BAU-NG100-Energy eff = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมดและใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่าย)



รูป 7-3 การลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 จากมาตรการต่าง ๆ ตั้งแต่ปี 2553-2563 (BAU, BAU-Fuel oil sub, BAU-NG 100, BAU-NG 100- Energy eff)

จากรูป 7-3 พบว่าในปี 2553 หากใช้ BAU-NG100-Energy eff จะลดการปลดปล่อยเหลือ 3.94 ล้านตัน จากเดิมที่ BAU = 4.19 ล้านตัน คิดเป็นการลดประมาณ 0.26 ล้านตันหรือ 6.13% หากใช้ก๊าซธรรมชาติแทนที่น้ำมันเตาจะลดลงเหลือเป็น 4.02 ล้านตัน คิดเป็นการลดประมาณ 0.17 ล้านตันหรือ 4.00% จาก BAU และถ้าใช้ก๊าซธรรมชาติแทนที่เชื้อเพลิงทั้งหมดจะลดลงเหลือ 3.99 ล้านตัน คิดเป็นการลดประมาณ 0.21 ล้านตันหรือ 4.92% จาก BAU

เช่นเดียวกันในปี 2563 หากใช้ BAU-NG100-Energy eff จะลดการปลดปล่อยเหลือ 5.87 ล้านตัน จากเดิมที่ BAU = 6.25 ล้านตัน คิดเป็นการลดประมาณ 0.38 ล้านตันหรือ 6.13% หากใช้ก๊าซธรรมชาติแทนที่น้ำมันเตาจะลดลงเหลือเป็น 6.00 ล้านตัน คิดเป็นการลดประมาณ 0.25 ล้านตันหรือ 4.00% จาก BAU และถ้าใช้ก๊าซธรรมชาติแทนที่เชื้อเพลิงทั้งหมดจะลดลงเหลือ 5.95 ล้านตัน คิดเป็นการลดประมาณ 0.31 ล้านตันหรือ 4.92% จาก BAU

ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าการทดแทนพลังงานความร้อนทั้งหมดด้วยก๊าซธรรมชาติและการประหยัดพลังงานอย่างง่ายทำให้ลดการปลดปล่อยของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าแบบไม่มีต้นน้ำได้ถึงราว 6% จากกรณีที่จะไม่ทำอะไรเลย ถ้าเพียงทดแทนน้ำมันเตาอย่างเดียวโดยก๊าซธรรมชาติจะลดได้ประมาณ 4%

7.1.4 ต้นทุนการลด

เนื่องจากการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศไทยในปัจจุบันที่ไม่มีเหล็กต้นน้ำนั้นจะสามารถมาได้จากสองแนวทางสำคัญที่สามารถทำได้ง่ายกล่าวคือการใช้ก๊าซธรรมชาติทดแทนเชื้อเพลิงอื่นๆ เช่น น้ำมันเตา และการลดการใช้พลังงานโดยมาตรการที่ทำได้เร็วและใช้การลงทุนที่ต่ำ อย่างไรก็ดีเนื่องจากมีข้อจำกัดของการได้มาซึ่งข้อมูลทางการเงินจากโรงงาน ทางคณะผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างประเทศดังแสดงในตารางที่ 7-8 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7-8 ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

เทคโนโลยี	ต้นทุนการลด (บาท/ตัน CO_2)
การใช้ก๊าซธรรมชาติทดแทน	279 to 578 [56]
การบำรุงรักษาที่ดี	29 [60]
การจัดการระบบพลังงาน	-1,666 to 1,666 [70]*

หมายเหตุ : *ค่าติดลบหมายความว่าได้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงด้วย

ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วย “บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดการปลดปล่อยได้” นี้มาจากการคำนวณต้นทุนทางวิศวกรรมซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (บาท/ton CO_2)

$$= \frac{\text{[ต้นทุนค่าระบบต่อปี + ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบต่อปี]}}{\text{ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดลงได้จากการใช้เทคโนโลยีนั้นๆต่อปี}}$$

ทั้งนี้ ที่มาของต้นทุนต่างๆ ปรากฏตามเอกสารอ้างอิงที่แสดงในตารางที่ 7-7

7.2 ศักยภาพการลดในกรณีที่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำหนึ่งโรง

ในกรณีของการมีโรงงานเหล็กต้นน้ำในประเทศจะทำให้ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนไปจากการคาดการณ์ในรูปที่ 6-2 เนื่องจากการผลิตเหล็กต้นน้ำจะกลายเป็นแหล่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงแทนกระบวนการผลิตเหล็กกล้าจากระบบ EAF และหรือกระบวนการรีดเหล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากกระบวนการของ Blast furnace และ Coking [51] ในที่นี้เราจะทำการประเมินศักยภาพการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยโดยรวมเอาการผลิตเหล็กต้นน้ำไว้ด้วย ทั้งนี้จะมีการตั้งสมมติฐานไว้ว่าจะเกิดเหตุการณ์หลักๆได้สองรูปแบบคือกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดีและกรณีของการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง

7.2.1 ศักยภาพการลดในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดี

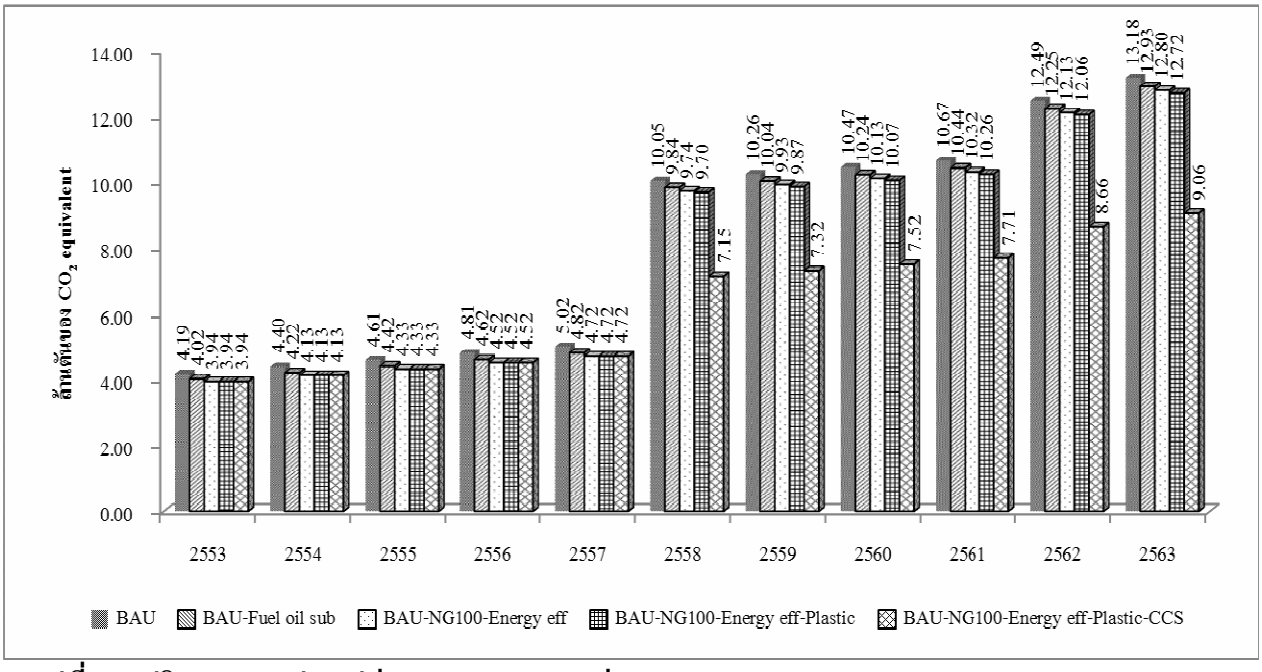
จากหัวข้อที่ 6.2.1 จะให้โรงงานเหล็กต้นน้ำมีการผลิตตั้งแต่การนำแร่เหล็ก (Iron ore) มาทำก้อน Sinter มีการทำถ่านโค้กจากถ่านหิน แล้วนำเข้าถลุงในเตา Blast furnace จากนั้นมีการนำเหล็กที่ได้ไปทำเป็นเหล็กกล้าต่อในเตา Basic oxygen furnace ทั้งนี้จะมีการใช้ระบบประหยัดพลังงานและนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่ทันสมัย เช่น ระบบ Top Recovery Turbine (TRT), Pulverized Coal Injection (PCI), Coke Dry Quenching (CDQ) เป็นต้น พบว่าหากเริ่มมีการผลิตได้ในปี 2558 โดยผลิตปีละ 3 ล้านตันและสามารถผลิตได้เต็มความสามารถคือที่ 4.3 ล้านตันต่อปีในปี 2563 [35] เราจะสามารถคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 ได้ดังรูปที่ 6-3 ดังนี้ คือ มีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน

CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 13.18 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 (เพิ่มขึ้น 214.32% เมื่อคิดเทียบจากปี 2553) ในกรณีที่มีเหล็กต้นน้ำ (กรณีไม่มีเหล็กต้นน้ำ จะเพิ่มเป็นเพียง 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent หรือเพิ่มขึ้นเพียง 49.19% ในปี 2563 เมื่อคิดเทียบจากปี 2553)

จากข้อมูลของประเทศญี่ปุ่น ในปี 2007 บริษัท Nippon Steel มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 1.61 [102] ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันเหล็กกล้า อย่างไรก็ตามประเทศญี่ปุ่นมีความพยายามที่จะลดให้เหลือเพียง 1.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันเหล็กกล้าภายในปี 2050 [70] โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและอยู่ในขั้นตอนของการทดลองหลายชนิด เช่นการใช้ Carbon capture and storage (CCS) ในการจับก๊าซ CO_2 และการใช้ไฮโดรเจนในการผลิตเหล็ก

ในกรณีศึกษานี้ พบว่าระหว่างปี 2000-2005 บริษัท Nippon Steel สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เพียง 0.55 % ภายในระยะเวลา 6 ปีหรือลดลงปีละประมาณ 0.013 ton CO_2/ton steel-ปีเท่านั้น [102] เหตุผลหลักๆของอัตราการลดลงที่ต่ำก็คือการลดการใช้พลังงานหรือลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างมากได้เกิดขึ้นไปแล้วในช่วงปีก่อนหน้า (ระหว่างปี 1980-2000)โดยเทคโนโลยีพลังงานแบบต่างๆ เช่น Top Recovery Turbine, Coke Dry Quenching, Pulverized Coal Injection เป็นต้น ดังนั้นในช่วงของปี 2000-2020 จะเป็นช่วงรอยต่อระหว่างเทคโนโลยีรุ่นใหม่เช่นการทำ CCS หรือการใช้ไฮโดรเจนในการผลิต กับเทคโนโลยีแบบเดิมๆ ดังนั้นการประมาณการณ์ศักยภาพการลดการปลดปล่อยในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดีในระหว่างปี 2553-2563 จึงจะใช้ค่าที่ประมาณ 0.013 ton CO_2/ton steel-ปี จากการใช้เทคโนโลยีใหม่ในช่วงนี้ซึ่งก็คือการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานของ Blast furnace และ การใช้ขยะพลาสติกเพื่อทดแทนถ่านหินหรือถ่าน Coke ในเตา Blast furnace และใช้แทนถ่านหินในเตาผลิตถ่าน Coke ซึ่งสามารถลดการปลดปล่อย CO_2 ได้ราว 27 kg CO_2/GJ [56] ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้อยู่ระหว่างการทดลองเดินระบบในโรงงานเหล็กเพียงไม่กี่แห่งในโลก

อย่างไรก็ดี เพื่อให้เกิดความครบถ้วนทางคณะวิจัยจะทำการประเมินการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ระบบ CCS ณ ที่ Blast furnace ไว้ด้วยโดยใช้ค่าความสามารถในการจับที่ 85% ของการปลดปล่อย [70] ปริมาณการปลดปล่อยจากมาตรการต่างๆจะแสดงไว้ในในรูปที่ 7-4 (BAU = ไม่มีการลด ทำตามปกติ, BAU-Fuel oil sub = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนน้ำมันเตา, BAU-NG100-Energy eff = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมดและใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่าย, BAU-NG 100–Energy eff–Plastics = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมดใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่ายและใช้ขยะพลาสติก, BAU-NG 100–Energy eff-Plastics-CCS = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมด ใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่าย ใช้ขยะพลาสติกและใช้ระบบCCS)



รูปที่ 7-4 ปริมาณการปลดปล่อยจากมาตรการต่าง ๆ (BAU, BAU-Fuel oil sub, BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100–Energy eff–Plastics, BAU-NG 100–energy eff-Plastics-CCS)

จากรูปที่ 7-4 พบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังเหมือนในรูปที่ 7-3 จนถึงปี 2558 ที่โรงงานเหล็กต้นน้ำเริ่มผลิตที่อัตรา 3 ล้านตันต่อปี ในปีนี้การปลดปล่อยเกิดขึ้นที่ 10.05 ล้านตันที่ BAU ซึ่งหากไม่มีเหล็กต้นน้ำในปีนี้จะมีการปล่อยที่ประมาณ 5.22 ล้านตันที่ BAU ดังรูปที่ 7-3 ที่กรณี BAU-Fuel oil sub, BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100–Energy eff–Plastics, BAU-NG 100–energy eff-Plastics-CCS มีค่าการปลดปล่อยที่ 9.84, 9.74, 9.70 และ 7.15 ล้านตันหรือคิดเป็นการลดที่ 2.08%, 3.12%, 3.51% และ 28.87% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการลดการปลดปล่อยจะเกิดได้อย่างมีนัยสำคัญหรือจะให้เกิน 4% จาก BAU จำเป็นต้องมีระบบ CCS ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่าค่าการปลดปล่อยเดิมของโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีระดับดีนี้ก็ไม่ได้มีค่าที่สูงมากอยู่แล้ว (ใช้ที่ 1.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันเหล็กกล้า)

ส่วนในปี 2563 ที่ที่อัตราการผลิตที่ 4.3 ล้านตันต่อปีพบว่ามีการปล่อยที่ BAU = 13.18 ล้านตันซึ่งมากกว่า BAU ในรูปที่ 7-3 ในปีเดียวกันที่มีค่าเท่ากับ 6.25 ล้านตันอยู่ถึง 6.95 ล้านตัน และจะมีการปล่อยจากกรณีของ BAU-Fuel oil sub, BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100–Energy eff–Plastics, BAU-NG 100–energy eff-Plastics-CCS ที่ 12.93, 12.80, 12.72 และ 9.84 ล้านตันหรือคิดเป็นการลดที่ 1.90%, 2.85%, 3.48% และ 31.22% ตามลำดับ ปริมาณการผลิต

เหล็กต้นน้ำที่สูงขึ้นทำให้การลดโดย CCS ที่ Blast furnace มีความสำคัญมากขึ้น ขณะที่ศักยภาพการลดที่มาจากเหล็กกลางและปลายน้ำมีค่าที่ลดลง

7.2.2 ศักยภาพการลดในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง

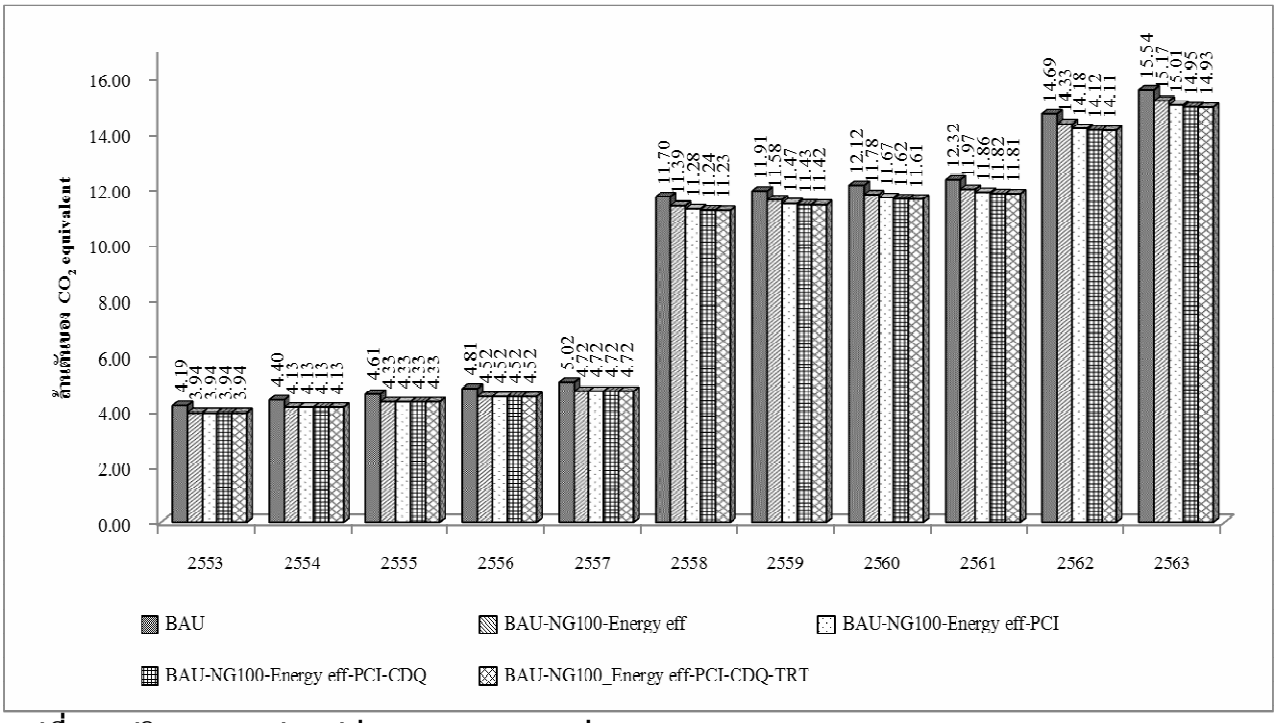
จากในหัวข้อที่ 6.2.1 จะสมมติให้โรงงานเหล็กต้นน้ำมีการผลิตตั้งแต่การนำแร่เหล็ก (Iron ore) มาทำก้อน Sinter มีการทำถ่านโค้กจากถ่านหิน แล้วนำเข้าถลุงในเตา Blast furnace จากนั้นมีการนำเหล็กที่ได้ไปทำเป็นเหล็กกล้าต่อในเตา Basic oxygen furnace ทั้งนี้จะมีการใช้ระบบประหยัดพลังงานและนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพปานกลางตามแบบค่าเฉลี่ยของโรงงานในประเทศจีน พบว่าหากเริ่มมีการผลิตได้ในปี 2558 โดยผลิตปีละ 3 ล้านตันและสามารถผลิตได้เต็มความสามารถคือที่ 4.3 ล้านตันต่อปีในปี 2563 [35] เราจะสามารถคาดการณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 2553-2563 ได้ดังรูปที่ 6-4 ดังนี้ คือ มีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalentในปี 2553 เป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent (เพิ่มขึ้น 49.19% เมื่อคิดเทียบจากปี 2553) ในปี 2563 หากไม่มีเหล็กต้นน้ำ และเป็น 15.54 ล้านตัน CO_2 equivalent (เพิ่มขึ้น 270.73% เมื่อคิดเทียบจากปี 2553) ในปี 2563 หากมีเหล็กต้นน้ำ การคิดคำนวณนี้มีที่มาจากค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 2.16 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันผลิตภัณฑ์เหล็กกล้า

เนื่องจากโรงงานนี้มีเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานอยู่ในระดับพื้นฐาน จึงสามารถนำอุปกรณ์อื่นๆเข้าไปติดตั้งเพิ่มได้ตามข้อเสนอแนะของงานวิจัยโดย Wang และคณะ (2002) [83] ดังตารางที่ 7-9 ต่อไปนี้ โดยเทคโนโลยีที่มีการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้มีการเดินระบบจริงเชิงพาณิชย์แล้ว หรือ Commercially available technology

ตารางที่ 7-9 เทคโนโลยีและความสามารถในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก [60]

อุปกรณ์	ความสามารถในการลดการปล่อย CO_2 (kg CO_2/ton crude steel)
Pulverized Coal Injection (PCI)	37.37
Top Pressure Recovery Turbine (TRT)	14.04
Coke Dry Quenching (CDQ)	3.31

ทางคณะวิจัยจึงได้ทำการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเมื่อมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังปรากฏในรูปที่ 7-5 ดังต่อไปนี้ (BAU = ไม่มีการลดทำตามปกติ, BAU-NG100-Energy eff = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมดและใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่าย, BAU-NG 100–Energy eff–PCI = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมด ใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่ายและใช้ระบบ PCI, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมด ใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่าย และใช้ระบบ PCI และ CDQ, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ-TRT = ใช้ก๊าซธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงทั้งหมด ใช้มาตรการลดการใช้พลังงานอย่างง่าย และใช้ระบบ PCI, CDQ, และ TRT



รูปที่ 7-5 ปริมาณการปลดปล่อยจากมาตรการต่าง ๆ (BAU, BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100– Energy eff–PCI, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ-TRT)

จากรูปที่ 7-5 พบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังเหมือนในรูปที่ 7-3 จนถึงปี 2558 ที่โรงงานเหล็กตันน้ำเริ่มผลิตที่อัตรา 3 ล้านตันต่อปี ในปีนี้การปลดปล่อยเกิดขึ้นที่ 11.70 ล้านตันที่ BAU ซึ่งหากไม่มีเหล็กตันน้ำในปีนี้จะมีการปล่อยที่ประมาณ 5.22 ล้านตันที่ BAU ดังรูปที่ 7-3 ที่กรณี BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100– Energy eff–PCI, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ-TRT มีค่าการปลดปล่อยที่ 11.39,

11.28, 11.24 และ 11.23 ล้านตันหรือคิดเป็นการลดที่ 2.68%, 3.64%, 4.00% และ 4.09% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการลดการปลดปล่อยจะเกิดได้ไม่เกิน 5% จาก BAUในรูปที่ 7-5 และระบบ PCI สามารถช่วยสนับสนุนการลดจากการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงและการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการปลดปล่อยโดยรวมจะมากกว่าในกรณีของเทคโนโลยีที่ดีอยู่แล้วเนื่องจากค่าการปลดปล่อยเฉลี่ยต่อตันเหล็กกล้าที่ใช้สูงกว่าคือ 2.16 ตัน CO_2 /ตันเหล็กกล้า และไม่มีระบบ CCS

ส่วนในปี 2563 ที่ที่อัตราการผลิตที่ 4.3 ล้านตันต่อปีพบว่ามีการปล่อยที่ BAU = 15.54 ล้านตันซึ่งมากกว่า BAU ในรูปที่ 7-3 ในปีเดียวกันที่มีค่าเท่ากับ 6.25 ล้านตันอยู่ถึง 9.29 ล้านตัน และจะมีการปล่อยจากกรณีของ BAU-NG 100–Enegy eff, BAU-NG 100– Energy eff–PCI, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ, BAU-NG 100–Energy eff-PCI-CDQ-TRT ที่ 15.17, 15.01, 14.95 และ 14.93 ล้านตันหรือคิดเป็นการลดที่ 2.42%, 3.45%, 3.84% และ 3.93% ตามลำดับ ปริมาณการผลิตเหล็กต้นน้ำที่สูงขึ้นทำให้อิทธิพลของการลดจากกระบวนการต้นน้ำมีความสำคัญมากขึ้น ขณะที่สัดส่วนของศักยภาพที่มาจากเหล็กกลางและปลายน้ำมีค่าที่ลดลง อย่างไรก็ดีระบบ PCI ก็ยังสามารถช่วยสนับสนุนการลดจากการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงและการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี จะเห็นได้ว่าการลดการปลดปล่อยจะเกิดได้ไม่เกิน 4% จาก BAU ในรูปที่ 7-5

7.2.3 ต้นทุนการลด

ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตเหล็กเมื่อมีโรงงานเหล็กต้นน้ำจะสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

7.2.3.1 ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดี

จากเทคโนโลยีของ Nippon Steel ที่เลือกไว้ในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นมีการปรับปรุงระบบพลังงานของ Blast furnace การใช้ Plastic waste เพื่อทดแทนถ่านหินหรือถ่าน Coke ในเตา Blast furnace และใช้แทนถ่านหินในเตาผลิตถ่าน Coke ตลอดจนการใช้ระบบ CCS ที่ Blast furnace นั้น ต้นทุนการลดการปลดปล่อยได้แสดงไว้ในตารางที่ 7-10 ดังนี้

ตารางที่ 7-10 ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับที่ดี [70]

เทคโนโลยี	ต้นทุนการลด (บาท/ตัน CO_2)
การปรับปรุงระบบพลังงานของ Blast furnace*	-1,331 – 1,331 THB/ton CO_2
การใช้ Plastic waste**	0 - 1,331 THB/ton CO_2
การใช้ระบบ CCS สำหรับ Blast furnace	1,065 -1,597 THB/ton CO_2

หมายเหตุ : *ค่าติดลบหมายความว่าได้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงด้วย

**ค่าที่เป็นศูนย์หมายความว่าได้ขยะมาฟรีและไม่เสียค่าดัดแปลงระบบ

จากข้อมูลการลดในรูปที่ 7-4 พบว่าการลดโดยการใช้ CCS กับระบบ Blast furnace เป็นที่น่าสนใจในเรื่องของประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก ในเรื่องของต้นทุนการลด ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงการใช้จริงในประเทศไทย เนื่องจากข้อมูลด้านต้นทุนและเทคโนโลยีมาจากต่างประเทศที่มีสภาพทางธรณีวิทยาของแหล่งที่จะใช้กักเก็บ CO_2 ไม่เหมือนกับประเทศไทย การใช้ Plastic waste ก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจเช่นกันหากได้มาฟรีและโรงงานเหล็กต้นน้ำมีระบบจัดการมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ดี

7.2.3.2 ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง

สำหรับในกรณีที่มีการเลือกโรงงานเหล็กที่มีเทคโนโลยีระดับปานกลางไว้ อุปกรณ์ที่เลือกไว้เพื่อการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นได้แก่ Pulverized Coal Injection (PCI), Top Pressure Recovery Turbine (TRT), และ Coke Dry Quenching (CDQ) โดยต้นทุนการลดการปลดปล่อยได้แสดงไว้ในตารางที่ 7-11 ดังนี้

ตารางที่ 7-11 ต้นทุนการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง [60]

เทคโนโลยี	ต้นทุนการลด (บาท/ตัน CO_2)
Pulverized Coal Injection (PCI)*	-1,358 THB/ton CO_2
Top Pressure Recovery Turbine (TRT)	4,769 THB/ton CO_2
Coke Dry Quenching (CDQ)	1,301 THB/ton CO_2

หมายเหตุ : *ค่าติดลบหมายความว่าได้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงด้วย

ระบบ PCI มีความน่าสนใจสูงมากทั้งในแง่ของต้นทุนเนื่องจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้พร้อมๆกับความสามารถที่สูงในการลดการปลดปล่อย ระบบ CDQ มีความน่าสนใจรองลงมา ระบบ TRT มีข้อจำกัดคือต้องใช้กับ Blast furnace ที่มีขนาดใหญ่เท่านั้นและมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามต้นทุนเหล่านี้จำเป็นต้องมีการศึกษาในเชิงรายละเอียดอีกเนื่องจากเป็นการแปลงค่ามาจากราคาต้นทุนการลดการปลดปล่อยในต่างประเทศทั้งสิ้น

บทที่ 8
นโยบายและมาตรการภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

8.1 นโยบายและมาตรการของประเทศไทย

8.1.1 นโยบายด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

จากสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ทุกประเทศเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จนนำไปสู่การหามาตรการร่วมกันเพื่อแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งวิธีการที่จะลดอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นให้ได้นั้น โดยต้องอาศัยการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้ลดลงด้วย ซึ่งเราสามารถจำแนกมาตรการออกเป็น 2 มาตรการหลัก ได้แก่การจำกัดเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก และ การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ซึ่งหากพิจารณาในแง่นโยบายและยุทธศาสตร์ระดับชาติ นโยบายด้านการลดก๊าซเรือนกระจก สามารถพิจารณา ได้ดังนี้

8.1.1.1 ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551-2555

สาระสำคัญของยุทธศาสตร์แห่งชาตินี้ เป็นการลดผลกระทบและปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยจะต้องสอดรับและมีส่วนร่วมกับประชาคมโลกในการร่วมมือกันแก้ไขและบรรเทาปัญหาดังกล่าว เพื่อสร้างความสามารถในการปรับตัวและพร้อมที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวด้วยกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมกับประชาคมทั้งระดับภูมิภาคและระดับโลกในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยดำเนินงานบนหลักการของ “การรับผิดชอบร่วมกันในระดับที่แตกต่างกัน” จึงได้มีการจัดทำยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551-2555 ขึ้นเพื่อพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ซึ่งจะมีการวิเคราะห์ผลกระทบในทุกระดับและศึกษาทางเลือกในการลดก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดการพัฒนา

ที่ยั่งยืน และยังเป็นการเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการลดความล่อแหลม (Vulnerabilities) และความอ่อนไหว (Sensitivity) ของทรัพยากรธรรมชาติ ระบบนิเวศ และสังคมมนุษย์ ต่อสภาพภูมิอากาศรวมถึงพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมในการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ โดยคำนึงถึงปัจจัยการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งในทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

โดยมีแผนยุทธศาสตร์ที่จะนำไปสู่การบรรลุวิสัยทัศน์ วัตถุประสงค์และเป้าหมายด้วยกัน 6 ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์ที่สำคัญได้แก่ ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซ บนพื้นฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืน ตามแนวทางที่ 2.3 การลดก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งอาศัยตัวชี้วัด คือ การลดก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งมีแผนการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 8-1

ตารางที่ 8-1 แนวทางการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการอุตสาหกรรม

มาตรการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	
	หลัก	**สนับสนุน**
1. กำหนดให้ผู้ประกอบการที่ก่อก๊าซเรือนกระจกมาก เช่น การผลิตปูนซีเมนต์ การผลิตเหล็ก ฯลฯ บรรจุแผนและมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกไว้ในนโยบายของบริษัท และให้มีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายปี	กระทรวงอุตสาหกรรม	กระทรวงพาณิชย์
2. ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการสร้าง แรงจูงใจให้ผู้ประกอบการ เช่น สนับสนุนการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด การสนับสนุนทุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อม	กระทรวงอุตสาหกรรม	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
3. กำหนดมาตรการจูงใจให้ภาคธนาคารใช้เกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมร่วมในการพิจารณาอนุมัติเงินกู้แก่ผู้ประกอบการ	กระทรวงการคลัง	กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ”. 2551-2555, (2552), หน้า 58.

8.1.1.2 แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) กระทรวงพลังงาน

จากวิกฤติราคาพลังงานปรับตัวขึ้นลง ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานเป็นมูลค่ามหาศาล ซึ่งการพึ่งพาในรูปแบบดังกล่าว ทำให้ประเทศไม่มีความมั่นคงทางพลังงาน การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศได้รับผลกระทบ ตลอดจนวิถีชีวิตของประชาชนได้รับผลกระทบจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น กระทรวงพลังงานจึงมีนโยบายจะพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นแหล่งพลังงาน

หลักของประเทศ ด้วยการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551– 2565) ขึ้น โดยมีเป้าประสงค์สำคัญในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้เป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ ในปี 2565

สาระสำคัญของแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี จะแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. ระยะสั้น (2551 – 2554)

จะมุ่งเน้นส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ได้รับการยอมรับแล้ว (Proven technologies) และมีศักยภาพแหล่งพลังงานทดแทนสูง ได้แก่ เชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อการผลิตไฟฟ้าและความร้อนจากชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และNGV โดยใช้มาตรการสนับสนุนทางด้านการเงินเต็มรูปแบบ

2. ระยะกลาง (2555 – 2559)

ส่งเสริมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และสนับสนุนพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีพลังงานทดแทนใหม่ๆ เช่น การผลิตเอทานอลและไบโอดีเซลจากสาหร่าย, การผลิตน้ำมันจากชีวมวล และเชื้อเพลิงไฮโดรเจน ให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ และพัฒนาต้นแบบ Green City และนำไปสู่การสร้างความเข้มแข็งให้กับการผลิตพลังงานทดแทนระดับชุมชน

3. ระยะยาว (2560 – 2565)

ส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนใหม่ๆ ที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์รวมถึงการขยายผล Green City และพลังงานชุมชน และสนับสนุนให้ประเทศไทยเป็นศูนย์ส่งออกเชื้อเพลิงชีวภาพและการส่งออกเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในภูมิภาคอาเซียน

ซึ่งในท้ายที่สุดแล้ว จะเกิดประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยพัฒนาสู่สังคมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ (Low Carbon Society) และช่วยลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน

8.1.2 กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับนโยบายของภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า สามารถพิจารณาได้ ดังต่อไปนี้

8.1.2.1 ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2550

ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นเดียวกับประเทศต่างๆ ทั่วโลก จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนงาน มาตรการ และแนวทาง รวมทั้งการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ ให้ดำเนินไปอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศและคุณภาพชีวิตของประชาชน

โดยที่ประเทศไทยได้เป็นภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) [4] ซึ่งการดำเนินการในปัจจุบัน ได้มีการออกประกาศ *ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2550* [5] โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1) กำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์การป้องกันและการแก้ไขปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย การกักเก็บและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2) กำหนดนโยบาย แนวทาง หลักเกณฑ์ และกลไกการดำเนินงานร่วมกับนานาชาติเกี่ยวกับการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และผลประโยชน์ของประเทศ รวมทั้งข้อตกลงระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

3) เสนอแนะการแก้ไขเพิ่มเติมหรือปรับปรุงกฎหมายที่จำเป็นหรือเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานต่าง ๆ ซึ่งเป็นพันธกรณีที่ประเทศไทยผูกพันและต้องปฏิบัติตามความตกลงที่กำหนดไว้ในอนุสัญญาและพิธีสาร หรือการดำเนินการต่าง ๆ ที่ควรกระทำเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนหลักการและวัตถุประสงค์ของอนุสัญญาหรือพิธีสาร ทั้งนี้ โดยให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และผลประโยชน์ของประเทศ รวมทั้งข้อตกลงระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

---

[4] ให้สัตยาบันเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2537 ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (สวล.) ภายใต้ สผ.ปฏิบัติหน้าที่เป็นหน่วยประสานงานกลางของภารกิจด้านอนุสัญญาฯ ดังกล่าว.

[5] ประกาศเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2550 ในสมัยรัฐบาลพลเอก สุรยุทธ์ จุลานนท์.

4) กำหนดแนวทางและท่าทีในการเจรจาเกี่ยวกับอนุสัญญาและพิธีสารโดยต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และผลประโยชน์ของประเทศ รวมทั้งข้อตกลงระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

5) กำหนดมาตรการเพื่อเสริมสร้างความร่วมมือและประสานงานระหว่างหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนในเรื่องที่เกี่ยวกับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

โดยมอบหมายให้นายกรัฐมนตรี เป็นผู้รักษาการตามระเบียบนี้

8.1.2.2 ร่างพระราชบัญญัติมาตรการการคลังเพื่อสิ่งแวดล้อม

ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและมลพิษต่างๆ กฎหมายสิ่งแวดล้อมของไทยส่วนใหญ่ยังคงเน้นมาตรการกำกับและควบคุมเป็นหลัก เกิดจำกัดในการ แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เนื่องจากความไม่เข้มงวดในการบังคับใช้กฎหมายบทลงโทษและค่าปรับตามกฎหมายต่ำ หน่วยงานภาครัฐขาดการติดตามตรวจสอบแหล่งกำเนิดมลพิษด้วยเหตุผลทำให้ขาดประสิทธิภาพในการควบคุมมลพิษให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่ดี จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือ กลไก และมาตรการการคลังมาใช้เป็นมาตรการเสริมในการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อช่วยสร้างแรงจูงใจให้ผู้ก่อมลพิษลดการก่อมลพิษ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการผลิตและบริโภคไปในทางที่ก่อมลพิษน้อยลง ประกอบกับร่าง พ.ร.บ. นี้ มีการนำผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการผลิตสินค้าและบริการ เข้ามาบวกเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนภายในทำให้ผู้ก่อมลพิษต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดการสิ่งแวดล้อมตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย(Polluter Pays Principle) อีกประการยังเป็นเครื่องมือให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมสามารถนำมาตรการการคลังเหล่านี้ มาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งนำรายได้ที่จัดเก็บได้ จากการใช้มาตรการการคลังดังกล่าวกลับคืนมาจัดการสิ่งแวดล้อม

ร่างพระราชบัญญัติมาตรการการคลังเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นกฎหมายแม่บท (Umbrella Framework) ที่กำหนดกรอบรายการเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ประเภทต่างๆ ที่นำมาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น ภาษีสิ่งแวดล้อม ค่าธรรมเนียมผลิตภัณฑ์ การวางเงินประกันความเสี่ยง

การซื้อขายสิทธิ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติหรือสิทธิการปล่อยมลพิษ เป็นต้น โดยขณะนี้กระทรวงการคลังอยู่ระหว่างการยกร่าง พรบ.ดังกล่าว[6]

โดยหากพิจารณาเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมที่สำคัญมี 6 ประเภท 1. ภาษีสิ่งแวดล้อม 2. ค่าธรรมเนียมการจัดการมลพิษ 3. ค่าธรรมเนียมผลิตภัณฑ์ และระบบรับซื้อคืน 4. การวางเงินประกันความเสี่ยงหรือความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม 5. การซื้อขายสิทธิการใช้ทรัพยากรธรรมชาติหรือสิทธิการปล่อยมลพิษ 6.การให้เงินอุดหนุน มาตรการสนับสนุนหรือสิทธิพิเศษ

จุดเด่นสำคัญของร่างพ.ร.บ. มาตรการทางการคลังเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 7 ประเด็น สำคัญ ได้แก่ 1. ไม่รื้อกฎหมายที่มีอยู่แต่เป็นการเสริมเครื่องมือใหม่ให้หน่วยงาน 2. เป็นกฎหมายแบบบูรณาการ ลดความซ้ำซ้อน และกองทุน 3.สร้างกติการ่วมกันในการจัดสรรเงินภาษีและค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อม 4. สร้างรายได้และศักยภาพให้แก่องค์กรปกครองท้องถิ่น (อปท.) 4. สร้างรายได้ และศักยภาพให้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 5. กองทุนจะมีขนาดใหญ่เพียงพอ 6. แม้สถานประกอบการที่ได้มาตรฐานก็ต้องเสียภาษีด้วย 7. ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการลดปริมาณมลพิษสิ่งแวดล้อมในระยะยาว[7]

ร่าง พ.ร.บ. เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ จึงเป็นกฎหมายที่มีลักษณะบูรณาการการทำงานร่วมกันของภาคส่วนที่เกี่ยวข้องด้มีส่วนร่วมในกำหนดนโยบายบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม และการจัดสรรรายได้จากการใช้มาตรการภาษีและมาตรการอื่นๆ สามารถออกกฎหมายลำดับรอง (พระราชกฤษฎีกา ประกาศ หรือ กฎกระทรวง) เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วทันการณ์ มีการกำหนดคณะกรรมการกำกับนโยบายการใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งมีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังเป็นประธาน และมีผู้แทนจากหน่วยงานต่าง ๆ มีกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิไม่เกิน 9 คน ประกอบด้วยผู้แทนจากภาคเอกชน ผู้แทนสภาอุตสาหกรรม สภาหอการค้า อุตสาหกรรม

---

[6] คณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2553 อนุมัติในหลักการร่างพระราชบัญญัติมาตรการการคลังฯ และส่งให้สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกาตรวจพิจารณา และให้กระทรวงการคลัง กระทรวงทรัพยากรฯ กระทรวงพลังงาน กระทรวงสาธารณสุขและกระทรวงอุตสาหกรรมรับความเห็นของครม.ไปพิจารณาหารือร่วมกันในประเด็นมาตรการภาษี การจัดตั้งกองทุนและการบริหารจัดการกองทุน และการเตรียมความพร้อมของพนักงานเจ้าหน้าที่ แล้วส่งผลการพิจารณาให้สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกาต่อไป

[7] กอบกุล รายะนาคร. “เครื่องทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม”. Policy Brief โดย แผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนานโยบายสาธารณะที่ดี, ต.ค. 52.

ท่องเที่ยว และผู้แทนจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งตารางที่ 8-2 จะแสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำกฎหมายว่าด้วยเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 8-2 แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำกฎหมายว่าด้วยเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม

พ.ร.บ. เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม			
⇩	⇩	⇩	⇩
พ.ร.ฎ. ภาษีมลพิษทางน้ำ	พ.ร.ฎ. ภาษีมลพิษทางอากาศ	พ.ร.ฎ.ค่าธรรมเนียมผลิตภัณฑ์	พ.ร.ฎ ฯลฯ

ที่มา: กอบกุล รายะนาคร. “เครื่องทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม”. Policy Brief โดย แผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนานโยบายสาธารณะที่ดี, ต.ค. 52.

8.1.2.3 มติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 4/2553 (นัดพิเศษ) เรื่อง ประเภทโครงการหรือกิจการที่อาจมีผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรงทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ จำนวน 11 รายการ เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2553

มติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติดังกล่าว ต้องการกำหนดประเภท ขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ ซึ่งหน่วยงานส่วนราชการ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือภาคเอกชน ซึ่งนำไปสู่การประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ[8]และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม[9]ตามมา มีใจความว่าสำคัญว่า โครงการหรือกิจการที่อาจมีผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรงทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ จำนวน 11 รายการจะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบกับกับคณะรัฐมนตรีได้

[8] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภท ขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ ที่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชนจะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมพ.ศ. ๒๕๕๓.

[9] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง โครงการหรือกิจกรรมเกี่ยวกับการอุตสาหกรรมที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ และสุขภาพ.

มีมติในคราวการประชุมเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2553 เห็นชอบให้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกาศประเภท ขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ เพื่อให้การเป็นไปตามบทบัญญัติมาตรา 67 วรรคสอง ของรัฐธรรมนูญ พ.ศ.2550[10] โดยมีการกำหนดให้โครงการหรือกิจการ เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ท่าเทียบเรือ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี การถมทะเล การทำเหมืองแร่ การก่อสร้างนิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรม รวมถึงการกำหนดให้อุตสาหกรรมถลุงแร่ หรือหลอมโลหะ เช่น อุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็ก อุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็กที่มีการผลิตถ่าน Coke หรือที่มีกระบวนการ Sintering เป็นอุตสาหกรรม[11] จำเป็นต้องรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

8.1.3 เงื่อนไขการส่งเสริมการลงทุน

8.1.3.1 พัฒนาการนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมเหล็กของไทย

แม้ว่าในอดีตประเทศไทยจะมีร่องรอยของการผลิตเหล็ก มีเตาถลุงเหล็ก และมีอาชีพช่างตีมีดก็ตาม แต่อุตสาหกรรมเหล็กสมัยใหม่ของไทยเริ่มต้นในปี 2485 โดยรัฐบาลสมัยจอมพล ป. พิบูลสงคราม มีนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมเหล็ก จึงได้อนุมัติให้บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด จัดตั้งโรงถลุงเหล็กขนาด 100 ตัน/วัน ที่จังหวัดสระบุรี แต่จนกระทั่งสงครามโลกครั้งที่สองสิ้นสุดลง บริษัทก็ยังไม่มีเงินเพียงพอที่จะก่อสร้างเตาถลุงเหล็กขนาด 100 ตัน/วัน ได้ รัฐบาลจึง

---

[10] อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 67 วรรคสอง ของรัฐธรรมนูญ พ.ศ. 2550 และโดยความเห็นชอบของคณะรัฐมนตรี และตามมาตรา 46 และมาตรา 51 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[11] อุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็ก ที่มีปริมาณแร่ป้อน (input) เข้าสู่กระบวนการผลิต ตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตัน / วัน ขึ้นไป หรือที่มีปริมาณแร่ป้อน (input) เข้าสู่กระบวนการผลิตรวมกันตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตัน/วัน ขึ้นไปให้เสนอในขั้นขออนุญาตก่อสร้างเพื่อประกอบกิจการหรือขั้นขออนุญาตประกอบกิจการ หรือในขั้นขอขยายแล้วแต่กรณี และอุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็กที่มีการผลิตถ่าน coke หรือที่มีกระบวนการ sinteringทุกขนาด ให้เสนอในขั้นขออนุญาตก่อสร้างเพื่อประกอบกิจการหรือขั้นขออนุญาตประกอบกิจการ แล้วแต่กรณี.

