THAILAND TAXONOMY

ภาคอุตสาหกรรมการผลิต

พฤษภาคม 2568

THAILAND TAXONOMY BOARD

สารบัญ

คณะทำงาน Thailand Taxonomy v

1. ความเป็นมาภาคอุตสาหกรรมการผลิต 1

1.1 ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม 5

1.2 นโยบายด้านการจัดการกับเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในรายภาคเศรษฐกิจ 7

2. ประเด็นสำคัญด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคอุตสาหกรรมการผลิต 11

3. ขอบเขตการกำหนดหลักเกณฑ์สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิต 14

4. แนวทางและวิธีการจัดทำเกณฑ์สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิต 14

4.1 กิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (Hard-to-abate activities) 16

4.2 กิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่าน (Interim activities) 18

4.3 กิจกรรมสนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่น ๆ (Enabling activities) 18

4.4 การดักจับคาร์บอน การขนส่ง การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (Carbon capture, transportation, utilisation, and storage) 19

4.5 กิจกรรมเสริมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน: การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานและมาตรการลดคาร์บอนมาใช้กับกิจกรรมการผลิตที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน Thailand Taxonomy (Introduction of energy efficiency and decarbonisation measures in manufacturing activities not specified in the Thailand Taxonomy) 20

5. แนวทางการนำเงื่อนไขและตัวชี้วัดไปใช้งาน 21

6. การกำหนดหลักเกณฑ์ เงื่อนไข และตัวชี้วัดสำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิต 22

6.1 กิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (Hard-to-abate activities) 22

1. การผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน (Manufacture of basic chemicals) 22

2. การผลิตซีเมนต์ (Manufacture of cement) 32

3. การผลิตเหล็กและเหล็กกล้าขั้นพื้นฐาน (Manufacture of basic iron and steel) 37

4. การผลิตอะลูมิเนียม (Manufacture of aluminium) 46

5. การผลิตไฮโดรเจน (Manufacture of hydrogen) 49

6.2 กิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่าน (Interim activities) 52

1. การผลิตพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิ (Manufacture of plastics in primary form)..... 52

6.3 กิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่นๆ (Enabling Activities)..... 54

1. การผลิตแบตเตอรี่ (Manufacture of batteries)..... 54

2. การผลิตเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน (Manufacture of renewable energy technologies)..... 55

3. การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อการขนส่ง (Manufacture of low-carbon technologies for transport) 56

4. การผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอาคาร (Manufacture of energy efficiency equipment for buildings) 56

5. การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำอื่น ๆ (Manufacture of other low-carbon technologies) 58

6.4 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS-Related Activities)..... 59

1. การดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS): การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (point-source) (CCS/CCUS: Point-source capture of CO_2) 59

2. การขนส่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้ (Transportation of captured CO_2)..... 60

3. การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้อย่างถาวร (Permanent sequestration of captured CO_2) 61

4. การใช้ประโยชน์จากคาร์บอนที่ดักจับไว้ (Utilisation of captured CO_2) 61

6.5 กิจกรรมเสริมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน (Auxiliary transitional activity)..... 62

1. การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานและมาตรการลดคาร์บอนมาใช้กับกิจกรรมการผลิตที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน Thailand Taxonomy (Introduction of energy efficiency and decarbonisation measures in manufacturing activities not specified in the Thailand Taxonomy)..... 62

ภาคผนวก: ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการผลิตไฮโดรเจนอย่างยั่งยืน..... 64

คำแนะนำด้านการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) 68

แนวทางเพิ่มเติมสำหรับเส้นทางการผลิตที่แตกต่างกันจนถึงจุดผลิต..... 70

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 กรอบเวลาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมการผลิต 8

รูปที่ 2 ห่วงโซ่คุณค่าและกิจกรรมการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานภายในขอบเขตเงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Taxonomy 23

รูปที่ 3 ภาพรวมเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเขียวสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน 24