อนุมัติให้ลดกำลังการผลิตลงเหลือ 10 ตัน/วัน นับว่าเป็นเตาถลุงเหล็กที่มีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศ จากนั้นในปี 2491 บริษัทปูนซีเมนต์ไทยได้ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญชาวสวีเดนให้ออกแบบเตาถลุงเหล็กชนิดพ่นลมแบบใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง ขนาด 15 ตัน/วัน ที่จังหวัดสระบุรี และยังได้ก่อตั้งโรงงานแปรรูปเหล็กกล้าในปี 2493 โดยใช้เตาแบบ Open Hearth Furnace ผลิตเหล็กกล้าได้ครั้งละ 7 ตัน (ต่อมาเพิ่มขึ้นเป็นครั้งละ 10 ตัน) และในปี 2494 – 95 บริษัทได้พัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลางน้ำและปลายน้ำ เช่น ลวด ตะปู เหล็กหล่อ และอะไหล่เครื่องจักร

อย่างไรก็ตาม โรงงานเหล็กของเครือซีเมนต์ไทยมีขนาดเล็กและไม่เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศ รัฐบาลจึงริเริ่มก่อตั้งโรงถลุงเหล็กและผลิตเหล็กกล้าขนาดใหญ่ขึ้นในประเทศ โดยก่อตั้งกรมโรงงานโลหกรรมขึ้นในปี 2495 แต่ยังประสบปัญหาเงินงบประมาณไม่เพียงพอ รัฐบาลจึงได้ชักชวนบริษัทต่างประเทศเข้ามาลงทุน โดยได้เจรจากับบริษัท Fried-Krupp Rohstoffe จากประเทศเยอรมนีตะวันตกในปี 2498 เพื่อว่าจ้างให้บริษัทเข้ามาสำรวจแร่และวัตถุดิบที่ใช้ในการถลุงแร่เหล็กทั่วประเทศ บริษัทได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาสำรวจในปี 2500 – 01 และสำรวจเพิ่มเติมอีกครั้งในปี 2505 – 06 ผลการสำรวจพบว่าเขาอึมครึม จังหวัดกาญจนบุรี มีปริมาณแร่สำรองกว่า 5 ล้านตัน และบริษัทเสนอแนะว่าควรลงทุนก่อสร้างโรงแร่ถลุงเหล็กขนาด 130,000 ตัน/ปี และลงทุนกว่าพันล้านบาท อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงต้นทุนการผลิตและปริมาณแร่สำรองสินแร่เหล็กแล้ว ไม่มีบริษัทต่างประเทศใดให้ความสนใจเข้ามาลงทุนเลย และกรมโรงงานโลหกรรมก็ได้ถูกยุบลงในเวลาต่อมา

ปัญหาสำคัญของโรงงานเหล็กขั้นต้นน้ำคือ กิจการมีขนาดเล็ก ทำให้ไม่ได้รับประโยชน์จากการประหยัดจากขนาด (Economies of Scale) ต้นทุนการผลิตจึงสูงกว่าต่างประเทศและต้องเผชิญปัญหาการแข่งขันจากเหล็กถลุงที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่า บริษัทปูนซีเมนต์ไทยจึงได้ถ่ายโอนกิจการด้านเหล็กให้กับบริษัท เหล็กสยาม จำกัด ในปี 2509 และมีผู้ประกอบรายอื่นๆ พยายามก่อตั้งโรงงานถลุงเหล็กจากสินแร่เหล็กในประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จและต้องปิดกิจการลง และนับตั้งแต่เดือนสิงหาคมปี 2525 เป็นต้นมา ก็ไม่ได้มีการผลิตเหล็กถลุงจากสินแร่เหล็กอีกเลยในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม โรงงานผลิตเหล็กขนาดเล็กแบบ Mini-mill ซึ่งเป็นการใช้เตาหลอมไฟฟ้า (Electric Arc Furnace) เพื่อผลิตเหล็กแท่งเล็ก (Billet) กลับมีการประกอบการที่ดีขึ้น เช่น บริษัท ไทยสตีลบาร์ส จำกัด และบริษัท เหล็กสยาม จำกัด

ในปี 2521 มีการค้นพบก๊าซธรรมชาติ จึงได้มีการจัดทำรายงานศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเหล็กพรุนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 600,000 ตัน/ปี แต่ต้นทุนการผลิตยังคงสูงอยู่

เนื่องจากค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นกว่าที่ประมาณการไว้ และก๊าซธรรมชาติก็มีราคาสูง ต่อมาในปี 2527 จึงได้จัดทำรายงานศึกษาความเหมาะสมอีกครั้งและพบว่ามีความเป็นไปได้ในการก่อตั้งอุตสาหกรรมเหล็กสมบูรณ์แบบตั้งแต่ขั้นต้นน้ำนับตั้งแต่ปี 2533 เป็นต้นไป เนื่องจากตลาดภายในประเทศมีขนาดใหญ่เพียงพอ และมีเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติรองรับ และในปี 2533 – 35 กระทรวงอุตสาหกรรมได้ปรับปรุงแผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า และในเดือนมีนาคม 2533 หลังจากได้รับอนุมัติโครงการส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) กลุ่มสหวิริยา ได้ก่อตั้งบริษัทสหวิริยาสตีล อินดัสตรี จำกัด (มหาชน) เพื่อดำเนินการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนแบบม้วน เหล็กแผ่นรีดเย็น และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี โดยเริ่มผลิตเมื่อปี 2537 และใช้เครื่องจักรแบบ Semi-Continuous Mill

ในช่วงเศรษฐกิจฟองสบู่ระหว่างปี 2532 – 38 ภาคอสังหาริมทรัพย์ของไทยเติบโตในอัตราสูงมาก ส่งผลให้อุปสงค์ต่อเหล็กเพิ่มสูงขึ้นมาก มี 6 กลุ่มได้จัดทำแผนลงทุนก่อตั้งโรงถลุงเหล็กขั้นต้นน้ำ กำลังผลิตรวม 9.15 ล้านตัน/ปี เช่น กลุ่มทีพีไอมีแผนลงทุนก่อสร้างโรงถลุงเหล็กแบบ Blast Furnace กำลังการผลิต 3 ล้านตัน/ปี ในจังหวัดระยอง และบริษัทอื่นๆ เช่น บริษัท นครไทยสตริปมิล จำกัด (มหาชน) กลุ่มอิตาเลียนไทย และกลุ่มสหวิริยาก็มีโครงการก่อตั้งโรงงานผลิตเหล็กพรุน แต่ในปี 2540 เกิดวิกฤตเศรษฐกิจขึ้นในประเทศทำให้บริษัทเหล่านี้ต้องยกเลิกหรือชะลอโครงการลงทุนทั้งหมด

ภายหลังปี 2546 ราคาเหล็กเริ่มปรับตัวสูงขึ้น ส่งผลให้มีความสนใจลงทุนในอุตสาหกรรมเหล็กอีกครั้ง โครงการส่วนใหญ่เป็นโรงงานผลิตเหล็กครบวงจรตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และเป็นเตาถลุงเหล็กแบบ Blast Furnace และการก่อสร้างโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญคือท่าเรือร่องน้ำลึก เนื่องจากต้องนำเข้าถ่านหินและสินแร่เหล็กจำนวนมากด้วยเรือขนาดใหญ่เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย โครงการของบริษัทสหวิริยาจึงได้เปรียบกว่ารายอื่น เนื่องจากเหตุผลด้านทำเลที่ตั้ง

ทั้งนี้อุตสาหกรรมเหล็กมีความเสี่ยงสำคัญที่ต้องคำนึงคือ อุปสงค์ต่อเหล็กทั้งในประเทศและตลาดโลกมีความผันผวนตามวัฏจักรเศรษฐกิจ เมื่อความต้องการไม่เพียงพอจะส่งผลให้มีอุปทานส่วนเกินจำนวนมาก และถ้าหากอุตสาหกรรมประสบปัญหาทางการเงินย่อมจะส่งผลรุนแรงเกิดเป็นหนี้ NPLs เนื่องจากเหล็กเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินลงทุนสูง และอีกประการหนึ่ง การคุ้มครองผู้ผลิตเหล็กในฐานะที่เป็นอุตสาหกรรมเกิดใหม่ ซึ่งจะยังมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าผู้ผลิตอื่นในตลาดโลก อาจกลายเป็นแรงกดดันให้ภาครัฐดำเนินมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อช่วยเหลือ หาก

ภาครัฐเลือกที่จะดำเนินนโยบายคุ้มครองผู้ผลิตเหล็กภายในประเทศ ด้วยภาษีนำเข้าหรือมาตรการควบคุมการนำเข้าย่อมจะส่งผลให้ผู้ผลิตสินค้าที่ใช้เหล็กเป็นวัตถุดิบ ไม่มีทางเลือกอื่นนอกจากการหันมาใช้วัตถุดิบภายในประเทศเท่านั้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสินค้าสูงขึ้น หากการคุ้มครองเพื่อให้ผู้ผลิตภายในประเทศปรับตัวกินเวลานานเกินกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งมักจะเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้งกับมาตรการช่วยเหลือของภาครัฐ จะส่งผลให้ผู้ผลิตภายในประเทศต้องเสียโอกาสที่จะได้ใช้วัตถุดิบที่มีต้นทุนต่ำกว่าและสูญเสียความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกไป อุปสรรคเหล่านี้ทำให้การก่อตั้งโรงงานถลุงเหล็กในประเทศไทยไม่ราบรื่นนัก

8.1.3.2 นโยบายควบคุมอุตสาหกรรม

1) พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 มีสาระสำคัญในการกำหนดข้อปฏิบัติแก่ผู้ประกอบการในการสร้างและดำเนินการผลิตในโรงงาน เพื่อความปลอดภัยแก่คนงานและผู้อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง โดยการจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการ แต่หากโรงงานใดอยู่ในนิคมอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การนิคมอุตสาหกรรมฯ พ.ศ. 2522 มาตรา 42

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2547 มีสาระสำคัญที่ให้มีการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อป้องกันมิให้ระบบนิเวศวิทยาได้รับความเสียหายจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

2) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มีสาระสำคัญเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม การวางแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม การกำหนดเขตอนุรักษ์และพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม การควบคุมมลพิษ การกำหนดมาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด การกำหนดเขตควบคุมมลพิษ การตรวจสอบและควบคุมมลพิษ และการกำหนดโทษผู้ฝ่าฝืน ทั้งนี้ การจัดตั้งโรงถลุงเหล็กขั้นต้นและอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก จัดเป็นโครงการที่ต้องทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการดำเนินโครงการเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้าที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป ต้องมีการจัดทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ

3) พระราชบัญญัติคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ พ.ศ. 2542

ประชาชนมีอำนาจร้องเรียนถึงการกระทำหรือการละเลยอันเป็นการละเมิดสิทธิมนุษยชน ไม่ว่าผู้กระทำจะเป็นหน่วยงานหรือเจ้าหน้าที่ของรัฐ หรือธุรกิจเอกชน รวมทั้งตรวจสอบในประเด็นการละเมิดสิทธิในการคุ้มครองสุขภาพสิ่งแวดล้อมของประชาชนและชุมชน และสิทธิชุมชนในการมีส่วนร่วมจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

8.1.3.3 สิทธิประโยชน์และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนและสิ่งแวดล้อม

การดำเนินการส่งเสริมการลงทุนเท่าที่ผ่านมาไม่ได้ให้ความสำคัญกับประเด็นสิ่งแวดล้อมเท่าใดนัก แม้จะมีการปรับแก้ *พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ.2520* ฉบับที่ 2 ในปี พ.ศ. 2534 และจนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2542 ยังคงมีแนวทางไม่ต่างจากเดิม คือประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมยังไม่ถูกหยิบยกและให้ความสำคัญในการส่งเสริมการลงทุนมากนัก แนวทางการส่งเสริมฯยังคงให้ความสำคัญกับมิติทางด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก เพื่อให้สอดคล้องกับกระแสความต้องการกระตุ้นการลงทุนภายในประเทศ และเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจในช่วงเศรษฐกิจ พ.ศ. 2540 แต่เน้นกิจกรรมการลงทุนเพื่อการส่งออก และการลงทุนในโครงการที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงหรือเพิ่มการจ้างงานสูงมากขึ้น มีการกล่าวถึงมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมโดยการกำหนดเป็นเงื่อนไขหนึ่งของการลงทุนในกิจการบางประเภท เช่น ในกิจการอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป และกิจการอุตสาหกรรมกำหนดว่าต้องจัดให้มี Treatment Plant เพื่อกำจัดน้ำเสียก่อนระบายน้ำทิ้ง โดยระบุให้มีท่อระบายน้ำทิ้งโดยปกติและน้ำเสียแยกจากกัน และต้องมีวิถีการรวบรวม จัดเก็บ และกำจัดขยะที่เหมาะสม หรือการตั้งโรงงานที่มีกลิ่นและควันในเขตอุตสาหกรรมจะต้องได้รับการเห็นชอบจากคณะกรรมการก่อน[12] หรือ การประกาศนโยบายและหลักเกณฑ์การส่งเสริมการลงทุนในปี พ.ศ. 2543[13] ข้อ 2.1.4 ที่มีการกำหนดหลักเกณฑ์พิจารณาอนุมัติโครงการที่มีวงเงินไม่เกิน 500 ล้านบาท ว่าต้องมีระบบป้องกันสภาพแวดล้อมเป็นพิษที่เพียงพอ โครงการที่อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม คณะกรรมการฯจะพิจารณาเป็นพิเศษในเรื่องของสถานที่ตั้งและวิธีการกำจัดมลพิษ เป็นต้น นอกจากมาตรการควบคุมด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัดประการหนึ่ง ในประกาศ

[12] ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ ป.10/2543.

[13] ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 1/2543.

ฉบับนี้ คือ ในข้อ 6.1.4 ได้ประกาศให้ *"กิจการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม"* เป็นหนึ่งในโครงการ 5 ประเภทที่ทางบีโอไอจะให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ซึ่งถือว่าเป็นการให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการลงทุนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นครั้งแรก

ด้วยบริบทของการพัฒนาที่ผ่านมา ที่การลงทุนในพื้นที่ต่างๆมักจะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และกระทบคุณภาพชีวิตของชุมชนรอบข้าง มาตรการส่งเสริมการลงทุน ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2552 จึงเริ่มคำนึงถึงปัจจัยด้านคุณภาพและนวัตกรรมมากขึ้น รวมทั้งมีการเพิ่มบทบาทด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นตามลำดับ โดยนโยบายที่เด่นชัดที่สุด คือ **ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 3/2550 เรื่องมาตรการการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม** ซึ่งเป็นการปรับเงื่อนไขมาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อยกระดับมาตรฐานสิ่งแวดล้อมให้สูงขึ้นว่าเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกำหนด (โดยร่วมกับสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ และการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ถึงเรื่องการกำหนดหลักเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการปรับปรุง) ซึ่งจะช่วยจูงใจให้ภาคเอกชนใน 5 กลุ่มอุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ โรงไฟฟ้า เคมีและปิโตรเคมี และแร่และโลหะพื้นฐาน ลงทุนเพิ่มเติมในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เช่น การสนับสนุนให้ผู้ประกอบการเร่งติดตั้งระบบหรืออุปกรณ์เพิ่มเติมในการควบคุมและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยสิทธิประโยชน์ที่จะได้รับ เช่น ได้รับการยกเว้นภาษีการนำเข้าเครื่องจักรในการปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม การได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นเวลา 3 ปี เป็นสัดส่วนร้อยละ 70 ของมูลค่าเงินลงทุน ฯลฯ โดยเงื่อนไขใหม่นี้จะมุ่งเน้นให้มีความยืดหยุ่นในการดำเนินการ มีระยะเวลาดำเนินการสอดคล้องกับมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และทำให้มาตรการสามารถดำเนินการในทางปฏิบัติได้มากขึ้น และคาดว่าจะแก้ไขปัญหาเรื่องข้อจำกัดต่างๆ ทำให้ผู้ประกอบการมีเวลาในการดำเนินโครงการได้มากขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่เป้าหมาย ได้แก่ ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีแผนที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คิดเป็นมูลค่าประมาณ 16,000 ล้านบาท

พัฒนาการของมาตรการส่งเสริมการลงทุนในระยะหลัง จะเน้นมิติการพัฒนาที่สมดุลมากขึ้น ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยในปี พ.ศ. 2553 บีโอไอได้มีการออก "นโยบายการลงทุนที่ยั่งยืน" โดยเน้นส่งเสริมการลงทุนกลุ่มกิจการที่เพิ่มศักยภาพการแข่งขัน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมคงมาตรการช่วยเสริมสภาพคล่องผู้ประกอบการเอสเอ็มอี กลุ่มชิ้นส่วนหนุนอุตสาหกรรมสนับสนุนของประเทศ และได้มีการออก**ประกาศคณะกรรมการส่งเสริม**

การลงทุนที่ 2/2553 เรื่อง การส่งเสริมการลงทุนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยในสาระสำคัญก็คือ การบูรณาการมาตรการที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมทั้งหมดเข้าไว้ในชุดมาตรการเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วยมาตรการสำคัญ 4 ส่วนดังนี้

1) มาตรการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

มีการกำหนดประเภทกิจการที่ให้การส่งเสริมการลงทุนเป็นพิเศษ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกิจการเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานและพลังงานทดแทน กลุ่มกิจการผลิตวัสดุและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และกลุ่มกิจการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง โดยผู้ประกอบการสามารถยื่นขอรับสิทธิและประโยชน์ อาทิ ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปีทุกเขต ยกเว้นกรุงเทพฯ และได้รับลดหย่อนภาษีเงินได้อีก 50% เป็นเวลา 5 ปี

2) มาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน หรือการลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม

มีการกำหนดให้โครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนอยู่เดิม ต้องเสนอแผนการลงทุนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรไปสู่เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อการประหยัดพลังงาน การลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อให้มีการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในกิจการ หรือการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นปริมาณของเสีย น้ำเสีย หรืออากาศ ตามเกณฑ์ที่กำหนด (ในรูปแบบคล้ายตามประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/2552) ทั้งนี้ผู้ประกอบการจะต้องยื่นแผนการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่จะต้องแล้วเสร็จภายใน 3 ปีนับจากวันได้รับออกบัตร โดยได้รับยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 3 ปี เป็นสัดส่วนร้อยละ 70 ของเงินลงทุนโดยให้ได้รับยกเว้นภาษีเงินได้จากรายได้ของกิจการที่ดำเนินการอยู่เดิม

3) มาตรการเพื่อส่งเสริมการลงทุนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการปรับปรุงเทคโนโลยีเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่

เพื่อสนับสนุนให้ผู้ประกอบการเดิมที่มีการลงทุนอยู่แล้ว ใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถขยายตลาดไปสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้และรักษาการจ้างงาน ทั้งนี้กำหนดหลักเกณฑ์ ให้ผู้ประกอบการที่สนใจเข้าร่วมมาตรการดังกล่าวจะต้องลงทุนด้านเครื่องจักรปรับปรุงสายการผลิตเดิม ให้สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่จะต้องมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิม และสามารถระบุชื่อชนิดผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ชัดเจน โดยจะ

ได้รบยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรทุกเขต ยกเว้นภาษีเงินได้ 3 ปี สำหรับรายได้ของผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่

4) มาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

คล้ายกับมาตรการใน ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 3/2550 คือเป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้โรงงานอุตสาหกรรมให้ความสำคัญกับการจัดการสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ครอบคลุมกิจการประเภทโรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ โรงไฟฟ้า เคมีและปิโตรเคมี แร่ และโลหะพื้นฐาน โดยเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการเดิม ทั้งที่ได้และไม่ได้รับส่งเสริมการลงทุนจากบีโอไอขอรับสิทธิและประโยชน์ตามมาตรการนี้ได้ ทั้งนี้ต้องดำเนินการตามแผนลงทุนลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ให้แล้วเสร็จภายใน 3 ปีนับจากวันออกบัตร ซึ่งจะได้รับสิทธิและประโยชน์ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 3 ปี เป็นสัดส่วน ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน ซึ่งในที่นี้จะขอแสดงรายละเอียดของประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่อง นโยบายส่งเสริม กิจการผลิตเหล็กขั้นต้นดังตารางที่ 8-3

ตารางที่ 8-3 ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่อง นโยบายส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กขั้นต้น

การผลิตเหล็ก	สิทธิและประโยชน์ที่ได้รับ
1. การผลิตเหล็กขั้นต้น ได้แก่ น้ำเหล็กบริสุทธิ์ (Hot Metal), เหล็กถลุง (Pig Iron), เหล็กพรุน (Sponge Iron, Direct Reduction Iron: DRI) และ Hot Briquetted Iron (HBI)	ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรทุกเขต ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นเวลา 8 ปี ทุกเขต โดยไม่กำหนดสัดส่วนการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล หากตั้งโรงงานในเขตส่งเสริมการลงทุน (เขต 3) ให้ได้รับสิทธิและประโยชน์ตามมาตรา 35 (1) (2) และ (3)

ตารางที่ 8-3 ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่อง นโยบายส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กขั้นต้น (ต่อ)

การผลิตเหล็ก	สิทธิและประโยชน์ที่ได้รับ
2. การผลิตเหล็กขั้นกลาง ได้แก่ Slab, Billet และ Bloom	ได้รับสิทธิและประโยชน์ตามประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 1/2543 เฉพาะการผลิตเหล็กขั้นกลางที่มีขั้นตอนการผลิตต่อเนื่องจากการผลิตเหล็กขั้นต้นในโครงการเดียวกันจัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ ให้ได้รับสิทธิและประโยชน์ ดังนี้ - ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรทุกเขต - ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นเวลา 8 ปี ทุกเขต โดยไม่กำหนดสัดส่วนการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล หากตั้งโรงงานในเขตส่งเสริมการลงทุน (เขต 3) ให้ได้รับสิทธิและประโยชน์ตามมาตรา 35 (1) (2) และ (3)
3. กิจการผลิตเหล็กขั้นปลาย 3.1 กิจการผลิตเหล็กทรงยาว ได้แก่ เหล็กรูปพรรณ เหล็กเพลา เหล็กลวด ลวดเหล็ก 3.2 กิจการผลิตเหล็กทรงแบน ได้แก่ เหล็กแผ่นไร้สนิมรีดร้อนหรือรีดเย็น เหล็กแผ่นหนา เหล็กแผ่นรีดร้อนหรือรีดเย็น เหล็กแผ่นเคลือบ	

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548.

โดยสรุป จากพัฒนาการที่ผ่านมา มาตรการส่งเสริมการลงทุนในประเทศไทย ทั้งด้วยแรงผลักดันจากปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในประเทศและความตื่นตัวเรื่องสิ่งแวดล้อมในเวทีการค้าระดับโลก ทำให้สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) มีทิศทางการปรับตัวไปสู่การส่งเสริมการลงทุนที่เน้นความยั่งยืนและสมดุลมากขึ้น การส่งเสริมการลงทุนในระยะหลังมีมิติที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีการกำหนดส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น กลุ่มกิจการเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานและพลังงานทดแทน กลุ่มกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กลุ่มกิจการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง อีกประการยังมีการส่งเสริมการลงทุนเพื่อการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อการประหยัดพลังงาน หรือการใช้พลังงานทดแทนและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการลงทุนในการปรับปรุงเทคโนโลยีและให้ใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ ประการสำคัญสำคัญ คือมีการส่งเสริมการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้โรงงานอุตสาหกรรม ให้ความสำคัญกับการจัดการสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

ในด้านการลงทุนในอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นคุณภาพสูงในประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) กำหนดหลักการให้ส่งเสริมการลงทุนแก่กิจการเหล็กขั้นต้นโดยวางกรอบส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นคุณภาพสูง เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ แทนการพึ่งพาเหล็กนำเข้าจากต่างประเทศ ด้วยการเน้นย้ำการอยู่ร่วมกับชุมชนได้โดยไม่เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และเสนอให้ภาครัฐต้องสนับสนุนเรื่องสิทธิประโยชน์ ระบบสาธารณูปโภคต่างๆ อาทิ พื้นที่ตั้งโครงการ ท่าเรือน้ำลึก และแหล่งน้ำอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมเหล็กที่จะได้รับการส่งเสริมจะต้องเป็นโครงการผลิตเหล็กขั้นต้นที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยในทุกขั้นตอนการผลิต จะต้องมีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต้องมีเทคโนโลยีและระบบความคุมจัดการมลภาวะต่างๆ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างยั่งยืน บริษัทที่จะเข้ามาลงทุนจะต้องเป็นองค์กรที่มีธรรมาภิบาลที่ดี (Good Corporate Governance) และมีความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR) ชุมชน และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น

แต่อย่างไรก็ดี ด้วยธรรมชาติของการพัฒนาอุตสาหกรรมที่มักจะต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ทำให้ที่ผ่านมา บางครั้งจำต้องมีการลดหย่อนมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมบางอย่างเพื่อส่งเสริมกิจการอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น กรณีของการผ่อนคลายเงื่อนไขกิจการฟอกย้อมและแต่งสำเร็จ ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง โดยจากเดิมกำหนดให้สามารถตั้งในนิคมอุตสาหกรรมสิ่งทอเท่านั้นเพื่อประโยชน์ในการควบคุมสิ่งแวดล้อม ต่อมาสามารถให้อุตสาหกรรมดังกล่าวสามารถตั้งได้ในนิคมอุตสาหกรรมทั่วไป เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังนั้นการส่งเสริมอุตสาหกรรมบางประเภทที่อาจนำมาซึ่งปัญหามลพิษที่มากขึ้น เช่น กิจการผลิตเหล็กขั้นต้น

หรือโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จำเป็นจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อมที่รัดกุมและมีความเข้มงวดในการตรวจสอบและติดตามผล โดยกลไกดังกล่าวจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป

8.2 เงื่อนไขการส่งเสริมและมาตรการลงทุนของต่างประเทศ

8.2.1 ประเทศเวียดนาม

1. การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

ในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมนั้น จะพบว่าเวียดนามมีการปรับปรุงและปฏิรูปกฎหมายทางด้านสิ่งแวดล้อมเมื่อ ปี พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นการกำหนดมาตรการห้ามนำเข้าเศษเหล็ก รวมถึงการให้ความสำคัญกับการดูแลคุณภาพอากาศ การกำจัดฝุ่นละออง และการกำจัดกากของเสียอันตรายด้วยวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากล การใช้เทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม

2. ด้านการจัดการโครงสร้างพื้นฐานและการส่งเสริมการลงทุน

อุตสาหกรรมเหล็กของเวียดนาม ในอดีตจะเน้นการร่วมลงทุนของภาครัฐหรือที่เรียกว่ารัฐวิสาหกิจ กับภาคเอกชน คือ บริษัทเหล็กเวียดนาม (Viet Nam Steel Corporation- VSC) แต่ในปัจจุบันการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเหล็กของเวียดนามเพื่อก้าวเข้าสู่การเป็นแหล่งผลิตอุตสาหกรรมเหล็กครบวงจรนั้น จะเน้นการดึงดูดการลงทุนโดยตรงจากต่างชาติ (Foreign Direct Invesment) พร้อมกันนั้นยังพัฒนาและผลักดันให้นักธุรกิจชาวเวียดนามเข้าไปมีหุ้นส่วนทางธุรกิจกับกิจการของต่างชาติที่เข้ามาลงทุน โดยให้สิทธิพิเศษ ดังนี้

1. การเสียภาษีนิติบุคคลในอัตราร้อยละ 10-20 เป็นเวลา 10-15 ปี ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่แตกต่างกันของแต่ละกิจการ รวมทั้งยังมีการยกเว้นและลดหย่อนภาษีให้อีกระยะหนึ่งด้วย

2. อุตสาหกรรมเหล็กที่ทำการผลิตเพื่อส่งออก นั้นจะได้รับการยกเว้นภาษี 4 ปี นับจากปีที่มีกำไร และต้องเสียภาษีร้อยละ 10 เป็นเวลา 15 ปี

3. มีการยกเว้นภาษีเครื่องจักรและอนุญาตให้ผู้เชี่ยวชาญต่างชาติเข้าประเทศและให้สิทธิพิเศษในการโอนเงินไปต่างประเทศ

ในด้านการจัดการโครงสร้างพื้นฐานนั้น เวียดนามได้มีการกำหนดเขตพื้นที่อุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนา เช่น Phu My Industrial, My Xuan A industrial Zone เขตเศรษฐกิจ Dung Quat

Economic Zone ที่จังหวัด Quang Ngai, Lao Cai, Hai Phong และ Ha Tinh และยังมีโครงการสร้างนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มอีก 3 แห่งภายในปี 2020 ได้แก่ เขตอุตสาหกรรม Binh Tan และ Dong Binh ที่จะสร้างในปี 2011 - 2015 และเขตอุตสาหกรรม Dinh zone ที่จะสร้างในปี 2016 – 2020 โดยตั้งใจจะให้เป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรม วัสดุก่อสร้าง สิ่งทอ และสินค้าเกษตรแปรรูป[14] และจะมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็ก เช่น การก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก ระบบสาธารณูปโภค ระบบไฟฟ้า ประปาและถนน

มีข้อสังเกตว่าการลงทุนของผู้ผลิตเหล็กรายใหม่ส่วนใหญ่เป็นการลงทุนเองของภาคเอกชนทั้งหมดหรือมีสัดส่วนของเอกชนในอัตราสูง เช่น โครงการของ POSCO ซึ่งเป็นการลงทุนจากเกาหลีร้อยละ 100 หรือโครงการร่วมทุนระหว่าง Essar Steel ของประเทศอินเดีย กับ VSC และกับ Vietnam General Rubber Corporation ในสัดส่วนร้อยละ 65 : 20 : 15 และยังมีโครงการร่วมทุนระหว่าง Tycoons Worldwide Group ของไต้หวัน กับ Jinan Steel and Iron Group ของจีน ในสัดส่วนร้อยละ 60 : 40 ซึ่งบางส่วนได้รับคำวิจารณ์ถึงเรื่องการสนับสนุนทางการเงินที่ยังมีน้อย (under-financed) การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการผลิตที่ล้าสมัย ทำให้ผลผลิตด้อยคุณภาพและส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม[15]

8.2.2 ประเทศจีน

อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กในประเทศจีนเริ่มต้นขยายตัวตั้งแต่ทศวรรษ 1950 ซึ่งเป็นผลมาจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐบาลจีนในขณะนั้น โดยเกิดขึ้นภายหลังจากการปฏิรูประบบตลาด (Market reforms) ในปี ค.ศ.1990 ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเหล็กสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งในปี ค.ศ.1996 ประเทศจีนได้กลายเป็นผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลก ซึ่งหากพิจารณาผลผลิตทั้งหมดในปี ค.ศ. 2006 จะพบว่าประเทศจีนผลิตเหล็กปริมาณรวมกันทั้งสิ้นกว่า 400 ล้านตัน ในขณะเดียวกันในฐานะผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลก ประเทศจีนก็ถือเป็นหนึ่งในประเทศลำดับต้นๆ ที่ปล่อยมลภาวะและของเสียสู่สิ่งแวดล้อมในโลกด้วยเช่นกัน เนื่องมาจากการ

---

[14] http://vietnambusiness.asia/industrial-zones-set-for-completion-in-2020/ (หนังสือพิมพ์ Vietnam Business News, 21 สิงหาคม 2553)

[15] Kawabata, N. (2007) *Iron and Steel Industry in Viet Nam: A New Phase and Policy Shift.* Discussion Paper No. 9, Vietnam Development Forum.

ขยายตัวอย่างก้าวกระโดดของภาคอุตสาหกรรม โดยดูได้จากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเหล็กของจีน คิดเป็นร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากอุตสาหกรรมเหล็กทั่วโลก ปริมาณน้ำเสีย (Wastewater) จากอุตสาหกรรมเหล็กของจีน คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมด ปริมาณฝุ่นละอองในการผลิต (Industrial dust) จากอุตสาหกรรมเหล็กของจีน คิดเป็นร้อยละ 15 ของปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมด ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากอุตสาหกรรมเหล็กของจีน คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด[16] ดังนั้นประเทศจีนจึงถือเป็นประเทศผู้ผลิตอุตสาหกรรมเหล็กรายใหญ่ที่สุดในโลกและปล่อยปริมาณของเสียออกมามากที่สุดเช่นกัน

สาเหตุสำคัญของปัญหาดังกล่าวคือ *ประการแรก* ประเทศจีน เป็นเพียงไม่กี่ประเทศที่ยังคงใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบเก่าอยู่ ซึ่งส่งผลเสียทั้งในด้านประสิทธิภาพการผลิตและในด้านสิ่งแวดล้อม โดยกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กมาจากการผลิตที่ล้าสมัย มีการใช้เทคโนโลยีล้าสมัย *ประการที่สอง* โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กขนาดเล็กจำนวนมาก ขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นในการจัดการกับมลพิษจากโรงงานของตน ส่งผลให้หลายโรงงานต้องละเมิดกฎหมายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

อย่างไรก็ตามปริมาณฝุ่นละอองและซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำนวนมาก ยังคงถูกปล่อยมาจากโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กขนาดใหญ่ รัฐบาลจีนจึงมีเป้าหมายที่จะขจัดการผลิตเหล็ก (Iron) จำนวน 100 ล้านตัน และเหล็กกล้า (Steel) จำนวน 55 ล้านตันออกจากสายการผลิตแบบดั้งเดิม และคาดว่าจะสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้มากกว่า 4 แสนตัน นอกจากนี้ถ้าหากอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กสามารถเปลี่ยนเป็นเครื่องมือที่ทันสมัย ก็จะช่วยให้ความสามารถในการผลิต (Production capability) สูงขึ้นกว่าร้อยละ 50

1.การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

หากพิจารณาในเชิงเปรียบเทียบแล้ว จะพบว่าจีนมีมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมที่ต่ำกว่าสหรัฐอเมริกา และต่ำกว่าประเทศอุตสาหกรรมก้าวหน้าส่วนใหญ่เป็นอย่างมาก ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเหล็กของจีนต่ำกว่า และเหล็กที่ส่งออกจะมีราคาถูกกว่าประเทศอื่น ด้วยเหตุนี้เองรัฐบาลจีนจึงเริ่มตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากมาตรการทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีมาตรฐาน ในปีค.ศ.2008 หน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (State Environmental Protection Administration)

[16] “An Assessment of Environment Regulation of the Steel Industry in China”. March 2009.

ได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นกระทรวง (Ministry of Environmental Protection) โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับการทำงานและให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตาม การทำงานของกระทรวงนี้ก็ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากปัญหาทางด้านบุคลากรขาดแคลน บุคลากรที่มีความสามารถต้องแบกรับภาระงานที่มากล้น รวมถึงอำนาจในทางกฎหมาย (Legal Authority) ของกระทรวงดังกล่าวมีไม่มากเพียงพอ ประกอบกับโรงงานผลิตเหล็กขนาดเล็กที่มีระดับมาตรฐานการควบคุมมลภาวะต่ำ ก็มีอัตราขยายตัวเพิ่มสูงมาก ส่งผลให้สัดส่วนของมลภาวะจากโรงงานขนาดเล็กเมื่อเทียบกับโรงงานทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากมลภาวะของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กส่งผลให้ประประชากรจีนราว 540 ล้านคน โดยเฉพาะที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง มีมากถึงร้อยละ 99 ที่เผชิญกับคุณภาพอากาศที่ไม่ปลอดภัย มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก [37]

นอกจากกฎเกณฑ์ มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมยังไม่เพียงพอต่อการรับมือต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กแล้ว ปัญหาของประเทศจีนในด้านการดูแลรักษาสภาพแวดล้อม ได้แก่

1) การบังคับใช้กฎหมายของจีน (Enforcement)

กระบวนการบังคับใช้กฎหมายของจีนยังไม่เข้มงวดเท่าที่ควร โดยเฉพาะในด้านการเฝ้าระวังสอดส่องตรวจตรา (Monitoring) กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม กฎหมายกำหนดเพียงแค่ภาพกว้างเท่านั้น รายละเอียดเจาะลึกในทางปฏิบัตินั้นยังไม่ได้มีการให้ความสำคัญ เช่น การเฝ้าระวังสอดส่องตรวจตราจะต้องกระทำบ่อยครั้งมากน้อยเพียงใด ผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามกฎหมายดังกล่าว ก็คือมีการตรวจสอบเป็นครั้งคราวไป (Occasional Inspections) โดยไม่มีช่วงเวลาที่แน่นอน ส่งผลให้ไม่มีประสิทธิภาพในการบังคับใช้กฎหมาย

2) อัตราค่าธรรมเนียมในการปล่อยสารพิษ

อัตราค่าธรรมเนียมในการปล่อยสารพิษของจีนอยู่ในระดับต่ำมาก [37] จึงเป็นผลให้ไม่สามารถบังคับให้โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กทั้งหลายยุติการปล่อยสารพิษเกินกว่าอัตราที่กฎหมายกำหนด หากพิจารณาเฉพาะปริมาณเงินค่าธรรมเนียมในการปล่อยสารพิษที่เก็บได้จริง สามารถคิดเป็นร้อยละ 30 ของปริมาณที่ควรจะเก็บได้เท่านั้น ซึ่งอยู่ในอัตราที่ต่ำมากอันเป็นผลมาจากการขาดประสิทธิภาพในกระบวนการจัดเก็บค่าธรรมเนียม ซึ่งในภายหลังเงินค่าธรรมเนียมส่วนหนึ่งจะส่งกลับคืนไปยังโรงงาน เนื่องจากรัฐบาลมีโครงการให้เงินสนับสนุนแก่เพื่อปรับปรุงเครื่องมือเพื่อการบำบัดมลภาวะ (Environmental Abatement Program)

ปัญหาอีกด้านของอัตราค่าธรรมเนียมในการปล่อยสารพิษ คือ อัตราค่าปรับสูงสุดที่เรียกเก็บกับโรงงานเหล็กที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อม (Non-compliance) คิดเป็นเงินจำนวน 14,000 เหรียญสหรัฐ ในขณะที่โรงงานที่กระทำความผิดซ้ำในเรื่องเดิม อาจไม่จำเป็นต้องได้รับการลงโทษเพิ่มขึ้นในครั้งต่อไป ส่งผลให้หลายโรงงานประเมินแล้วว่าการจ่ายค่าปรับไปเป็นครั้งคราวคุ้มค่ากว่าการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ที่ช่วยลดมลพิษที่มีราคาแพง

3) ระบบการกำกับควบคุม (Regulatory System)

ระบบการกำกับควบคุมด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศจีนประกอบด้วยสองส่วนหลัก ได้แก่

1.ระดับรัฐบาลส่วนกลาง ในฐานะเป็นผู้วางนโยบายสาธารณะและบัญญัติกฎหมายเพื่อใช้ในระดับชาติ

2. ระดับมณฑล/ ระดับท้องถิ่น ในฐานะเป็นผู้มีบทบาทด้านการบังคับใช้ (Enforcement)

แต่เนื่องด้วยลักษณะทางประวัติศาสตร์และสังคมของจีนที่ใช้การรวมศูนย์อำนาจ วางแผนจากส่วนกลาง ทำให้รัฐบาลของประเทศจีนมีแนวโน้มที่จะละเลยการกำกับควบคุมสิ่งแวดล้อมตลอดจนละเลยกระบวนการบังคับใช้กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญกับความก้าวหน้าในภาคเศรษฐกิจอุตสาหกรรมมากกว่า ในขณะที่ประเทศอุตสาหกรรมก้าวหน้า เช่น สหรัฐอเมริกา รัฐบาลและหน่วยงานระดับท้องถิ่น ซึ่งอยู่ในพื้นที่มลภาวะและอยู่ใกล้ชิดกับพื้นที่อุตสาหกรรมจะรับรู้ปัญหาและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี มีความตื่นตัวในดูแล ตลอดจนออกกฎระเบียบเพื่อควบคุมโรงงานอุตสาหกรรม

การพิจารณามาตรการการดูแลสิ่งแวดล้อมของประเทศจีน จำเป็นต้องพิจารณาต้องกฎหมายและสถาบันที่กำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อมในการดูแลด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ กล่าวคือ

ในรัฐธรรมนูญ ค.ศ. 1982 ของสาธารณรัฐประชาชนจีน มาตรา 26 บัญญัติไว้ว่า “รัฐมีหน้าที่ปกป้องและยกระดับสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ คุ้มครองและควบคุมมลพิษและสิ่งอื่นๆที่เป็นภัยต่อสาธารณะ รัฐมีหน้าที่จัดการและสนับสนุนการขยายพื้นที่ป่าและป้องกันการทำลายป่าไม้” นอกจากนี้ยังระบุหนึ่งในหน้าที่ของรัฐบาล คือการทำหน้าที่ดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ พร้อมทั้งควบคุมมลภาวะที่อาจเป็นภัยร้ายต่อสังคม[17] จากนั้นในปี ค.ศ.1989 ประเทศจีนก็ได้ออก

---

[17] “Constitution of the people’s republic of China”. (Adopted on December 4, 1982).

บทบัญญัติกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Law) โดยมีกฎหมายสนับสนุนตามมาอีก 3 ฉบับ เพื่อควบคุมการปล่อยมลภาวะและดูแลรักษาสภาพแวดล้อม ได้แก่ Air Pollution Prevention Law, Water Pollution Prevention Law, Solid Waste Law

ประเทศจีนมีองค์กรที่ทำหน้าที่บังคับใช้กฎหมายดังกล่าว คือ องค์กรฝ่ายบริหารของภาครัฐ ตั้งแต่หน่วยงานระดับกระทรวง ได้แก่ กระทรวงคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Ministry of Environmental Protection: MEP) ไปจนถึงหน่วยงานระดับคณะกรรมการ โดยมีหน่วยงานที่สำคัญคือ The National Development and Reform Commission (NDRC) ทำหน้าที่วางแผนและกำหนดเป้าหมายในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ออกมาตรการควบคุมโครงการต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยจะทำงานร่วมกับหน่วยงานในระดับท้องถิ่นที่เรียกว่า Environmental Protection Bureaus (EPBs) โดยทั้งสองหน่วยงานจะทำหน้าที่ประสานงานควบคู่ขนานกันไป ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว NDRC กลับมีบทบาทหน้าที่มากกว่า MEP เนื่องจาก MEP มีข้อจำกัดในเรื่องของอำนาจทางกฎหมาย และมีปัญหาในด้านทรัพยากรบุคคลที่ไม่เพียงพอ ขณะที่ NDRC คือองค์กรที่ทำหน้าที่วางแผนในระดับมหภาค ครอบคลุมเศรษฐกิจจีนในทุกมิติ ซึ่งรวมถึงกลยุทธ์การจัดการสิ่งแวดล้อม การกำหนดมาตรฐานสิ่งแวดล้อม และการกำหนดปริมาณมลพิษที่อนุญาตให้สามารถปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ส่วนในระดับท้องถิ่นอาจมีกฎเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมของตนเองได้ เพียงแต่ว่า จะต้องรักษามาตรฐานของส่วนกลางเอาและไม่เข้มงวดน้อยไปกว่ามาตรฐานที่ส่วนกลางกำหนดไว้ เช่น ในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมหนาแน่นอย่างมณฑล Jiangsu มีการออกกฎระเบียบและการบังคับใช้ที่เข้มงวดมากกว่าที่รัฐบาลกลางกำหนดไว้

ในด้านการอนุญาตโครงการ (Permits for New Facilities) นโยบายของ NDRC ที่มีผลต่ออุตสาหกรรมการผลิตเหล็กโดยตรงคือ "The Iron and Steel Industry Development Policy" กำหนดให้โครงการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ต้องจัดทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) และโครงการจะถูกระงับถ้าการดำเนินงานต่างๆ ก่อให้เกิดมลพิษมากกว่ามาตรฐานกลางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้ องค์กรที่ทำหน้าที่ตรวจสอบคัดกรองโครงการคือ State Environmental Protection Agency (SEPA) โดยข้อมูลในปี ค.ศ. 2006 มีโครงการจำนวน 110 โครงการไม่ผ่านการคัดกรอง และในปี ค.ศ. 2007 มี 187 โครงการที่ไม่ผ่านการคัดกรอง เนื่องจากตรวจพบว่ามีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม การบังคับให้จัดทำรายงาน EIA ไม่สามารถบังคับใช้ได้อย่างทั่วถึง บางโครงการส่งรายงาน EIA หลังจากที่โครงการได้ก่อสร้างเรียบร้อยไปแล้ว ในกรณีของ

มณฑล Tangshan เป็นตัวอย่างที่ชัดเจน เนื่องจาก SEPA ได้ตรวจสอบและพบว่า ร้อยละ 80 ของโรงงานในเขตพื้นที่บริเวณนั้น ไม่เคยจัดทำรายงาน EIA เลย [48]

นอกเหนือจากการทำรายงาน EIA แล้ว มาตรการของจีนยังประกอบด้วย "โครงการบันได 3 ขั้น" (The Three Simultaneous Steps Program: Santongshi) อันเป็นส่วนหนึ่งของมาตรการจัดการและคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (The Management Measures on the Environmental Protection of Construction Projects) เพื่อตรวจสอบและรับรองโครงการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมที่ก่อตั้งใหม่ให้มีอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษอย่างเพียงพอ โดยกระบวนการตรวจสอบและอนุมัติเป็นอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานระดับท้องถิ่นคือ EPB ซึ่งทำให้โรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากต้องขออนุญาตก่อนกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงจะสามารถเริ่มต้นกระบวนการผลิตได้ ถ้าโรงงานใดเปิดทำการผลิตโดยไม่ได้รับอนุญาตจาก EPB จะได้รับการลงโทษ โดยจะต้องชำระค่าปรับเป็นเงินถึง 100,000 หยวน (ประมาณ 14,000 เหรียญสหรัฐ) อย่างไรก็ตามการขั้นตอนการบังคับใช้มาตรการข้างต้นยังไม่สามารถบังคับใช้ได้อย่างทั่วถึง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มักจะหลุดรอดจากการตรวจสอบอยู่เสมอ

ในด้านกระบวนการเฝ้าระวัง (Monitoring) กฎหมายควบคุมคุณภาพอากาศ (Air Pollution Prevention Law) ระบุให้หน่วยงานระดับท้องถิ่นคือ EPBs ทำหน้าที่เฝ้าระวังคุณภาพอากาศและคุณภาพน้ำ ผลที่เกิดขึ้น พบว่า ในปี ค.ศ. 2006 มีศูนย์เฝ้าระวังตามเมืองต่างๆ กว่า 40 แห่ง ศูนย์เฝ้าระวังระดับเทศบาล 396 แห่ง และศูนย์เฝ้าระวังในระดับประเทศกระจายตัวรวมกันกว่า 1,886 แห่ง กฎหมายนี้ยังระบุอีกว่าให้ศูนย์เฝ้าระวังของ EPBs จำเป็นต้องจัดทำรายงานสรุปการทำงานเป็นรายเดือน รายไตรมาส และรายงานประจำปี เพื่อประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ปัญหาใหญ่ของประเทศจีนยังคงเป็นปัญหาของการขาดกลไกการตรวจสอบตนเองของผู้ปล่อยมลพิษ (Self-monitoring) ควบคู่ไปกำกับหน่วยงานของรัฐ นอกจากนี้ยังขาดรายละเอียดของกฎเกณฑ์ที่ใช้ตรวจสอบหรือลงโทษผู้กระทำผิด ไม่มีกำหนดเวลาชัดเจนที่ระบุความถี่ในการเฝ้าระวังมลภาวะ สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้มาตรการจัดการและเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม (Measures for the Administration of Environmental Monitoring) ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และการเปิดโอกาสให้ EPB ใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจว่าโรงงานอุตสาหกรรมใดเข้าข่ายตามข้อบังคับดังกล่าว ขึ้นอยู่กับความสามารถ (capacity) ที่โรงงานจะสามารถติดตั้งเครื่องมือบำบัดของเสียได้เป็นสำคัญ จึงส่งผลให้โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กขนาดเล็กจำนวนมาก ได้รับการยกเว้นจากการติดตั้งอุปกรณ์เฝ้าระวังมลพิษตามไปด้วย

มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานเหล็กที่ระบุไว้ในแนวทางปฏิบัติที่เรียกว่า "Testing Protocol for Soot Emission of Boilers" (GB5468-91) ไม่ค่อยประสบความสำเร็จมากนักในการจัดการกับประเด็นเชิงเทคนิค เช่น ระดับอุณหภูมิ หรือปริมาณอ๊อกซิเจน หรือปริมาณฝุ่นละออง (Particulate matter: PM) และค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดมลพิษก็มีราคาสูง และ EPB ก็ไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะสนับสนุน โรงงานเหล็กจำนวนหนึ่งจึงลังเลใจหรือหลีกเลี่ยงที่จะติดตั้งอุปกรณ์ลดมลพิษ อันจะนำไปสู่ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น เขตอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ (ยกเว้นปักกิ่ง) จึงไม่มีระบบการติดตั้งการเฝ้าระวังที่ดีพอ ประมาณร้อยละ 41 เท่านั้นที่มีอุปกรณ์เฝ้าระวังที่ใช้การได้ดี มีเพียงบางพื้นที่อย่างเช่นจังหวัด Jiangsu ภายใต้โครงการทดลอง (Pilot Program) ที่สนับสนุนให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากเครื่อง Electric Utility Plants โครงการนี้บังคับให้โรงงานต้องจัดซื้อและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดมลพิษ และรัฐบาลท้องถิ่นของ Jiangsu ได้ใช้เงินลงทุนจำนวน 5 ล้าน RPB (ประมาณ 714,825 เหรียญสหรัฐ) เพื่อสร้างระบบที่ทำให้ทางการ Jiangsu สามารถเก็บข้อมูลโดยตรงจากเครื่องที่ติดตั้งไว้ในโรงงานได้อย่างอัตโนมัติ ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการส่งเจ้าหน้าที่ลงไปเก็บจากโรงงาน

ในด้านมาตรฐานความเข้มข้นของสารพิษ (Concentration)ประเทศจีนให้ความสำคัญมากต่อการควบคุมปริมาณความเข้มข้นของมลพิษจากโรงงาน มีข้อกำหนดที่ชัดเจนมิให้ปล่อยสารพิษหรือสารเคมีแต่ละชนิดเกินสัดส่วนที่กำหนด โดยระบุไว้ใน Pollutant Total Amount Control Program แต่ผลกระทบจากมลภาวะทั้งทางน้ำและอากาศยังคงอยู่ในระดับสูงแม้ว่าโรงงานจะปฏิบัติตาม เนื่องจากปริมาณมลภาวะโดยรวมของทุกโรงงานรวมกันมีขนาดที่มากเพียงพอที่จะบั่นทอนสิ่งแวดล้อม การพึ่งพาเกณฑ์ข้อบังคับเรื่องสัดส่วนความเข้มข้นของมลพิษต่อของเสียหนึ่งหน่วยแต่เพียงอย่างเดียว จึงยังไม่เพียงพอที่จะใช้เป็นมาตรการลดมลภาวะที่มีประสิทธิผล เพราะโรงงานไม่ได้ลดปริมาณการปล่อยมลพิษลง ในขณะที่บางประเทศเช่นสหรัฐอเมริกา มีมาตรการที่ครอบคลุมรอบด้านกว่า ควบคุมทั้งสัดส่วนความเข้มข้นของสารพิษต่อของเสีย 1 ตัน รวมถึงควบคุมปริมาณของเสียที่ปล่อยได้ในหนึ่งชั่วโมงหรือหนึ่งเดือน

ในกรณีของการปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในจีน สร้างผลกระทบก่อให้เกิดฝนกรด (acid rain) ทางการจีนจึงได้ออกผลแผนการห้าปีฉบับที่ 10 (The Tenth Five-Year Plan) ครอบคลุมปี 2001 - 2005 และมีผลเป็นนโยบายที่ใช้ทั่วประเทศเพื่อควบคุมปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อปี โดยกำหนดให้ปล่อยได้ 18 ล้านตันในปี 2005 ซึ่งลดลงจากระดับของปี 2000 กว่า

ร้อยละ 10 โดยกระจายโควตาการปล่อยไปตามเขตจังหวัดต่าง ๆกว่า 32 จังหวัด สิ่งที่เป็นอุปสรรคสำคัญคือ ประเทศจีนขาดแคลนข้อมูลจากการเฝ้าระวังการปล่อยของเสียที่ชัดเจนจากแต่ละแหล่งอุตสาหกรรม ข้อมูลส่วนใหญ่ทางการจีนได้มากจากการรายงานข้องมูลของตนเองของแต่ละโรงงาน เมื่อไม่มีข้อมูลที่แน่ใจได้ว่าถูกต้องแม่นยำ จึงยากที่จะคำนวณระดับฐาน (baseline) ที่เหมาะสมในการควบคุมการปล่อยมลพิษรวมให้ได้ตามเป้าหมาย

ในด้านการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยของเสีย (Discharge Fee) ในประเทศจีน โรงงานอุตสาหกรรมสามารถจ่ายค่าธรรมเนียมมลพิษในฐานะ "สิทธิ" ที่จะปล่อยมลพิษ มากกว่าที่จะลดการปล่อยมลพิษลง ผลของการเก็บค่าธรรมเนียมจึงไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์เพราะปริมาณมลพิษไม่ได้ลดลง ทั้งที่เป้าหมายเดิมของระบบค่าธรรมเนียมคือการรวมเอาต้นทุนมลพิษเข้าไปเป็นต้นทุนของโรงงาน (Internalize the cost of pollution) เพื่อเป็นแรงจูงใจให้แต่ละโรงงานลงทุนติดตั้งอุปกรณ์กำจัดมลพิษมากขึ้น แต่เมื่อดูสภาพความเป็นจริงในปี 2003 คือปริมาณมลพิษกลับเพิ่มขึ้นทั้งที่มีการเก็บค่าธรรมเนียม เนื่องจากผู้ผลิตมองว่าได้จ่ายค่า "สิทธิ" ในการปล่อยมลพิษไปแล้ว ต้นทุนส่วนเพิ่มของการปล่อยมลพิษหน่วยต่อไปจึงเป็นศูนย์ ผลคือโรงงานกลับมีแรงจูงใจให้ปล่อยมลพิษมากขึ้นไปอีก ค่าปรับที่ต่ำเกินไปอาจทำให้แต่ละโรงงานเลือกจะจ่ายค่าปรับ มากกว่าพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการกำจัดของเสียของตน

ผลของการขาดระบบการสอดส่องตรวจตราที่มีประสิทธิภาพ คือ

1) การตรวจพบโรงงานที่ปล่อยมลภาวะเกินมาตรฐานทำได้ยากขึ้น

2) รัฐบาลขาดข้อมูลที่เพียงพอในการนำไปสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม

3) เมื่อการประเมินขาดข้อมูลเพียงพอ รัฐบาลจึงบังคับใช้มาตรฐานสิ่งแวดล้อมได้ยากลำบากขึ้น เนื่องจากต้องกำหนดปริมาณมลพิษขั้นต่ำที่ต้องลดให้ชัดเจน ซึ่งจะแตกต่างกันตามแต่ละเขตอุตสาหกรรม

กลุ่มผลประโยชน์และภาคประชาชนในจีนถูกควบคุมโดยรัฐบาล จึงไม่มีส่วนร่วมในการตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อมของโรงงาน คดีที่ถูกฟ้องไปยังศาลมีไม่มาก และสื่อมวลชนก็ถูกจำกัดอิสระในการนำเสนอข่าว นอกจากมาตรการสิ่งแวดล้อมยังไม่เข้มงวดแล้ว โรงงานเหล็กในจีนยังไม่มีแรงจูงใจที่จะเพิ่มค่าใช้จ่ายเพื่อจัดหาเครื่องมือควบคุมคุณภาพน้ำและอากาศให้เทียบเท่ากับมาตรฐานสากล ประมาณการว่าถ้าทุกโรงงานเหล็กทำเช่นนั้น อาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายรวมกันสูงถึง 1.7 พันล้านเหรียญสหรัฐ และส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นกว่าเดิม

2. ด้านการจัดการโครงสร้างพื้นฐานและการส่งเสริมการลงทุน

ในการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศจีนนั้น ได้กำหนดนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กให้มีการประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซพิษ ด้วยการยกระดับเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมเหล็ก การหลีกเลี่ยงการก่อสร้างโรงงานที่มีประสิทธิภาพต่ำ สอดคล้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน

รัฐบาลจีนค่อนข้างให้ความสำคัญกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อรองรับกับการเติบโตในทางเศรษฐกิจและการบริโภคจำนวนมหาศาลที่เกิดขึ้น ด้วยการให้ความสำคัญกับพลังงานเพื่อเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิต รัฐบาลจึงสนับสนุน ให้มีการก่อสร้างโรงงานไฟฟ้า รวมทั้งสถานีไฟฟ้าย่อย เพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตในอุตสาหกรรม

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญคือ แหล่งน้ำ ได้มีการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำจืดและให้เพียงพอต่อการอุปโภค บริโภค และให้เพียงพอต่อการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรม ด้านระบบการขนส่ง มีการสนับสนุนการก่อสร้างถนน ระบบการเดินรถ และการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก เพื่อให้การเดินทางและขนส่งมีความสะดวกรวดเร็วและเพียงพอต่อการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม

ในด้านการพัฒนาทางด้านทรัพยากรมนุษย์ มีการให้การศึกษากับแรงงาน ผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการให้ทุนการศึกษา การฝึกอบรมและการให้ทุนเพื่อการพัฒนาและวิจัย

8.2.3 ประเทศบราซิล

1. ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

ความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของบราซิลส่งผลต่อสภาพแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ บราซิลถือเป็นประเทศที่มีพื้นที่ป่าฝน (Rainforests) กว่าหนึ่งในสามของโลก ป่าฝนแอมะซอน (Amazon) มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันไปทั่วโลกว่าเป็นสถานที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) มากที่สุดแห่งหนึ่ง มีพืชกว่า 56,000 สายพันธุ์ นกกว่า 1,700 สายพันธุ์ ในช่วงปี 2000-2005 พื้นที่ป่าฝนลดลงกว่า 34,660 ตารางกิโลเมตร และยังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกลายเป็นปัญหาสำคัญของบราซิล ในช่วงปี 1993-1998 เศรษฐกิจบราซิลเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าช่วงก่อนหน้านี้มาก เนื่องจากพื้นที่ป่าถูกบุกเบิก

เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เช่น การใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรเชิงพาณิชย์ การสร้างถนนเพิ่มเพื่อขยายเส้นทางเดินรถ รวมถึงการเกิดไฟไหม้ป่าที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง[18]

นอกจากป่าไม้ที่ลดลงแล้ว บราซิลยังประสบปัญหามลพิษทางน้ำ โดยเฉพาะในเขตเมืองอย่าง Rio de Janeiro และ Sao Paulo บราซิลเริ่มต้นมาตรการควบคุมมลภาวะครั้งแรกด้วยกฎหมาย Water Code of 1934 เพื่อควบคุมและจำกัดสิทธิการใช้น้ำ ก่อนหน้าที่จะมีกฎหมายดังกล่าว การกำกับดูแลความต้องการใช้น้ำเป็นอำนาจของ The National Department of Water and Energy เป็นหน่วยงานที่สังกัดกระทรวงพลังงาน ในช่วงเวลานั้นความต้องการใช้น้ำส่วนใหญ่มาจากกิจการผลิตไฟฟ้า แต่หลังจากนั้นมาความต้องการใช้นำจากภาคครัวเรือนเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน กฎหมาย Water Code of 1934 จึงเข้ามามีบทบาทควบคุมคุณภาพน้ำและกำหนดมาตรฐานสำหรับกฎหมายฉบับอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำในเวลาต่อมา จากนั้นในปี 1942 บราซิลได้จัดตั้งหน่วยงาน Special Service of Public Health เพื่อช่วยเหลือทางการเงินแก่รัฐบาลมลรัฐในการยกระดับมาตรฐานสุขอนามัย จนกระทั่งกลายมาเป็น The National Water Supply and Sanitation Plan (PLANASA) ในปี 1971

กฎหมายที่มุ่งควบคุมมลภาวะจากภาคอุตสาหกรรมเกิดขึ้นในปี 1974 คือกฎหมาย Industrial Pollution Control and Prevention Law ระบุให้เขตเมืองใหญ่จำนวน 7 เมืองจากทั้งหมด 9 เมืองเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อมลภาวะ และกำหนดให้มีองค์กรพิเศษเข้ามาทำหน้าที่ดูแลจัดการคือหน่วยงานที่มีชื่อว่า Special Secretariat of the Environmental (SEMA) ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกิจการภายในประเทศ ทำหน้าที่ประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลภาวะ กำหนดมาตรฐานของการปล่อยมลภาวะ และให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือต่อองค์กรในระดับท้องถิ่น (SEPA's) จากนั้นในปี 1981 จึงเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างขององค์กรที่เกี่ยวของกับนโยบายสิ่งแวดล้อม โดยสร้างระบบใหม่ที่เรียกว่า National Environmetal System (SISNAMA) เป็นสภาที่ให้คำปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อมกับรัฐบาล ประกอบด้วยตัวแทนจากทุกกระทรวงในประเทศ ทำหน้าที่กำหนดความสำคัญก่อนหลังของเรื่องราวความเดือดร้อนจากปัญหามลภาวะ จัดโซนนิ่งโรงงานอุตสาหกรรม และพัฒนายกระดับมาตรฐานสิ่งแวดล้อมให้สูงขึ้น ทั้งนี้บรรดากฎระเบียบของ

[18] “Tropical rainforests : Brazil” [online]. Available from : http://rainforests.mongabay.com/20brazil.htm [2010, November 7].

บราซิลนับว่าก้าวหน้ามากพอสมควร ปัญหาอยู่การบังคับใช้ยังคงไม่เข้มงวดโดยเฉพาะรัฐบาลระดับท้องถิ่น นโยบายจากส่วนกลางจึงเกิดความไม่สม่ำเสมอของมาตรฐานในการบังคับใช้ตามเขตท้องถิ่นต่างๆ

ตลาดคาร์บอน (Carbon Market) กำลังเป็นที่นิยมมากในบราซิล ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ ปี 2007 มีโครงการ UN Clean Development Mechanism (CDM) กว่า 200 โครงการ ส่วนใหญ่เป็นโครงการที่ริเริ่มโดยบริษัทต่างชาติ หลายโครงการกำลังอยู่ในขั้นตอนการอนุมัติ จำนวนโครงการมีมากรองลงมาจากอินเดีย (557 โครงการ) และจีน (299 โครงการ) ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนที่ลดลงตามมาตรการซื้อขายคาร์บอนในช่วงปี 2008 - 2012 บราซิลลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ลงกว่า 195 ล้านตัน ในขณะที่ปริมาณปริมาณคาร์บอนที่ถูกปล่อยออกจากพลังงานฟอสซิลรวมทั่วโลกมีกว่า 7-8 พันล้านตัน โครงการ CDM ส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 54) พัฒนาขึ้นในเขตพื้นที่ผลิตพลังงานกระแสไฟฟ้าและพลังชีวมวล (biomass-based energy) แต่ก็คิดเป็นเพียงร้อยละ 24 ของการลดการปล่อยมลภาวะ[19] [46]

ปัญหาของบราซิลคือการบังคับใช้กฎระเบียบ ในขณะที่นักลงทุนทุกคนต้องการลงทุนในประเทศที่กฎหมายมีความชัดเจนและแน่นอนมากกว่าลงทุนในประเทศที่เขารู้สึกไม่มั่นใจ และการอนุมัติโครงการ CDM ที่เป็นอำนาจหน้าที่ของ Inter-ministries Commission for Global Climate Change (CIMGC) ก็มีขั้นตอนและกระบวนการที่ล่าช้าเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ โดยใช้เวลาประมาณ 2-6 เดือน บางครั้งกินเวลาถึงหนึ่งปีกว่าจะแล้วเสร็จ เมื่อเปรียบเทียบกับเม็กซิโกกระบวนการอนุมัติโครงการกินเวลาเพียง 30-45 วันเท่านั้น ความล่าช้านี้เกิดขึ้นจากระบบราชการที่ต้องใช้เอกสารประกอบการพิจารณาการอนุมัติโครงการจำนวนกว่า 30 รายการ ขณะที่ประเทศอื่นใช้เอกสารเพียง 3-5 รายการก็สามารถอนุมัติโครงการได้แล้ว อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญบางคนระบุว่า ขั้นตอนและกระบวนการที่รัดกุมของ CIMGC จะช่วยให้โครงการ CDM ที่อนุมัติไปมีคุณภาพได้มาตรฐาน

---

[19] Climate Change Corp Climate news for business. “Clean carbon projects now booming in Brazil” [online]. Available from : http://www.climatechangecorp.com/content.asp?ContentID=4822 [2010, November 7].

แม้ว่าจะมีอุปสรรคเรื่องความล่าช้า แต่บราซิลยังคงเป็นประเทศที่ดึงดูดนักลงทุนให้เข้ามาลงทุนในกิจการคาร์บอนได้อย่างต่อเนื่อง กลุ่มธุรกิจ (Global Carbon Credits Group) ที่สำคัญในบราซิลเช่น Ecosecurities และ Econergy มีความพร้อมที่จะลงทุนในโครงการ CDM โดยมีกองทุนต่างชาติอย่างน้อย 9 แห่งที่กำลังซื้อขายคาร์บอนเครดิตอยู่ในบราซิล โดยบริษัท Ecosecurities มีโครงการ CDM กว่า 50 โครงการที่อยู่ระหว่างการพัฒนา 16 โครงการอยู่ในช่วงการอนุมัติ และ 8 โครงการได้รับการขึ้นทะเบียนกับ UN เรียบร้อยแล้ว บริษัท MGM International พาร์ทเนอร์ของบริษัท Morgan Stanley Bank ได้เริ่มต้นโครงการ MGM Carbon Portfolio และคาดว่าภายในปี 2012 กองทุนนี้จะสามารถซื้อคาร์บอนเครดิตได้กว่า 3-4 ล้านเครดิตจากโครงการ CDM กว่า 5 โครงการ นอกจากนี้บริษัท Brazillian Mercantile และ Future Exchange รวมทั้งธนาคารต่างชาติอย่าง ABN Amro ก็สนใจที่จะเริ่มต้นโครงการดังกล่าวเช่นกัน[20]

2. ด้านการจัดการโครงสร้างพื้นฐานและการส่งเสริมการลงทุน

บราซิลปกครองด้วยระบอบสาธารณรัฐ มี 26 มลรัฐที่ปกครองโดยอิสระระหว่างกัน แต่ละมลรัฐมีรัฐบาลและศาลของตนเอง และมีรัฐบาลกลางและรัฐธรรมนูญที่กำหนดแนวทางของระบบกฎหมายทั้งประเทศ จากมาตราที่ 24 ของรัฐธรรมนูญปี 1988 ระบุไว้ว่าอำนาจในการบริหารจัดการด้านการคลังและกฎหมายเศรษฐกิจจะแบ่งปันกันระหว่างรัฐบาลกลางกับรัฐบาลมลรัฐ อำนาจในการควบคุม (Regulation) และจัดการกับการลงทุนจากต่างประเทศเป็นของรัฐบาลมลรัฐ ขณะที่รัฐบาลกลางดูแลด้านการขึ้นทะเบียนบริษัท (Registration) หรือออกนโยบายเพื่อดึงดูดเงินลงทุนจากต่างประเทศ และจัดสร้างโครงสร้างพื้นฐานให้เพียงพอกับความต้องการ

บราซิลมีขนาดเศรษฐกิจใหญ่ที่สุดในภูมิภาคละตินอเมริกา และมีขนาดใหญ่เป็นหนึ่งในสิบของเศรษฐกิจทุกประเทศทั่วโลก เป็นประเทศอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ประชากรกว่า 192 ล้านคน ธุรกิจส่วนใหญ่ในบราซิลผลิตสินค้าอาทิเช่น สิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม รองเท้า เคมีภัณฑ์ ซีเมนต์ เหล็ก ชิ้นส่วนรถยนต์และเครื่องจักรการเมืองค่อนข้างมีเสถียรภาพ มีอัตราการว่างงานต่ำและมีอัตราเงิน

---

[20] Climate Change Corp Climate news for business. “Clean carbon projects now booming in Brazil” [online]. Available from : http://www.climatechangecorp.com/content.asp?ContentID=4822 [2010, November 7].

เฟ้อต่ำ ดุลการค้าเกินดุลและหนี้ต่างประเทศอยู่ในสัดส่วนปกติ ค่าเงินมีเสถียรภาพดีและปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจโดยรวมแล้วค่อนข้างแข็งแรง สิ่งเหล่านี้เป็นแรงจูงใจที่สำคัญแก่นักลงทุนต่างชาติ ทั้งในภาคอสังหาริมทรัพย์และภาคการท่องเที่ยว OECD และ Standard and Poor ให้การยอมรับว่าบราซิลมีการบริหารจัดการเศรษฐกิจมหภาคที่น่าพึงพอใจ และจัดอันดับให้อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความน่าเชื่อถือด้านการลงทุน

ด้วยสาเหตุดังกล่าว ปริมาณเงินลงทุนจากต่างประเทศ (Foreign Direct Investment: FDI) ทั้งในภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรมการเกษตร (Farming Industry) และภาคอุตสาหกรรม ในส่วนของธนาคารและสถาบันการเงินก็นำเงินมาลงทุนในตลาดหลักทรัพย์และพันธบัตรของบราซิลเป็นจำนวนมาก บราซิลจึงสะสมเงินทุนสำรองระหว่างประเทศ (foreign currency reserves) ได้มากกว่าร้อยละ 110.77 เมื่อเทียบกับประเทศตลาดเกิดใหม่ด้วยกัน คิดเป็นเงินมูลค่ากว่า 94.7 ล้านเหรียญสหรัฐ ความสำเร็จของบราซิลทำให้บราซิลได้รับการยอมรับให้เป็นเจ้าภาพจัดงานฟุตบอลโลก (World Cup) ในปี 2014 และเจ้าภาพการแข่งขันกีฬาโอลิมปิกในปี 2016 ส่งผลดีต่อภาคการท่องเที่ยวในประเทศ และรัฐบาลยังต้องปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและระบบการคมนาคมขนส่งเพื่อรองรับการเป็นเจ้าภาพ ภายใต้โครงการ Growth Acceleration Program รัฐบาลบราซิลจะใช้เงินกว่า 21.7 พันล้านเหรียญสหรัฐเพื่อลงทุนพัฒนาเส้นทางการคมนาคม ทั้งถนน รถไฟ และท่าเรือ

นโยบายที่บราซิลใช้จูงใจนักลงทุนต่างชาติในปี 1994 ภายใต้ชื่อว่า The Real Plan นับได้ว่าประสบความสำเร็จค่อนข้างมาก เป้าหมายของแผนนี้คือการรักษาเสถียรภาพของเศรษฐกิจมหภาคและควบคุมเงินเฟ้อ อันจะเป็นเงื่อนไขสำคัญที่นักลงทุนต่างประเทศพิจารณาว่าจะนำเงินมาลงทุนหรือไม่ ผลของนโยบายดังกล่าวทำให้การกระจายผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจไปตกอยู่กับภาคเศรษฐกิจที่ยากจนกว่า โดยเฉพาะกลุ่มแรงงานที่มีรายได้น้อยจะได้รับประโยชน์โดยตรงจากความต้องการบริโภคสินค้าที่เพิ่มขึ้น ในเดือนธันวาคมปี 1994 เกิดการลงนามของ 4 ประเทศเพื่อรวมกลุ่มทางเศรษฐกิจ คือ อาร์เจนตินา บราซิล ปารากวัย และอุรุกวัย ภายใต้ชื่อ Mercosur มีเป้าหมายเพื่อสร้างตลาดร่วมในกลุ่มประเทศซีกโลกใต้ (Southern Common Market) สนุบสนุนการจัดตั้งเขตการค้าเสรี (Free Trade Zone) และเคลื่อนย้ายสินค้าและแรงงานระหว่างภูมิภาคได้อย่างเสรี นอกจากการลงนามร่วมกับประเทศอื่นแล้ว บราซิลยังมุ่งดำเนินนโยบายการเปิดเสรีการค้าเพียงฝ่ายเดียว (Unilateral Liberalization) อัตราภาษีโดยเฉลี่ย (Average Import Tariffs) ลดลงจากร้อยละ 32 ในปี 1990 เหลือร้อยละ 14 ในปี 1994 แปรรูปกิจการของรัฐทั้งการผลิตไฟฟ้าและระบบ

โทรคมนาคมให้เป็นของเอกชน (Privatization) รวมทั้งปฏิรูปกฎระเบียบด้านการลงทุน (Regulatory Reform)

8.2.4 ประเทศเกาหลีใต้

สืบเนื่องจาก รัฐบาลเกาหลีใต้ได้กำหนดให้อุตสาหกรรมเหล็กเป็นอุตสาหกรรมที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ จึงได้มีการสนับสนุนเพื่อให้มีการจัดสร้างโรงงานได้สะดวกขึ้น ด้วยการสนับสนุนการจัดตั้งโรงงานถลุงเหล็ก ในสมัยประธานาธิบดี Park Chung Hee ซึ่งมีการระดมทุนจากนักลงทุนชาวต่างชาติรัฐบาลได้อำนวยความสะดวกในการจัดหาพื้นที่เพื่อการก่อตั้งโรงงาน รัฐบาลยังให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีที่ที่ใช้ในการผลิต มีการร่วมมือระหว่างประเทศเห็นได้จากมีการได้รับการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยีจาก Nippon Steel Corporation

ในด้านการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐาน รัฐบาลเกาหลีใต้ได้ให้การสนับสนุนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ การก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก การพัฒนาระบบสาธารณูปโภค ถนนหนทาง และการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ ยังมีการให้ความสำคัญกับการพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์ ด้วยการจัดเตรียมบุคลากรเพื่อรองรับการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเหล็ก มีการส่งบุคลากรไปศึกษาต่อในต่างประเทศ เฉพาะอย่างยิ่งการไปศึกษาต่อในประเทศญี่ปุ่น

8.2.5 ประเทศญี่ปุ่น

1. ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

ประเทศญี่ปุ่น ถือเป็นประเทศที่มีการพัฒนาอุตสาหกกรมอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าจะมีอุตสาหกรรมหนักจำนวนมาก แต่รัฐบาลและผู้ประกอบการต่างก็ให้ความสำคัญเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ มีกระบวนการผลิตที่เป็นมาตรฐาน รัฐบาลญี่ปุ่นได้กำหนดให้มีเมืองอุตสาหกรรมโดยเฉพาะสำหรับการประกอบกิจการ เช่นกำหนดให้เมือง Oita เป็นเมืองอุตสาหกรรมใหม่เพื่อการพัฒนาอุตสาหกกรรม

การควบคุมสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานของญี่ปุ่น ใช้เทคโนโลยีสะอาดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด มีระบบเฝ้าคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่สามารถเฝ้าระวังได้ตลอด 24 ชั่วโมง

(Environmental Monitoring System) ซึ่งสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ และเสียง พร้อมกันนั้น ยังจำเป็นต้องมีกระบวนการวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่สะอาดและเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง มีการกำหนดพื้นที่ป่าไม้ในเขตอุตสาหกรรมกว่าร้อยละ 1 ของพื้นที่สีเขียวในเขตอุตสาหกรรม

ปัจจัยอีกประการที่ทำให้การจัดการสิ่งแวดล้อมในญี่ปุ่นประสบความสำเร็จ ก็คือ การร่วมมือกันระหว่างรัฐบาลและองค์กรปกครองท้องถิ่นเพื่อสร้างมาตรฐานในการจัดการสิ่งแวดล้อม มีการจัดทำข้อตกลงเกี่ยวกับปริมาณการผลิต ซึ่งดำเนินการมาตั้งแต่มาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2512 ใช้หลักการมีส่วนร่วม มีความร่วมมือในระดับท้องถิ่นระหว่างผู้ประกอบการและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อสร้างมาตรฐานและความรับผิดชอบต่อชุมชนของผู้ประกอบการ ด้วยการพัฒนาชุมชน มีการเปิดโรงงานเพื่อให้ชุมชนเข้ามาตรวจสอบและเยี่ยมชมกิจการ สนับสนุนกิจกรรมของชุมชนท้องถิ่นทั้งด้านการศึกษา สังคมและสาธารณูปโภค มีการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ข่าวสารให้ประชาขนได้รับทราบ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นต่อประชาชนในเรื่องการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม

2. ด้านการจัดการโครงสร้างพื้นฐานและการส่งเสริมการลงทุน

ประเทศญี่ปุ่นมีการสนับสนุนการลงทุนในอุตสาหกรรมเหล็กมาตั้งแต่ พ.ศ. 2400 แม้ว่าญี่ปุ่นจะไม่มีทรัพยากรที่เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเหล็กและเหล็กกล้า แต่ข้อได้เปรียบของญี่ปุ่นที่เป็นทั้งท่าเรือน้ำลึก และมีความสามารถทางด้านอุตสาหกรรมการเดินเรือ ทำให้ญี่ปุ่นสามารถพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของตนได้ ผ่านการนำเข้าวัตถุดิบต้นทุนต่ำจากออสเตรีย บราซิล และอินเดีย

รัฐบาลญี่ปุ่นมีการส่งเสริมการลงทุนโดยการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำจากสถาบันทางการเงินของรัฐบาล (Development Bank of Japan) มีการลดภาษีการถือกรรมสิทธิ์ในอสังหาริมทรัพย์และยกเว้นภาษีรายได้นิติบุคคลสำหรับโรงงานและสถานประกอบการใหม่เป็นเวลา 5 ปี

กำหนดให้พื้นที่เขตอุตสาหกรรมใหม่ด้วยการเวนคืนที่ดินและถมที่ดิน ให้เหมาะสมกับการสร้างโรงงาน มีการโยกย้ายประชาชนที่อยู่อาศัยเดิมให้ย้ายออกจากพื้นที่อุตสาหกรรม รวมถึงการจัดหาพื้นที่ใหม่แก่ประชาชนด้วย การกำหนดเขตอุตสาหกรรมมีการปรับผังเมือง วางผังเมือง พัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐาน การก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก การสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำเพื่อเตรียมน้ำสำรองสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม การก่อสร้างถนน ระบบประปา ไฟฟ้าและโทรคมนาคม การพัฒนา

สิ่งอำนวยความสะดวกการแก้ไขปัญหาด้านสาธารณูปโภคที่อาจกลายเป็นความขัดแย้งระหว่างชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม การปรับปรุงภูมิทัศน์ สวนสาธารณะ โรงเรียน โรงพยาบาล รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการก่อสร้าง

การส่งเสริมการลงทุนด้วยการใช้มาตรการยกเว้นภาษีศุลกากรสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่นำเข้า นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์ มีการจัดตั้งสถาบันการศึกษาขึ้นในเขตอุตสาหกกรม เพื่อฝึกฝนผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคให้แก่ภาคอุตสาหกรรม เช่น ในเขตเมือง Oita มีการจัดตั้ง Oita National College of Technology

8.2.6 ประเทศอินเดีย

อินเดียเป็นประเทศขนาดใหญ่ มีประชากรจำนวนมากเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศจีน จึงทำให้อินเดียเป็นตลาดและแหล่งวัตถุดิบที่ใหญ่มาก แต่อย่างไรก็ตามก็ถือว่ายังไม่มีนักลงทุนต่างชาติเข้าไปลงทุนในอินเดียมากนัก จุดเด่นของอินเดีย คือ เป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมากประเทศหนึ่งในโลก บุคลากรของอินเดียมีความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวนมาก มีแรงงานจำนวนมากและเป็นแรงงานราคาถูก จึงเหมาะกับเป็นฐานในการผลิต แต่ขณะเดียวกัน อินเดียก็ประสบปัญหาทางด้านโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เพียงพอและไม่สะดวกสบาย ประสบกับปัญหาด้านพลังงานที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตได้ รวมถึงเป็นประเทศที่มีการแบ่งแยกทางสังคมอย่างชัดเจน มีการให้ความสำคัญกับชนนั้นและเพศชายมากกว่าเพศหญิง สิทธิเรื่องเพศไม่ค่อยเท่าเทียม

1. ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าอินเดียจะมีแนวนโยบายด้านการส่งเสริมการลงทุนที่เน้นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก แต่อินเดียเองก็ยังมีแนวนโยบายทางด้านสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจอีกด้วย

นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของอินเดียทั้งหมดอยู่ภายใต้โครงสร้างหน่วยงานระดับกระทรวง ซึ่งได้แก่ กระทรวงสิ่งแวดล้อมและป่าไม้ (The Ministry of Environment & Forests: MoEF) ซึ่งถือเป็นหน่วยงานของรัฐบาลกลาง ทำหน้าที่ในการวางแผน สนับสนุน ประสานงาน ตอลดจนดูแลและบังคับใช้นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและการรักษาป่าไม้ของอินเดีย

หน้าที่หลักของกระทรวงดังกล่าว คือ การนำนโยบายและแผนงานที่เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไปปฏิบัติ กระทรวงยังมีหน้าที่ประสานงานการทำงานด้านสิ่งแวดล้อมกับหน่วยงานระหว่าง เช่น United Nations Environment Programme (UNEP), South Asia Co-operative Environment Programme (SACEP), International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) รวมถึงการติดตามการประชุม United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)

เป้าหมายดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากมาตรการทางกฎหมายและการกำกับควบคุม เช่น National Conservation Strategy and Policy Statement on Environment and Development, 1992 National Forest Policy, 1988 Policy Statement on Abatement of Pollution, 1992 และ The National Environment Policy, 2006

กระทรวงสิ่งแวดล้อมและป่าไม้ ยังมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ กองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Climate Change Division-CCD) กองควบคุมมลพิษ (Control of Pollution-CP) กองผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment-EIA) Division กองเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology-CT) นอกจากนี้ยังมีกองที่ทำหน้าที่สนับสนุนการทำงานด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีก เช่น กองข้อมูลข่าวสารสิ่งแวดล้อม กองการศึกษาสิ่งแวดล้อม กองการวิจัยสิ่งแวดล้อม กองจัดการของเสียอันตรายอย่างยั่งยืน กองการค้าและสิ่งแวดล้อม กองนโยบายและกฎหมาย

2. ด้านการจัดการโครงสร้างพื้นฐานและการส่งเสริมการลงทุน

เนื่องจากประเทศอินเดียเป็นประเทศที่มีตลาดขนาดใหญ่ และมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงอย่างต่อเนื่อง รัฐบาลอินเดียได้ออกนโยบายเพื่อการกระตุ้นเศรษฐกิจและส่งเสริมการลงทุนของประเทศ นโยบายที่สำคัญได้แก่ การเปิดเสรีทางการค้า การแปรรูปรัฐวิสาหกิจ การพัฒนาชนบท การส่งเสริมอุตสาหกรรม การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการพัฒนาระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานต่างๆ

เหตุที่อินเดียจำเป็นต้องมีการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างมาก เนื่องจากอินเดียจำเป็นต้องการพัฒนาอุตสาหกรรมของตนให้เจริญเติบโต เพื่อรองรับการจ้างงานของแรงงานใหม่ที่จะเกิดขึ้นจำนวนมาก ซึ่งรัฐบาลอินเดียได้มีการประชาสัมพันธ์การส่งเสริมการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ซึ่งหากมีการจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ที่ได้รับการส่งเสริมและได้รับสิทธิ

พิเศษทางด้านภาษีอากร เช่น ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ และการถลุงเหล็กนั้น รัฐบาลได้เปิดโอกาสให้นักลงทุนจากต่างชาติสามารถเข้ามาลงทุนเป็นเจ้าของกิจการได้สัดส่วนร้อยละ 100 ภายใต้กฎหมายเหมืองแร่แห่งชาติ 1973 ซึ่งเป็นการส่งเสริมการลงทุนที่เปิดโอกาสให้นักลงทุนชาวต่างชาติสามารถเข้ามาประกอบธุรกิจได้โดยเสรี

จะเห็นได้ว่าอินเดียเป็นประเทศที่มีศักยภาพมากในการลงทุนเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม นโยบายด้านการส่งเสริมการลงทุนและการพัฒนาอุตสาหกรรมของอินเดียนั้น จึงมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะรักษาระดับการเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิต ส่งเสริมการจ้างงานที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ รวมถึงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ยกระดับการผลิตให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ และการทำให้อินเดียสามารถมีบทบาทมากขึ้นในเวทีโลก โดยนโยบายทางด้านการลงทุนและอุตสาหกรรมจะเน้นให้ความสำคัญกับการลดการกำกับดูแลภาคอุตสาหกรรม เปิดโอกาสให้ภาคอุตสาหกรรมมีอิสระและสามารถปรับเปลี่ยน ยืดหยุ่นได้ตามความต้องการของตลาดมากขึ้น เตรียมนโยบายที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมอินเดีย ซึ่งทั้งหมดนั้นเป็นไปเพื่อให้มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งมาตรการที่จะนำไปสู่เป้าหมาย จะดำเนินการไปภายใต้กรอบของ

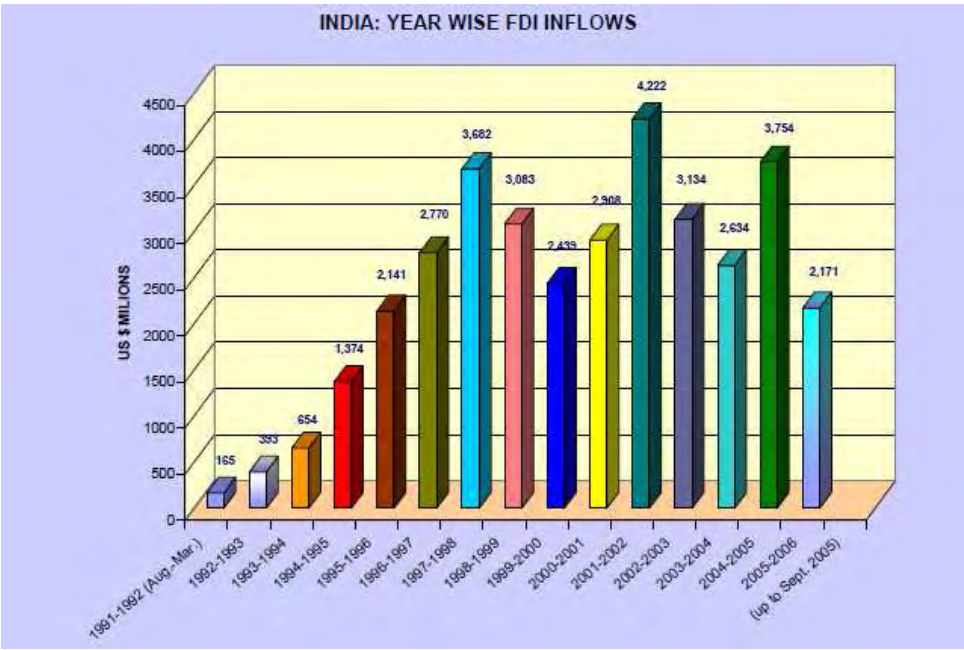
1) นโยบายเปิดเสรีใบอนุญาต เพื่อให้ผู้ประกอบการหรือนักลงทุนสามารถมีอิสระและเป็นการเปิดกว้างสำหรับนักลงทุนรายใหม่

2) นโยบายด้านทำเลที่ตั้งของสถานประกอบการ นโยบายด้านการลงทุนของอินเดีย มิได้จำกัดเรื่อง การขออนุญาตเรื่องสถานที่ในการตั้งโรงงานนอกรัศมี 25 กิโลเมตรจากเขตเมืองที่มีประชากรมากกว่า 1 ล้านคน เว้นแต่ว่าอุตสาหกรรมนั้นมีใบอนุญาตแบบพิเศษ

3) นโยบายเพื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม โดยมีการให้สำรองเครื่องจักร วัตถุดิบ โดยเฉพาะในภาคการผลิตขนาดย่อม เพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการใหม่และผู้ประกอบการรายย่อยสามารถดำเนินธุรกิจได้ ซึ่งถือเป็นมาตรคุ้มครองภาคการผลิตขนาดย่อม ซึ่งมีอยู่ถึง 749 รายการที่ได้ขึ้นบัญชี โดยมีเงื่อนไขว่าหากเป็นผู้ประกอบการรายใหญ่ที่จะทำการผลิตใน 749 รายการข้างต้น จะต้องมีพันธกิจทำการผลิตเพื่อการส่งออกมากว่าร้อยละ 50 ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งปี เพื่อเป็นการป้องกันการแข่งขันกันเองของผู้ผลิตภายในประเทศ ซึ่งเป็นช่วยเหลือผู้ประกอบการขนาดย่อมในอีกทาง

4) นโยบายเพื่อการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ การส่งเสริมการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ เป็นส่วนหนึ่งของนโยบายทางด้านเศรษฐกิจของอินเดีย ซึ่งบทบาทของเงินทุนจาก

ต่างประเทศที่เข้ามาในอินเดียนั้น มีส่วนช่วยพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญเติบโต เป็นแหล่งเงินทุนที่สำคัญ มีการนำเข้าเทคโนโลยีที่ทันสมัยและยังนำเอาวิธีการจัดการที่ทันสมัยเข้ามาใช้ มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่สนับสนุนและส่งเสริมคือ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (Department of Industrial Policy & Promotion) กระทรวงพาณิชย์และอุตสาหกรรม[21] ซึ่งมีหน้าที่โดยตรงในการเสริมสร้างการลงทุนที่อิสระและมีความโปร่งใส เปิดโอกาสให้นักลงทุนจากต่างชาติสามารถเข้ามาลงทุนในอินเดียได้ โดยไม่มีสิ่งใดเป็นอุปสรรค ปราศจากข้อจำกัดในเรื่องการเป็นเจ้าของกิจการที่เป็นของคนต่างชาติ มีการเริ่มต้นที่จะขยายการเปิดเสรีแก่นักลงทุนชาวต่างชาติ โดยเฉพาะการเปิดโอกาสให้การลงทุนมากยิ่งขึ้นไปอีก เช่น ในภาคธุรกิจประกันภัย อุตสาหกรรมเพื่อการป้องกันประเทศ อุตสาหกรรมธนาคารพาณิชย์ และผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต โดยรูปที่ 8-1 แสดงปริมาณเงินลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศของประเทศอินเดีย



รูปที่ 8-1 แสดงการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ

(ที่มา: Department of Industrial Policy & Promotion, Ministry of Commerce and Industry, INDIA http://www.dipp.nic.in/fdi_statistics/India_yearwise.pdf)

[21] Department of Industrial Policy & Promotion, Ministry of Commerce and Industry, INDIA [online]. Available from : http://www.dipp.nic.in/ [2010, November 7].