รูปที่ 4 กรอบเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเหลืองสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน 25

รูปที่ 5 กิจกรรมการผลิตซีเมนต์ภายในขอบเขตของเกณฑ์ของ Taxonomy 33

รูปที่ 6 กรอบเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเขียวสำหรับการผลิตซีเมนต์ 34

รูปที่ 7 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการกำหนดเงื่อนไขและตัวชี้วัดของกิจกรรมการผลิตซีเมนต์ 35

รูปที่ 8 ห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตเหล็กกล้าและกิจกรรมภายใต้ขอบเขต Taxonomy 38

รูปที่ 9 ขอบเขตกิจกรรมที่สอดคล้องตามเกณฑ์การผลิตอะลูมิเนียม (อะลูมิเนียมปฐมภูมิ (primary aluminium)) 46

รูปที่ 10 ขอบเขตการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกิจกรรมการผลิตอะลูมิเนียม (อะลูมิเนียมปฐมภูมิ) 47

รูปที่ 11 ห่วงโซ่คุณค่าและกิจกรรมการผลิตไฮโดรเจนภายในขอบเขตเงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Taxonomy .. 50

รูปที่ 12 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับเงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตไฮโดรเจน 50

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU) 11

ตารางที่ 2 แนวทางการใช้งานตามรูปแบบหลักเกณฑ์ 21

ตารางที่ 3 ผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่เข้าเกณฑ์ภายใต้ขอบเขตของ Thailand Taxonomy 22

ตารางที่ 4 เส้นทางการลดคาร์บอนของการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน 27

ตารางที่ 5 มาตรการลดคาร์บอนสำหรับภาคอุตสาหกรรมเคมี 28

ตารางที่ 6 เส้นทางการลดคาร์บอนของการผลิตปูนเม็ด 37

ตารางที่ 7 เงื่อนไขของโรงงานผลิตเหล็กและเหล็กกล้า 41

ตารางที่ 8 ความเชื่อมโยงของเงื่อนไขและตัวชี้วัดของการผลิตเหล็กและเหล็กกล้ากับกิจกรรมอื่นๆ 42

ตารางที่ 9 เกณฑ์การลงทุนในสินทรัพย์ประเภททุน (capital investments) ในมาตรการลดคาร์บอนสำหรับโรงงานเหล็ก 44

ตารางที่ 10 ตัวอย่างรายการมาตรการลดคาร์บอนที่สอดคล้องกับเกณฑ์สีเหลือง 45

ตารางที่ 11 เส้นทางการลดคาร์บอนของอะลูมิเนียม 49

ตารางที่ 12 เกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนในการผลิตไฮโดรเจน 52

ตารางที่ 13 มาตรการลดคาร์บอนในการผลิตไฮโดรเจน 64

คณะทำงาน Thailand Taxonomy

ภาคอุตสาหกรรมการผลิต

1. กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
3. สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์
4. ธนาคารแห่งประเทศไทย
5. ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
6. กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
7. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
8. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
9. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
10. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
11. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
12. การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
13. สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
14. สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
15. กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
16. สมาคมบริษัทจัดการพลังงานไทย
17. สมาคมธนาคารไทย
18. สมาคมธนาคารนานาชาติ
19. สมาคมสถาบันการเงินของรัฐ

สนับสนุนโดย

GB-TAP Green Bond Technical Assistance Program
IFC International Finance Corporation WORLD BANK GROUP Creating Markets, Creating Opportunities
IN PARTNERSHIP WITH
Kingdom of the Netherlands
Australian Aid