8.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบมาตรการของไทยกับต่างประเทศ

การส่งเสริมการลงทุนในประเทศไทยเริ่มต้นมานานกว่า 40 ปีแล้วตั้งแต่ในช่วงทศวรรษ 2510 แต่จุดเริ่มต้นอย่างเป็นทางการเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2520 เมื่อมีการตั้ง “สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน” หรือ บีโอไอ (Board of Investment: BOI) ในสังกัดกระทรวงอุตสาหกรรมขึ้น โดยสาเหตุที่มีการจัดตั้งบีโอไอ ก็เพื่อเป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบดำเนินงานด้านการส่งเสริมการลงทุนของภาครัฐ และมีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดระบบการให้สิทธิและประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับการจูงใจให้มีการลงทุนในกิจการที่รัฐให้ความสำคัญและประสงค์จะส่งเสริมให้มีการคุ้มครองกิจการที่รัฐให้การส่งเสริมที่ทันต่อเหตุการณ์ได้ เป้าหมายในช่วงแรกของการส่งเสริมการลงทุน จะเน้นที่การพัฒนาเศรษฐกิจเป็นหลัก เช่น เพื่อประโยชน์ในการสร้างงาน การเพิ่มรายได้ และการกระจายรายได้ให้แก่ประชาชนได้ แต่ก็มีการเริ่มคำนึงถึงประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น ใน *พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ.2520* ในมาตราที่ 19 ซึ่งได้มีการกำหนดเงื่อนไขของโครงการที่ขอรับสิทธิประโยชน์กล่าวว่า “...*ต้องเป็นโครงการลงทุนที่มีมาตรการอันสมควรที่จะป้องกันและควบคุมมิให้เกิดผลเสียหายต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม*...” และในมาตราที่ 20 (7) ที่ได้กำหนดช่องทางในการกำหนดเงื่อนไขในการป้องกันและควบคุมมิให้เกิดผลเสียหายต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ผู้ขอรับการส่งเสริมฯต้องปฏิบัติตามได้ เป็นต้น อย่างไรก็ดีในช่วงแรก กล่าวได้ว่าบทบาทด้านสิ่งแวดล้อมของบีโอไอยังไม่ชัดเจนนัก คือเน้นการวางกรอบทางสถาบันเป็นหลัก แต่ยังไม่มีแนวทางใช้สิทธิและประโยชน์ทางการลงทุนเพื่อส่งเสริมกิจการเพื่อสิ่งแวดล้อมแต่อย่างใด

ในปัจจุบันนโยบายส่งเสริมการลงทุนภายใต้การดำเนินงานของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน จึงได้กำหนดนโยบายส่งเสริมการลงทุน ดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการใช้สิทธิและประโยชน์ภาษีอากร โดยให้สิทธิและประโยชน์แก่โครงการที่มีผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจอย่างแท้จริงใช้หลักการบริหารและการจัดการองค์กรที่ดี (Good Governance) ในการให้สิทธิและประโยชน์ด้านภาษีอากรโดยกำหนดให้ผู้ได้รับการส่งเสริม ต้องรายงานผลการดำเนินงานของโครงการที่ได้รับการส่งเสริม เพื่อให้สำนักงานได้ตรวจสอบ ก่อนใช้สิทธิและประโยชน์ภาษีเงินได้นิติบุคคลในปีนั้นๆ

2. สนับสนุนให้อุตสาหกรรมพัฒนาระบบคุณภาพ และมาตรฐานการผลิตเพื่อแข่งขันในตลาดโลก โดยกำหนดให้ผู้ได้รับการส่งเสริมทุกรายที่มีโครงการลงทุนตั้งแต่ 10 ล้านบาทขึ้นไป (ไม่

รวมค่าที่ดินหรือทุนหมุนเวียน) ต้องดำเนินการให้ได้รับใบรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9000 หรือมาตรฐานสากลอื่นที่เทียบเท่า

3. ปรับมาตรการส่งเสริมการลงทุนให้สอดคล้องกับข้อตกลงด้านการค้า และการลงทุนระหว่างประเทศโดยการยกเลิกเงื่อนไขการส่งออกและการใช้ชิ้นส่วนในประเทศ

4. สนับสนุนการลงทุนเป็นพิเศษในภูมิภาค หรือท้องถิ่นที่มีรายได้ต่ำ และมีสิ่งเอื้ออำนวยต่อการลงทุนน้อย โดยให้สิทธิและประโยชน์ด้านภาษีอากรสูงสุด

5. ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม โดยกำหนดเงื่อนไขเงินลงทุนขั้นต่ำของโครงการที่ได้รับการส่งเสริมเพียง 500,000 บาท (ไม่รวมค่าที่ดินและทุนหมุนเวียน) สำหรับกิจการตามประกาศคณะกรรมการที่ 1/2553 และไม่น้อยกว่า 1 ล้านบาท (ไม่รวมค่าที่ดินและทุนหมุนเวียน) สำหรับกิจการอื่น

6. ให้ความสำคัญแก่กิจการเกษตรกรรมและผลิตผลจากการเกษตร กิจการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีและทรัพยากรมนุษย์ กิจการสาธารณูปโภค สาธารณูปการและบริการพื้นฐาน กิจการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ซึ่งนโยบายทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็นไปเพื่อบรรเทาภาระด้านการคลังของรัฐบาล และเพื่อให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบัน และแนวโน้มในอนาคต โดยหากพิจารณาเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาของประเทศอื่นๆ แล้วจะพบว่า ประเทศไทยมีนโยบายส่งเสริมการลงทุนด้วยการยกเว้นภาษีนิติบุคคลมากกว่าประเทศอื่นๆ คือ เป็นเวลา 8 ปี แต่ยังไม่ได้มีการดำเนินการเนื่องจากเกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจ มีการอนุญาตให้นำเข้าผู้เชี่ยวชาญต่างชาติ ขณะที่ญี่ปุ่นมีการยกเว้นภาษีนิติบุคคลเป็นเวลา 5 ปีและสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ นอกจากนี้ยังมีการยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักรร้อยละ 100 เช่นเดียวกับเวียดนามและญี่ปุ่น แต่ไม่มีการให้ประโยชน์ทางด้านภาษีทรัพย์สินและไม่มีการให้สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ ในเรื่องแรงงานประเทศไทยอนุญาตให้มีแรงงานต่างด้าวสามารถเข้ามาทำงานในประเทศได้ เช่นเดียวกับอีกหลายประเทศที่อนุญาตเช่นกัน สำหรับเวียดนามนั้น รัฐบาลจะอนุมัติเป็นรายกรณีไปแล้วแต่เงื่อนไขของกิจการ โดยอุตสาหกรรมที่ผลิตเพื่อการส่งออกจะยกเว้นภาษี 4 ปีนับจากปีที่มีกำไร หรือเสียภาษีนิติบุคลในอัตราร้อยละ 10-20 เป็นเวลา 10-15 ปี ดังตารางที่ 8.4

ตารางที่ 8.4 เปรียบเทียบสิทธิประโยชน์ในการส่งเสริมการลงทุน

ประเทศ	ยกเว้นภาษีนิติบุคคล	ยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักร	ภาษีทรัพย์สิน	แรงงานต่างชาติ	สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ	นำเงินออกนอกประเทศ
ไทย	8 ปี	100%	ไม่ลด	อนุญาต	ไม่มี	√
เวียดนาม	4 ปี	100%	na	อนุญาต	na	√
จีน	na	Na	na	อนุญาต	na	√
เกาหลีใต้	na	Na	na	อนุญาต	มี	√
บราซิล	มี	มี*	มี	อนุญาต	มี	√
ญี่ปุ่น	5 ปี	100%	ลด	Na	มี	√
อินเดีย	มี	มี*	na	อนุญาต	มี	√

หมายเหตุ : * ในกรณีของบราซิลและอินเดีย พบว่ามีการยกเว้นอัตราภาษีนำเข้าเครื่องจักร แต่ไม่มีข้อมูลตัวเลขที่ชัดเจน

หากพิจารณาในด้านโครงสร้างพื้นฐานของประเทศต่าง ๆแล้วจะพบว่า การลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับเพื่อสร้างสถานประกอบการของไทย ส่วนใหญ่จะเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของภาคเอกชนเองเกือบทั้งหมด ทั้งที่ดินและท่าเรือน้ำลึกเอกชนจะต้องดำเนินการเองทั้งหมด รัฐบาลลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน แต่เพียงเรื่องการคมนาคมขนส่ง ระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงของรัฐอยู่แล้ว ขณะเดียวกันการเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรมนุษย์ ก็มิได้มีการส่งเสริมหรือเตรียมความพร้อมจากภาครัฐเท่าใดนัก เป็นเพียงแค่การเตรียมพร้อมของภาคเอกชนและมหาวิทยาลัยเท่านั้น ซึ่งแตกต่างกับประเทศที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กที่รัฐบาลจะสนับสนุนการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานเกือบทั้งหมด รวมถึงให้ความสำคัญกับการเตรียมพร้อมทรัพยากรมนุษย์เพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ เช่น จีน เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น ซึ่งรัฐบาลได้ผลประโยชน์จากการพัฒนาอุตสาหกรรมโดยตรงจึงเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง โดยตารางที่ 8-5 ได้เปรียบเทียบการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานของประเทศต่าง ๆ

ตารางที่ 8-5 เปรียบเทียบการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน

ประเทศ	ที่ดิน	ท่าเรือน้ำลึก	แหล่งน้ำ	โลจิสติกส์	ไฟฟ้า	เมือง	บุคลากร
ไทย	เอกชน	เอกชน	เอกชน/รัฐ	รัฐบาล	รัฐบาล	ไม่มี	เอกชน/มหาวิทยาลัย
เวียดนาม	เอกชน	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	รัฐบาล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
จีน	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล
เกาหลีใต้	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล
บราซิล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
ญี่ปุ่น	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล	รัฐบาล

8.4 ข้อเสนอแนะเงื่อนไขการส่งเสริม มาตรการลงทุนและมาตรการจัดการในการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย

จากสภาพปัญหาและผลกระทบอันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อนที่กำลังกลายเป็นประเด็นสำคัญอยู่ในขณะนี้ ผลกระทบอันเนื่องมาจากก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศโลก รัฐบาลทั่วโลก ต่างตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้จัดทำข้อตกลงร่วมกัน ณ กรุงเกียวโต (Kyoto Protocol) เมื่อเดือนธันวาคม ค.ศ. 1997 โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้การลดการปล่อยก๊าซเรือนกจะจกมีความคืบหน้าอย่างเป็นรูปธรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกว่า 6 ชนิด โดยมีก๊าซคาร์บอนไดร์ออกไซด์เป็นก๊าซที่สำคัญที่สุด

เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2007 ณ กรุงบรัสเซลล ประเทศเบลเยี่ยม สถาบันเหล็กและเหล็กกล้านานาชาติ (International Iron and Steel Institute) ได้ยื่นข้อเสนอต่อรัฐบาลหลายประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กกล้า เพื่อค้นหากรรมวิธีใหม่ๆที่จะช่วยลดปัญหาสภาพบรรยากาศโลก โดยการกำหนดนโยบายใหม่นี้มุ่งเน้นไปที่การลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศโลก ISSI ได้เรียกร้องให้รัฐบาลแต่ละประเทศออกกฎหมายหรือหามาตรการที่จะช่วยส่งเสริมสนับสนุน บริษัทที่มีการดำเนินการทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และได้เสนอให้มีโครงการพิเศษระหว่างประเทศผู้ผลิตเหล็กกล้าหลักของโลก โดยมี

เป้าหมายสำคัญในการลดเทคโนโลยีการผลิตที่ล้าสมัยออกไป นอกจากนี้รัฐบาลต่างๆ ยังต้องกำหนดโยบายที่จะสนับสนุนและริเริ่มหาทางแก้ไขโดยใช้เทคโนโลยีที่มีการลดคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะยาวอย่างจริงจัง นโยบายใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีมาตรการออกมารองรับ ได้แก่ การส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดในโรรงงานผลิตเหล็กกล้าสมัยใหม่ซึ่งรวมไปถึงการลดและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รับผิดชอบในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในการแก้ปัญหาอย่างจริงจังและทั่วถึง เพื่อลดระดับการปล่อยคาร์บอนไดออกไซค์ สู่บรรยากาศต่อการผลิตเหล็กแต่ละตัน เพิ่มการรีไซเคิลและนำเหล็กกล้าที่ไม่ใช้เหล็กกล้าที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้มากที่สุด และการนำกากของเหลือจากกระบวนการผลิตมาใช้เกิดผลประโยชน์สูงสุด การจัดทำรายงานและบันทึกข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความก้าวหน้าในการลดให้ได้ตามเป้าหมายในแต่ละช่วงเวลา

ประเด็นสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กในปัจจุบัน ประกอบไปด้วย 4 ประการ ได้แก่

1. ความผันผวนของระดับราคาที่คาดว่าจะมีความไม่แน่นอนมากขึ้น เนื่องมาจากความเชื่อมโยงของเศรษฐกิจในภูมิภาคต่างๆของโลกที่สูงขึ้น

2. กำลังการผลิตมากเกินความต้องการ เนื่องมาจากผู้ผลิตเหล็กจำนวนมากลงทุนเพิ่มทั้งในรูปแบบการลงทุนใหม่และการขยายกำลังการผลิต โดยเฉพาะประเทศจีนเป็นประเทศที่มีโอกาสในการมีกำลังการผลิตเกิน

3. การขาดแคลนวัตถุดิบ ซึ่งบริษัทผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก พยายามหาช่องทางหรือกลยุทธ์ใหม่ๆ เช่น การลงทุนในเหมืองแร่เอง การร่วมลงทุนกับผู้ผลิตแร่รายใหญ่ การเข้าซื้อกิจการ การเข้าถือหุ้น เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจในระยะยาวถึงความสามารถในการเข้าถึงวัตถุดิบได้อย่างเพียงพอกับแผนการผลิต

4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันกลายเป็นประเด็นที่ทุกฝ่ายเริ่มตระหนักถึงความสำคัญ เนื่องจากอุตสสาหกรรมเหล็กเป็นอุตสาหกรรมหนักขนาดใหญ่ โลกร้อน ชั้นโอโซน ฝนกรด ของเสีย

ประกอบกับจากการที่คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC)[22] ซึ่งมีหน้าที่ให้คำแนะนำแก่ผู้กำหนดนโยบายเกี่ยวกับปัญหาภาวะโลกร้อน เพื่อให้เป็นฝ่ายวิชาการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศต่าง ๆ ทำหน้าที่ในการรวบรวมและสังเคราะห์ และพิมพ์เผยแพร่ความก้าวหน้าทางวิชาการ เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการที่เป็นกลาง ได้นำเสนอรายงานวิเคราะห์ผลกระทบเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า ถึงแม้จะมีนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจก แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ปริมาณก๊าซเรือนกระจกก็ยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทั้ง 9 ประเทศหลัก ได้แก่ ประเทศบราซิล จีน เกาหลีใต้ รัสเซีย ยูเครน สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ซึ่งก็ถือเป็นผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลกด้วย จึงจำเป็นต้องพิจารณาและให้ความสำคัญกับการพัฒนาที่เกิดความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมของการดำเนินการของภาครัฐของไทยทั้งในแง่การส่งเสริมการลงทุนและการดำเนินนโยบายด้านการลดก๊าซเรือนกระจก จึงมีข้อเสนอแนะเงื่อนไขการส่งเสริมมาตรการลงทุนและมาตรการจัดการในการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย 5 ประการ โดยอาศัยประเด็นขับเคลื่อนทางนโยบายดังต่อไปนี้

8.4.1 ข้อเสนอแนะด้านการคลังเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมและการลดก๊าซเรือนกระจก

ในการจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นการยากที่จะเพิ่มงบประมาณมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงและมีขอบเขตที่กว้างขวางขึ้น ประกอบกับวิธีการควบคุม (Regulation) ที่ผ่านมามีประสิทธิผลต่ำ รวมถึงวิกฤตการณ์ด้านการคลังและเศรษฐกิจผลักดันให้ภาครัฐจำเป็นต้องหามาตรการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ได้ผลคุ้มค่า จึงได้มีการนำเอาเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น การจัดทำภาษีสิ่งแวดล้อมและการปรับเปลี่ยนค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อม หลักการสำคัญ คือ การนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการควบคุมดูแลการใช้และการจัดการ

[22] เป็นความร่วมมือในการจัดตั้งขึ้นขององค์กรสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Program หรือ UNEP) และ องค์กรอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization หรือ WMO)

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างแรงจูงใจทางต้นทุน/ ราคา/ การใช้กลไกตลาด เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยอาศัยมาตรการเพิ่มภาระให้แก่ผู้ก่อให้เกิดมลพิษ มาตรการจูงใจให้เกิดการลดมลพิษ มาตรการสร้างตลาด มาตรการประกันความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

โดยเฉพาะมาตรการเพื่อเพิ่มภาระให้แก่ผู้ก่อมลพิษ ก็คือ การจัดเก็บเงินในรูปต่าง ๆเพื่อเปลี่ยนระดับราคาหรือต้นทุนให้สะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริง (Internalization) ทำให้ผู้ก่อมลพิษปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยจ่ายเงินเพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนำไปควบคุมจัดการมลพิษ หรือ ผู้ก่อมลพิษลงทุนควบคุมมลพิษที่ตนเองเป็นผู้ก่อ ตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle: PPP) โดยอาศัยเครื่องมือ ได้แก่ การเก็บภาษีและค่าธรรมเนียม

ในด้านภาษีสิ่งแวดล้อม (Environmental Tax) การจัดทำภาษีเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยจำเป็นต้องเก็บภาษีสิ่งแวดล้อมตามปริมาณของเสีย ซึ่งอัตราภาษีควรสะท้อนค่าเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

ในด้านภาษีเพื่อส่งเสริมการลงทุนด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากเราจะต้องดึงดูดนักลงทุนด้วยการสร้างใช้อัตราภาษีเป็นสิ่งดึงดูดการลงทุนแล้ว ยังจำเป็นต้องมีมาตรการเพื่อให้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ประกอบการที่ใช้เทคโนโลยีสะอาด ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและของเสีย ตลอดจนผู้ประกอบการที่ให้ความร่วมมือกับภาครัฐและประชาชนในการดูแลและจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นสิทธิประโยชน์ที่มอบให้ในฐานะมีส่วนช่วยในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

ในด้านค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อม (Environmental Charges)[23] ก็คือ การเรียกเก็บเงินจากการให้บริการต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสีย เช่น ค่าธรรมเนียมการจัดเก็บและกำจัดขยะ ค่ากำจัดกากของเสียอันตราย แม้ว่าในทางปฏิบัติจะมีการจัดเก็บค่าธรรมเนียมอยู่แล้ว แต่หน่วยงานส่วนใหญ่ก็ไม่ให้ความสำคัญ ดังนั้นจำเป็นต้องมีความ

---

[23] พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 มาตรา 20 ข้อ (4) ให้ราชการท้องถิ่นมีอำนาจกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการให้บริการของราชการส่วนท้องถิ่นในการเก็บและขนส่งปฏิกูลหรือมูลฝอยไม่เกินอัตราที่กำหนดในกฎกระทรวง.

พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 มาตรา 70 หากเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งมลพิษ ไม่ประสงค์จะติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ก็ให้มีหน้าที่ต้องจัดส่งน้ำเสียหรือของเสียที่เกิดจากการดำเนินการของตนไปดำเนินการบำบัดหรือจัดการโดยระบบดังกล่าว และมีหน้าที่ต้องเสียค่าบริการตามอัตราที่กำหนด.

กล้าหาญในการจัดเก็บและตรวจสอบติดตาม เพราะรายได้จากค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้โครงการบริการสาธารณะสามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง

การบริหารค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อมควรมีการปรับปรุงระบบการจัดเก็บค่าธรรมเนียมและค่าปรับด้านสิ่งแวดล้อมให้สะท้อนต้นทุนการบริหารจัดการที่แท้จริง โดยควรปรับอัตราค่าธรรมเนียมและค่าปรับด้านสิ่งแวดล้อมให้มีลักษณะเป็นอัตราก้าวหน้า และเปลี่ยนจากการกำหนดเพดานขั้นสูงเป็นการกำหนดเพดานขั้นต่ำ เพื่อเป็นการบังคับและให้ข้ออ้างที่ชอบธรรมแก่องค์กรต่างๆ ในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมและค่าปรับด้านสิ่งแวดล้อม เหตุผลอีกประการ คือ อย่างน้อยที่สุดในอัตราขั้นต่ำที่ส่วนกลางเป็นผู้กำหนดเพื่อให้รายได้ในส่วนนี้สามารถสะท้อนต้นทุนการบริหารจัดการและต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมที่แท้จริง โดยจำเป็นต้องมีการแก้ไขกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น กฎกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยอัตราค่าธรรมเนียมการให้บริการเก็บ ขน และกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอย และอัตราค่าธรรมเนียมอื่นๆ พ.ศ. 2545 เป็นต้น

8.4.2 ข้อเสนอแนะด้านกฎหมาย

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550 มาตรา 67 บัญญัติว่า *“สิทธิของบุคคลที่จะมีส่วนร่วมกับรัฐและชุมชน ในการอนุรักษ์บำรุงรักษาและการได้ประโยชน์ จากทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ และในการคุ้มครอง ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ดำรงชีพอยู่ได้อย่างปกติและต่อเนื่อง ในสิ่งแวดล้อมที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย สวัสดิภาพ หรือคุณภาพชีวิตของตน ย่อมได้รับความคุ้มครองตามความเหมาะสม*

การดำเนินโครงการหรือกิจกรรม ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ จะกระทำมิได้ เว้นแต่จะได้ศึกษาและประเมินผลกระทบ ต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนในชุมชน และจัดให้มีกระบวนการรับฟังความคิดเห็น ของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียก่อน

รวมทั้งได้ให้องค์การอิสระ ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนองค์การเอกชนด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ และผู้แทนสถาบันอุดมศึกษาที่จัดการการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม หรือทรัพยากรธรรมชาติหรือด้านสุขภาพ ให้ความเห็นประกอบก่อนมีการดำเนินการดังกล่าว

สิทธิของชุมชนที่จะฟ้องหน่วยราชการ หน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ ราชการส่วนท้องถิ่นหรือองค์กรอื่นของรัฐที่เป็นนิติบุคคล เพื่อให้ปฏิบัติหน้าที่ตามบทบัญญัตินี้ ย่อมได้รับความคุ้มครอง”

เมื่อพิจารณาบทบัญญัติของรัฐธรรมนูญกับประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้ประกาศเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2551 เรื่อง โครงการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อชุมชน [24] จึงส่งผลให้โครงการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อชุมชน จึงต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) ตาม พ.ร.บ.สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 และยังต้องจัดทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน (Health Impact Assessment: HIA) และนอกจากนี้ยังต้องจัดให้มีกระบวนการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน และผู้มีส่วนได้เสียตามหลักเกณฑ์และวิธีการในประกาศฯ รวมถึงการให้องค์การอิสระสิ่งแวดล้อมและสุขภาพให้ “ความเห็นประกอบ” ต่อโครงการหรือกิจกรรมนั้น เงื่อนไขเหล่านี้มีผลต่อการตรวจสอบและถ่วงดุลการใช้อำนาจรัฐในการตัดสินใจอนุมัติโครงการต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อชีวิตของประชาชนต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่จะให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการนโยบายสาธารณะมากขึ้น ป้องกันความขัดแย้ง และลดความไม่เป็นธรรมในสังคม

แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนี้ ยังไม่มีการจัดตั้งองค์การอิสระ[25] ก่อนที่จะดำเนินโครงการต่อไปได้ ทำให้การขออนุญาตตั้งโรงงานและขอส่งเสริมการลงทุนจำนวนมาก ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง แม้ว่ารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการ ผ่านความเห็นชอบแล้ว แต่รายงานผลกระทบต่อสุขภาพ (HIA) ยังไม่ผ่านและยังไม่มีความเห็นจากองค์กรอิสระ จึงต้องหยุดชะงัก ไม่อาจดำเนินการต่อไปได้ ซึ่งหมายความว่าในอนาคต

---

[24] (1). ให้โรงงานตามบัญชีท้ายประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เรื่อง กำหนดประเภทและขนาดของโครงการหรือกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชน ที่ต้องจัดทำ EIA ตามพ.ร.บ.สิ่งแวดล้อม 2535 เป็นโรงงานที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง.

(2). ก่อนพิจารณาคำขออนุญาตของโรงงานตามข้อ 1 ต้องจัดให้มีกระบวนการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน และผู้มีส่วนได้เสียก่อน โดยวิธีการให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติ และแนวทางในการจัดทำรายงาน EIA ออกตามมาตรา 46 และ 51 ของพ.ร.บ. สิ่งแวดล้อม 2535.

(3). ในการพิจารณาคำขออนุญาตโรงงานตามข้อ 1 ให้ผู้อนุญาตตาม พ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ. 2535 พิจารณาเฉพาะโรงงานที่ผ่านความเห็นชอบจาก คณะกรรมการผู้ชำนาญการตามมาตรา 49 ของพ.ร.บ. สิ่งแวดล้อม 2535 แล้วเท่านั้น.

[25] ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนองค์การเอกชนด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ และผู้แทนสถาบันอุดมศึกษาที่จัดการการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม หรือทรัพยากรธรรมชาติหรือด้านสุขภาพ ตามกฎหมาย เพื่อทำหน้าที่ให้ความเห็นต่อโครงการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างร้ายแรง.

หากมีการพัฒนาโครงการที่อาจส่งผลกระทบรุนแรง ก็ต้องผ่านการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ มีการจัดประชาพิจารณ์ และรับฟังความเห็นขององค์การอิสระ แต่นับแต่มีการประกาศใช้รัฐธรรมนูญฉบับปัจจุบัน องค์การอิสระที่ระบุไว้ในบทบัญญัติก็ยังไม่มีการจัดตั้งขึ้น หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินผลกระทบทางสุขภาพ รวมถึงระเบียบการรับฟังความคิดเห็นประชาชนก็ยังไม่ชัดเจน แม้ในรัฐธรรมนูญจะระบุว่า ต้องมีกฎหมายรองรับภายใน 1 ปี หลังจากที่รัฐบาลแถลงนโยบายต่อรัฐสภาก็ตาม ภาวะสุญญากาศเช่นนี้ ไม่เพียงแต่ชุมชนที่เสียผลประโยชน์ ฝ่ายผู้ประกอบการที่ต้องการลงทุน และภาครัฐในฐานะหน่วยงานอนุญาต ก็ย่อมไม่มีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน เจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญมาตรา 67 ที่ต้องการให้เกิดกลไกคลี่คลายความขัดแย้ง เกิดความเป็นธรรม และการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยคำนึงถึงการพัฒนาเศรษฐกิจควบคู่ไปกับสิ่งแวดล้อม ย่อมอาจกลายเป็นประเด็นที่นำไปสู่ความขัดแย้งขั้นรุนแรงได้

ข้อเสนอแนะในด้านนี้จึงจำเป็นต้องผลักดันกระบวนการดังกล่าวให้แล้วเสร็จโดยเร็ว โดยองค์กรอิสระที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องมีวิธีการได้มาโดยชอบด้วยกฎหมายและเป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วน ทั้งในแง่การทำงาน ความโปร่งใส คุณวุฒิ ประสบการณ์และความเที่ยงธรรม

8.4.3 ข้อเสนอแนะด้านมาตรการส่งเสริมและสนับสนุนเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก

การควบคุมและลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยความสมัครใจก็เป็นวิธีการสำคัญอันหนึ่งที่ภาครัฐจะช่วยส่งเสริมและให้การสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ลดการปล่อยของเสีย รวมถึงการปรับปรุงเทคโนโลยีและเทคนิคการผลิตเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกและของเสีย โดยอาจมีการจัดทำโครงการหรือโปรแกรมที่ชัดเจน ดำเนินการด้วยการเชิญภาคอุตสาหกรรมและสถานประกอบการเข้าร่วม มีการตั้งเป้าร่วมกันเพื่อลดปริมาณปริมาณก๊าซเรือนกระจกและของเสีย ท้ายสุดให้การยกย่อง มอบรางวัลแก่องค์กร หน่วยงาน สถานประกอบการที่ให้ความร่วมมือและดำเนินการได้ตาม

แม้ว่าความสมัครใจจะเกิดขึ้น แต่ก็ได้ชื่อว่าไม่ได้เกิดโดยอัตโนมัติ การส่งเสริมให้ภาคธุรกิจควบคุมปริมาณของเสียโดยสมัครใจ (Self-regulation) ซึ่งมาตรการลดปริมาณของเสียและลดก๊าซเรือนกระจก ควรและเป็นหน้าที่ของภาครัฐที่ต้องให้การสนับสนุน โดยภาครัฐอาจใช้มาตรการเพื่อจูงใจให้ผู้ก่อมลพิษเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตและพฤติกรรมด้วยความสมัครใจ (Voluntary agreement)

ปัจจัยเชิงสถาบันจึงถือเป็นปัจจัยหลักในการทำให้มาตรการดังกล่าวประสบความสำเร็จ กล่าวคือ การดำเนินงานของภาครัฐต้องเป็นการดำเนินงานเชิงรุก ด้วยการจัดให้มีหน่วยงานนำ (Leading organization) ที่จัดทำโครงการสาธิตและโครงการนำร่อง และการมีหน่วยงานตาม (Following organization) ตลอดจนมีการสรุปและถอดบทเรียนเพื่อให้เกิดการนำไปปรับใช้กับหน่วยงานอื่นๆ ซึ่งถือเป็นเงื่อนไขสำคัญสำคัญของการขับเคลื่อนในระดับนโยบาย

การดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกและของเสียจากกระบวนการผลิตที่เป็นไปด้วยความสมัครใจ ไม่ใช่เพียงแต่ความสมัครใจที่ไร้ทิศทาง แต่จำเป็นต้องเป็นความสมัครใจที่ทุกองค์กรหน่วยงานต่างก็ยินดีรับผิดชอบ ร่วมมือเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยการปฏิบัติต้องเน้นความเสมอภาคและดำเนินการเช่นเดียวกัน เพื่อมิให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบซึ่งกันและกัน หน้าที่ที่สำคัญของภาครัฐจึงควรโน้มน้าวพฤติกรรมของภาคเอกชนด้วยวิธีการที่เป็นธรรมและก่อประโยชน์สูงสุดต่อทุกฝ่าย เพื่อให้ภาคเอกชน ลดหรือปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกและของเสียจากกระบวนการผลิตอย่างชัดเจน มีแผนการดำเนินงานที่เป็นรูปธรรมควบคู่ไปกับการกำกับดูแลของภาครัฐว่ามีการดำเนินงานอย่างจริงจัง ผลการดำเนินงานควรได้รับการสนับสนุนด้วยการให้รางวัลและการได้รับการยกย่อง

ทั้งนี้ แนวทางในการรวบรวมข้อมูลก๊าซเรือนกระจกรายโรงงานเข้าสู่ระบบ National Registry เพื่อสนับสนุนการจัดทำ NAMAs สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

1. อาจมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบตามอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หากจำเป็นอาจมีการจัดตั้งหน่วยงานหรือคณะทำงานใหม่ เช่น หน่วยงานการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อทำหน้าที่เฉพาะในลำดับต่างๆ ต่อไป ซึ่งมีหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.1 องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) เนื่องด้วย อบก. มีภารกิจในการเป็นศูนย์กลางข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานการณ์ดำเนินงานด้านก๊าซเรือนกระจก เพื่อประกอบการตัดสินใจในเชิงนโยบายของประเทศ ในส่วนที่เกี่ยวกับนโยบายการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) และเป็นข้อมูลที่ให้บริการภาคเอกชนในการจัดทำโครงการลดก๊าซเรือนกระจก ในส่วนที่เกี่ยวกับข้อมูลฐาน (Baseline data)[26] จึงมีความเหมาะสมในการรับผิดชอบในการเป็นศูนย์กลางการบริหารจัดการเพื่อการรวบรวมและการประมวลผลการปลดปล่อยตั้งแต่เป็นศูนย์กลางในการกำหนดเกณฑ์การคำนวณที่เหมาะสม การตรวจสอบความถูกต้อง การจัดทำค่า Benchmark

[26] http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=31

ตลอดจน Baseline ร่วมกับกระทรวงพลังงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย ผู้เชี่ยวชาญและตัวแทนภาคอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ นอกจากนี้ ควรเป็นหน่วยงานหลักในการกำหนดเป้าหมายการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีความเป็นไปได้สำหรับทุกภาคส่วน

1.2 กระทรวงพลังงาน รับผิดชอบในการรวบรวม ตรวจความถูกต้องของข้อมูลดิบและค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกภาคส่วนในความรับผิดชอบโดยเฉพาะภาคการผลิตพลังงานขั้นต้นเช่น การผลิตไฟฟ้าและการใช้พลังงานในขั้นสุดท้าย เช่น บ้านอยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ ศูนย์การค้าและสถานที่ราชการ เป็นต้น ให้เป็นไปตามเกณฑ์การคำนวณที่กำหนดขึ้น พร้อมทั้งประสานข้อมูลดังกล่าวต่อ อบก.

1.3 กรมโรงงานอุตสาหกรรม รับผิดชอบในการรวบรวมและประมวลผลข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตในความรับผิดชอบ ให้เป็นไปตามเกณฑ์การคำนวณที่กำหนดขึ้น พร้อมทั้งประสานข้อมูลดังกล่าวต่อ อบก.

1.4 สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย เป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย ซึ่งการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ตลอดจนการประสานงานและร่วมมือทางด้านนโยบายกับหน่วยงานภาครัฐ เป็นพันธกิจที่สำคัญขององค์กร[27] จึงควรรับผิดชอบเป็นหน่วยงานหลักในการกำหนดเกณฑ์การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กที่เหมาะสม รวมทั้งร่วมตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลดิบและข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมโดยกระทรวงพลังงานและกรมโรงงานอุตสาหกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคของสถาบันเหล็กฯ ต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญหลักร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานอื่นๆ ในการจัดทำค่า Benchmark ค่า Baseline และกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ เงื่อนไขของเวลา และความเป็นไปได้ทางการลงทุน

2. ระดมสมองผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องทั้งจากภาครัฐ เอกชน องค์กรวิชาการและวิชาชีพตลอดจนตัวแทนผู้ผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมเหล็ก เพื่อวิเคราะห์และกำหนดเกณฑ์การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำค่า Benchmark และ Baseline รวมทั้งการกำหนดเป้าหลาย

[27] http://www.isit.or.th/modules.php?mod=core&file=content&id=20&core_id=20

การลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า และภาคส่วนต่างๆ ของประเทศไทย ทั้งนี้ การรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนค่าการประเมินต่างๆ ควรแยกเป็นรายกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการหลอมเหล็ก กระบวนการอบเหล็ก กระบวนการรีดร้อน เป็นต้น

3. จัดสัมมนาเพื่อประชาสัมพันธ์ถึงเหตุผลและความจำเป็น และถ่ายทอดวิธีการคำนวณ แก่ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าทั่วประเทศ ทั้งนี้ควรมีการเสนอแนะแนวทางการลดการปลดปล่อยและการประหยัดพลังงานควบคู่ไปด้วย

8.4.4 ข้อเสนอแนะด้านการกำกับดูแลมลพิษ ณ จุดกำเนิด (Pollution regulation at source)

เป้าหมาย ยิ่งโดยเฉพาะการทำงานของภาครัฐในฐานะผู้บังคับใช้กฎหมายและผลักดันนโยบาย จึงควรมีรูปแบบการทำงานที่บูรณาการระหว่างราชการส่วนกลาง ราชการส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่น ตลอดจนคำนึงถึงภาคีที่เกี่ยวข้องอื่นๆด้วยโดยเฉพาะบทบาทขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งเป็นองค์กรที่มีความสำคัญในการบริหารงานต่างๆเป็นหน่วยงานขั้นพื้นฐานที่เป็นแหล่งผลิตและแหล่งกำเนิดมลพิษ

ปัญหาสำคัญของการดำเนินนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกและการลดมลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ปัจจุบันเน้นไปที่บทบาทขององค์กรขนาดใหญ่ระดับชาติ ซึ่งเป็นการดำเนินงานตามแผนงานหรือแนวนโยบายในภาพรวมของประเทศ ซึ่งในแง่หนึ่งแล้วถือเป็นข้อดีที่หลายภาคส่วนให้ความสำคัญและร่วมกันผลักดันเพื่อให้มีองค์กรระดับชาติเพื่อเข้ามาแก้ไขแรละบรรเทาปัญหา แต่ขณะเดียวกันกลับไม่ได้ให้ความสำคัญกับแนวคิดเรื่องการควบคุมและกำกับดูแลมลพิษ ณ จุดกำเนิดมากนัก การดำเนินการตามแนวคิดดังกล่าวก็เป็นเพียงการดำเนินการด้านเทคนิค เช่น การจัดให้มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจกในแหล่งกำเนิดเท่านั้น ซึ่งในแง่หนึ่งแล้วก็ช่วยลดปัญหามลพิษได้บ้าง แต่ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเท่าที่ผ่านมา ส่วนหนึ่งมาจากการขาดความเข้าใจทั้งในระดับการทำงานของหน่วยงานภาครัฐด้วยกันเองรวมถึงระดับหน่วยงานภาครัฐกับภาคเอกชน ดังนั้นเงื่อนไขในการลดก๊าซเรือนกระจกให้ประสบความสำเร็จนั้นจึงมิใช่แค่เพียงการกำกับดูแลภาคอุตสาหกรรมจากองค์กรระดับชาติเท่านั้น ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยทั้งในเชิงสถาบันและปัจจัยในเชิง

นโยบายด้วย จึงจำเป็นต้องผลักดันด้านนโยบายให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีบทบาทหน้าที่ในการกำกับดูแลมลพิษ ณ จุดกำเนิดมากขึ้น โดยอาจดำเนินการมอบอำนาจจากราชการส่วนกลางเดิมให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่นำร่อง[28] พร้อมด้วยการพัฒนาองค์ความรู้และขีดความสามารถขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพิ่มความสามารถในการกำกับดูแลคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental monitoring) จากแหล่งกำเนิด

แม้ว่าการจัดทำภารกิจด้านกำกับ ติดตามและเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อมจากแหล่งกำเนิด (Ambient monitoring) จะไม่สอดคล้องกับแรงจูงใจกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และอาจไม่สอดคล้องกับความเชี่ยวชาญและความชำนาญขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมากนัก แต่ก็ยังถือว่าได้เปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่ได้มีบทบาทในการดูแลและรักษาสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ของตนเอง ทำให้รู้เท่าทันสถานการณ์เพื่อประสานงานต่อไปยังองค์กรหรือหน่วยงานที่เชี่ยวชาญกว่าเพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุและปัญหาที่ซับซ้อนกว่าได้ เป็นการทำงานที่บูรณาการต่อเนื่องตั้งแต่หน่วยงานระดับท้องถิ่นไปจนถึงหน่วยงานระดับชาติ สร้างการมีส่วนร่วมจากประชาชนตั้งแต่ระดับพื้นที่ไปจนถึงภาคประชาชนในภาพรวมของประเทศ

8.4.5 ข้อเสนอแนะด้านกระบวนการส่งเสริมการลงทุน

นโยบายการส่งเสริมการลงทุนที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของไทย ไม่ได้ระบุอย่างชัดเจนถึงการจัดหาพื้นที่และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับอุตสาหกรรม ในการกำหนดหลักเกณฑ์เบื้องต้นของอุตสาหกรรมมีลักษณะกว้างๆ ทั้ง การใช้เทคโนโลยี กำลังการผลิต การวิจัยและการพัฒนา การระมัดระวังเรื่องสิ่งแวดล้อม การมีความรับผิดชอบต่อสังคม ชุมชน กากของเสีย ไม่มีการระบุชัดเจนหรือเป็นหลักปฏิบัติที่สามารถเข้าใจได้ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความซับซ้อนของปัญหา มีการกำหนดแต่เพียงการให้มีสิทธิพิเศษของการส่งเสริมการลงทุนสูงสุด และบริษัทที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจะต้องดำเนินการจัดหาพื้นที่และโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นเอง และโดยอุตสาหกรรมนี้

[28] หากพิจารณาตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 จะเห็นได้ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ได้ให้ความสำคัญของ เจ้าพนักงานสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น ที่ทำหน้าที่รับรายงานบันทึกข้อมูลประจำวันของแหล่งกำเนิดของเสียทุกเดือน แต่อย่างไรก็ตามมิได้มีการบังคับใช้ (lack of enforcement) เนื่องจากกรมควบคุมมลพิษมิได้ออกระเบียบเพิ่มเติมว่าสถานประกอบการขนาดใด ของเสียประเภทใดที่จะต้องจัดทำรายงาน.

ต้องการพื้นที่ขนาดใหญ่ประมาณโรงงานละ 5,000 ไร่ ใกล้ชายทะเลที่มีร่องน้ำลึกประมาณ 20 เมตร สำหรับก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก ต้องมีแหล่งน้ำพอเพียงสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งลักษณะพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีความเฉพาะเจาะจง และอาจเกิดผลกระทบต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยว สิ่งแวดล้อม สังคมและวิถีชีวิตของชุมชน ดังนั้น ภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการเตรียมพื้นที่รองรับและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น เพื่อให้สามารถผลักดันการพัฒนาอุตสาหกรรมพร้อมทั้งสามารถควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้ พร้อมทั้งกำหนดสิทธิประโยชน์ในการส่งเสริมการลงทุนให้เหมาะสม ซึ่งข้อดีของโครงสร้างภาษีที่เป็นอยู่ ถือว่ามีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมการลงทุน คือ ไม่มีการเก็บภาษีนำเข้าวัตถุดิบสำหรับผลิตเหล็กขั้นต้น และเก็บภาษีเหล็กกลางน้ำและปลายน้ำบางชนิดในอัตราที่ต่ำมากเพียงไม่เกินร้อยละ 5 สำหรับภาษีมูลค่าเพิ่มเก็บในอัตราร้อยละ 7 ซึ่งผู้ประกอบการสามารถขอคืนภาษีได้ หากนำไปผลิตสินค้าต่อเนื่องและประเทศสมาชิกส่วนใหญ่มีการเก็บภาษีนำเข้าสำหรับภาษีเหล็กกลางน้ำบางรายการเพียงร้อยละ 3-5 และไม่เก็บภาษีนำเข้าวัตถุดิบ เช่นเดียวกัน

และเพื่อให้การพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมเหล็กเป็นไปอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องส่งเสริมให้มีการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมาใช้ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการปฏิบัติตามข้อตกลงในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อทดแทนกระบวนการผลิตที่ล้าสมัย ซึ่งอาจหมายถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศ ซึ่งในระยะยาวจำเป็นต้องส่งเสริมกระบวนการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต การกำหนดเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการส่งเสริมการลงทุน เพื่อควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้น ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเหล็กขั้นต้นควบคู่กับเทคโนโลยีการควบคุมระบบการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมจนอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมการปล่อยมลพิษไม่เกินกว่ามาตรฐานสากล ซึ่งจะต้องมีการกำหนดเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการส่งเสริมการลงทุน โดยจะต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีพร้อมใช้ในการทำงานจริง (Best available technology-BAT: Commercial practice) รวมทั้งต้องมีการทำความเข้าใจกับประชาชนและสาธารณะในวงกว้างจึงจะทำให้เกิดการพัฒนาที่ไม่ถูกต่อต้านและยั่งยืน

บทที่ 9
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

9.1 บทสรุป

จากข้อมูลที่ทางคณะวิจัยได้ทำการทบทวนเอกสารหนังสือ สัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญทั้งหลาย คำนวณและวิเคราะห์ผล มาตั้งแต่บทที่ 1 จนถึงบทที่ 8 ภายใต้หัวข้องานวิจัยนี้ เรื่องการเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทยนั้น ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอสรุปประเด็นสำคัญต่างๆดังต่อไปนี้

1.) ขั้นตอนการผลิต: อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในโลกอาจจะแบ่งได้เป็นสามระยะหลักๆตามลำดับการผลิตของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือขั้นตอนของการผลิตเหล็กจากแร่เหล็กซึ่งก็คือการดึงออกซิเจนออกจากแร่เหล็กออกไซด์ในรูปแบบต่างๆ ขั้นตอนของการผลิตเหล็กกล้าซึ่งก็คือการปรับปรุงเหล็กให้มีปริมาณคาร์บอนหรือสิ่งปนเปื้อนต่างๆที่ลดลงและเติมสารเพื่อเพิ่มและปรับปรุงลักษณะสมบัติของเหล็กกล้าลงไป ซึ่งในขั้นตอนนี้จะได้ผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าในรูปกึ่งสำเร็จรูปออกมา เช่น เหล็กแท่งใหญ่ เหล็กแท่งยาว ฯลฯ ในตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนนี้ อาจจะแบ่งได้เป็นสองเส้นทางหลักๆก็คือ BF-BOF และ Scrap-EAF โดยกระบวนการถลุงแบบ OHF (Open hearth furnace) ซึ่งเป็นกระบวนการเก่ามีเหลืออยู่น้อยมาก และขั้นตอนสุดท้ายก็คือการขึ้นรูปเหล็กกล้า อันได้แก่ การรีดร้อน การรีดเย็น การทำ Surface treatment แบบต่างๆ โดยแต่ละระยะในสามขั้นตอนหลักนี้ ก็จะมีการใช้วัสดุและพลังงานและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมา โดยจะมีกระบวนการลดการปลดปล่อยที่เป็นที่นิยมใช้ที่แตกต่างกัน

2.) เทคโนโลยีการผลิต: การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการใช้พลังงาน ก๊าซเรือนกระจกหลักจากอุตสาหกรรมเหล็กส่วนใหญ่คือก๊าซ CO_2 และอาจจะจำแนกที่มาได้จากสามแหล่งหลักๆ กล่าวคือจากปฏิกิริยาเคมีของวัตถุดิบประเภทต่างๆ (Process emission) อันได้แก่ คาร์บอนในวัตถุดิบ ฟลักซ์ คาร์บอนในขั้วอิเล็กโทรด เป็นต้น; จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ณ กระบวนการผลิต; และจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตนอกโรงงานซึ่งได้มาจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลอีกเช่นกัน โดยอาจจะถือได้ว่าเป็นการปลดปล่อยโดยอ้อมก็ได้ หากใช้กระบวนการ BF-BOF (Blast furnace-Basic oxygen furnace) จะมีการปลดปล่อย

ก๊าซ CO_2 ออกมาจากกระบวนการผลิตถ่านโค้ก การทำ Sinter การถลุงใน Blast furnace และกระบวนการใน Basic oxygen furnace และพบว่าค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ของการผลิตเหล็กกล้าของ IPCC จากเส้นทางนี้จะอยู่ที่ 1.6 ตันต่อตันผลิตภัณฑ์ หากใช้เส้นทางของ EAF (Electrical arc furnace) จะเริ่มต้นจากเศษเหล็กและใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลัก การปลดปล่อยจะพบมากที่โรงงานผลิตไฟฟ้า ดังนั้น การปลดปล่อยโดยตรงที่เกิดขึ้นที่โรงงานเหล็กจะเหลือค่อนข้างต่ำประมาณ 80-120 kg. ต่อตันผลิตภัณฑ์เท่านั้น ในภาพรวมพบว่าค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผู้ผลิตเหล็กในโลกจะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 ตัน CO_2 /ton crude steel โดยค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยของโลกที่คิดถ่วงน้ำหนักปริมาณผลิตภัณฑ์จากเส้นทางหลักๆอันได้แก่ BF-BOF, OHF และ EAF ไว้แล้วและเป็นค่าที่รวม Process emission และ Energy use ภายในโรงงาน

3.) อุตสาหกรรมเหล็กโลก: ในปี 2004 มีการผลิตเหล็กกล้ารวมกันถึง 1,129.36 ล้านตัน หากพิจารณาเป็นรายประเทศ พบว่าประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการผลิตเหล็กสูงสุดถึงปีละประมาณ 422 ล้านตัน (Production share = 33.8%) และมีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ออกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสูงสุดในโลกโดยมีการปลดปล่อยถึงประมาณ 900 ล้านตันในปี 2006 โดยญี่ปุ่นผลิตเหล็กกล้าเป็นอันดับสองของโลก (Production share = 9.3%) คือผลิตประมาณ 116 ล้านตันในปี 2006 และมีการปล่อยก๊าซ CO_2 ออกเป็นลำดับที่สองคือประมาณ 193 ล้านตันในปี 2007 นอกจากนี้พบอีกว่า มากกว่า 90% ของการปลดปล่อยของอุตสาหกรรมเหล็กมาจาก 9 ประเทศและภูมิภาค ดังนี้ คือ จีน ญี่ปุ่น บราซิล EU-27 อินเดีย เกาหลี รัสเซีย ยูเครน และอเมริกา อย่างไรก็ดีค่าการปลดปล่อยต่อตันผลิตภัณฑ์จะมีความแปรปรวนมากโดยทั้งนี้จะขึ้นกับปัจจัยหลายประเภท เช่น เทคโนโลยีการผลิต เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน ประเภทและความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ ชนิดของพลังงานที่ใช้โดยตรงและพลังงานที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ในประเทศจีนที่มีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 มาก พบว่ามีแหล่งพลังงานหลักมาจากถ่านหิน ซึ่งมีค่าความร้อนไม่มากและมีค่าคาร์บอนต่อหน่วยความร้อนที่สูง ประกอบกับโรงงานในจีนยังมีความแตกต่างกันมากทั้งขนาด เทคโนโลยีการผลิตและการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้รวมกันจึงส่งผลให้ค่าการปลดปล่อยเฉลี่ยของจีนสูงถึง 2.1 ตัน CO_2 /ton crude steel อย่างไรก็ดีรัฐบาลจีนได้มีการออกกฎระเบียบเพื่อปิดหรือปรับปรุงโรงงานเหล็กเก่าๆเหล่านี้อยู่ เพื่อลดแรงต่อต้านจากประเทศอื่นๆ

4.) อุตสาหกรรมเหล็กไทย: ในปี 2550 ไทยมีการนำเข้าเหล็กปริมาณสุทธิสูงเป็นอันดับสองของโลกคือประมาณ 10 ล้านตัน ในปี 2552 การนำเข้าลดลงเหลือ 7 ล้านตัน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมหลักที่เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องด้วย อันได้แก่ อุตสาหกรรมก่อสร้าง ยานยนต์ และ

ไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เป็นต้น โดยการนำเข้านี้จะมีการนำเข้าวัตถุดิบเพื่อทุกระดับของการผลิตเหล็กที่มีอยู่ในประเทศหรือเพื่ออุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่นการนำเข้าเศษเหล็กมาผลิตเหล็กกล้าโดยเตา EAF การนำเข้าเหล็กแผ่นแบน (Slab) มาผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน หรือแม้แต่การนำเหล็กแผ่นเคลือบเข้ามาผลิตยานยนต์ กำลังการผลิตเหล็กกล้าของไทยส่วนใหญ่จะมาจากระบบ EAF และมีกำลังการผลิตอยู่ที่ประมาณ 8-9 ล้านตันต่อปี การนำเข้าเหล็กทำให้ผู้ผลิตในประเทศมีข้อเสียเปรียบในเรื่องราคาและความแปรปรวนของต้นทุนเนื่องจากการผลิตเหล็กมีต้นทุนส่วนใหญ่อยู่ที่วัสดุ และยิ่งขึ้นต้นน้ำความแปรปรวนของราคาต้นทุนก็ยิ่งต่ำลง และการที่ไม่มีเหล็กต้นน้ำยังทำให้ไทยไม่สามารถมีเทคโนโลยีในการผลิตเหล็กคุณภาพสูงที่ใช้กับงานยานยนต์หรือไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ได้ ทำให้การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ส่งออกเป็นไปได้ยาก ผู้ประกอบการบางส่วนจึงต้องการให้มีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในประเทศ แรงจูงใจอีกประการหนึ่งก็คือความต้องการเหล็กในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะเติบโตต่อไปอีกเนื่องจากยังมีโครงการก่อสร้างอีกมากที่ต้องการเหล็ก เช่น รถไฟฟ้า รถไฟความเร็วสูง สะพาน ถนน และโครงการอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ทั้งนี้ยังไม่รวมการผลิตรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อการส่งออกอีก ทั้งนี้อัตราการบริโภคเหล็กของไทยยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำคือประมาณ 228 kg ต่อหัวประชากรต่อปีเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของยุโรปที่ 450 kg ต่อหัวประชากรต่อปี

5.) ตัวชี้วัด: พบว่าตัวชี้วัดที่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กในระดับนานาชาติก็คือค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเมื่อนำมาใช้จะไม่กระทบกระเทือนต่อปริมาณการผลิต ข้อควรระวังก็คือการหาและการเลือกค่าตัวชี้วัด การหาค่าการปลดปล่อยจำเป็นต้องมีการให้นิยามของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายหรือไม่ ขอบเขต (Boundary) ของการคำนวณต้องมีความชัดเจนว่าเป็นการนับการปลดปล่อยสะสมหรือแยกเป็นการปลดปล่อยของแต่ละกระบวนการ และการรายงานผลจะใช้หลักเกณฑ์ของหน่วยงานใด เช่น IPCC, WRI, หรือ Worldsteel ฯลฯ เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีการกำหนดขอบเขตที่แตกต่างกันออกไป เช่นในแนวทางของ IPCC จะแยกรายงานการปลดปล่อยจากการเผาไหม้ไว้ในภาคพลังงาน ในส่วนของภาคอุตสาหกรรมจะรายงานเพียงการปลดปล่อยจาก Process emission เท่านั้น ในขั้นตอนสุดท้ายที่ละเอียดที่สุดของการหาค่าการปลดปล่อยก็คือการหาค่า Emission factor โดยการวัดจริงจากกระบวนการซึ่งต้องใช้เวลาและทรัพยากรค่อนข้างมาก เมื่อได้ค่าการปลดปล่อยแล้วจะต้องนำมาเรียงลำดับกันเพื่อการเลือกค่าตัวชี้วัด การเลือกค่าตัวชี้วัดจะต้องทำอย่างระมัดระวังว่าจะใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่า Benchmark ของค่าที่ดีที่สุดสิบลำดับแรก การกำหนดค่า Benchmark นี้อาจจะกลายไปเป็น

เป้าหมายของการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ อย่างไรก็ตามการกำหนดค่าเป้าหมายนี้ควรพิจารณาในเรื่องของความพร้อมและศักยภาพการลดของภาคอุตสาหกรรมควบคู่ไปกับเรื่องของการกำหนดเป้าหมายในการลดด้วย

6.) การปลดปล่อยของอุตสาหกรรมเหล็กไทย: เนื่องจากอุตสาหกรรมเหล็กของไทยอยู่ในระดับของกลางน้ำและปลายน้ำ ทำให้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทยมาจากการปลดปล่อยโดยอ้อมจากการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการปลดปล่อยโดยตรง โดยพลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนถึง 59.26% ของการปลดปล่อยทั้งหมด จากการคำนวณพบว่าค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของเหล็กทรงแบนเท่ากับ 261.22 kg CO_2 equivalent/ตัน และของเหล็กทรงยาวเท่ากับ 408.26 kg CO_2 equivalent/ตัน และค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เหล็กรวมของประเทศไทยในปี 2551 เท่ากับ 321.66 kg CO_2 equivalent/ตัน หากมองในภาพของการปลดปล่อยทั้งหมด พบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กในประเทศในปี 2551 มี ค่าประมาณ 2,822,345 ตัน CO_2 equivalent โดยจำแนกเป็นการปลดปล่อยจากเหล็กทรงแบน เท่ากับ 1,349,929.65 ตัน CO_2 equivalent หรือประมาณ 48% ของการปลดปล่อยทั้งหมด และเป็นการปลดปล่อยจากเหล็กทรงยาว เท่ากับ 1,472,415.73 ตัน CO_2 equivalent หรือประมาณ 52% ของการปลดปล่อยทั้งหมด จากการประมาณการณ์ของการปลดปล่อยตั้งแต่ปี 2553-2563 โดยใช้สามสถานการณ์พบว่า ในสถานการณ์แรกที่ไม่มีเหล็กต้นน้ำ จะมีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากปี 2553 เท่ากับ 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent เป็น 6.25 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 ในสถานการณ์การที่สอง ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีที่ดีที่กำลังการผลิตสูงสุด 4.3 ล้านตันต่อปี พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 13.18 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 และในสถานการณ์การที่สาม ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 4.19 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2553 เป็น 15.54 ล้านตัน CO_2 equivalent ในปี 2563 ปริมาณการปลดปล่อยระดับนี้ถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับญี่ปุ่นในปี 2550(193 ล้านตัน CO_2) ค่าความไม่แน่นอนของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประเมินนี้มีค่าประมาณ ± 30.41% จากกรรมวิธีประเมินความไม่แน่นอนของ IPCC ในปี 2006

7.) ศักยภาพการลดและเทคโนโลยี: ในสภาพการณ์ปัจจุบันและในสถานการณ์ที่ไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ การใช้เชื้อเพลิงทั้งชนิดและปริมาณในภาคส่วนของการผลิตไฟฟ้าจะมีผลมากต่อการลด

การปลดปล่อย แต่หากมีการลดการปลดปล่อยในภาคส่วนนี้ก็มักจะมีการนับเป็นการลดในภาคส่วนของการผลิตไฟฟ้าเองไม่เกี่ยวกับภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นเมื่อต้องการจะลดในภาคส่วนของอุตสาหกรรมเหล็กเอง พบว่าควรจะพิจารณาในเรื่องของการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงและการประหยัดพลังงานในโรงงานเอง โดยจากข้อมูลพบว่า มีการใช้น้ำมันเตาในสัดส่วนที่สูงถึง 45% ในอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศ และน้ำมันเตามีค่าคาร์บอนอยู่ค่อนข้างสูงคืออยู่ที่ 21.1 kg C/GJ ดังนั้นหากมีการแทนที่น้ำมันเตาด้วยก๊าซธรรมชาติ พบว่าจะสามารถลดการปลดปล่อยลงได้ถึง 4.17 % ของการปลดปล่อยในปี 2553 และ 2563 และหากมีการแทนที่เชื้อเพลิงทุกชนิดด้วยก๊าซธรรมชาติ จะสามารถลดการปลดปล่อยลงได้ถึง 5.17% ซึ่งเมื่อบวกรวมผลจากมาตรการประหยัดพลังงานอย่างง่ายจะทำให้สามารถลดลงรวมได้ถึงประมาณ 6% จาก BAU

ในสถานการณ์การที่สอง ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีที่ดีที่กำลังการผลิตสูงสุด 4.3 ล้านตันต่อปีนั้น พบว่าการลดเพิ่มเติมจะเกิดได้จากการปรับปรุง Blast furnace การใช้ Plastic waste ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้ระบบ Carbon capture and storage-CCS โดยจะลดได้สูงสุดถึง 29-31% ของ BAU โดยประสิทธิภาพในการลดหลักจะมาจากระบบ CCS นั่นเอง และในสถานการณ์ที่สาม ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางนั้น พบว่าการลดเพิ่มเติมจะสามารถเกิดได้จากการใช้ระบบ PCI, CDQ และ TRT อย่างไรก็ดีการลดการปลดปล่อยจะทำได้ไม่มากนักโดยอยู่ที่ประมาณไม่เกิน 5% จาก BAU

8.) ต้นทุนการลดการปลดปล่อย: เนื่องจากงานวิจัยมีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูลด้านการเงินจากโรงงาน จึงได้ทำการประมาณต้นทุนจากข้อมูลต่างประเทศ ในกรณีของการไม่มีเหล็กต้นน้ำ พบว่ามาตรการสำคัญในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากจะมาจาก การใช้ก๊าซธรรมชาติทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลแบบต่างๆ การบำรุงรักษาที่ดี และการจัดการระบบพลังงาน โดยมีค่าต้นทุนประมาณ 279-578, 29, และ -1,666-1,666 บาทต่อตัน CO_2 ตามลำดับโดยค่าติดลบหมายถึงผลที่ได้ในด้านการประหยัดพลังงานด้วย สำหรับในสถานการณ์การที่สองที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีที่ดีนั้น เทคโนโลยีหลักในการลดการปลดปล่อยก็คือ การปรับปรุง Blast furnace การใช้ Plastic waste ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้ระบบ Carbon capture and storage-CCS โดยมีค่าต้นทุนประมาณ -1,331-1,331, 0 - 1,331, และ 1,065 -1,597 บาทต่อตัน CO_2 ตามลำดับ และในสถานการณ์ที่สาม ที่ไทยมีเหล็กต้นน้ำ 1 โรงโดยใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางนั้น พบว่าการลดเพิ่มเติมจะเกิดได้จากการใช้ระบบ PCI, TRT และ CDQ โดยมีค่าต้นทุนประมาณ -1,358, 4,769, และ 1,301 บาทต่อตัน CO_2 ตามลำดับ

9.) นโยบายและมาตรการภาครัฐ : ประเทศต่างๆในโลกจะมีมาตรการอย่างน้อยที่สุดที่ครอบคลุมด้านการส่งเสริม มาตรการควบคุมมลพิษ และมาตรการระวังผลกระทบต่อชุมชนและภาคประชาสังคมจากภาคอุตสาหกรรม ประเทศจีนในฐานะของผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่สุดของโลกพบว่ายังมีปัญหาเรื่องมลพิษอยู่ค่อนข้างมาก สาเหตุหลักอาจจะเนื่องมาจากการบังคับใช้กฎหมายที่หมายรวมถึงเรื่องการเฝ้าระวังด้วย ที่ยังไม่เข้มงวดเพียงพอและค่าธรรมเนียมในการปล่อยมลพิษที่ยังอยู่ในระดับต่ำและไม่จูงใจให้เกิดการลดมลพิษ หากพิจารณาในด้านการส่งเสริมการลงทุน พบว่าประเทศส่วนใหญ่ที่ได้ทำการทบทวนข้อมูลมานั้น เช่น เกาหลีใต้ จีน และญี่ปุ่น รัฐบาลจะเป็นผู้ลงทุนด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น ไฟฟ้าที่ดิน ท่าเรือน้ำลึก ฯลฯ ให้กับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ในประเทศไทยเองมาตรการต่างๆจะเริ่มตั้งแต่ระดับของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย ระเบียบสำนักนายกเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2550 กฎหมายที่เกี่ยวกับเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม และระเบียบต่างๆที่ว่าด้วยการส่งเสริมการลงทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทางคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้มีประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/2553 เรื่อง การส่งเสริมการลงทุนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยพยายามที่จะส่งเสริมการลงทุนเพื่อการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน หรือการลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม การขยายความในรายละเอียดที่จะทำการส่งเสริมการลงทุนที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั้งด้านการลดหย่อนหรือการงดเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร ภาษีเงินได้นิติบุคคลและอากรขาเข้าสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กทั้งต้น กลางและปลายน้ำได้มีการระบุไว้ในประกาศของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่อง นโยบายส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กขั้นต้น

โดยมาตรการที่จำเป็นเร่งด่วนในเพื่อการกำหนดเป้าหมายและเพิ่มศักยภาพการลด ได้แก่ การมอบหมายงานที่ชัดเจนให้กับองค์กรที่เกี่ยวข้อง การรวบรวมข้อมูลและกรรมวิธีเพื่อทำ National registry การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง การเพิ่มในเรื่องของ BAT ที่มีการใช้แล้วเพื่อลดการปลดปล่อยในเงื่อนไขการส่งเสริมการลงทุนและข้อพิจารณาสนับสนุนในเชิงการเงินและเทคโนโลยีให้กับภาคการผลิต

9.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานวิจัยเรื่องการเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย ตลอดระยะเวลา 1 ปี ทางคณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.) ควรมีการจัดทำแนวทางการเก็บข้อมูลและการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ชัดเจนให้กับภาคอุตสาหกรรม โดยทำให้เกิดความชัดเจนในด้านของนิยามของผลิตภัณฑ์ ขอบเขตการคำนวณ และค่า Emission factor ที่สามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมและต้องสามารถตรวจสอบได้ การประเมินค่าการปลดปล่อยและศักยภาพการลดในรายงานฉบับนี้อาจจะถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของกรรมวิธีและยังสามารถปรับปรุงได้อีกหากมีข้อมูลมากกว่านี้

2.) ควรมีการอบรมให้ภาคอุตสาหกรรมเหล็ก เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความจำเป็นและแรงกดดันต่างๆที่เกี่ยวกับการคำนวณหาค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนการนำค่าไปใช้ในการเจรจาระหว่างประเทศ

3.) ควรมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลของประเทศ และทำหน้าที่คัดเลือกค่าที่เหมาะสมเพื่อเป็นค่า Benchmark ต่อไป โดยค่า Benchmark นี้อาจจะกลายเป็นเป้าหมายการลดก็ได้ โดยหน่วยงานนี้จะต้องสามารถที่จะเข้าใจถึงขีดความสามารถการลดปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมเหล็ก โดยการคำนึงถึงความเป็นไปได้ทั้งทางเทคโนโลยีและทางต้นทุน นอกจากนี้หน่วยงานนี้ควรได้รับความไว้ใจและสามารถติดต่อสื่อสารกับภาคอุตสาหกรรมได้ดีอีกด้วย

4.) การกำหนดเป้าหมายการลดควรจะต้องมีการประสานข้อมูลกันอย่างใกล้ชิดทั้งจากภาครัฐและเอกชนเพื่อผลประโยชน์โดยรวมของประเทศ

5.) การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจจะทำได้มากกว่าที่มีประมาณการณ์ไว้ในงานวิจัยนี้ แต่จะต้องมีการสนับสนุนทางเทคโนโลยี บุคคลากรผู้ชำนาญการ และเงินทุน โดยทรัพยากรเหล่านี้อาจจะมาจากภาครัฐหรือต่างประเทศก็ได้

6.) หากอุตสาหกรรมเหล็กไม่สามารถจะลดการปลดปล่อยหรือสามารถลดได้ด้วยต้นทุนที่สูง ภาคอุตสาหกรรมอาจจะริเริ่มการไปซื้อเครดิตการปลดปล่อยจากภาคส่วนอื่นๆที่ลดได้ เช่น ภาคป่าไม้ โดยถือว่าเป็นการสนับสนุนผู้ที่ทำการลดได้ดี

7.) แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยที่จะมีหรือไม่มีเหล็กต้นน้ำควรมีการหารือร่วมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “รายงานพลังงานของประเทศไทย”. กรุงเทพมหานคร, 2552.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย”. กรุงเทพมหานคร, 2552.

[3] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เรื่อง “กำหนดประเภท ขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ”. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553.

[4] กระทรวงอุตสาหกรรม. เรื่อง “โครงการหรือกิจกรรมเกี่ยวกับการอุตสาหกรรมที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ และสุขภาพ”. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. 2552.

[5] กอบกุล รายะนาคร. “เครื่องทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม”. Policy Brief โดยแผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนานโยบายสาธารณะที่ดี, ตุลาคม 2552.

[6] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “รายงานสิ่งแวดล้อม 2551” [online]. Available from: http://projects-pdp2010.egat.co.th/projects1/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=36&Itemid=56 [2010, February 6].

[7] กิตติพงศ์ อัศดรวิเศษ. “การใช้พลังงานกับอุตสาหกรรมเหล็ก”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] คณะรัฐมนตรี. “บันทึกหลักการและเหตุผล ประกอบร่างพระราชบัญญัติมาตรการการคลังเพื่อสิ่งแวดล้อม พ.ศ.....”. 12 ตุลาคม 2553.

[9] ธีรวุธ ตันนุกิจ. “การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรมเหล็กหลังวิกฤต”. รายงานวิชาการ, สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2547.

[10] นิรมล สุธรรมกิจ. “กลไกในการควบคุมก๊าซเรือนกระจกหลัง ค.ศ. 2012”. เอกสารประกอบการบรรยาย, Climate Change Update: Thailand, 17 มีนาคม 2552.

[11] นิรมล สุธรรมกิจ, ศุภวัฒน์ สุขะปรเมษฐ และศรัณย์ ประวิตะรางกูร. “ ตลาดคาร์บอนในต่างประเทศ”. ศูนย์บริการวิชาการเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2552.

[12] บริษัท แปซิฟิก ไพพ์ จำกัด (มหาชน). “ประเภทกิจการและลักษณะการดำเนินงาน” [online]. Available from: http://www.thaivi.com/webboard/viewtopic.php?t=23330 [2010, February 6].

[13] บริษัท ราชสีมา ผลิตเหล็ก จำกัด. “ผลิตภัณฑ์เหล็กเส้น เหล็กลวด” [online]. Available from: http://www.ratchasimasteel.co.th/t_steel_bar.asp [2010, February 6].

[14] ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 1/2543 เรื่องนโยบายและหลักเกณฑ์การส่งเสริมการลงทุน.

[15] ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 2/ 2548 เรื่องนโยบายส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กขั้นต้น

[16] ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ ป.10/2543 เรื่องเงื่อนไขของกิจการเขตอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป และกิจการเขตอุตสาหกรรม.

[17] ประชาชาติธุรกิจ. ปีที่ 34 ฉบับที่ 4277, 6 มกราคม 2554.

[18] ผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. การสัมภาษณ์และแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลปี 2551, 29 มิถุนายน 2553.

[19] แผนกสารสนเทศกลาง สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “อุตสาหกรรมเหล็กโลกและอุตสาหกรรมเหล็กไทย ปี 2009” [online]. Available from: http://www.isit.or.th [2010, January 6].

[20] พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535.

[21] พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535.

[22] รศ.ดร.ชยันต์ ตันติวัสดาการ, รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร และอ.ดร.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. “การพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรม ระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา”. สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2552.

[23] ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “รายงานไฟฟ้าของประเทศไทยปี 2551”. กรุงเทพมหานคร, 2552.

[24] สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. “โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ (SEC): โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็ก”. รายงานฉบับสมบูรณ์, กันยายน 2550.

[25] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “ข้อมูลทางเทคนิค: เหล็กแผ่นเคลือบดีบุก” [online]. Available from: http://www2.isit.or.th/techinfoview.asp?lnk=/object/1000000000/TinMill.htm&ContentID=437&CatID [2010, February 6].

[26] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “โครงการการจัดทำข้อมูลอุตสาหกรรมเชิงเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า”. รายงานฉบับสมบูรณ์, 2550.

[27] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “ผลการเปรียบเทียบศักยภาพของอุตสาหกรรมเหล็กไทยกับต่างประเทศ”. เอกสารประกอบการบรรยาย, สถานการณ์อุตสาหกรรมเหล็กโลกหลังวิกฤตเศรษฐกิจ, 9 กันยายน 2009.

[28] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “วัตถุดิบสำหรับการถลุงเหล็ก” [online]. Available from: http://demo.isit.or.th/th/tech/ [2010, January 6].

[29] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “Steel Fact : Iron and Steel Production” [online]. Available from: http://isit.or.th/th/anounment/index.php [2010, January 6].

[30] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “Steel Fact: Thailand Steel Industry” [online]. Available from: http://isit.or.th/th/anounment/index.php [2010, January 6].

[31] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “Steel Fact : World Steel Industry”. [online]. Available from: http://isit.or.th/th/anounment/index.php [2010, January 6].

[32] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “Technical dictionary” [online]. Available from: http://www.isit.or.th/th/home/index_technical_wording.php [2010, January 10].

[33] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. “Thailand Steel Industry 2009 and Outlook 2010”. เอกสารประกอบการบรรยาย, 18 พฤษภาคม 2553.

[34] สุรสิทธิ์ แก้วพระอินทร์. “โลหะวิทยาเบื้องต้น”. กรุงเทพมหานคร, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2553.

[35] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. “นโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูง”. รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์, 2552.

[36] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2551-2555” [online]. Available from: http://www.measwatch.org/autopage/show_page.php?t=21&s_id=29&d_id=29 [2010, June 10].

[37] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. “สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2553-2573 (PDP 2010)” [online]. Available from: http://www.eppo.go.th/power/pdp/page-7.html [2010, April 21].

[38] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. “สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2547-2552” [online]. Available from: http://www.oie.go.th/industrystatus1_th.asp?pageNo=1 [2010, April 10].

[39] หิน นววงศ์. “วิธีการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็ก”. เอกสารประกอบการบรรยาย, 21 พฤศจิกายน 2550.

[40] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). “บทบาทขององค์การฯ” [online]. Available from: http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=31 [2011, April 17].

[41] Acelor Mittal. “Corporate Responsibility Report”. Luxembourg and London, 2008.

[42] Alliance for American Manufacturing. “An Assessment of Environment Regulation of the Steel Industry in China”. March 2009.

[43] Amatayakul W. and Fenhann J. “Electricity Sector Crediting Mechanism Based on a Power Plant Emission Standard: a Clear Signal to Power Generation Companies and Utilities
Planning New Power Plants in Developing Countries Post-2012”. CD4CDM Working Paper, UNEP Risoe centre, Roskilde, Denmark, No.7, July.

[44] Answers. Com: Wiki Answers. “What is Corex Technology in Steel Making and Why it is Called so?” [online]. Available from: http://wiki.answers.com/Q/What_is_corex_technology_in_steel_making_and_why_it_is_called_so [2010, February 15].

[45] Asia Pacific Partnership for Clean Development and Climate. “Steel Task Force Action Plan”. 2008.

[46] Asia Pacific Partnership for Clean Development and Climate. “The State–of-the-Art Clean Technologies (SOACT) for Steelmaking Handbook: Raw Materials Through Steelmaking, Including Recycling Technologies, Common Systems, and General Energy Saving Measures”. December 2007.

[47] Aumdoor. “เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี” [online]. Available from: http://aumdoor.blogspot.com/ [2010, February 6].

[48] Baosteel Group Corporation. “Annual Report”. Shanghai, China, 2007.

[49] Chunbao (Charles) XU and CANG Da-Qiang. “A Brief Overview of Low CO_2 Emission Technologies for Iron and Steel Making”. Journal of Iron and Steel Research, International, Vol.3, 2010.

[50] Chunxia Zhang. “Steel Sectoral Approach: Benchmarking, Sector Boundary and Monitoring, Reporting and Verification Issues”. Technical Workshop on Sectoral Approaches, Brussel, 17-18 September 2008.

[51] Clemens Cremer, Joachim Schleich, Wolfgang Eichhammer, Maarten Neelis, Ernst Worrell, Nicolas Mueller and Tana Angelini. “Developing Benchmarking Criteria for CO_2 Emissions”.Ecofys Netherlands and and Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, 2009.

[52] Climate Change Corp Climate News for Business. “Clean Carbon Projects Now Booming in Brazil” [online]. Available from: http://www.climatechangecorp.com/content.asp?ContentID=4822 [2010, November 7].

[53] “Constitution of the People’s Republic of China” (Adopted on December 4, 1982) [online]. Available from: http://english.peopledaily.com.cn/constitution/constitution.html[2010, February 15].

[54] Craig Hart, Kenji Watanabe, Kajoon Song and Xiao Li. “East Asia Clean Development Mechanism: Engaging East Asian Countries in Sustainable Development and Climate Regulation through the CDM”. The Georgetown International and Environmental Law Review, Vol.20:645.

[55] Department of Industrial Policy & Promotion, Ministry of Commerce and Industry, India [online]. Available from: http://www.dipp.nic.in/ [2010, November 7].

[56] Dolf Gielen and Yuichi Moriguchi. “CO_2 in the Iron and Steel Industry: An Analysis of Japan Emission Reduction Potential”. Energy Policy, Vol.30, 2002.

[57] EC (European Commission) Working Group. “Benchmarking, Sector Boundary and Monitoring, Reporting and Verification Issues”. Technical Workshop on Sectoral Approaches, Brussel, 17-18 September 2008.

[58] Ecofys and Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research. “Methodology for the Free Allocation of Emission Allowances in the EU ETS Post 2012: Sector Report for the Iron and Steel Industry”. 2009.

[59] Ernst Worrell and Lynn Price. “An Integrated Benchmarking and Energy Savings Tool for the Iron and Steel Industry”. International Journal of Green Energy, Vol.3, No.2, 2006.

[60] Ernst Worrell, Nathan Martin and Lynn Price. “Energy Efficiency and Carbon Dioxide Emissions Reduction Opportunities in the U.S. Iron and Steel Sector”. Report of Environmental Energy Technologies Division, US Department of Energy, 1999.

[61] EUROFER, European Confederation of Iron and Steel Industries. “Climate Change: Expectations of the European Steel Industry on the Results of the Copenhagen Climate Change Negotiations”. Newsletter on Climate Change. 26 November 2009.

[62] EUROFER, European Confederation of Iron and Steel Industries. “Climate Change: Pre Release CO_2 Distribution Curve Hot Metal Making - 19 January 2010” [online]. Available from: http://www.eurofer.org/index.php/eng/Issues-Positions/Environment/Climate-Change-Pre-Release-CO_2-Distribution-Curve-Hot-Metal-Making-19-January-2010 [2010, January 26].

[63] EUROFER, European Confederation of Iron and Steel Industries. “EMF-Eurofer Joint Statement on ETS” [online]. Available from:

http://www.eurofer.org/index.php/eng/News-Publications/Press-Releases/EMF-Eurofer-Joint-Statement-on-ETS [2010, January 26].

[64] EUROFER, European Confederation of Iron and Steel Industries. “EUROFER Contribution to the Commission Consultation on the EU 2020 Strategy” [online]. Available from: http://www.eurofer.org/index.php/eng/News-Publications/Press-Releases/EUROFER-contribution-to-the-Commission-Consultation-on-the-EU-2020-strategy [2010, January 26].

[65] EUROFER, European Confederation of Iron and Steel Industries. “European Manufacturing Industry United Against -30% Climate Change Objective” [online]. Available from: http://www.eurofer.org/index.php/eng/News-Publications/Press-Releases/European-manufacturing-industry-united-against-30-climate-change-objective [2010, January 26].

[66] Google. “Image” [online]. Available from: http://images.google.co.th [2010, January 10].

[67] IEA (International Energy Agency). “Assessing Measures of Energy Efficiency Performance and their Application in Industry”. Report of OECD/IEA, 2008.

[68] IEA (International Energy Agency). “Carbon Capture and Storage: A Key Carbon Abatement Option”. Report of OECD/IEA, 2008.

[69] IEA (International Energy Agency). “CO_2 Emissions from Fuel Combustion”. Report of OECD/IEA, 2009.

[70] IEA (International Energy Agency). “Energy Technology Transitions for Industry, Strategies for the Next Industrial Revolution”. Report of OECD/IEA, 2009.

[71] IEA (International Energy Agency). “Sectoral Approaches to Greenhouse Gas Mitigation: Exploring Issues for Heavy Industries”. Report of OECD/IEA, 2007.

[72] IEA (International Energy Agency). “Tracking Industrial Energy Efficiency and CO_2 Emissions”. Report of OECD/IEA, 2007.

[73] IISI (International Iron and Steel Institute). “Statistical Year Book 2007”. Brussels, 2007.

[74] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Energy”. Vol. 2, Switzerland, 2006.

[75] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: General Guidance and Reporting”. Vol.1, Switzerland, 2006.

[76] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Industrial Processes and Product Use”. Vol.3, Switzerland, 2006.

[77] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). “Emission Factor, IPCC Guidelines Version 1996” [online]. Available from: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef_s1.php [2010, February 3].

[78] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. Switzerland, 1996.

[79] Iron & Steel Institute of Thailand. “Mission & Vision” [online]. Available from: http://www.isit.or.th/modules.php?mod=core&file=content&id=20&core_id=20 [2011, April 17].

[80] JFE Group. “Environmental Sustainability Report”. Tokyo, 2009.

[81] Kawabata, N. “Iron and Steel Industry in Viet Nam: A New Phase and Policy Shift”. Discussion Paper, No. 9, Vietnam Development Forum, 2007.

[82] Kawasaki Heavy Industries, Ltd. “Top-Pressure Recovery Turbine Plant (TRT)” [online]. Available from: http://www.khi.co.jp/products/gendou/gge/index.html [2010, March 1].

[83] Ke Wang, Can Wang, Xuedu Lu and Jining Chen. “Scenario Analysis on CO_2 Emission Reduction Potential in China’s Iron and Steel Industry”. Energy Policy, Vol.35, 2007.

[84] Kiyoshi Fukada. “Development of New Coke Making Process, SCOPE21”. JFE Steel Corporation, Japan.

[85] KRN Solution Co., Ltd. “เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ” [online]. Available from: http://krnsolution.blogspot.com/2009/06/blog-post_1694.html [2010, February 6].

[86] Ministry of Commerce and Industry : Department of Industrial Policy and Promotion. “Invest India” [online]. Available from: http://www.dipp.nic.in/ [2010, November 8].

[87] Mitsutsune Yamaguchi. “Factors that Affect Innovation, Deployment and Diffusion of Energy-Efficient Technologies, Case Studies of Japan and Iron/Steel Industry”. In-Session Workshop on Mitigation at SBSTA22, 2005.

[88] Nippon Steel. “Sustainability Report”. Tokyo, 2009.

[89] Nippon Steel Corp. and other Blast Furnace Steel Makers. “Part 2 CCT Overview, Iron Making and General Industry Technologies (Iron Making Technologies): 3A2. Pulverized Coal Injection for Blast Furnaces (PCI)”.

[90] Nippon Steel Corp. and other Blast Furnace Steel Makers. “Part 2 CCT Overview, Iron Making and General Industry Technologies (Iron Making Technologies): 3A5. Coke Dry Quenching Technology (CDQ)”.

[91] Rob Bradley, Kevin A., Baumert, Britt Childs, Tim Herzog and Jonathan Pershing. “Slicing the Pie: Sector-Based Approaches to International Climate Agreements, Issues and Options”. World Resource Institute, 2007.

[92] Roy Whipp. “Effect on Greenhouse Gas Emissions”. HBI User Seminar, Presented by HBI Association Ltd. (HBIA), in Cooperation with Association for Iron & Steel Technology (AIST), 4 May 2008.

[93] RYT9. “ข่าวเศรษฐกิจ-อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เหล็ก” [online]. Available from: http://www.ryt9.com/s/ryt9/245107 [2010, July 27].

[94] RYT9. “ผลการประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ครั้งที่ 7/2552” [online]. Available from: http://www.ryt9.com/s/cabt/541810/ [2009, December 15].

[95] RYT9. “สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 1 (มกราคม — มีนาคม) พ.ศ. 2553 (อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า)” [online]. Available from: http://www.ryt9.com/s/oie/910536 [2010, July 27].

[96] Sari Siitonen, Mari Tuomaala and Pekka Ahtila. “Variables Affecting Energy Efficiency and CO_2 Emissions in the Steel Industry”. Energy Policy, Vol.38, 2009.

[97] Schneider L. and Cames M. “A Framework for Sectoral Crediting Mechanism in a Post-2012 Climate Regime”. A Report to Global Wind Energy Council, Berlin, 28 May 2009.

[98] Shaojun Zeng, Yuxin Lan and Jing Huang. “Mitigation Paths for Chinese Iron and Steel Industry to Tackle Global Climate Change”. International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol.3, 2009.

[99] Takafumi Kakudo. “Progress Report APP Steel Task Force”. The 7th PIC meeting, Australia, 19 May 2009.

[100] Thai Steel Maker. “แนวโน้มอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในปี 2553” [online]. Available from: http://www.thaisteelmaker.com/market-trend-2553/ [2010, July 27].

[101] Tomi J. Lindroos. “Sectoral Approaches in the Case of the Iron and Steel Industry”. VTT Working Papers 111, January, 2009.

[102] Toru Ono. “Challenges for GHG Reduction in Steel Industry”. 2007 RITE International Symposium: Technologies for Mitigating Global Warming and the Role of Japan, Nippon Steel Corporation, 2007.

[103] “Tropical Rainforests : Brazil” [online]. Available from: http://rainforests.mongabay.com/20brazil.htm [2010, November 7].

[104] US Department of Energy, Office of Industrial Technologies. “Energy Use in the U.S. Steel Industry: An Historical Perspective and Future Opportunities”. Washington, DC., 2000.

[105] VDEh-Betriebsforschungsinstitut (BFI) GmbH. “Ladle Furnace” [online]. Available from: http://www.bfi.de/en/fields_of_activity/process_automation_steelmaking/ladle_furnace_lf.htm [2010. February 15].

[106] Vietnam Business News. “Industrial zones set for completion in 2020” [online]. Available from: http://vietnambusiness.asia/industrial-zones-set-for-completion-in-2020/ [2011, April 27].

[107] Volclay Siam. “เบนโทไนท์คืออะไร” [online]. Available from: http://www.volclaysiam.com/Whatisthai/whatisthai.htm [2010, January 10].

[108] WBCSD and WRI. “A Corporate Accounting and Reporting Standard: Revised edition”. Switzerland and USA, 2006.

[109] Wenjai Cai. “GHG Reduction Opportunities in China’s Cement, Iron and Steel and Electricity Sectors”. Tsinghua University, China, 21 September 2009.

[110] Wikipedia, The Free Encyclopedia. “Hematite” [online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hematite.jpg [2010, January 11].

[111] William A. “Benchmarking to Trigger Cleaner Production in Small Businesses, Dry Cleaning Case Study”. Journal of Cleaner Production, V.15, 2007.

[112] Worldsteel Association. “2008 Sustainability Report of the World Steel Industry”. Brussels and Belgium, 2008.

[113] Worldsteel Association. “A Sustainable Steel Industry” [online]. Available from: http://www.worldsteel.org/climatechange/?page=5&subpage=15 [2010, January 31].

[114] Worldsteel Association. “CO_2 Emission Data Collection Protocol”. Brussels and Belgium, 2009.

[115] WorldSteel Association. “Short Range Outlook for Steel Demand Autumn 2009”. OECD Steel Committee, Paris, 10 December 2009.

[116] Worldsteel Association. “Steel Industry Commits to Reduce CO_2” [online]. Available from: http://www.worldsteel.org/climatechange/?page=3&subpage=18 [2010, January 31].

[117] Worldsteel Association. “World Business Day” [online]. Available from: http://www.worldsteel.org/climatechange/?page=5&subpage=18 [2010, January 31].

[118] Worldsteel Association. “World Crude Steel Output Decreases By -8.0% in 2009” [online]. Available from: http://www.worldsteel.org/?action=newsdetail&id=285 [2010, February 3].

[119] Worldsteel Association. “Worldsteel in Figures 2008, 2nd Edition”. Brussels and Belgium, 2008.

[120] Y. Sakamotoa, Y. Tonookab and Y. Yanagisawac. “Estimation of Energy Consumption for Each Process in the Japanese Steel Industry: a Process Analysis”. Energy Conservation and Management, Vol.40, 1999.

[121] Yeonbae Kima and Ernst Worrell. “International Comparison of CO_2 Emission Trends in the Iron and Steel Industry”. Energy Policy, Vol.30, 2002.

[122] Z.C. Guo and Z.X. Fu. “Current Situation of Energy Consumption and Measures taken for Energy Saving in the Iron and Steel Industry in China”. Energy, Vol.35, 2009.