จัดทำโดย

Climate Bonds INITIATIVE

ร่วมมือกับ

CREAGY

ที่ปรึกษาไทย

TDRI THAILAND DEVELOPMENT RESEARCH INSTITUTE

1. ความเป็นมาภาคอุตสาหกรรมการผลิต

ในปี พ.ศ. 2565 ภาคอุตสาหกรรมการผลิตไทยมีสัดส่วนคิดเป็น 27% ของ GDP เพิ่มขึ้นจาก 13% ในปี พ.ศ. 2503[1] ซึ่งภาคอุตสาหกรรมการผลิตคิดเป็น 73% ของการส่งออกทั้งหมดของไทย และปี พ.ศ. 2564 มีการจ้างงานประมาณ 5.84 ล้านคนใน หรือคิดเป็นประมาณ 15% ของกำลังแรงงานทั้งหมด[2] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมได้ติดตามผลการดำเนินงานของอุตสาหกรรมการผลิตที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยพิจารณาจากสัดส่วนการผลิตของประเทศ การบริโภคภายในประเทศ การส่งออกและนำเข้า สำหรับภาคส่วนย่อยส่วนใหญ่ภายใต้ภาคอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีสถานะทางเศรษฐกิจดังนี้

- **ปิโตรเคมี:** อุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทยมีขนาดใหญ่ที่สุดในอาเซียน โดยมีกำลังการผลิตรวม 35 ล้านตันในปี พ.ศ. 2564 แบ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นน้ำ 13.4 ล้านตัน สินค้าขั้นกลาง 8.5 ล้านตัน และผลผลิตปลายน้ำ 13.3 ล้านตัน[3] และกว่า 80% ของการผลิตขั้นต้นและขั้นกลางของไทยใช้งานภายในประเทศเพื่อเป็นปัจจัยการผลิตสำหรับกระบวนการขั้นปลายน้ำต่อไป[4] โดยมีแนฟทา (Naphtha) เป็นวัตถุดิบหลัก (คิดเป็น 68% ของการใช้วัตถุดิบทั้งหมด) เอทิลีนเป็นโอเลฟินที่ผลิตได้อย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลก และคิดเป็น 41% ของการผลิตต้นน้ำทั้งหมดของประเทศไทย ซึ่งกำลังการผลิตเอทิลีนของประเทศอยู่ในอันดับที่ 9 ของโลก[5]
- **ซีเมนต์:** ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตซีเมนต์รายใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชีย การผลิตซีเมนต์ (ไม่รวมปูนเม็ด) ในไตรมาสที่ 1/2566 มีจำนวนถึง 10.92 ล้านตัน เพิ่มขึ้น 8.05% จากไตรมาสก่อน (QoQ) (ไตรมาสที่ 4/2565) แต่ลดลง 3.49% จากช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน (YoY) (พ.ศ. 2565)[6] ซีเมนต์ที่ผลิตได้ประมาณ 91% ของซีเมนต์ทั้งหมดใช้เพื่อจำหน่ายในประเทศ โดย 9% เป็นการผลิตเพื่อ

---

[1] World Bank, “World Bank Open Data,” World Bank Open Data, n.d., https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?locations=TH

[2] National Statistical Office, “The Labor Force Survey Whole Kingdom Quarter 4: October-December 2021,” Ministry of Digital Economy and Society of Thailand, https://webapps.ilo.org/surveyLib/index.php/catalog/8045/related-materials

[3] Thian Thiumsak, “Industry Outlook 2023-2025: Petrochemicals,” krungsri research, n.d., https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/petrochemicals/petrochemicals/io/io-petrochemicals-2023-2025

[4] เรื่องเดียวกัน

[5] เรื่องเดียวกัน

[6] Office of Industrial Economics, “Report on the Industrial Economics Status in Q1-2023 and Outlook for Q2- 2023,"n.d., https://www.oie.go.th/assets/portals/1/files/quarterly_industrial/Q1_2023andOutlookQ2_2023_en.pdf

ส่งออก ผลผลิตประมาณ 60% ใช้ในการก่อสร้างของภาคเอกชน (ส่วนใหญ่เป็นสินทรัพย์เพื่ออยู่อาศัยและเพื่อการพาณิชย์) และส่วนที่เหลืออีก 40% ใช้ในโครงการของภาครัฐ[7]