ภาคผนวก ก

การสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ
ในประเด็นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย

การสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

ประเด็นสัมภาษณ์

1. กระบวนการผลิต ชนิดผลิตภัณฑ์ รวมถึงปริมาณการผลิตของบริษัทเป็นอย่างไรบ้าง

2. ข้อมูลชนิดและปริมาณของการใช้วัตถุดิบ เชื้อเพลิง และไฟฟ้าในการผลิต

3. การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต รวมถึงการดำเนินการเพื่อลดการใช้พลังงานเป็นอย่างไรบ้าง

4. การปลดปล่อย CO_2 จากกระบวนการผลิต รวมถึงการดำเนินการเพื่อลดการปล่อย CO_2 จากกระบวนการผลิตเป็นอย่างไรบ้าง

5. การใช้เทคโนโลยีเพื่อลดการปลดปล่อย CO_2 ร่วมในกระบวนการผลิต, ศักยภาพ/ประสิทธิภาพการลด-ต้นทุนในการลดเป็นอย่างไร

6. นโยบายการจัดการพลังงานและก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ของบริษัทในปัจจุบัน

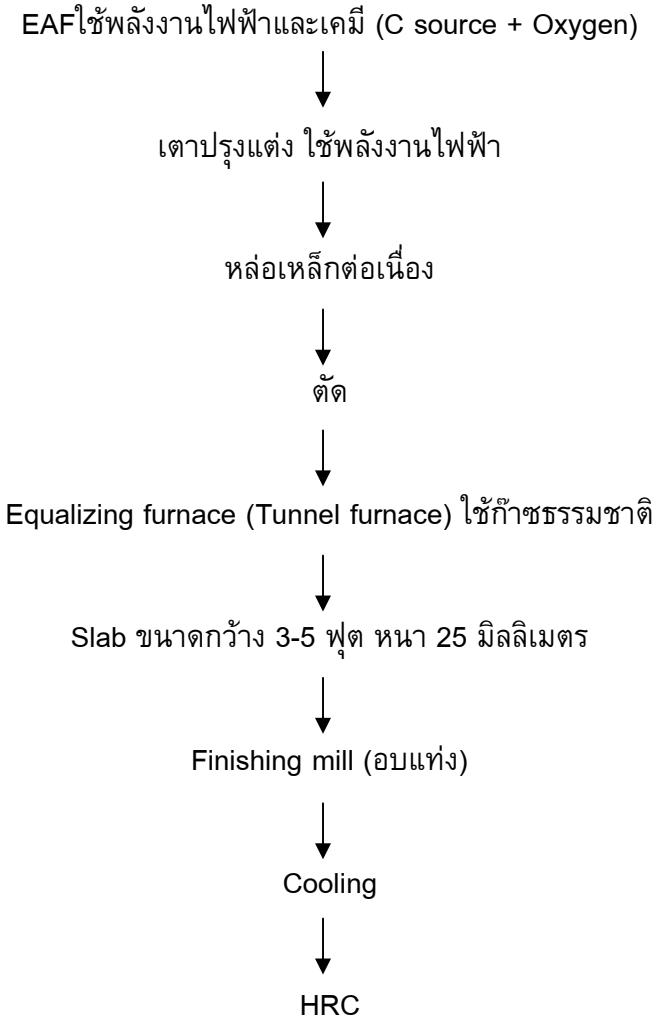
7. การเตรียมความพร้อมต่อผลกระทบจากการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ในระดับนานาชาติที่อาจส่งผลต่อการดำเนินการในด้านต่างๆของบริษัท

8. ความคิดเห็นต่อประเด็นการมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในประเทศไทย

บทสรุปของการสัมภาษณ์

บริษัทผลิตเหล็กแห่งที่ 1 :

กระบวนการผลิตของบริษัท



-วัตถุดิบหลัก คือ Scrap, เหล็กสะอาดจาก BF คือ Pig iron และ DRI ที่อัดเป็นก้อน เรียกว่า HBI

-ปัจจุบันมีการนำเศษเหล็กจากตัวถังรถยนต์มาใช้มากขึ้น เพราะเป็นเศษเหล็กที่สะอาด

-ผลิตภัณฑ์หลัก คือ HRC

-มีงานกัดกรดและเคลือบน้ำมันสำหรับเหล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งเป็นกระบวนการผลิตรอง เพื่อเป็น Value added ให้กับทางบริษัท

การประหยัดพลังงานของบริษัท

-ใช้ระบบ Consteel เป็นการนำก๊าซร้อนไปให้ความร้อน (Pre-heating) เศษเหล็กก่อนเข้าสู่การหลอมเหล็ก ซึ่งก๊าซร้อนนี้เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากเตาหลอมเอง

-การหล่อเหล็กให้มีความหนาเพียง 50-60 มิลลิเมตรซึ่งน้อยกว่าทั่วไป ดังนั้นจึงประหยัดพลังงานได้เนื่องจากไม่ต้องผ่านแท่นรีดหลายแท่นเพื่อทำให้เหล็กบางลง

-เป็นการหล่อแล้วรีดเลย (ไม่ปล่อยให้เย็นก่อน) เรียกว่า Direct hot charge ซึ่งจะผ่านเพียง Equalizing furnace ที่ช่วยเพิ่มอุณหภูมิหลังขั้นตอนหล่อที่ 900-1,000˚C ไปเป็น 1,150˚C เพื่อพร้อมต่อขั้นตอนการรีด

-การรณรงค์ให้พนักงานลดการใช้พลังงาน

-ลดการใช้ Electrode ในเตาหลอมลง เนื่องจาก Electrode เป็น Carbon material based เมื่อใช้ Electrode น้อยลงก็จะลดการปลดปล่อย CO_2

-ใช้ HBI แทน Pig iron จาก BF ซึ่งทำให้ปล่อย CO_2 น้อยลง

-ลดการใช้ปูนขาว (Flux) ในการหลอม เพื่อลดการใช้พลังงานและได้สัดส่วนความเข้มข้นของเนื้อเหล็กมากขึ้น

ภาพรวมของการลดการปลดปล่อย CO_2 ของบริษัท

ในประเด็นของการกีดกันทางการค้าที่จะเกิดขึ้นในการส่งออกสินค้าที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม เป็นประเด็นที่ทางบริษัทรับทราบแล้ว และเริ่มตระหนักถึงปัญหานี้ แต่ยังไม่มีการดำเนินการใดๆที่ชัดเจน นโยบายหลักๆที่ทำอยู่ในปัจจุบัน จะเน้นที่การประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องทำอยู่แล้วเพื่อลดต้นทุนการผลิต ทางบริษัทมีความคิดเห็นว่าถ้าไม่มี Breakthrough technology ก็จะลดไปมากกว่านี้ไม่ได้แล้ว คือลดได้อีกไม่เกิน 5% ถ้าจะลดอย่างมีนัยสำคัญต้องเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิตเลย แต่ปัจจัยหลักที่ต้องใช้เพื่อส่งเสริมให้มีการลดการปลดปล่อย CO_2 คือเงินลงทุน

บริษัทผลิตเหล็กแห่งที่ 2 :

มุมมองการตั้งโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในไทย

ทางบริษัทเองก็มีความสนใจในอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นแต่ยังทำได้ไม่สำเร็จเพราะโดนวิกฤตเศรษฐกิจปี 40 จึงมีความเห็นว่าการจะตั้งโรงถลุงได้หรือไม่นั้นปัจจัยสำคัญขึ้นกับเงินลงทุนว่ามีหรือไม่ ซึ่งทางบริษัทเองก็มีความคิดเห็นว่าการมีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในไทยเองนั้นสำคัญ เพราะเป็นขั้นปรุงคุณสมบัติน้ำเหล็กให้สามารถใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงๆได้ อีกอย่างถ้าพิจารณาประเด็นของ Logistic ไทยได้เปรียบจีน, เกาหลีในเรื่องต้นทุนในการขนส่งแร่จากออสเตรเลีย เนื่องจากมีระยะทางการขนส่งที่สั้นกว่าคือสามารถขนส่งมาไทยได้เลยโดยไม่ต้องขนส่งผ่านญี่ปุ่นก่อน ส่วนประเด็นที่บอกว่าไทยไม่มีสินแร่เองจึงไม่ควรมีต้นน้ำนั้นไม่ใช่เรื่องสำคัญเพราะอย่างจีน, เกาหลีก็ใช้วิธีนำเข้าแร่จากออสเตรเลียเหมือนกัน อีกอย่างทวีปเอเชียยังไม่มีผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่เลยและยังต้องมีการนำเข้าเหล็กตลอด ดังนั้นทางบริษัทจึงมีความคิดเห็นว่าถ้าประเทศไหนสร้างโรงถลุงได้ ประเทศนั้นสามารถเป็นผู้ขายเหล็กรายใหญ่ของอาเซียนได้แน่นอน

1 ม.ค.2010 เป็น AFTA แล้ว คือประเทศต่างๆสามารถส่งออกเหล็กได้ด้วยอัตราภาษี 0% (ทุกวันนี้ญี่ปุ่นส่งเข้ามาเสียภาษี 5%) แต่ต้องเป็น “substancial produce in area” (คือต้องผ่านการเปลี่ยนรูปของผลิตภัณฑ์อย่างมากเพียงพอ เช่น Slab เป็น HRC ใช้กฎนี้ไม่ได้ แต่ถ้าโรงถลุงเหล็กผลิต HRC เองจะใช้กฎนี้ได้) ดังนั้นอินโดนีเซียส่งเข้ามาไทยใช้กฎนี้ได้ แต่ไทยส่งออกไปใช้กฎนี้ไม่ได้ หรือถ้าอนาคตเวียดนามมีโรงถลุงเหล็ก เวียดนามก็ส่งเข้ามาโดยใช้กฎนี้ได้ แต่ไทยส่งออกไปเวียดนามใช้กฎนี้ไม่ได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าไทยเสียเปรียบจากการที่ไม่มีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นเองภายในประเทศ

ความคิดเห็นในการลดการปลดปล่อย CO_2 กรณีถ้ามีอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กต้นน้ำในไทย

ความคิดเห็นของทางบริษัทเกี่ยวกับการลดการปลดปล่อย CO_2 หลังมีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้น ทางตัวแทนของบริษัทกล่าวว่าขั้นตอนการถลุงเหล็กในปัจจุบันไม่น่าจะมีเทคโนโลยีในการลด CO_2 ไปได้มากกว่านี้แล้ว เพราะตอนนี้สิ่งที่ญี่ปุ่นพยายามทำอยู่คือการนำพลาสติกมาเป็นวัตถุดิบแหล่งของคาร์บอน แต่ก็ยังทำได้ไม่มากเท่าไร และยังกล่าวอีกว่าต้นทุนคือประเด็น

หลักที่ผู้ประกอบการมักจะมอง ดังนั้นถ้าการมีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในไทยสามารถลดการนำเข้าเหล็กได้ (ลดต้นทุนลงได้) รัฐบาลไทยเองก็ควรมีมาตรการหรือนโยบายด้านคาร์บอนที่ชัดเจนด้วยเช่นกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือภาครัฐควรมองเห็นประโยชน์ที่ได้จากการตั้งโรงถลุงเหล็ก พร้อมกับมองว่าควรมีระบบหรือกลไกอะไรมาใช้ในการควบคุมการปลดปล่อย CO_2 เพื่อให้เกิดการกระจายและเกิดการแข่งขันได้จริง ในปัจจุบันประเทศจีน, เกาหลี, ญี่ปุ่น มีการสร้างโรงอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นใหม่บ่อยๆ ซึ่งเทคโนโลยีน่าจะเป็นของใหม่ และพร้อมใช้เพื่อรับมือกับ Post 2012 เพราะญี่ปุ่นและเกาหลีมีความระวังในเรื่องพวกนี้สูงมาก ส่วนจีนก็มีการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมในประเทศมาสักพักหนึ่งแล้ว

การลดการปลดปล่อย CO_2 ของบริษัทในปัจจุบัน

การลดการปลดปล่อย CO_2 ของทางบริษัทในปัจจุบัน ทางตัวแทนบริษัทกล่าวว่าโรงรีดของบริษัทสามารถลด CO_2 ได้มากอยู่พอควรแล้ว ในแง่ของการใช้พลังงานต่อตันการผลิต โดยลดได้อันดับต้นๆของอาเซียน เนื่องจากการใช้พลังงานก็นับเป็นต้นทุนของบริษัทเองด้วยอยู่แล้ว (ในแง่ของเชื้อเพลิงก็ยังคงใช้น้ำมันเตาอยู่) ส่วนในเรื่องการลดอุณหภูมินั้นทางบริษัทมีความคิดว่าเป็นเทคนิครองๆเท่านั้นในการลดการปลดปล่อย CO_2 ถ้าอยากลดได้มากจริงๆ ก็ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตไปเลย นอกจากเรื่องการลดการปลดปล่อย CO_2 แล้ว ทางบริษัทต้องคำนึงถึงมาตรฐานของสินค้าส่งออกเช่นกัน โดยมีการผลิตเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานต่างๆของประเทศปลายทางที่ส่งสินค้าออกไป เช่น JIS (Japan), CE mark (Europe), RoHS-WEEE (Europe) เป็นต้น ส่วนเรื่อง Carbon label, Carbon footprint ทางบริษัทก็มีทีมงานดูอยู่เช่นกัน

บริษัทผลิตเหล็กแห่งที่ 3 :

ผลิตภัณฑ์ของทางบริษัท คือ เหล็กทรงยาว แต่ทางบริษัทก็มีความพยายามที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตเหล็กเพลาที่ใช้กับรถยนต์ ซึ่งต้องการความมีคุณภาพของผลิตภัณฑ์พอสมควร ดังนั้นอุปสรรคของการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ คือ คุณภาพที่อาจจะยังไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบของผู้ซื้อในต่างประเทศ อย่างเช่นประเทศญี่ปุ่น

พลังงานที่ทางบริษัทใช้ในกระบวนการผลิต คือ ก๊าซธรรมชาติ, ออกซิเจน (เพื่อลดคาร์บอนโดยการดึงมาให้อยู่ในรูปออกไซด์ และช่วยในการเผาไหม้) เป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้น้ำมันเตาและพลังงานไฟฟ้า ทางบริษัทมีความพยายามในการลดต้นทุนการผลิตด้วยการใช้

ประโยชน์จากสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตให้กลับมาเป็นวัตถุดิบใหม่ นอกจากนั้น ประเด็นหลักที่ทางบริษัทพิจารณา คือ การประหยัดพลังงาน เนื่องจากพลังงานคือต้นทุนการผลิต เช่น มีการนำก๊าซร้อนที่เกิดจากการผลิตกลับมาเป็นพลังงานในการผลิตรอบต่อไป เช่น การนำก๊าซ CO กลับมาใช้เป็นแหล่งพลังงงานของ Power plant และมีการใช้ Consteel เพื่อประหยัดพลังงาน เป็นต้น โดยทางบริษัทมีการเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบปริมาณพลังงานที่ใช้ของทางบริษัทกับบริษัทอื่นที่มีการผลิตคล้ายๆ กัน เพื่อเป็นการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาว่าทางบริษัทเกิดการใช้พลังงานที่มากเกินความจำเป็นไปแล้วหรือไม่

ประเด็นการรายงานปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ของทางบริษัทต้องมีการคำนวณทุกเดือนอยู่แล้ว โดยใช้ Methodology ของ WorldSteel Association ซึ่งจะคำนวณออกมาในหน่วยของ CO_2 emission / ตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งทางบริษัทก็มีการดำเนินการเพื่อลดการปลดปล่อย CO_2 อยู่เช่นกัน เช่นการลดการใช้พลังงานซึ่งผลพลอยได้ที่ตามมาคือการลดการปลดปล่อย CO_2 และการใช้ CaO แทนการใช้ $CaCO_3$ เพื่อลดการเกิด CO_2 เป็นต้น

บริษัทผลิตเหล็กแห่งที่ 4 :

การจัดตั้งโรงงานได้รับการสนับสนุนจากทาง BOI โดยผลิตภัณฑ์ของทางบริษัท คือ เหล็กแผ่นรีดร้อน นอกจากนั้นมีงานกัดกรดและเคลือบน้ำมันสำหรับเหล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วย เนื่องจากอุตสาหกรรมดังกล่าวต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพพื้นผิวที่ดีสำหรับกระบวนการผลิตทางบริษัทจะมีการควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ของทางบริษัทค่อนข้างจะครอบคลุมความต้องการของผู้ซื้อได้อย่างกว้างขวาง เช่น มีการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนที่มีขนาดความหนาที่หลากหลาย นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นรีดร้อนของทางบริษัทยังใช้เป็นวัตถุดิบต่อในการผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์ การผลิตถังก๊าซ การผลิตตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น

พลังงานที่ใช้ในการผลิตหลักๆ คือ น้ำมันเตา (โดยเมื่อคิดจากปริมาณค่าความร้อนจะพบว่ามีการใช้น้ำมันเตาในปริมาณค่าความร้อนที่มากกว่าพลังงานไฟฟ้า) ส่วนก๊าซธรรมชาติทางบริษัทมีความต้องการที่จะใช้ แต่ไม่สามารถใช้ได้เนื่องจากท่อก๊าซธรรมชาติไม่ผ่านบริเวณโรงงาน โดยในส่วนของการใช้พลังงานทางบริษัทมี KPI ด้วย แต่ในระยะหลังทางบริษัทใช้พลังงานให้ลดลงจากที่เป็นอยู่ได้ค่อนข้างยากแล้ว ซึ่งการประหยัดพลังงานจะเน้นที่วิธีการปฏิบัติ เช่น การป้องกันให้เกิดการรั่วไหลของความร้อนออกไปนอกกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด อย่างเช่นการไม่เปิดประตูเตามากเกินไปในขณะดึงชิ้นงานออกมาเพราะจะทำให้เกิดการ

สูญเสียความร้อนได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตามทางบริษัทมีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานมาตั้งแต่ปี 2548 ซึ่งรวมทั้งกระบวนการรีดร้อนและกระบวนการกัดกรดและเคลือบน้ำมัน

การลดการใช้พลังงานของบริษัทจะแบ่งออกเป็น การลดแบบไม่ต้องมีต้นทุนซึ่งจะเน้นการลด Idle time สำหรับการลดแบบมีต้นทุน เช่น การหุ้มฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน การติดตั้งระบบควบคุมการเผาไหม้ให้เกิดอย่างสมบูรณ์ การติดระบบควบคุมความเร็วรอบของเครื่องจักรต่างๆ การติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมให้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น เป้าหมายการลดการใช้พลังงาน (ซึ่งก็หมายถึงการลดการปลดปล่อย CO_2 ไปพร้อมกัน) ทางบริษัทมีการตั้งเป้าหมายการลดราย Project (โดยมีการ Monitoring) แต่ไม่มีการตั้งเป้าการลดรายปี โดยปัจจุบันภาพรวมของทางบริษัทไม่สามารถลดการใช้พลังงานได้เกิน 2% ต่อปีแล้ว สำหรับอนาคตทางบริษัทอยากทำการประหยัดพลังงานด้วยวิธีการนำ Waste gas จากโรงรีดร้อนมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า แต่ต้องอาศัยการลงทุนค่อนข้างมาก

สำหรับปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ของทางบริษัทได้มาจากการคำนวณ เช่น CO_2 emission จากการใช้ไฟฟ้าจะมีการคำนวณโดยใช้ Emission factor ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนฯ นอกจากนั้นทางบริษัทเคยขอข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO_2 จากบริษัทผู้ขายวัตถุดิบแล้ว แต่ทางผู้ขายยังไม่มีข้อมูลให้ สำหรับประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อย Carbon ที่ทางบริษัทสนใจ คือ Carbon footprint โดยทางบริษัทกำลังติดตามข้อมูลข่าวสารจากหน่วยงานต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องอยู่ เช่น องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก

บริษัทผลิตเหล็กแห่งที่ 5 :

บริษัทก่อตั้งในปี 2540 โดยได้รับการสนับสนุนจาก BOI ซึ่งผลิตภัณฑ์ของทางบริษัทคือ เหล็กแผ่นรีดเย็น ซึ่งส่วนใหญ่มักขายต่อให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ นอกจากนั้นยังมีการใช้ต่อในการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมโครงสร้างหลังคา

บริษัทมีความตระหนักถึงปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีการจัดตั้งนโยบายสิ่งแวดล้อมขึ้นในบริษัท เช่น ลดการใช้ทรัพยากร ลดการปล่อยมลพิษ เป็นต้น นอกจากนั้นทางบริษัทยังมีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานและการปลดปล่อย CO_2 ไว้ด้วย ซึ่งพลังงานหลักๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต คือ LPG (ใช้ในการอบนิ่ม), Heavy oil และ Diesel (ใช้ใน Boiler เพื่อผลิตไอน้ำไว้อุ่นสารละลาย) แต่อย่างไรก็ตามทางบริษัทมีการคิดหาวิธีการลดการใช้พลังงาน และการลดการปลดปล่อย CO_2 โดยแบ่งเป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุน (เช่น การควบคุมอุณหภูมิปรับอากาศ การซ่อมจุดรั่วไหลของอากาศ) และมาตรการที่ไม่ใช้เงินลงทุน (เช่น ติดตั้งอุปกรณ์

Catalyst เพื่อช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ที่หม้อไอน้ำ นำความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่ นำความร้อนจากน้ำทิ้งมาแลกเปลี่ยนกับน้ำเข้ากระบวนการ) โดยความสามารถในการลดของบริษัทในช่วงปีที่ผ่านมาล่าสุด คือ

- การลดการใช้พลังงานของบริษัท ปี 2550-2552 ลดลง 4% เมื่อเทียบกับปี 2549 โดยเน้นการลดการใช้พลังงานของ LPG และ Steam ส่วนการลดการใช้ไฟฟ้าไม่เน้นแล้ว เนื่องจากทำการลดมามากแล้ว สำหรับปีนี้ (2553) มีการตั้งเป้าหมายว่าจะให้ลดประมาณ 3% เมื่อเทียบกับปีที่แล้ว (2552)

-การลดการปลดปล่อย CO_2 ของบริษัท ปี 2550-2552 ลดลง 12% เมื่อเทียบกับปี 2549

สำหรับความคิดเห็นในประเด็นของการมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำในไทย ทางบริษัทมีความคิดเห็นว่าน่าจะสามารถช่วยให้หาแหล่งวัตถุดิบต้นทางได้ง่ายขึ้น สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีเพียงพอกับความต้องการในการใช้ผลิตในขั้นตอนต่อไปได้ดีขึ้น เช่น การผลิตเพลารถยนต์ สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายเกรด ประหยัดต้นทุนการขนส่งแร่เหล็ก เป็นต้น

ภาพถ่ายกิจกรรมการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

TCRSS

ผู้เชี่ยวชาญ และนักวิชาการ

ประเด็นสัมภาษณ์

A.กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ การลดการใช้พลังงาน การลดการปลดปล่อย CO_2

1. กระบวนการผลิต (ขั้นตอน, ผลิตภัณฑ์, รูปแบบกระบวนการผลิตของไทย, ขอบเขตที่ชัดเจนของเหล็กต้น-กลาง-ปลายน้ำ)

2.นิยามและการแบ่งประเภทผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้า

3. ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการทำเหล็กต้นน้ำ

4.ความตื่นตัวในการลด CO_2 ในเหล็กไทย

5.การคาดการณ์ค่า Specific energy consumption & CO_2 intensity ของไทยในอนาคต

6.ในกรณีที่ไม่มีเหล็กต้นน้ำอย่างประเทศไทยในปัจจุบัน ประเด็นการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นอย่างไรบ้าง

7.ปัจจุบันโรงงานเหล็กในประเทศไทยมีวิธีการประหยัดพลังงานอย่างไรบ้าง อุตสาหกรรมเหล็กของไทยลดการใช้พลังงานได้กี่ %

8.อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของไทยส่วนใหญ่ใช้อะไรเป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบ และปริมาณที่ใช้ขึ้นกับปัจจัยอะไรบ้าง อย่างไร

B.ท่าทีของประเทศไทยต่อการมีพันธกรณีในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

1.ในความเป็นจริงอนาคตประเทศไทย น่าจะมีพันธกรณีที่ต้องลดปริมาณก๊าซฯหรือไม่ หรือเพียงแค่จัดทำบัญชีรายงานปริมาณก๊าซฯก็เพียงพอแล้ว

2.แนวคิดในการพิจารณาว่าภาคส่วนใดบ้างที่จะต้องมีเป้าหมายในการลดปริมาณก๊าซฯขึ้นกับอะไรบ้าง อย่างไร ในมุมมองของประเทศอื่นๆ ความพร้อมของตนหรือแรงกดดันภายนอก

3.ท่าทีประเทศไทยต้องมี commitment ในเรื่องการกำหนดเป้าการลดปริมาณก๊าซฯ และในเรื่องการจัดทำบัญชีรายงานปริมาณก๊าซฯ หรือไม่ เมื่อใด และอย่างไร

บทสรุปของการสัมภาษณ์

ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการกลุ่มที่ 1 :

กระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

ขอบเขตของอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย

1.อุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้น (Primary iron production) เป็นการนำแร่เหล็ก (Iron ore) โดยชนิดของแร่เหล็กที่มีมากที่สุดคือ Hematite (Fe_2O_3) มาถลุง เพื่อแยกธาตุเหล็ก (Fe) ออกจากแร่เหล็ก จากนั้นจึงทำให้แข็งตัวและได้เหล็กถลุง (Pig Iron) และมีอีกกระบวนการหนึ่งของการถลุงเหล็ก ซึ่งเป็นการถลุงในสถานะของแข็ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าเหล็กพรุน (DRI)

2.อุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลาง (Secondary steel production หรือ Semi-finished steel production)

-เป็นการนำผลิตภัณฑ์จากการผลิตเหล็กขั้นต้นทั้งที่เป็นของเหลว และของแข็ง (Pig iron and DRI) มาทำให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นโดยการหลอมใน BOF และปรับปรุงคุณสมบัติและส่วนผสมทางเคมี

-นอกจากนี้สามารถนำเศษเหล็ก (Scrap) ประมาณร้อยละ 70 ร่วมกับ Pig iron/DRI มาหลอมใน EAF ด้วย

-ผลิตภัณฑ์จาก BOF และ EAF คือ Steel ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบน้อยกว่า Pig iron และ DRI

-สำหรับปริมาณ Slag จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณ Impurity ที่จะกำจัด ซึ่ง Slag ยังช่วยลดการสูญเสียความร้อนและป้องกันการสึกหรอของผนังเตาขณะเดินระบบด้วย

-จากนั้นนำ Liquid Steel มาหล่อและได้ Semi-finished steel ขนาดต่างๆ ได้แก่ เหล็กแท่งยาว (Billet) เหล็กแท่งแบน (Slab) และเหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) โดยเทคโนโลยีการหล่อในประเทศไทยเป็นการหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting) ทั้งหมด

-การผลิตเหล็กขั้นกลางโดย EAF เป็นการผลิตเหล็กต้นทางที่สุดของอุตสาหกรรมเหล็กฯ ในประเทศไทย ซึ่งส่วนมากมีการปรับคุณสมบัติเคมีใน Ladle furnace หลังจากผ่านการหลอมใน EAF โดยผู้ผลิตบางรายมีการปรับคุณสมบัติเคมีในเตา EAF

-การหลอมเศษเหล็กโดย EAF จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงเมื่อเลือกใช้เศษเหล็กจากซากผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต

-ปัจจุบันนี้ปริมาณเศษเหล็กภายในประเทศยังไม่พอเพียงต่อการผลิต จึงต้องมีการนำเข้าเศษเหล็กจากต่างประเทศ

3.อุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลาย (Downstream Steel Production หรือ Finished Steel Production) เป็นการนำผลิตภัณฑ์ขั้นกลางหรือผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปมาแปรรูปด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น การรีดร้อน การรีดเย็น การชุบเคลือบผิว การผลิตท่อเหล็ก โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เหล็กทรงยาว (เช่น เหล็กเส้น เหล็กลวด) และเหล็กทรงแบน (เช่น เหล็กแผ่นรีดร้อน เหล็กแผ่นรีดเย็น เหล็กแผ่นเคลือบ)

นิยามและการแบ่งประเภทผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้า

ผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้าแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1.) ผลิตภัณฑ์เหล็กกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ เหล็กแท่งแบน, เหล็กแท่งยาว และ เหล็กแท่งใหญ่
2.) เหล็กทรงยาว ได้แก่ เหล็กเส้น, เหล็กลวด และ เหล็กรูปพรรณ
3.) เหล็กทรงแบนก็คือ เหล็กแผ่นรีดร้อน, เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดแผ่นหนา, เหล็กแผ่นรีดเย็น, เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น, เหล็กเคลือบสังกะสี และ เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์

รูปแบบกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

ISIT ได้แบ่งโครงสร้างอุตสาหกรรมเหล็กตามประเภทผลิตภัณฑ์หลักได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็กทรงยาว (Long product) และอุตสาหกรรมเหล็กทรงแบน (Flat product) โดยแต่ละกลุ่มมีการจำแนกกลุ่มผู้ผลิตดังต่อไปนี้

1.อุตสาหกรรมเหล็กทรวงยาว ประกอบด้วย

-ผู้ผลิตเหล็กทรงยาวที่มีเตาหลอม (EAF)

-ผู้ผลิตเหล็กทรงยาวที่ไม่มีเตาหลอม ประกอบด้วยผู้ผลิตที่ซื้อหรือนำเข้า Billet มาผ่านการรีดร้อนเพียงกระบวนการเดียว และผู้ผลิตที่นำเศษเหล็กมาตัดย่อยก่อนการเผาร้อนและรีดเป็นเหล็กเส้นกลม

2.อุตสาหกรรมเหล็กทรงแบน

-ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนที่มีเตาหลอม

-ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนที่ไม่มีเตาหลอม

-ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น

-ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

-ผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์

-ผู้ผลิตเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น ท่อเหล็กและท่อสังกะสี

แนวโน้มการเกิดอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในประเทศไทย

1.ข้อมูลเบื้องต้นในการเกิดอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้น

-ปัจจุบันปริมาณเศษเหล็กในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิต ยังคงมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กจากทุกขั้นการผลิตทั้งขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลายเพื่อเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมเหล็กฯ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องบางประเภท โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (Auto-part industry) โดยประเทศไทยมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กสุทธิ (นำเข้า+ผลิต-ส่งออก) เป็นอันดับ 2 ของโลก

-ราคาวัตถุดิบต้นทาง เช่น แร่เหล็ก มีความผันผวนต่ำ ในขณะที่ราคาวัตถุดิบปลายทาง เช่น Semi-finished product และ HR มีความผันผวนสูงมาก

-ความต้องการใช้เหล็ก ปี 2547 = 12.7 ล้านตัน และคาดว่าจะเป็น 28.8 ล้านตันในปี 2562

-การมีอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นในประเทศจะทำให้ต้นทุนของผู้ผลิต Semi-finished product ในประเทศจะต่ำกว่าราคานำเข้าประมาณร้อยละ 26 และเป็นการเพิ่มดุลการค้าให้กับประเทศจากการลดการนำเข้า

2.ข้อดีจากโครงการฯ

-อุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่เดิมต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์เหล็กคุณภาพสูงจากต่างประเทศ

-เกิดการสร้างงานให้ชุมชนมากขึ้น

-ผู้ลงทุนอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นจะมีขอบเขตการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็ก (Margin) ได้หลากหลายขึ้นตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย ตลอดจนอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง

ความตื่นตัวในการจัดการ CO_2 ของอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย

-ปัจจุบันผู้ผลิตยังไม่มีความตื่นตัวในการจัดการ CO_2 เพราะส่วนมากประเทศไทยผลิตเหล็กสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ และเป็นการผลิตเพื่อส่งต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศเป็นหลัก โดยมีปริมาณการส่งออกไม่มากนัก

-ส่วนมากให้ความสำคัญกับการประหยัดไฟฟ้าและพลังงาน โดยเฉพาะผู้ผลิตเหล็กรีดร้อนรายใหญ่ เช่น จีสตีล, จีเจสตีล และสหวิริยา

-Energy Efficiency ของการผลิตเหล็กฯ ในประเทศไทยยังคงต่ำกว่า World Best (โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นและเยอรมนี) อยู่ประมาณ 20%

-การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการผลิตเป็น DRI ซึ่งก่อ CO_2 ต่ำกว่านั้น ยังไม่มีความเป็นไปได้เนื่องจากมีต้นทุนที่สูงมาก

-อุตสาหกรรมเหล็กในประเทศยังไม่มีโครงการ CDM และยังไม่มีการจัดทำ Baseline นอกจากนี้ การลด CO_2 จากการประหยัดพลังงานของเหล็กขั้นกลางและปลายทำได้ไม่มาก จึงควรมีการรวมกลุ่มการทำโครงการ CDM ซึ่งการรวมกลุ่มนี้เป็นไปได้ยากและขาดตัวกลางในการดำเนินการ

การใช้พลังงาน และการปลดปล่อย CO_2 ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

การใช้พลังงานของโรงงานเหล็กในประเทศไทยหลักๆ คือ เตา EAF จะใช้พลังงานไฟฟ้า ส่วนเตา Reheating furnace จะใช้น้ำมันเตาเป็นหลัก ส่วนก๊าซธรรมชาติมีการใช้กันน้อย เนื่องจากยังไม่มีการเดินแนวท่อก๊าซธรรมชาติอย่างทั่วถึง สำหรับเชื้อเพลิงแข็งยังไม่มีการใช้ เนื่องจากยังต้องอาศัยการปรับปรุงหัวเตาเผาเพิ่มเติมอีก ซึ่งในปัจจุบันผู้ประกอบการในไทยมักให้ความสำคัญต่อประเด็นการลดการใช้พลังงานมากกว่าประเด็นการลดการปลดปล่อย CO_2 เนื่องจากพลังงานเป็นต้นทุนการผลิต แต่ในการลดการใช้พลังงานก็ทำให้เกิดการลดการปลดปล่อย CO_2 ไปด้วยเช่นกัน โดยวิธีการประหยัดพลังงานของโรงงานเหล็กในประเทศไทย เช่น การหมุนเวียนก๊าซร้อนกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตใหม่ การเหลือน้ำเหล็กบางส่วนไว้ในเตาหลอมเพื่อให้การ reheat เกิดขึ้นได้ง่าย จะประหยัดพลังงานได้มากขึ้น เป็นต้น สำหรับภาพรวมการลดการใช้พลังงานของโรงงานเหล็กในประเทศไทยมีค่าประมาณ 15-20% ในระยะเวลา 10 ปี หรือคิดเป็นประมาณ 2% ต่อปี

ในอนาคตค่า Specific energy consumption & CO_2 intensity น่าจะมีแนวโน้มของค่าที่ลดลงจากปัจจุบัน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะขึ้นอยู่กับต้นทุนเพื่อใช้ในการลดการปลดปล่อย CO_2 และลดการใช้พลังงาน รวมถึงความต้องการในการบริโภคสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีมากขึ้นของผู้ซื้อ

ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการกลุ่มที่ 2 (กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานอิสระ)

ปัจจุบันญี่ปุ่นมีกฎหมายบังคับให้โรงงานเหล็กใช้ Renewable energy ทำให้มีความเชื่อว่าอีกหน่อยประเทศไทยอาจมีการบังคับให้ใช้ Renewable energy เช่นกัน และทุกวันนี้โรงงานเหล็กใหญ่ ๆในไทยมักใช้น้ำมันกันเยอะ ซึ่งโรงงานเหล่านี้ก็มีความต้องการที่จะทำ Fuel switching อยู่เหมือนกัน ตัวอย่างของ Renewable energy เช่น เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง แต่ปัจจุบันเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งมีการทำในไทยน้อยเนื่องจากไม่รู้ว่าผลิตแล้วจะเอาไปขายที่ไหน เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่ส่งออกไปทางญี่ปุ่นก็เพื่อใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมหนักที่เมื่อเผาเสร็จเถ้าก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำจากใยปาล์ม ถือว่าเป็นตัวอย่างหนึ่งของเชื้อเพลิงอัดแท่งชีวมวล เหตุผลที่ไม่นิยมใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำจากทลายปาล์มเพราะมีปัญหาในเรื่องของความชื้นและมีคลอไรด์ เวลาเผาคลอไรด์จะระเหยกลายเป็นเมือกตะกรันหนืด ซึ่งก่อให้เกิดปัญหากับระบบเผาไหม้ได้

ทางยุโรปมีการวิเคราะห์ราคาเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆแล้วพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งชีวมวลมีราคาที่ค่อนข้างถูก โดยถ่านหินยังคงเป็นเชื้อเพลิงที่ราคาถูกสุดก็จริง (ประมาณตันละ 2-3 พันบาท) แต่เชื้อเพลิงอัดแท่งมีราคาที่ถูกรองลงมาจากถ่านหิน (ราคาประมาณตันละเกือบ 3 พันบาท) ทั้งนี้ราคายังไม่ได้รวมราคาของภาษีคาร์บอนแต่อย่างใด

ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการกลุ่มที่ 3:

ประเด็นที่ว่าในอนาคตประเทศไทยจะต้องมีพันธกรณีในการเข้าร่วมเพื่อลดการปลดปล่อย CO_2 หรือไม่นั้น ยังคงเป็นประเด็นที่ไม่ชัดเจน แต่ไม่ว่าคำตอบของอนาคตจะออกมาในแนวทางใดสิ่งที่ประเทศไทยควรกระทำในปัจจุบัน คือ การจัดทำรายงานปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ที่แท้จริงของแต่ละโรงงานภายในประเทศ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลประเภท

bottom up เพื่อให้ประเทศไทยรู้สถานภาพการปลดปล่อยที่แท้จริงของตัวเองในขณะนี้ ซึ่งข้อมูลที่จัดทำขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศเอง อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมของประเทศต่อสถานการณ์ในอนาคตที่ยังไม่มีใครทราบว่าจะออกมาในรูปแบบใด ในปัจจุบันประเทศไทยต้องมีการจัดทำ National inventory เพื่อรายงานให้กับ UNFCCC อยู่แล้ว ซึ่งเป็นเงื่อนไขข้อกำหนดในการมีส่วนร่วมสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

นอกจากนั้นอีกสิ่งหนึ่งที่ประเทศไทยควรมีส่วนร่วม ในฐานะที่เป็นประเทศหนึ่งบนโลกใบนี้ เนื่องจากกิจกรรมที่ไทยดำเนินอยู่ย่อมส่งผลต่อการเกิดภาวะโลกร้อน (ไม่มากก็น้อย) อย่างแน่นอน คือ การดำเนินการลดการปลดปล่อยภายในประเทศ โดยอาจเริ่มต้นด้วยวิธีการรวมกลุ่มกันแบบภาคสมัครใจว่ามีความประสงค์ที่ต้องการจะลด ซึ่งถ้าผู้ใดในกลุ่มไม่สามารถลดได้ก็ไม่เป็นไร อาจให้ใช้วิธีจ่ายเงินซื้อ offset แทน เช่น จ่ายเงินสนับสนุนการปลูกป่าไม้แทน หรือการจ่ายเงินเพื่อให้เกิดเงินทุนที่ไปใช้สนับสนุนผู้ที่สามารถทำการลดการปลดปล่อยได้ เป็นต้น ซึ่งความก้าวหน้าของประเทศไทยในปัจจุบัน คือ เริ่มมีการดำเนินการเกี่ยวกับ Domestic voluntary market อยู่บ้างแล้ว โดยเป็น Pilot project ที่ทำกับนิคมอุตสาหกรรมบางปู บางพลี ลาดกระบัง จำนวนประมาณ 20 โรงงาน

ถึงกระนั้น หากผู้ประกอบการไทยไม่ตระหนักถึงความสำคัญที่ตนเองควรต้องมีส่วนร่วมในการลดการปลดปล่อยในฐานะผู้ร่วมก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ก็ยังมีประเด็นอื่นที่ส่งผลบังคับทางอ้อมต่อผู้ประกอบการอย่างแน่นอน คือ ประเด็น Unilateral ยกตัวอย่าง Carbon Border Adjustment (CBA) เช่น ประเทศผู้นำเข้าของไทยอาจมีการกำหนดมาตรฐานให้สินค้าภายในประเทศต้องติดฉลากคาร์บอน เนื่องจากต้องการมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อสภาวะโลกร้อน ดังนั้นสินค้าจากประเทศอื่นที่จะส่งเข้าไปก็ควรต้องมีการติดฉลากคาร์บอนเช่นกัน เพื่อไม่ให้ผู้ผลิตภายในประเทศเกิดการเสียเปรียบผู้ที่จะส่งสินค้าเข้าไปในประเทศเหล่านั้น เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปัจจุบันประเทศไทยอาจยังไม่มีพันธกรณีที่ต้องทำการลด แต่การตระหนักถึงการมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อสถานการณ์ภาวะโลกร้อนในปัจจุบันก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำในฐานะประเทศหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดภาวะเช่นนี้ อีกทั้งหากในเวทีการเจรจามีประเทศอื่นๆ ที่ยังไม่มีพันธกรณีในการลดเหมือนกับไทย แต่กลับยื่นข้อเสนอที่จะร่วมลดการปลดปล่อยด้วยแล้วถ้าประเทศไทยยังอยู่นิ่งเฉยก็คงไม่ส่งผลดีต่อภาพลักษณ์ของประเทศอย่างแน่นอน

ภาพถ่ายกิจกรรมการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และนักวิชาการ

ภาคผนวก ข

การจัดเวทีประชุม การจัดงานสัมมนา
ในประเด็นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย

การจัดเวทีประชุมรับฟังความคิดเห็นที่มีต่อข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ “การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย”

เมื่อวันที่ 17 กันยายน 2553

ซึ่งการจัดเวทีประชุมในครั้งนี้ทางโครงการฯ มีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญผู้เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีความสนใจในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้ามารับฟังข้อมูลที่ทางโครงการได้จัดทำมาในเบื้องต้นพร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็น โดยข้อมูลงานวิจัยจะครอบคลุมถึงการประเมินแหล่งที่มา ปริมาณ และตัวชี้วัดของก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ตลอดจนมาตรการและท่าทีเพื่อรับมือกับแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงในระดับโลก ทั้งนี้เพื่อเป็นการเผยแพร่ข้อมูลวิจัยที่อาจเป็นประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีความสนใจ อีกทั้งยังเพื่อเปิดโอกาสในการรับฟังประเด็นความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆที่จะเป็นประโยชน์ ซึ่งจะนำไปสู่แก้ไขปรับปรุงผลงานวิจัยให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น

การประชุมในครั้งนี้จัดขึ้นในวันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น. ณ ห้องห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์ ซึ่งเอกสารต่างๆที่ใช้ประกอบในการจัดการประชุมครั้งนี้ มีดังนี้

1.ใบเซ็นต์ลงทะเบียนสำหรับผู้เข้าร่วมการประชุม ซึ่งจะมีการระบุถึง

-รายชื่อบุคคลทุกท่านที่ทางโครงการฯได้ออกจดหมายเรียนเชิญเข้าร่วมการประชุม ซึ่งประกอบไปด้วยบุคคลที่สามารถเข้าร่วมการประชุมได้ (มีการเซ็นต์ลงทะเบียนในเอกสารชุดนี้) และบุคคลที่ไม่สามารถเข้าร่วมการประชุมได้

-รายชื่อบุคคลที่ทางโครงการฯไม่ได้ออกจดหมายเรียนเชิญเข้าร่วมการประชุม แต่เดินทางมาเข้าร่วมการประชุม (มีการเซ็นต์ลงทะเบียนในเอกสารชุดนี้)

2.แบบฟอร์มจดหมายเรียนเชิญ

3.กำหนดการจัดประชุม

4.แบบฟอร์มแบบตอบรับ

5.แบบสอบถาม

6.เอกสารที่ใช้ประกอบการบรรยาย (Presentation)

ซึ่งเอกสารต่างๆข้างต้นแสดงดังต่อไปนี้

รายชื่อผู้เข้าร่วมรับฟังการจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ

"การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย"

โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมลล์	ลายเซ็น
1	คุณประเสริฐ วีระพงศ์	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	02-226-3766	prasert_v@dede.go.th	
2	คุณสิทธิพล กว้างนอก	วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	02-226-3766	sittipol_k@dede.go.th	
3	คุณสุกมล ประกอบชาติ	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	02-223-0021-9	sukamon_h@dede.go.th	
4	คุณเอวิศรา แสงวิเชียร	วิศวกรปฏิบัติการ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	02-223-5521		
5	คุณอารีรัตน์ อยู่ทุ่น	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	02-223-0021-9	areerat_y@dede.go.th	
6	คุณไสว ไลจนะสุภกุกษ์	ผู้อำนวยการส่วน 5 อุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะ	กรมโรงงานอุตสาหกรรม	02-202-4032		
7	ท่านผู้หญิง ดร.สุชาวัลย์ เสถียรไทย		สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม			
8	คุณบัณฑูร เศรษฐศิโรตม์	ผู้อำนวยการ	สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม			

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมลล์	อื่นๆ
9	คุณชมพูนุท ช่างไชย์		สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	02-280-4085	chompluoonut@nesdb.go.th	
	สกุลลัย มะลิโล		สถาบันอาหาร	02-2801812		สกุลลัย มะลิโล
	กิรนล ยิ่งลิทธิรัตน์		สถาบันหม่อนไหม	027136250		
	น้ำผึ้ง กองมาก		สถาบันสิ่งทอแห่งชาติ			น้ำผึ้ง กองมาก
	ศุภรัฐ ลัญจรัส เอกอนันต์ชัย		สถาบันวิจัยเทคโนโลยีไทย			ศุภรัฐ ลัญจรัส
	ปริญา หวังเกษมชัย		สวก.	02-2585380		ปริญา

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

"การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย"

โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมลล์	ลายเซ็น
1	คุณสิทธิศักดิ์ สุขใสสาคร	ผู้จัดการโครงการ CDM	บริษัท Agrinergy (Thailand) จำกัด	02-656-0115	sittisak.sugsaisakorn@agrinergy.com	
2	คุณวินัย ขี้มน้อย	Area Manager	บมจ. จี เจ สตีล	089-779-2695	vinai@gjsteel.co.th	
3	คุณสถาพร วรงค์ชยกุล	VP Production	บมจ. จี เจ สตีล	089-891-3240	sathaporn@gjsteel.co.th	
4	คุณสุรพงษ์ ธนะพงศ์พิทยา		บมจ. จี เจ สตีล			
5	คุณธวัชชัย ทองหว่าง	ผู้จัดการกองสาธารณูปโภค	บริษัท แผ่นเหล็กวิลาสไทย จำกัด			
6	คุณสมชาย จิตต์ประกอบ	ที่ปรึกษากรรมการจัดการ	บริษัท แผ่นเหล็กวิลาสไทย จำกัด	081-837-2260		
7	คุณกัญจน์รัษฐาน์ อนุพันธ์	วิศวกรสิ่งแวดล้อม	บริษัท สยามยูไนเต็ดสตีล (1995) จำกัด	086-582-2429	kanratthaa@sus1995.com	
8	คุณปกรณ์ ปุริมอติกานต์	ผู้จัดการสำนักความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม	บมจ. สหวิริยาสตีลอินดัสตรี	032-691-403-5		

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมล์	ลายเซ็น
9	คุณวิโรจน์ ไวยนิโรพันธ์ชัย	ผู้จัดการทั่วไป	บมจ. สหวิริยาสตีลอินดัสตรี	02-238-3063-87		
10	คุณสมเกียรติ พานิชกุล	ผู้จัดการทั่วไปสายการผลิต	บมจ. สหวิริยาสตีลอินดัสตรี	032-691-403-5	chareewan@sysi-steel.com	
11	คุณสุนัยน์ กังวานพณิชย์	Section Manager-EDO-Cold Rolling	บมจ. สหวิริยาสตีลอินดัสตรี	032-691-403-5		
12	คุณสุภเชษฐ์ ปานดี	Senior Supervisor-EDO-Cold Rolling	บมจ. สหวิริยาสตีลอินดัสตรี	032-691-403-5	supachedp@sysi-steel.com	
13	คุณบรรเจิด ภูดีหิน	ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการยูทิลิตี้	บมจ.เหล็กแผ่นรีดเย็นไทย	032-548-375-80	Bunjerd_pud@ters	
14	คุณสุเทพ จองวรรณสิริ	ผู้จัดการทั่วไป	บริษัท อีเนอร์ยี โปรเกรส โซลูชั่น จำกัด			
15	คุณวิชญ์นนท์ ธรานนท์	นักวิจัย	บริษัท อีเนอร์ยี โปรเกรส โซลูชั่น จำกัด		Vichanon_t@energyprosco.th	วิชญ์นนท์ ธรานนท์
16	คุณธีรยุทธ เลิศศิรรังสรรค์	VP Engineering	บริษัท เอ็น.ที.เอส. สตีลกรุ๊ป จำกัด	087-592-7711	theerayuthl@tatasteelthailand.com	
17	คุณเสรฐวุฒิ ประกายรุ้งทอง	วิศวกรอาวุโส	บริษัท เอ็น.ที.เอส. สตีลกรุ๊ป จำกัด	081-632-7659	sedthawutp@tatasteelthailand.com	
18	คุณโชติวรรณ เสียงประเสริฐกิจ	วิศวกร	บมจ. เอสซีจีเปเปอร์	084-700-2640	chotiwas@scg.co.th	
19	คุณสุวรรณณีย์ เทวินบุรานุวงศ์	ผู้จัดการงานสิ่งแวดล้อม	บมจ. เอสซีจีเปเปอร์	032-200-746-60	suwannet@scg.co.th	

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมลล์	ลายเซ็น
	นายศรัณยู ประเทืองผล	วิศวกรปฏิบัติ	บมจ. ทาทาสตีลฯ ประเทศไทย	07-939/060	SUPTHAWUTP@TATASTEEL THAILAND.COM	

รายชื่อผู้เข้าร่วมรับฟังการจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ

"การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย"

โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมลล์	ลายเซ็น
1	ผศ.ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์		ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย			
2	รศ.ดร.โสภารัตน์ จารุสมบัติ		คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์			

รายชื่อผู้เข้าร่วมรับฟังการจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ

"การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย"

โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์	อีเมลล์	ลายเซ็น
1	คุณพรหมธิดา สดใส	ผู้ช่วยวิจัยโครงการ	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย			
2	คุณธนาวรรณ ติลกการย์	ผู้ช่วยวิจัยโครงการ	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	086-9532967	horus_id@hotmail.com	
3	คุณนิวัฒน์ ตั้นตระกูล	ผู้ช่วยวิจัยโครงการ	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0840440013		
4	คุณสุภาวรรณ สุทธินรากร	ผู้ช่วยวิจัยโครงการ	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย			
5	คุณวสิญญู เสรีสกุ						

CHULALONGKORN UNIVERSITY
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Phayathai Road, Bangkok 10330 Tel: 0-2218-6657
Telex: 20217 UNICHUL TH Fax: 662-218-6666

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ถนนพญาไท กทม. 10330 โทร. 0-2218-666
โทรสาร 0-2218-6666

ที่ วส. /2553

กันยายน 2553

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมงาน การจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ "การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย"

เรียน

ข้าพเจ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์ หัวหน้าโครงการ พร้อมทั้งคณะนักวิจัยของโครงการ "การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย" ซึ่งได้รับเงินทุนวิจัยสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) มีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านมารับฟังข้อมูลที่ทางโครงการได้จัดทำมาในเบื้องต้นพร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็น โดยข้อมูลงานวิจัยจะครอบคลุมถึงการประเมินแหล่งที่มา ปริมาณ และตัวชี้วัดของก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ตลอดจนมาตรการและท่าทีเพื่อรับมือกับแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงในระดับโลก ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการเผยแพร่ข้อมูลวิจัยที่อาจเป็นประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังเพื่อเปิดโอกาสในการรับฟังประเด็นความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆที่จะเป็นประโยชน์ ซึ่งจะนำไปสู่แก้ไขปรับปรุงผลงานวิจัยให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น

ในการนี้ ทางโครงการจึงมีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านให้เข้าร่วมประชุม ในวันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น. ณ ห้องห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

พิชญ รัชฎาวงศ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์)
หัวหน้าโครงการวิจัยฯ

กำหนดการประชุม

การจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ “การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย” โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

เวลา	
8.30-9.00 น.	ลงทะเบียน
9.00-9.15 น.	กล่าวต้อนรับและชี้แจงวัตถุประสงค์ โดย คุณบัณฑูร เศรษฐศิโรตม์ *ผู้อำนวยการ สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคม และ สิ่งแวดล้อม*
9.15-10.15 น.	นำเสนอผลงานวิจัย “การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย” โดย ผศ.ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์ *ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*
10.15-10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.30-11.00 น.	นำเสนอผลงานวิจัย “มาตรการที่เกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย” โดย รศ.ดร.โสภารัตน์ จารุสมบัติ *คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*
11.00-12.00 น.	แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่อผลงานวิจัย
12.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน

<u>แบบตอบรับ</u>

การจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ “การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย” โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

ชื่อ-นามสกุล.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....

e-mail……..

ชื่อ-นามสกุล.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....

e-mail……..

☐ ยินดีเข้าร่วมรับฟังการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยของทางโครงการฯ

☐ ไม่สามารถเข้าร่วมรับฟังการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยของทางโครงการฯ

ชื่อ-นามสกุลผู้ประสานงาน.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....

e-mail……..

โปรดส่งแบบตอบรับการเข้าร่วมประชุมมาภายในวันศุกร์ที่ 10 กันยายน 2553 ที่

โทรสาร : 02-218-6677

หรือ e-mail : nssn152@hotmail.com

<u>แบบสอบถามความคิดเห็น</u>

การจัดนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยของโครงการ “การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย” โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 17 กันยายน 2553 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ณ ห้องกษัตริย์ศึก 1 ชั้น 4 โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างทางขวามือของข้อความ และ/ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ โดยให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = ควรปรับปรุง

1.ข้อมูลผู้เข้าร่วมงาน

ตำแหน่ง / หน้าที่ : ☐ผู้บริหาร ☐วิศวกร ☐เจ้าหน้าที่ ☐อื่นๆ..... (โปรดระบุ)

2.ข้อมูลด้านองค์ประกอบของการจัดประชุม

ความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ				
	4	**3**	**2**	**1**	**ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**
1.ความเหมาะสม และสภาพแวดล้อมของสถานที่					
2.ความเหมาะสมของอาหารว่าง-อาหารกลางวัน					
3.สื่อ วัสดุอุปกรณ์ และเอกสารที่ใช้ในการบรรยาย					
4.ความเหมาะสมของระยะเวลา					
5.ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมงาน					
6.การเปิดรับข้อเสนอแนะ ความคิดเห็น และคำถามจากผู้เข้าร่วมงาน					
7.การบรรยายมีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
8.สามารถถ่ายทอด และสรุปเนื้อหาได้อย่างชัดเจน					

3.ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม……..……...

การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

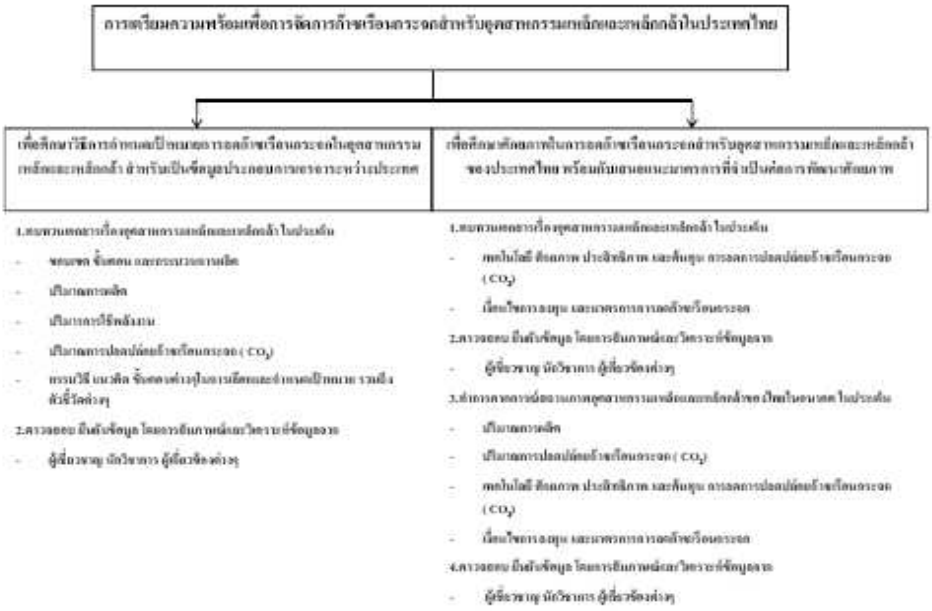
17 กันยายน 2553
โรงแรม เดอะทวินทาวเวอร์

ผศ.ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ
- เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย พร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ

ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ

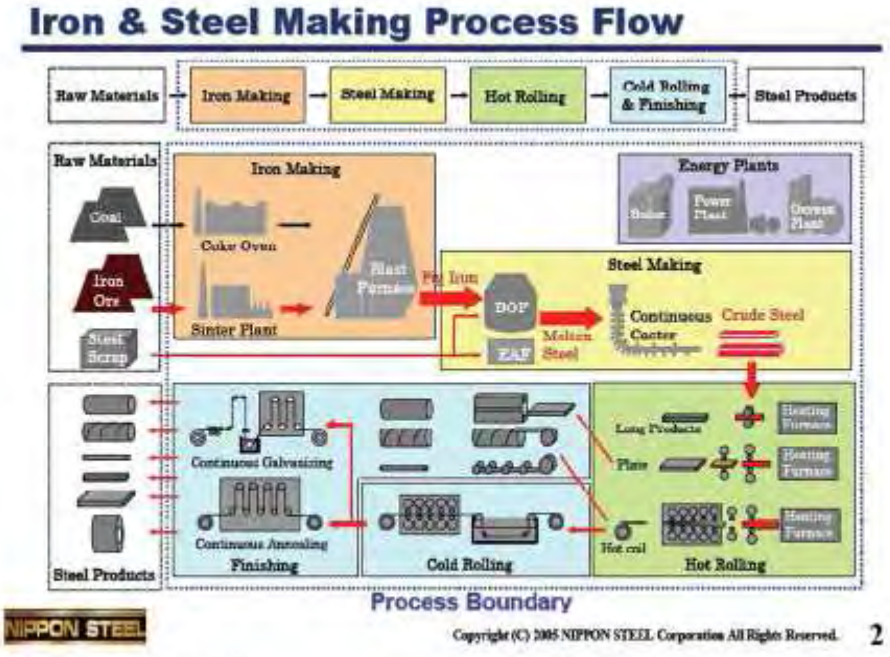


ความก้าวหน้าของงานวิจัย

- **รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ได้แก่**
  - ขอบเขต ขั้นตอน และกระบวนการผลิต
  - ปริมาณการผลิต
  - ปริมารการใช้พลังงาน
  - ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)
  - กรรมวิธี แนวคิด ขั้นตอนต่างๆในการเลือกและกำหนดเป้าหมาย รวมถึงตัวชี้วัดต่างๆ
  - เทคโนโลยี ศักยภาพ ประสิทธิภาพ และต้นทุน การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)
  - เงื่อนไขการลงทุน และมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก

ความก้าวหน้าของงานวิจัย (ต่อ)

- ทำการคาดการณ์สถานภาพอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของไทยในอนาคต
  - ปริมาณการผลิต
  - ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)
  - เทคโนโลยี ศักยภาพ ประสิทธิภาพ และต้นทุน การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)
  - เงื่อนไขการลงทุน และมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก

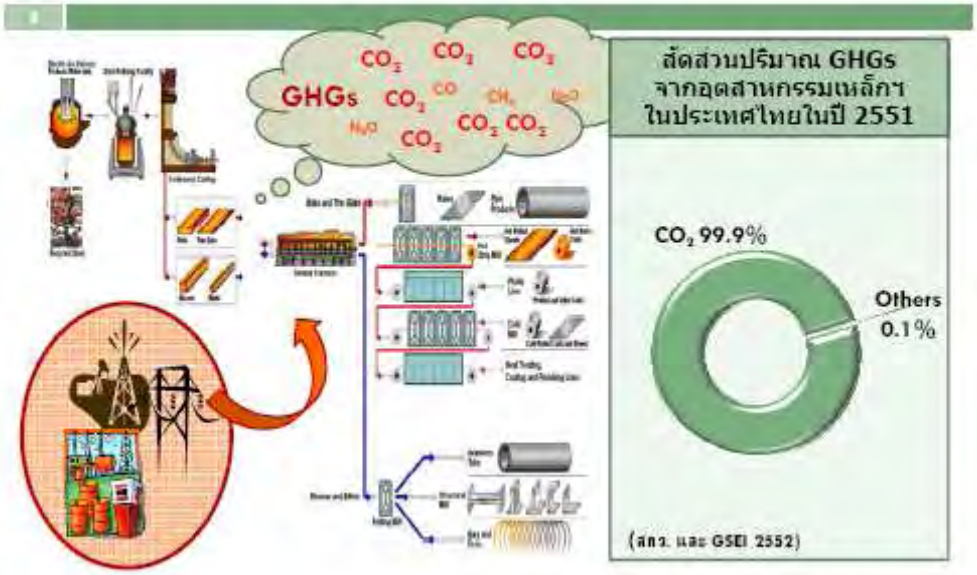


ที่มา : Toru Ono, 2007.

การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยในปัจจุบัน

- GHGs กับการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย
- การประเมิน CO_2 intensity ของผลิตภัณฑ์เหล็กแต่ละชนิด
- การประเมินปริมาณ CO_2 จากการผลิตเหล็กในปัจจุบัน

GHGs กับการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย



ปริมาณพลังงานแต่ละชนิดที่ใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

ปริมาณพลังงานที่ใช้ (MJ/ton) = ปริมาณเชื้อเพลิง หรือ ไฟฟ้าที่ใช้ * (unit/ton) x ค่าความร้อน (MJ/unit)

* ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงและไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กแต่ละชนิดในปี 2551 จาก ISIT

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ชนิดของพลังงาน	unit/ton
e.g. เหล็กรีดร้อน (HRC)	ไฟฟ้า	kWh/ton
	น้ำมันเตา	liter/ton
	น้ำมันดีเซล	liter/ton
	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	kg/ton
	ก๊าซธรรมชาติ	Nm^3

ปริมาณ CO_2 intensity รายผลิตภัณฑ์ของแต่ละสายการผลิต (มีและไม่มี EAF)

CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด (kg CO_2/ton)

ปริมาณพลังงานของเชื่อเพลิงที่ใช้ (MJ/ton) x Carbon content (kg C/GJ) x (44/12)/1000

CO_2 จากการใช้ไฟฟ้า (kg CO_2/ton)

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ton) x 0.58* (kg CO2/kWh)

Carbon content in kg C/GJ (IPCC, 2006)

CO_2 intensity (kg CO_2/ton) = (ΣCO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด) + CO_2 จากการใช้ไฟฟ้า

* ข้อมูลจาก EGAT 2551

CO_2 intensity ของแต่ละผลิตภัณฑ์ ($kg\ CO_2/ton$)

(ค่า CO_2 intensity หลังการถ่วงน้ำหนักด้วยปริมาณการผลิตของแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์)

ค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย = 231.06 $kg.CO_2$ / ton.Product

เหล็กทรงยาว	เหล็กทรงแบน
ค่าเฉลี่ย = 329.60 $kg.CO_2$ / ton.Product	ค่าเฉลี่ย = 132.52 $kg.CO_2$ / ton.Product

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการผลิตเหล็กของประเทศไทยในปี 2551

CO_2 (ton) = CO_2 intensity (kg CO_2 per ton) x ปริมาณการผลิต (ton)

การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยในอนาคต

- การคาดการณ์ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กในอนาคต
- การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กในอนาคต
  : กรณีไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ
  : กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

ขั้นตอนการคาดการณ์ : ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็ก

14

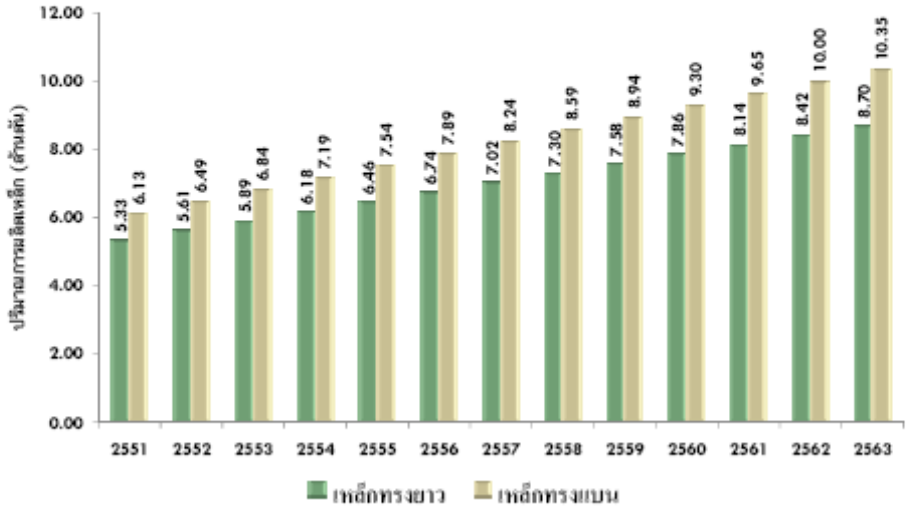
1) ทบทวนและวิเคราะห์ผลการคาดการณ์ปริมาณความต้องการเหล็กในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2553-2563 (สศช. 2552)
: จำแนกเป็นความต้องการเหล็กทรงยาว และเหล็กทรงแบน

2) หาค่าเฉลี่ยสัดส่วนการผลิตเหล็กจริงในประเทศต่อความต้องการเหล็กจริง
ของประเทศไทยระหว่างปี 2546-2551
: เหล็กทรงยาว = 0.8672 (SD = 0.0267)
: เหล็กทรงแบน = 0.6015 (SD = 0.0449)

3) การคาดการณ์ปริมาณการผลิตเหล็กตั้งแต่ปี 2553-2563
= ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการผลิตเหล็กจริงต่อความต้องการเหล็กจริง
X การคาดการณ์ปริมาณความต้องการเหล็กในปี 2553-2563

การคาดการณ์ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็ก ในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2553-2563

15



การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต : กรณีไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

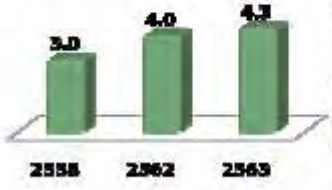
16

CO_2 (ton) = CO_2 intensity (kg CO_2 per ton) x ปริมาณการผลิต (ton)

(สมมติค่า CO_2 intensity ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต : กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

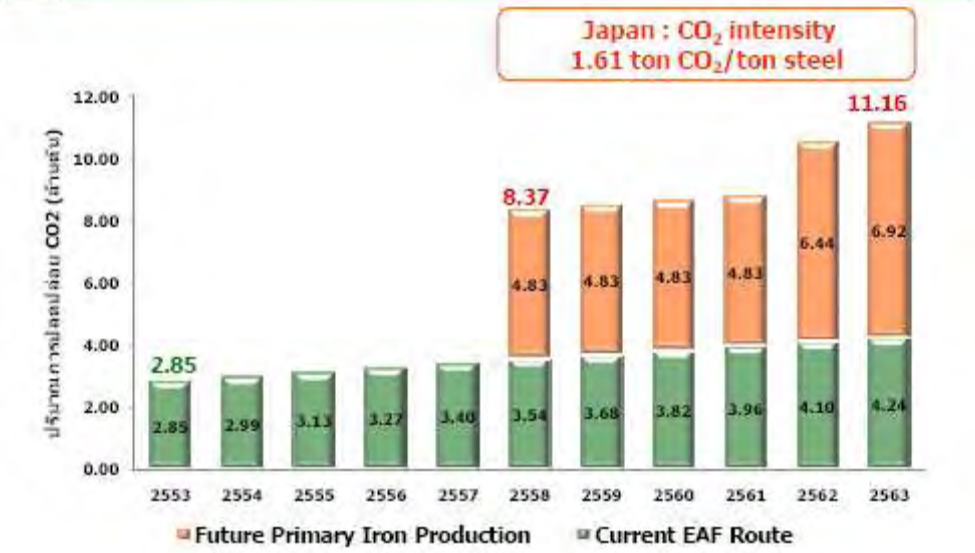
ปริมาณการผลิต (ล้านตัน)



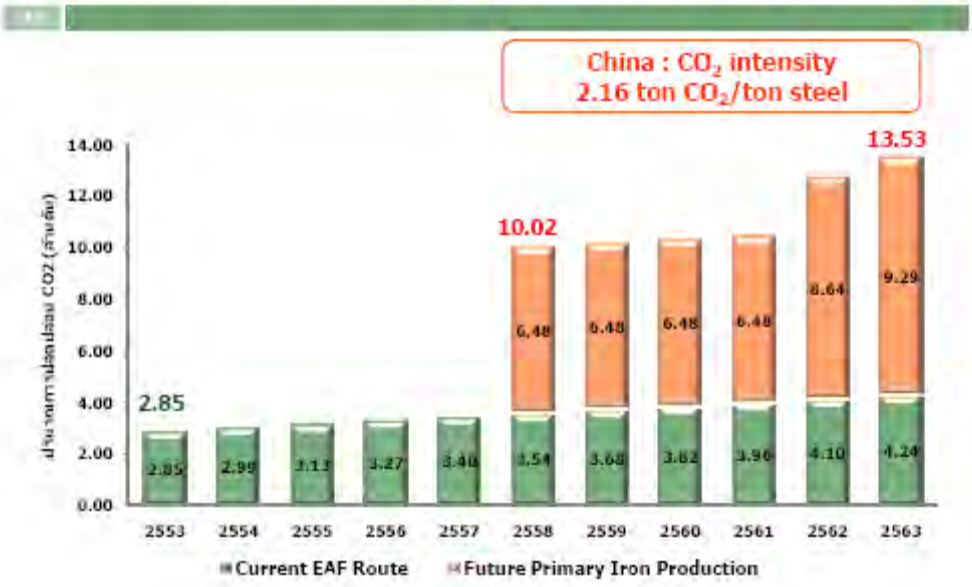
(ตามการคาดโดย สศช. 2552)

กรณี :	การใช้เทคโนโลยีที่ดี	การใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง
Energy saving & Heat recovery	High efficiency	Moderate efficiency
Country	Japan (Nippon steel)	China
CO_2 intensity (ton CO_2/ton)	1.61	2.16

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ : การใช้เทคโนโลยีที่ดี



การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต
กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ : การใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง



Steel Climate Change

- การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโลก
- มาตรการระหว่างประเทศเรื่องก๊าซเรือนกระจก
- ร่าง Copenhagen ACCORD
- เกณฑ์การจัดสรรพันธกรณี
- สถานะของประเทศต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจก
- ทิศทางและท่าทีของประเทศต่างๆในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็ก

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโลก

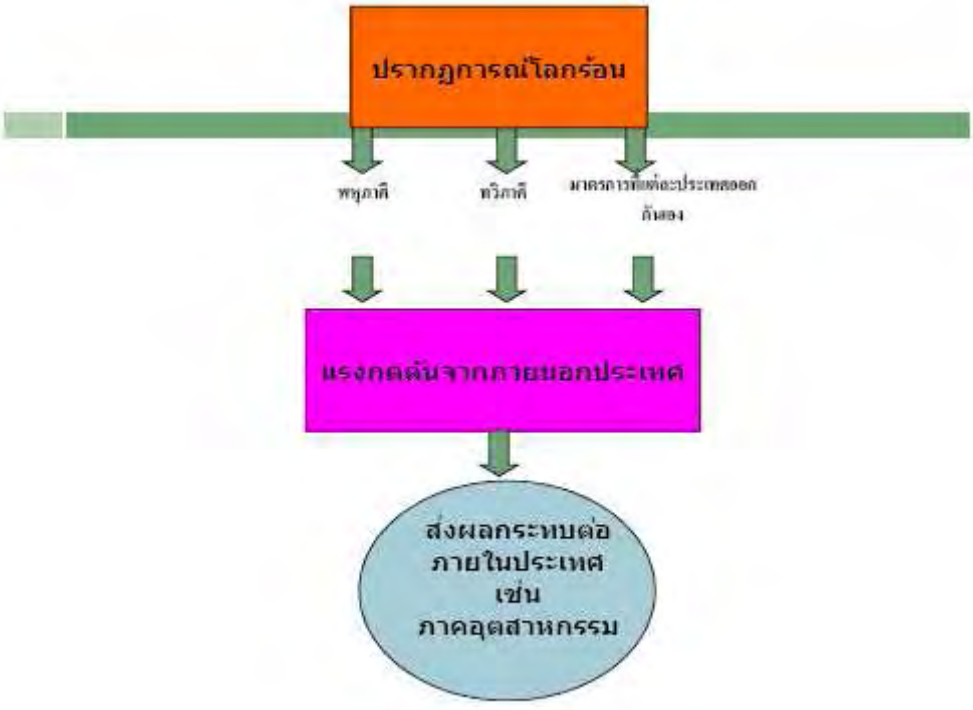
- อุตสาหกรรมเหล็กปล่อยประมาณ 3-5% ของการปลดปล่อยของกิจกรรมต่างๆในโลก (Clingendael International Energy Programme, 2009)
- ประมาณ 27% จาก Manufacturing sector (IEA, 2007)
- มาจากการใช้พลังงานโดยเฉพาะช่วงการถลุง
- ในปี 2004 มีการผลิตเหล็กกล้า 1057 Mton ในโลก (IEA, 2007)

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโลก (ต่อ)

- > 90% ของการปลดปล่อยอยู่ใน 9 พื้นที่
- จีน บราซิล EU-27 อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ รัสเซีย ยูเครน และสหรัฐอเมริกา
- ค่าการปลดปล่อยเฉลี่ย (Clingendael International Energy Programme, 2009)
  - รัสเซีย 3.5 ton CO_2/ton steel
  - EU-27 และเกาหลีใต้ < 1.7 ton CO_2/ton steel

มาตรการระหว่างประเทศเรื่องก๊าซเรือนกระจก

- พหุภาคี ได้แก่ Kyoto Protocol
- ทวิภาคี
- มาตรการที่แต่ละประเทศออกกันเอง เช่น กฎหมายโลกร้อนของอเมริกา (Clean Energy and Security Act, 2009) หรือกฎระเบียบของสหภาพยุโรป ซึ่งอาจจะมีการใช้มาตรการทางการค้าเพื่อสิ่งแวดล้อม (Environmental-related Trade Measures)



ร่าง Copenhagen ACCORD

- กำหนดเป้าหมายควบคุมอุณหภูมิโลกไม่ให้เพิ่มเกิน 2 °C
  (ปี 2015 ประเมินอีกครั้ง หากจำเป็นต้องจำกัดไว้ไม่ให้เกิน 1.5 °C)
- ให้มีพิธีสารเกียวโตต่อไป
- ตระหนักถึงการกำหนด Global and National peaking emission และการขจัดความยากจนออกจากประเทศกำลังพัฒนาก่อน
- ตระหนักว่า Low-emission development strategy เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2010

ร่าง Copenhagen ACCORD (ต่อ)

- ทุกประเทศดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจก
  ประเทศพัฒนาแล้ว : มีพันธกรณีแบบกำหนดเป้าหมาย
  ประเทศกำลังพัฒนา : ไม่กำหนดเป้าหมาย แต่มีการจัดทำแผนการลดก๊าซฯ ของประเทศ (NAMA)
  ประเทศด้อยพัฒนา และประเทศหมู่เกาะ : ลดโดยสมัครใจ และจะได้รับเงินสนับสนุน
- ส่งเสริมกลไกตลาดในการลด
- ให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์ป่า (REDD+)
- แผนลดของประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องการเงินสนับสนุนจากกองทุน หรือเงินระหว่างประเทศ ต้องได้รับการขึ้นทะเบียน (NAMA) และมีการตรวจสอบด้วยกลไกระหว่างประเทศ (MRV)

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2010

ร่าง Copenhagen ACCORD (ต่อ)

- ประเทศกำลังพัฒนาต้องจัดทำรายงานแห่งชาติ และบัญชีก๊าซฯ ทุก 2 ปี
- ด้านการเงิน : มีการจัดตั้งกองทุน และระดมเงินทุน เพื่อสนับสนุนการลดก๊าซฯ
- ให้แต่ละประเทศส่งรายละเอียดไปยังสำนักเลขาธิการอนุสัญญา ภายใน 31 ม.ค.53 โดย
  - ประเทศพัฒนาแล้ว ส่งเป้าหมายการลดก๊าซฯ
  - ประเทศกำลังพัฒนา ส่งกิจกรรมการลดก๊าซฯ

***อย่างไรก็ตาม COP 15 มีมติเพียงรับทราบ ไม่ได้เห็นชอบ ดังนั้นผลลัพธ์ที่จะออกมายังไม่มีความแน่นอน

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2010

Background

ในการเจรจาภายใต้ UNFCCC ปัจจุบัน ข้อเรียกร้องในเชิงเป้าหมายตัวเลขการลดก๊าซที่ประเทศส่วนใหญ่นำเสนอมักจะอยู่ในย่าน ดังนี้

- ปี 2020
  - Annex I : -25-40% จากระดับปี 1990
  - Non-Annex I : -15-30% จากระดับ BAU
- ปี 2050
  - Global : ไม่ต่ำกว่า -50% จากระดับปี 1990
  - Annex I : -80-95% จากระดับปี 1990

ที่มา : อ.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. "การจัดสรรพันธกรณีสำหรับปี 2020 และ 2050". สัมมนา Global Warming Forum : 11 ส.ค.53.

เกณฑ์การจัดสรรพันธกรณีที่น่าสนใจ

1. Equal BAU Percentage
2. Equal 1990 Percentage
3. Equal Emission Rights
4. Contraction and Convergence

ที่มา : อ.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. "การจัดสรรพันธกรณีสำหรับปี 2020 และ 2050". สัมมนา Global Warming Forum : 11 ส.ค.53.

เกณฑ์การจัดสรรพันธกรณีที่พิจารณา

- พิจารณาข้อเสนอเกณฑ์การจัดสรรพันธกรณีทั้งหมด 4 รูปแบบ

(เกณฑ์อย่างง่าย 2 เกณฑ์ และเกณฑ์ที่เน้นหลักความเป็นธรรม 2 เกณฑ์)

1.Equal BAU Percentage

ทุกประเทศที่ร่วมการจัดสรรมีภาระต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของตนในปี 2020 ลงในสัดส่วนที่เท่าเทียมกันเมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยในกรณี BAU (นั่นคือทุกประเทศจะต้องลด 15% หรือ 30% เท่าเทียมกัน

2.Equal 1990 Percentage

ทุกประเทศที่ร่วมการจัดสรรมีภาระต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของตนในปี 2020 ลงในสัดส่วนที่เท่าเทียมกัน เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยของตนในปี 1990

ที่มา : อ.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. "การจัดสรรพันธกรณีสำหรับปี 2020 และ 2050". สัมมนา Global Warming Forum : 11 ส.ค.53.

เกณฑ์การจัดสรรพันธกรณีที่พิจารณา (ต่อ)

3.Equal Emission Rights

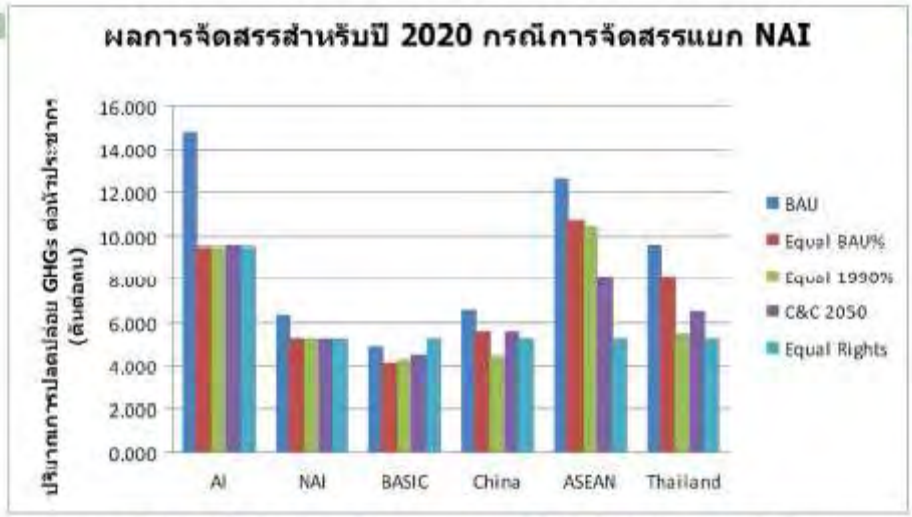
ประชากรของโลกทุกคนควรมีสิทธิ์เท่าเทียมกันในการร่วมใช้ทรัพยากรส่วนรวมของโลก ดังนั้นประชากรของทุกประเทศที่ร่วมจัดสรร ย่อมควรได้รับสิทธิ์ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากรในอัตราที่เท่าเทียมกันทั้งหมด

4.Contraction and Convergence (C & C)

ตั้งแต่ปี 2020 เป็นต้นไป ทุกประเทศจะต้องค่อยๆปรับลดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซต่อหัวของตน เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยรวมของประเทศที่ร่วมจัดสรรทั้งหมด ลงในอัตรา 25% ต่อทศวรรษ เมื่อเทียบกับค่าความแตกต่างที่ดำรงอยู่ในปี 2010 ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปล่อยก๊าซต่อหัวของทุกประเทศในกลุ่มจะถูกปรับค่าจนมีค่าเท่าเทียมกันในปี 2050

ที่มา : อ.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. "การจัดสรรพันธกรณีสำหรับปี 2020 และ 2050". สัมมนา Global Warming Forum : 11 ส.ค.53.

ไทยจะได้เปรียบเมื่อใช้เกณฑ์ใด



ที่มา : อ.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. "การจัดสรรพันธกรณีสำหรับปี 2020 และ 2050". สัมมนา Global Warming Forum : 11 ส.ค.53.

เปรียบเทียบผลการจัดสรรของประเทศไทย

Per Capita in 2020	Equal BAU%	Equal 1990%	C&C 2050	Equal Rights
จัดสรรแยก	8.18	5.45	6.48	5.29
จัดสรรรวม	7.51	3.98	6.01	6.02

ที่มา : อ.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. "การจัดสรรพันธกรณีสำหรับปี 2020 และ 2050". สัมมนา Global Warming Forum : 11 ส.ค.53.

Primary and Embedded Steel Imports to the U.S.: Implications for the Design of Border Tax Adjustments

CATHERINE F. IZARD,*,†,‡ CHRISTOPHER L. WEBER,† AND H. SCOTT MATTHEWS†,‡
Departments of Civil & Environmental Engineering and Engineering & Public Policy, Carnegie Mellon University, 5000 Forbes Avenue, Pittsburgh, Pennsylvania 15213

Received March 30, 2010. Revised manuscript received July 7, 2010. Accepted July 22, 2010.

Carbon Border Tax Adjustments (BTAs) are a politically popular strategy for avoiding competitive disadvantage problems when a country implements a unilateral climate change policy. A BTA taxes carbon embodied in imported goods in order to protect domestic industry and motivate other countries to implement climate change policy. To estimate the

ที่มา : Catherine F. et al., 2010.

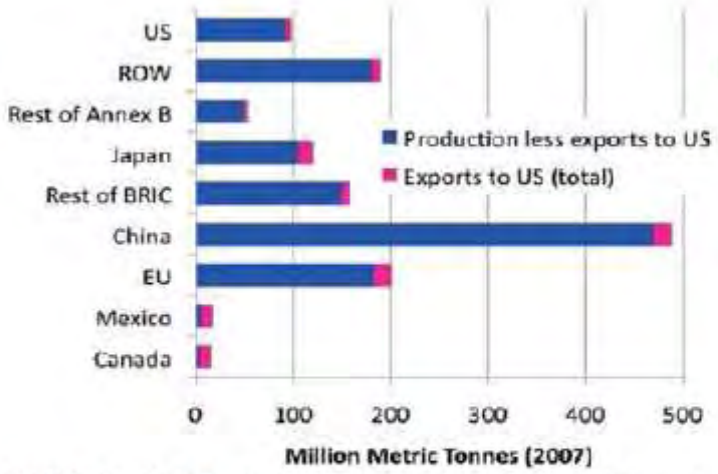


FIGURE 3. Global steel production and U.S. steel imports (primary and embedded). Figure from ref *44*.

ที่มา : Catherine F. et al., 2010.

สถานะของประเทศต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจก

Table 4.2 Greenhouse gas emissions of the main steel countries in recent years

	Kyoto Protocol commitments (emission reduction in 2010 compared to 1990)	Actual emissions in 2005 compared to 1990 (UNFCCC, 2008 and EEA, 2008)	Remarks
EU-27	-8%	-1.5%	Target for EU-15. Projected to be met with additional policies announced by member states in 2008 (EEA, 2008)
United States	-7%	+16%	Kyoto protocol not ratified. 2008 President-elect Obama favours a cap and trade system
Japan	-6%	+7%	Voluntary CO_2 market launched in 2008
Russian Federation	+0%	-29%	Reductions due to industrial breakdown after 1990
Ukraine	+0%	-55%	Reductions due to industrial breakdown after 1990
Brazil	-	+65%	
China	-	+137%	Very high economic growth rates in recent years
India	-	+22%	
South-Korea	-	+17%	

Sources: Energy Information Administration, 2007, http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tablehi1.xls and UNFCCC, 2007, http://unfccc.int/files/inc/graphics/image/gif/graph3_2007_ori.gif

ทิศทางและท่าทีของประเทศต่างๆในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็ก

- จีน
- อินเดีย
- เกาหลีใต้
- ญี่ปุ่น

จีน

- ได้เสนอว่าการกำหนดเป้าหมายควรจะต้องสอดคล้องกับการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศ (APP, 2009)
- ได้วางแผนและได้เสนอการลดการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็กลง 20% ในปี 2010 จากปีฐาน 2005
- ขอความช่วยเหลือทางการเงินจากประเทศพัฒนาแล้วเพื่อการลดและการปรับตัวในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจก (Clingendael International Energy Programme, 2009)

อินเดีย

- เสนอว่าควรมีการยอมรับในเรื่องความสมัครใจเช่นการเลือกว่าจะไม่ตั้งเป้าหมายเพื่อลดการปลดปล่อย (APP, 2009)
- ยังได้เรียกร้องให้รับฟังและขอความช่วยเหลือในด้านของการเก็บข้อมูล ปัญหาอุปสรรคในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อการลดการปลดปล่อย CO_2
- ความรับผิดชอบควรอยู่กับผู้ปลดปล่อยมากในอดีตคือ Annex I (Clingendael International Energy Programme, 2009)

เกาหลีใต้

- ได้เสนอให้มีการตั้งเป้าหมายการลดการปลดปล่อยจากแต่ละสายการผลิตเช่น BF/BOF และ EAF เป็นต้น (APP, 2009)
- เสนอให้มีการพิจารณาการตั้งเป้าหมายตามความพร้อมหรือสถานะของประเทศต่างๆ เช่นกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาแบบก้าวหน้า กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาเป็นต้น
- กำลังมีการพิจารณาเรื่องระบบตลาดคาร์บอน (Clingendael International Energy Programme, 2009)
- กำลังมีการพิจารณาการทำการลดแบบสมัครใจ ที่สามารถทำ MRV ได้

ญี่ปุ่น

- เสนอให้มีการตั้งเป้าหมายการลดการปลดปล่อยจากแต่ละสายการผลิตเช่น BF/BOF และ EAF (APP, 2009)
- ในปี 2008 ปล่อย 197.16 ton MtonCO_2 ต่ำกว่า 1990 (200.64 Mton CO_2) 1.7% (Kimura, 2010)
- เน้นเรื่องประสิทธิภาพพลังงาน (Clingendael International Energy Programme, 2009)
- เน้นความรับผิดชอบที่แตกต่างของประเทศกำลังพัฒนา
- ให้ความสำคัญกับเรื่องของ Sectoral Approach มาก

ไทยพร้อมแล้วหรือไม่กับการสนับสนุน (Associated) โคเปนเฮเกนแอคคอร์ด (รัตนาภรณ์, 2553)

- ข้อตกลงโคเปนเฮเกนแอคคอร์ดเกิดขึ้นในเวทีการเจรจาโลกร้อน COP15 ช่วงปลายปี 52 ที่ผ่านมา
- ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่สนับสนุนโคเปนเฮเกนแอคคอร์ด แม้จะมี 136 ประเทศ ซึ่งมากกว่า 2 ใน 3 ของประเทศที่เป็นรัฐภาคีของ UNFCCC ที่สนับสนุนในข้อตกลงดังกล่าวก็ตาม
- โดยประเทศกำลังพัฒนาที่สนับสนุนโคเปนเฮเกนเอคคอร์ดต้องมีการทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติอย่างเหมาะสม (Nationally Appropriation Mitigation Action: NAMA) ที่สอดรับกับการปล่อยและศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศของตน

ที่มา : www.MEAswatch.org

ไทยพร้อมแล้วหรือไม่กับการสนับสนุน (Associated) โคเปนเฮเกนแอคคอร์ด (รัตนาภรณ์, 2553) (ต่อ)

- ในอนาคตหากประเทศไทยจะร่วมสนับสนุนข้อตกลงนี้ จำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานในเรื่องการปล่อยก๊าซและเป้าหมายในการลดอย่างชัดเจน
- รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร ชี้ประเด็นความเสี่ยงและโอกาสของประเทศไทย พบว่าขณะนี้ยังไม่มีการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับเป้าหมายการลดก๊าซในภาคส่วนต่างๆอย่างชัดเจน ระบุแหล่งที่ปล่อยได้ไม่ครอบคลุม ครบถ้วนในทุกภาคส่วน รวมถึงวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยยังล้าหลัง หากเทียบกับการคำนวณในต่างประเทศ
- ข้อมูลที่ยังต้องปรับแก้ และศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคของแผนที่จะนำมาใช้ ยกตัวอย่าง แผนนิวเคลียร์ที่จะนำมาใช้ในแผน PDP ความเป็นไปได้ของเทคนิคการเก็บกักคาร์บอนในดิน ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีงานศึกษาถึงปริมาณที่เป็นไปได้ต่อโครงสร้างชั้นหินในดิน

ที่มา : www.MEAswatch.org

ประเด็นที่ควรมีการหารือ

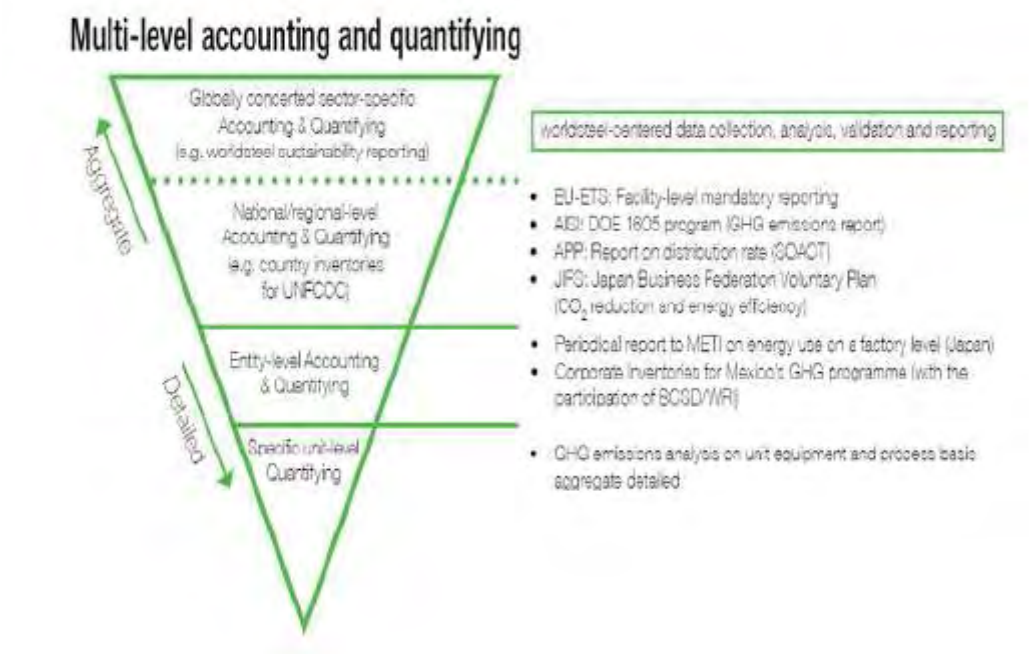
1.กรรมวิธีการกำหนดเป้าหมาย

2.ท่าทีของประเทศเรื่องการจัดสรรพันธกรณี

3.การรวมเอาเหล็กต้นน้ำมาไว้ในการคิดการปลดปล่อย

ขั้นตอนในการกำหนดเป้า

1. การประเมินตน
2. การประเมินตนในอนาคต
3. การพิจารณาศักยภาพการลด; Direct and Indirect
4. การกำหนดเป้าจากใคร; ราชการ เอกชน นักวิจัย ??
5. ใครควรต้องเข้ามาร่วมทำ ??



ท่าทีของประเทศเรื่องการจัดสรรพันธกรณี

1. Equal BAU Percentage
2. Equal 1990 Percentage
3. Equal Emission Rights
4. Contraction and Convergence

- ถ้าเป็นแบบ BAU จะมีค่าอย่างไรถึงจะดี
- ถ้าเป็น Emission intensity หรือ ton CO_2/ton product ?

การรวมเอาเหล็กต้นน้ำมาไว้ในการคิดการปลดปล่อยตาม **BAU**

- กระบวนการผลิตเดิมๆ จะถูกบีบให้มีการลดไปเรื่อยๆ อาจจะต่อหน่วยสินค้าหรืออาจจะเป็น Absolute term
- ถ้าอยากมีกระบวนการผลิตใหม่ๆ ควรจะรีบนำมารวมหรือไม่ก่อนที่จะเข้าไปร่วมกับ Copenhagen accord ?

จบการนำเสนอ

ขอบคุณครับ

ผศ.ดร.พิชญ รัชกูวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประชุม “ทีมวิจัยโลกร้อน สกว. ต่อการจัดทำข้อเสนอ
เชิงนโยบายเรื่องโลกร้อนของไทย”
เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2553

การประชุม “ทีมวิจัยโลกร้อน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ต่อการจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายเรื่องโลกร้อนของไทย” จัดขึ้นโดยชุดโครงการ MEAs Think Tank สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายสวัสดิภาพสาธารณะ โดยประชุมในวันเสาร์ ที่ 25 กันยายน 2553 เวลา 09:00 น. - 16.00 น. ณ โรงแรมรอยัลปริ้นเซส หลานหลวง ซึ่งหัวข้อที่ได้รับความรับผิดชอบในการบรรยาย คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเป้าหมายรายสาขา (Bottom-up Approach) : อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า โดยเอกสารที่ใช้ประกอบการบรรยาย (Presentation) มีดังต่อไปนี้

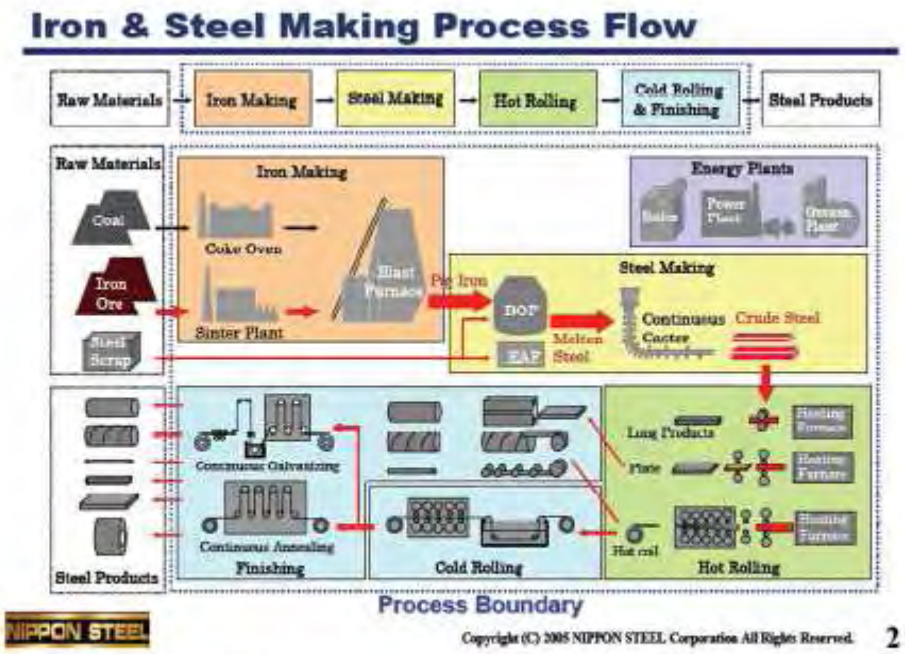
การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย

25 กันยายน 2553
โรงแรม รอยัลปริ้นเซส หลานหลวง

ผศ.ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ
- เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย พร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ



ที่มา : Toru Ono, 2007.

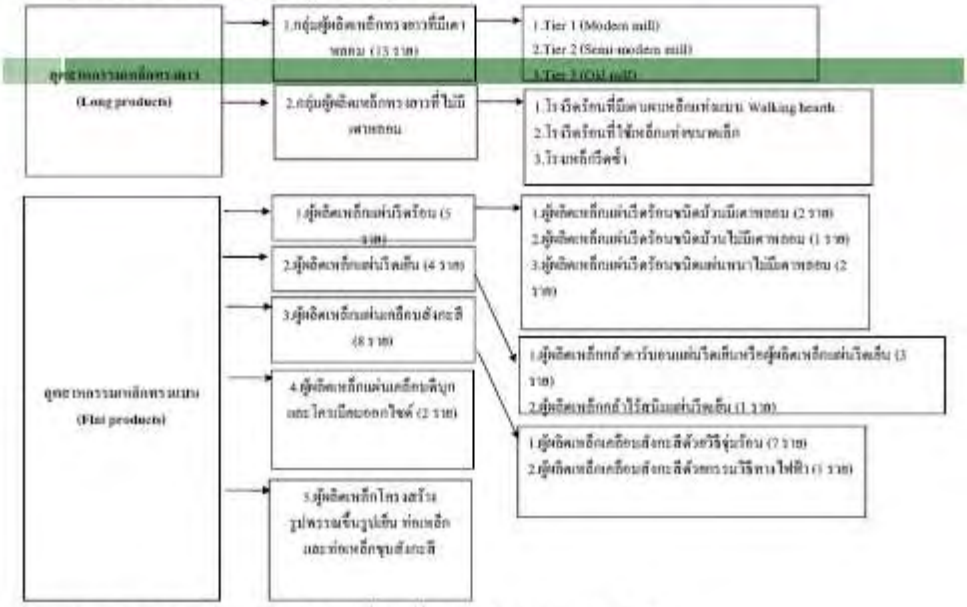
อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของไทย

- โรงงานผลิตเหล็กในประเทศไทยจัดเป็นโรงงานขนาดเล็ก (Mini Mill) [1]
- ไม่มีขั้นตอนการผลิตเหล็กตั้งแต่ต้นทางโดยใช้ Blast Furnace [1]
- มีการผลิตเหล็กกล้าจากการหลอมเศษเหล็ก (Scrap) ในเตาหลอมไฟฟ้า (Electric arc furnace : EAF) และมีการนำเข้าเหล็กกล้า [1]
- การผลิตส่วนใหญ่จะเป็นการอบเหล็กแท่งที่นำเข้าหรือผลิตเองในประเทศให้แล้วนำไปขึ้นรูปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ [1]
- ปี 2551 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตเหล็กทรงยาว 4,250 พันตัน [2]
  เหล็กทรงแบน 5,660 พันตัน [2]

ที่มา : [1] การพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา, 2552

[2] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

โครงสร้างการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าของไทย (แบ่งตามสายการผลิตและรูปร่าง)



ที่มา : นโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูง, สศช. 2552

องค์ประกอบ และค่า CO_2 intensity (kg CO_2/ton) ของเหล็กทรงแบนและทรงยาวในประเทศไทย

6

- เหล็กทรงยาว คือ เหล็กเส้น, เหล็กลวด และ เหล็กรูปพรรณ

ค่าเฉลี่ย CO_2 intensity ของเหล็กทรงยาว = 329.60 kg.CO_2 / ton.Product

- เหล็กทรงแบน คือ เหล็กแผ่นรีดร้อน, เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดแผ่นหนา, เหล็กแผ่นรีดเย็น, เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น, เหล็กเคลือบสังกะสี และ เหล็กเคลือบดีบุกและโครเมียมออกไซด์

ค่าเฉลี่ย CO_2 intensity ของเหล็กทรงแบน = 132.52 kg.CO_2 / ton.Product

ที่มา : "นโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการผลิตเหล็กขั้นต้นเพื่อผลิตเหล็กคุณภาพสูง", บทที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, หน้า 32, 2552.

ปริมาณ CO_2 intensity รายผลิตภัณฑ์ของแต่ละสายการผลิต (มีและไม่มี EAF)

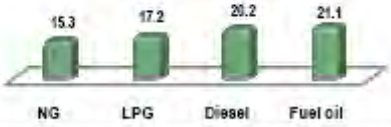
CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด (kg CO_2/ton)

ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิงที่ใช้ (MJ/ton) x Carbon content (kg C/GJ) x (44/12)/1000

CO_2 จากการใช้ไฟฟ้า (kg CO_2/ton)

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ton) x 0.58* (kg CO2/kWh)

Carbon content in kg C/GJ (IPCC, 2006)



CO_2 intensity (kg CO_2/ton)
= (ΣCO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด) + CO_2 จากการใช้ไฟฟ้า

* ข้อมูลจาก EGAT 2551

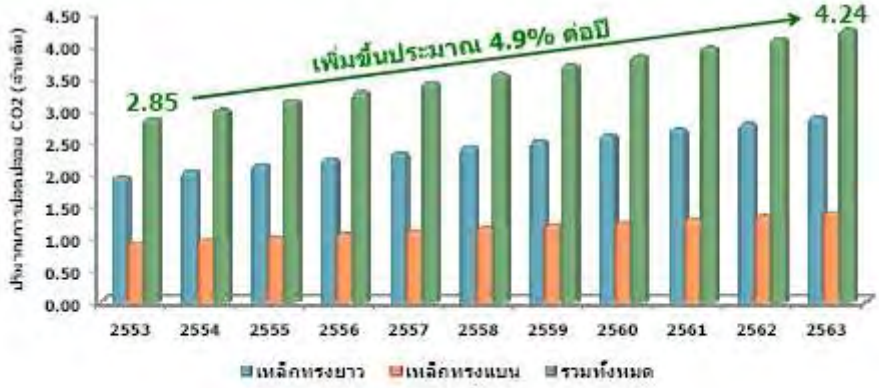
การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเหล็กของประเทศไทยในปี 2551

CO_2 (ton) = CO_2 intensity (kg CO_2 per ton) x ปริมาณการผลิต (ton)

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต : กรณีไม่มีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

CO_2 (ton) = CO_2 intensity (kg CO_2 per ton) x ปริมาณการผลิต (ton)

(สมมติค่า CO_2 intensity ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)



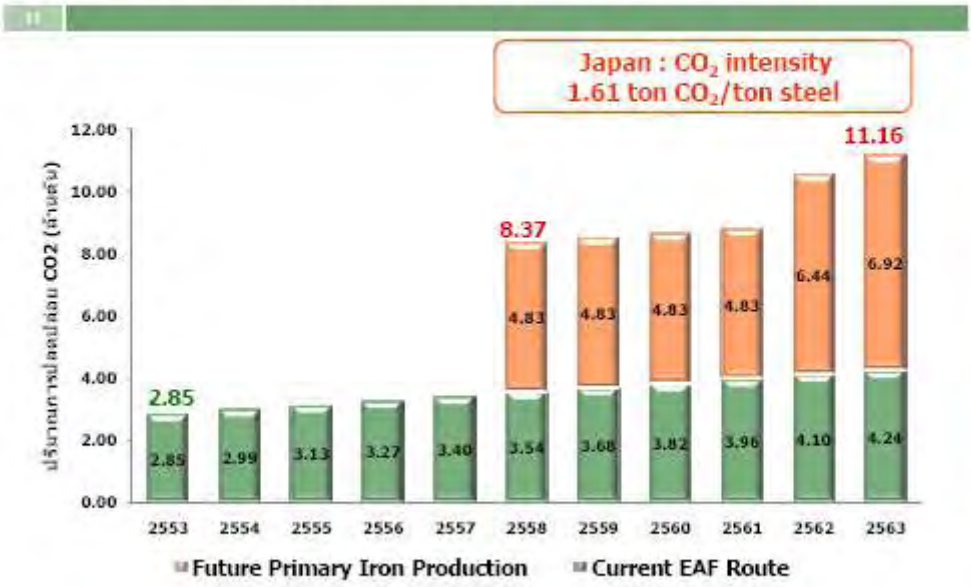
การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต : กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ

ปริมาณการผลิต (ล้านตัน)

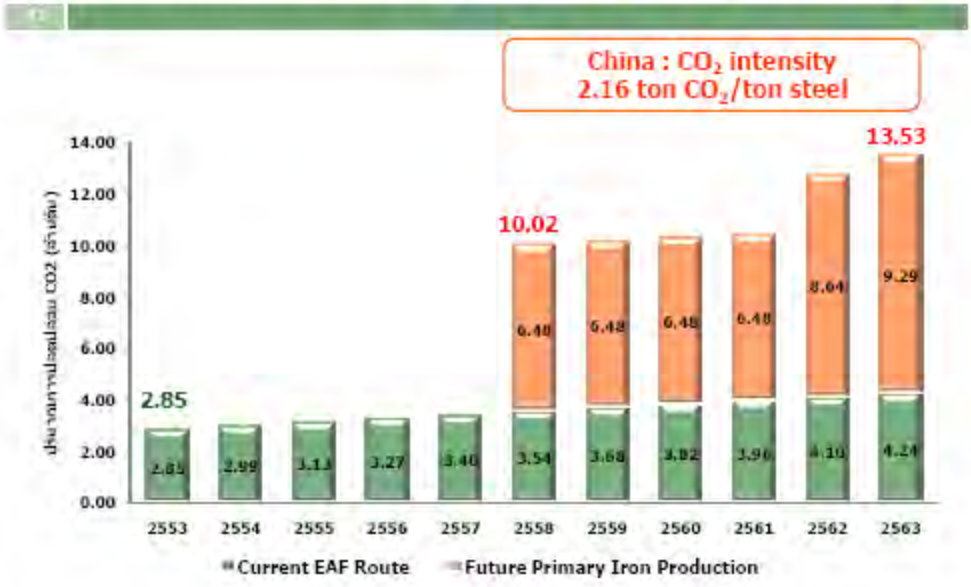
(ตามการคาดการณ์ ปตช. 2552)

กรณี :	การใช้เทคโนโลยีที่ดี	การใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง
Energy saving & Heat recovery	High efficiency	Moderate efficiency
Country	Japan (Nippon steel)	China
CO_2 intensity (ton CO_2/ton)	1.61	2.16

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต
กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ : การใช้เทคโนโลยีที่ดี



การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต
กรณีมีโรงงานเหล็กต้นน้ำ : การใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง



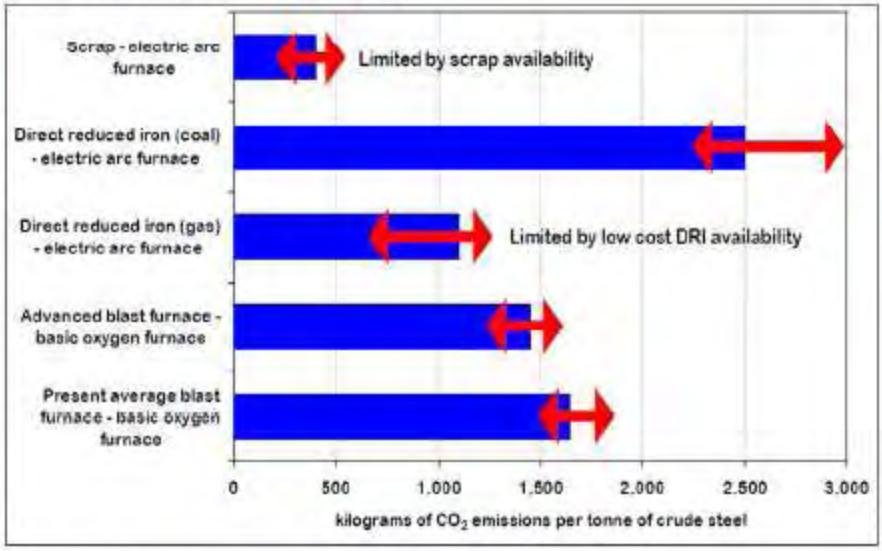
การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโลก

- อุตสาหกรรมเหล็กปล่อยประมาณ 3-5% ของการปลดปล่อยของกิจกรรมต่างๆในโลก (Clingendael International Energy Programme, 2009)
- ประมาณ 27% จาก Manufacturing sector (IEA, 2007)
- มาจากการใช้พลังงานโดยเฉพาะช่วงการถลุง
- ในปี 2004 มีการผลิตเหล็กกล้า 1057 Mton ในโลก (IEA, 2007)

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโลก (ต่อ)

- > 90% ของการปลดปล่อยอยู่ใน 9 พื้นที่
- จีน บราซิล EU-27 อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ รัสเซีย ยูเครน และสหรัฐอเมริกา
- ค่าการปลดปล่อยเฉลี่ย (Clingendael International Energy Programme, 2009)
  - รัสเซีย 3.5 ton CO_2/ton steel
  - EU-27 และเกาหลีใต้ < 1.7 ton CO_2/ton steel

Figure 9: CO_2 emissions per tonne of crude steel



Source: IEA, 2007b
Note: The high and low-end ranges indicate CO_2 free and coal-based electricity and account for country average differences based on IEA statistics. The range is even wider for plant-based data. The product is crude steel, which excludes rolling and finishing.

สถานะของประเทศต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจก

Table 4.2 Greenhouse gas emissions of the main steel countries in recent years

	Kyoto Protocol commitments (emission reduction in 2010 compared to 1990)	Actual emissions in 2005 compared to 1990 (UNFCCC, 2008 and EIA, 2008)	Remarks
EU-27	-8%	-1,3%	Target for EU-15. Projected to be met with additional policies announced by member states in 2008 (EEA, 2008)
United States	-7%	+16%	Kyoto protocol not ratified. 2008 President-elect Obama favours a cap-and-trade system
Japan	-6%	+7%	Voluntary CO_2 market launched in 2008
Russian Federation	+0%	-29%	Reductions due to industrial breakdown after 1990
Ukraine	+0%	-55%	Reductions due to industrial breakdown after 1990
Brazil	-	+65%	
China	-	+137%	Very high economic growth rates in recent years
India	-	+22%	
South-Korea	-	+17%	

Sources: Energy Information Administration, 2007, http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tableh1.xls and UNFCCC, 2007, http://unfccc.int/files/ghg_emissions_data/image/gif/graph3_2007_ori.gif

จีน

- ได้เสนอว่าการกำหนดเป้าหมายควรจะต้องสอดคล้องกับการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศ (APP, 2009)
- ได้วางแผนและได้เสนอการลดการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็กลง 20% ในปี 2010 จากปีฐาน 2005
- ขอความช่วยเหลือทางการเงินจากประเทศพัฒนาแล้วเพื่อการลดและการปรับตัวในเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจก (Clingendael International Energy Programme, 2009)

อินเดีย

- เสนอว่าควรมีการยอมรับในเรื่องความสมัครใจเช่นการเลือกว่าจะไม่ตั้งเป้าหมายเพื่อลดการปลดปล่อย (APP, 2009)
- ยังได้เรียกร้องให้รับฟังและขอความช่วยเหลือในด้านของการเก็บข้อมูล ปัญหาอุปสรรคในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อการลดการปลดปล่อย CO_2
- ความรับผิดชอบควรอยู่กับผู้ปลดปล่อยมากในอดีตคือ Annex I (Clingendael International Energy Programme, 2009)

ญี่ปุ่น

- เสนอให้มีการตั้งเป้าหมายการลดการปลดปล่อยจากแต่ละสายการผลิตเช่น BF/BOF และ EAF (APP, 2009)
- ในปี 2008 ปล่อย 197.16 ton MtonCO_2 ต่ำกว่า 1990 (200.64 Mton CO_2) 1.7% (Kimura, 2010)
- เน้นเรื่องประสิทธิภาพพลังงาน (Clingendael International Energy Programme, 2009)
- เน้นความรับผิดชอบที่แตกต่างของประเทศกำลังพัฒนา
- ให้ความสำคัญกับเรื่องของ Sectoral Approach มาก

ประเด็นที่ควรมีการหารือ

1.กรรมวิธีการกำหนดเป้าหมาย

2.การรวมเอาเหล็กต้นน้ำมาไว้ในการคิดการปลดปล่อย

ขั้นตอนในการกำหนดเป้า

1. การประเมินตน
2. การประเมินตนในอนาคต
3. การพิจารณาศักยภาพการลด; Direct and Indirect
4. การกำหนดเป้าจากใคร; ราชการ เอกชน นักวิจัย ??
5. ใครควรต้องเข้ามาร่วมทำ ??

การรวมเอาเหล็กต้นน้ำมาไว้ในการคิด การปลดปล่อยตาม BAU

- กระบวนการผลิตเดิมๆ จะถูกบีบให้มีการลดไปเรื่อยๆ อาจจะต่อหน่วยสินค้าหรืออาจจะเป็น Absolute term
- ถ้าอยากมีกระบวนการผลิตใหม่ๆ ควรจะรีบนำมารวมหรือไม่ก่อนที่จะเข้าไปร่วมกับ Copenhagen accord ?

จบการนำเสนอ

ขอบคุณครับ

ผศ.ดร.พิชญ รัชตาวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดสัมมนาฝึกอบรมเรื่อง “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก”

เมื่อวันที่ 19 และ 22 ตุลงคม 2553

การจัดสัมมนาฝึกอบรมเรื่อง “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก” จัดขึ้นโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งมีการสัมมนา 2รอบ คือ วันที่ 19 และ 22 ตุลาคม 2553 เวลา 09:00 น. - 16.00 น. ณ โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ และโรงแรมคามิโอ เฮาส์ จ. ระยอง โดยหัวข้อที่ได้รับความรับผิดชอบในการบรรยาย คือ “การคิดคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต (Industrial Process) ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า” ซึ่งเอกสารที่ใช้ประกอบการบรรยาย (Presentation) มีดังต่อไปนี้

การคิดคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (Iron and Steel Industry)

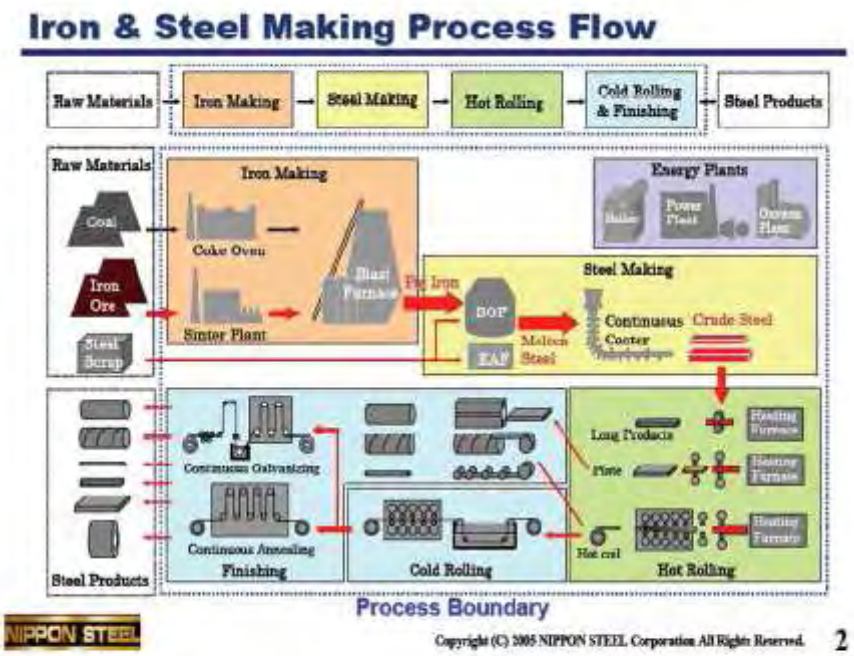
19 ตุลาคม 2553
ณ โรงแรม เดอะ ทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ
และโรงแรม คามิโอ เฮาส์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อการนำเสนอ

- ภาพรวมของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า
- กรรมวิธีต่างๆในการประเมินปริมาณ GHGs จากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า
- การประเมิน GHGs ด้วย IPCC Guideline 1996
  - ระดับการคำนวณ
  - decision tree
  - การประเมินด้วย Tier 1 ซึ่งเป็นกรรมวิธีเดียวที่ระบุอยู่ใน IPCC Guideline 1996 -> CO_2 emission
    ->Ozone Precursors and SO_2

(ประกอบด้วย สูตรการคำนวณ, ตารางค่า EF, worksheet ที่ใช้ในการคำนวณ)



ที่มา : Toru Ono, 2007.

ภาคอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

- Iron is produced through the reduction of iron oxide (ore) using metallurgical coke as the reducing agent in a blast furnace
- This sector includes two types of facilities

  - Large integrated primary iron and steel plants have coking, smelting and refining capacities to produce steel from raw coal and iron ore

  - smaller plants produce iron and steel from coke generated off-site

ภาคอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (ต่อ)

- in the process, must use reducing agent to reduce oxygen in the iron

  - coke consumed at a rate of about 450 kg/tonne of hot metal

  - "flux" in the form of limestone ($CaCO_3$) or dolomite is also added to the furnace at a rate of about 250 kg/tonne of iron

การประเมิน GHG จากอุตสาหกรรมเหล็กโดยวิธีการต่างๆ

Approaches	IPCC 1996/2006	WRI/WBCSD	Worldsteel
Accounting level	❑ National	❑ Multilevel	❑ Multilevel
Emission source	❑ Non- energy emission *(Energy emission จะรายงานใน energy sector)*	❑ Energy emission ❑ Non-energy emission ❑ Carbon credit	❑ Energy emission ❑ Non-energy emission ❑ Carbon credit
Boundary	❑ Iron making ❑ Steel making	❑ Iron making ❑ Steel making ❑ Hot rolling ❑ Cold rolling & finishing	❑ Iron making ❑ Steel making ❑ Hot rolling ❑ Cold rolling & finishing
Assessment tools	☑ Emission factors ☑ Carbon balance ☑ Direct measurement	☑ Emission factors ☑ Carbon balance ☑ Direct measurement	☑ Emission factors ☐ Carbon balance ☐ Direct measurement
Emission factors & Carbon content	❑ Developed by IPCC experts	❑ Apply IPCC default value	❑ Developing some value by Worldsteel ❑ Apply some default value developed by IPCC and IEA

IPCC 2006 Guidelines ได้พัฒนา emission factor และ carbon content ที่ครอบคลุมกระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่หลากหลายและเฉพาะเจาะจงมากขึ้น แต่ยังคงยึดหลักเกณฑ์ในการประเมิน GHG เดิมตาม 1996 Guidelines

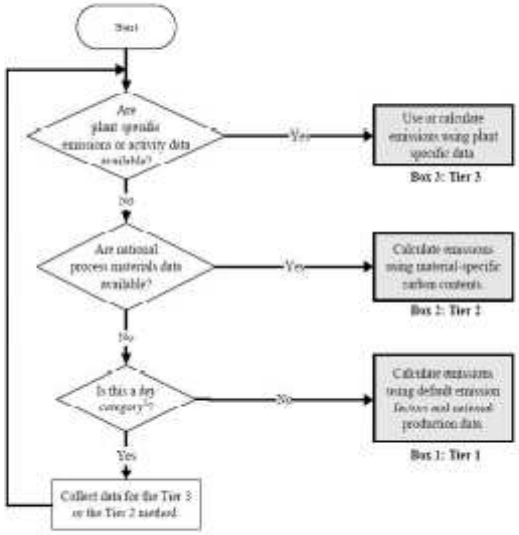
IPCC Guideline 1996

ระดับการคำนวณ

- Tier 1 : estimated on the basis of quantities of productions, IPCC's default EF
- Tier 2 : estimation are based on type & quantities of raw materials and fuels in the process of country, IPCC's carbon content of raw materials and fuels
- Tier 3 : data from measurement at plant, plant's specific EF

*ระดับการคำนวณที่ใช้ใน IPCC Guideline 1996 มีการระบุถึงเฉพาะ Tier 1 เท่านั้น

Generalised decision tree for estimating emissions from iron and steel production



IPCC Guideline, 2006

Emissions from iron and steel industry : Tier 1

Type of estimating emissions : Tier 1

- Emission from CO_2
- Emission from Ozone Precursors and SO_2

CO_2 emission

CO_2 emission : Overview

- process emissions of CO_2 in iron and steel production :
  - result of coke oxidisation
  - limestone flux gives off CO_2 during reduction of pig iron
  - graphite electrode consumption in the EAF
  - CO_2 from iron's carbon reduction by inject O_2 in the BF-BOF

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

- direct emission from fuel combution and process emission
- indirect emission from electricity consumption

* IPCC Guideline 1996 : Tier 1 estimate CO_2 emission base on quantities of reducing agent or quantities production only

Calculation

- emission from quantities of reducing agent :

CO_2 emission = quantities of reducing agent × EF

TABLE 2-12
CO_2 EMISSION FACTORS FOR METAL PRODUCTION GENERALLY
(TONNE CO_2/TONNE REDUCING AGENT)

Reducing Agent	Emission Factor[a]
Coal[b]	2.5
Coke from coal[b]	3.1
Petrol coke	3.6
Prebaked anodes and coal electrodes	3.6

[a] If better information on actual carbon content is not available nationally or cannot be calculated from data in the Energy Chapter.
[b] Derived from data in the Energy Chapter

IPCC Guideline, 1996

Calculation (ต่อ)

- emission from quantities of flux : limestone & dolomite

CO_2 emission = quantities of limestone or dolomite consumption× EF

*quantity of limestone consumption (tonnes/yr) = material mined (or dredged) + material imported - material exported

The consumption entering this calculation excludes limestone used for producing cement and lime, agriculture and processes where CO_2 is not generated.

*quantity of dolomite consumption (tonnes/yr) = material mined + material imported - material exported

The consumption entering this calculation excludes limestone used for producing lime and magnesium, and processes where CO_2 is not generated.

Calculation (ต่อ)

- emission from quantities of flux : limestone & dolomite (ต่อ) → การคำนวณค่า EF

  EF for limestone use:

EF = f x [44.01 g/mole CO_2] / [(100.09 g/mole $CaCO_3$)]
= (440 x f) kg CO_2 / tonne limestone

  EF for limestone use:

EF = f x [2 x 44.01 g/mole CO_2] / [(184.41 g/mole $CaCO_3.MgCO_3$)]
= (477 x f) kg CO_2 / tonne dolomite

Calculation (ต่อ)

- emission from quantities of production :

CO_2 emission = quantities of production × EF

TABLE 2-12
EMISSION FACTOR FOR CO_2 FROM IRON AND STEEL PRODUCTION
(TONNE/TONNE IRON OR STEEL PRODUCT)

Country	Description	Emission Factor	Reference
Canada[a]	Integraced facility[b] (coke plus iron and/or steel production).	1.6	Environment Canada 1996

IPCC Guideline, 1996

*a.Includes CO_2 produced by coke and coke oven gas consumption, not include any form of conventional energy consumption. The EF applies to both iron or iron plus steel production
*b.Environment Canada has reported an EF of approximately 1.5 tonnes CO2/tonne iron or steel for a non-integrated facility but a rather uncertain value.
Note: Figures exclude CO_2 from flux ($CaCO_3$) consumption.

Worksheet : CO_2 emission

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES
SUBMODULE	LIMESTONE AND DOLOMITE USE
WORKSHEET	2-3
SHEET	1 OF 1 CO_2 EMISSIONS

Material Type	A Quantity of Limestone or Dolomite Used (t)	B Emission Factor (kg CO_2/t limestone or dolomite used)	C CO_2 Emitted (kg)	D CO_2 Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10[6]
Limestone				
Dolomite				
			Total (Gg)	

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES
SUBMODULE	METAL PRODUCTION
WORKSHEET	2-11
SHEET	1 OF 11 TIER 1a - CO_2 EMISSIONS

STEP 1				
A Mass of Reducing Agent (t)	B Emission Factor (t CO_2/t reducing agent)	C (Carbon content of ore minus carbon content of metal) x 3.67 (t CO_2/t carbon)	D CO_2 Emitted (t)	E CO_2 Emitted (Gg)
			D = (A x B) + C	E = D/10[3]

IPCC Guideline, 1996

Worksheet : CO_2 emission (ต่อ)

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES
SUBMODULE	METAL PRODUCTION
WORKSHEET	2-11
SHEET	2 OF 11 IRON AND STEEL - TIER 1b - CO_2 EMISSIONS

STEP 2			
A Amount of Iron or Steel Produced (t)	B Emission Factor (t CO_2/t of iron or steel produced)	C CO_2 Emitted (t)	D CO_2 Emitted (Gg)
		C = (A x B)	$D = C/10^3$

IPCC Guideline, 1996

Ozone Precursors and SO_2 emission

Ozone Precursors and SO_2 emission : Overview

- most of the emissions from rolling mills are from the fuel used to heat the process
- cold-rolling will emit a range of gases in addition to the emissions from fuel combustion

* IPCC Guideline 1996 : Tier 1 estimate Ozone Precursors and SO_2 emission base on quantities production in various process

Calculation

- emission from quantities of production :

CO_2 emission = quantities of production × EF

***EF use in this equation base on type of emissions and process considered**

***EF for steel production that categories divide base on type of furnace (open hearth furnace, basic oxygen furnace steel plant and electric furnace steel plants) are not provided.**

Calculation (ต่อ)

- emission from quantities of production (ต่อ) :
  →ค่า EF ของก๊าซแต่ละชนิด ในแต่ละกระบวนการผลิตที่นำมาพิจารณา มีดังนี้

TABLE 2-13
REPORTED NO_x EMISSION RATES FOR THE IRON AND STEEL SECTOR
(G NO_x/TONNE IRON OR STEEL PRODUCED)

Source	Emission Factor (g/tonne produced)	Reference
Iron Production - Pig iron tapping	76	CASPER 1995
Steel Processing - rolling mills	40	EMEP/CORINAIR Guidebook

TABLE 2-14
REPORTED NMVOC EMISSION RATES FOR THE IRON AND STEEL SECTOR
(G NMVOC/TONNE IRON OR STEEL PRODUCED)

Source	Emission Factor (g/tonne produced)	Reference
Iron Production - Blast furnace charging	100	CASPER 1995
Iron Production - Pig iron tapping	20	CASPER 1995
Steel Processing - rolling mills	30	EMEP/CORINAIR Guidebook

IPCC Guideline, 2006

Calculation (ต่อ)

- emission from quantities of production (ต่อ) :
  →ค่า EF ของก๊าซแต่ละชนิด ในแต่ละกระบวนการผลิตที่นำมาพิจารณา มีดังนี้

TABLE 2-15
REPORTED CO EMISSION RATES FOR THE IRON AND STEEL SECTOR
(G CO/TONNE IRON OR STEEL PRODUCED)

Source	Emission Factor (g/tonne produced)	Reference
Iron Production - Blast furnace charging	1300	CASPER 1995
Iron Production - Pig iron tapping	112	CASPER 1995
Steel Processing - rolling mills	1	EMEP/CORINAIR Guidebook

TABLE 2-16
REPORTED SO_2 EMISSION RATES FOR THE IRON AND STEEL SECTOR
(G SO_2/TONNE IRON OR STEEL PRODUCED)

Source	Emission Factor (g/tonne produced)	Reference
Iron Production - Blast furnace charging	1000-3000	Environment Canada
Iron Production - Pig iron tapping	30	CASPER 1995
Steel Processing - rolling mills	45	EMEP/CORINAIR Guidebook

IPCC Guideline, 2006

Worksheet : Ozone Precursors and SO_2 emission

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	3 OF 11 IRON AND STEEL - NO_x, NMVOC, CO AND SO_2 EMISSIONS		
	STEP 3		
A Amount of Iron or Steel Produced (t)	B Emission Factor (g gas/t of iron or steel produced)	C Gas Emitted (g)	D Gas Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^9
	NO_x		NO_x
	NMVOC		NMVOC
	CO		CO
	SO_2		SO_2

IPCC Guideline, 1996

ภาคผนวก ค

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงงานถลุงเหล็กขนาดเล็ก
(Mini Blast Furnace: Mini BF)

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงงานถลุงเหล็กขนาดเล็ก
(Mini Blast Furnace: Mini BF)

กระบวนการผลิต	กำลังการผลิต* (ton product/year)	Emission Factor ** (ton GHG/ton product)		GHG emission (ton/year)		Total CO_2 equivalent (ton/year)
		CO_2	CH_4	CO_2	CH_4	
Sintering	635,500	0.2	0.07	127,100	44	128,212
Pig iron production	204,000	1.35	n.a.	275,400	n.a.	275,400
			Total	**402,500**	**44**	**403,612**

หมายเหตุ : *ข้อมูลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโรงงานถลุงเหล็กขนาดเล็ก (Mini Blast Furnace)

**ข้อมูลจาก 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

ภาคผนวก ง

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

สัญญาเลขที่ RDG5230027

โครงการ “การเตรียมความพร้อมเพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทย”

สรุปการจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

<u>ส่วนที่ 1</u> สรุปการจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1.รายงานในช่วงตั้งแต่: วันที่ 25 กันยายน 2552 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม 2554

(หมายเหตุ : ระยะเวลาตามระบุในสัญญาของการดำเนินงานวิจัยของโครงการฯ คือ 25 กันยายน 2552 ถึงวันที่ 24 กันยายน 2553 แต่เนื่องด้วยปัญหาและอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย ทางโครงการฯจึงขอขยายเวลาการดำเนินงานวิจัยออกไป)

2.ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์

หน่วยงาน: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.วัตถุประสงค์ของโครงการ:

3.1 เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ

3.2 เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ

4.ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน
1. เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ	1.1 ทำการทบทวนเอกสารเรื่องอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในเรื่องของวิธีการกำหนดเป้าหมาย (Target) และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ออกมา (Outputs) จากเทคโนโลยีแบบต่างๆ (Processes) ในปัจจุบัน		
	1.1.1 เพื่อศึกษาสถานภาพปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของต่างประเทศเทียบกับการคาดการณ์ของไทยในปัจจุบันจากเทคโนโลยีแบบต่างๆ	- ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าจากต่างประเทศเทียบกับการคาดการณ์ของไทย	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์
	1.1.2 เพื่อศึกษากรรมวิธี แนวคิด ขั้นตอน ต่างๆในการเลือกและกำหนดเป้าหมายตลอดจนตัวชี้วัดต่างๆ ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในต่างประเทศรวมถึงองค์กรวิชาชีพต่างๆ	- กรรมวิธี แนวคิด และขั้นตอนต่างๆในการเลือกและกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก - ข้อมูลตัวชี้วัดต่างๆ เช่น carbon intensity, energy intensity เพื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการใช้ตัวชี้วัดแบบต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์ - เป็นไปตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน
1. เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าสำหรับเป็นข้อมูลประกอบการเจรจาระหว่างประเทศ	1.2 ทำการตรวจสอบยืนยันข้อมูลในหัวข้อ 1.1		
	1.2.1 โดยการสัมภาษณ์และวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ ผู้เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเหล็ก	- ข้อคิดเห็นในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูล	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์
2.เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ	2.1 ศึกษาความสามารถในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในประเทศไทยโดยพิจารณาจากปริมาณการปล่อย (Outputs) เทคโนโลยี (Processes) ต้นทุน (Cost) ประสิทธิภาพ (Effiency) และการสนับสนุนเชิงมาตรการต่าง ๆ (Measures)		

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน
2.เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ	2.1.1 ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า โดยรวมถึงการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในสถานการณ์ต่างๆ พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสม	- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า รวมถึงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำ - ข้อมูลค่าตัวชี้วัดแบบต่างๆ เช่น carbon intensity, energy intensity เป็นต้น	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์ - เป็นไปตามวัตถุประสงค์
	2.1.2 ทำการยืนยันข้อมูลในข้อ 2.1.1 โดยการสัมภาษณ์และวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ ผู้เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเหล็ก	- ข้อคิดเห็นในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูล	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์
	2.1.3 ดูงาน สัมภาษณ์และวิเคราะห์ข้อมูลจากโรงงานและภาคการผลิต องค์กรวิชาชีพต่างๆ	- ข้อคิดเห็นในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูลภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน
2.เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ	2.1.4 ศึกษาทบทวนเทคโนโลยี ศักยภาพ ประสิทธิภาพและต้นทุนการลดและ/หรือบำบัดก๊าซเรือนกระจก ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในต่างประเทศ	- ข้อมูลเรื่องเทคโนโลยี ศักยภาพ ประสิทธิภาพและต้นทุนการลดและ/หรือบำบัดก๊าซเรือนกระจก ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าในต่างประเทศ	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์
	2.1.5 ประเมินเทคโนโลยี ศักยภาพ ประสิทธิภาพและต้นทุนการลดและ/หรือบำบัดก๊าซเรือนกระจก ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในประเทศไทย	- ข้อมูลการคาดการณ์เรื่องเทคโนโลยี ศักยภาพ ประสิทธิภาพและต้นทุนการลดและ/หรือบำบัดก๊าซเรือนกระจก ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าเพื่อใช้ในประเทศไทย	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน
2.เพื่อศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทยพร้อมกับเสนอแนะมาตรการที่จำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพ	2.1.7 เสนอแนะเงื่อนไขการลงทุนและมาตรการการจัดการในการลดก๊าซเรือนกระจก	- ข้อมูลเงื่อนไขการลงทุนและมาตรการการจัดการในการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้ในการส่งเสริมการลงทุนและการกำกับดูแลขององค์กรที่เกี่ยวข้อง	- เป็นไปตามวัตถุประสงค์

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่.....