- **เหล็กและเหล็กกล้า**: ประเทศไทยผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กทรงยาวมากกว่าเหล็กแบน ณ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 การผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูปของประเทศไทยอยู่ที่ 472,545 ตัน ลดลง 20.5% จากช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2565 (YoY)[8] โดยผลิตภัณฑ์เหล็กของไทยมีการใช้งานภายในประเทศมากกว่าการส่งออก โดยมีอัตราส่วนประมาณ 91:9 ผลิตภัณฑ์เหล็กทรงยาว (เหล็กเส้นข้ออ้อยและเหล็กโครงสร้าง) ส่วนใหญ่จะใช้ในธุรกิจก่อสร้าง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เหล็กแบนมักจะใช้งานในภาคส่วนต่างๆ เช่น ยานยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้า[9]
- **อะลูมิเนียม:** ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีกำลังการผลิตอะลูมิเนียมรวมกว่า 710,000 ตัน แต่ในความเป็นจริงผลิตได้เพียง 571,000 ตัน หรือ 80% ของกำลังการผลิต โดยมีมูลค่าตลาดรวมประมาณ 8 หมื่นล้านบาท[10] ผู้ผลิตอะลูมิเนียมของไทยแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ม้วนอะลูมิเนียมแบน ซึ่งมีกำลังการผลิตรวมสูงสุด 410,000 ตัน และอะลูมิเนียมเส้นหน้าตัด ซึ่งมีกำลังการผลิตสูงสุด 300,000 ตัน ประเทศไทยจัดอยู่ในอันดับที่สองของโลกในการรีไซเคิลหมุนเวียนกระป๋องอะลูมิเนียมครบวงจรถึง 91%[11]
- **ผลิตภัณฑ์พลาสติก**: ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกพลาสติกรายใหญ่อันดับที่ 11 ของโลก และใหญ่เป็นอันดับ 2 ของอาเซียน[12] อุตสาหกรรมพลาสติกของไทยได้รับประโยชน์จากภาคปิโตรเคมีของประเทศที่มีขนาดใหญ่และมีความสามารถในการแข่งขันสูง ประมาณ 59% ของผลผลิตที่ผลิตได้ส่งออก และส่วนที่เหลืออีก 41% ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สำหรับอุตสาหกรรมภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการประกอบรถยนต์ อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้า และการก่อสร้าง[13] โพลิโพรไพลีน (PP) โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE)/โพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ

---

[7]Puttachard Lunkam, “Industry Outlook 2023-2025: Construction Materials,” krungsri Research, n.d., https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/construction-construction-materials/construction-materials/io/construction-materials-2023-2025

[8] IRON & STEEL INTELLIGENCE UNIT and IRON AND STEEL INSTITUTE OF THAILAND, “THAILAND STEEL INDUSTRY REPORT – September 2023 - OIE,” report, September 2023, https://km.fti.or.th/wp-content/uploads/2023/10/4.ภาวะอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า-โดยสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย-28-ก.ย.66.pdf

[9] Taned-Mahattanalai, “Industry Outlook 2019-2021: Steel Industry,” Krungsri Research, n.d., https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/construction-construction-materials/steel/io/io-steel-20

[10] ฐานเศรษฐกิจ และ ฐานเศรษฐกิจ, “จีนทุ่มตลาดหนัก อะลูมิเนียมไทยป่วน! จี้เร่งใช้เอดีปกป้อง,” Thansettakij, March 9, 2023, https://www.thansettakij.com/columnist/exclusive-area/558442

[11]Reedtradex, “Thai Aluminium to Reach Global Market and Save the Planet / เตรียมพร้อมอะลูมิเนียมไทย ก้าวไกลและรักษ์โลก,” n.d., https://www.reedtradex.co.th/enews/mtx23enews12/index_en.html

[12] Aphinya Khanunthong, “Industry Outlook 2021-2023: Plastics,” krungsri.com, n.d., https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/petrochemicals/plastics/io/io-plastics-21

[13] เรื่องเดียวกัน

เชิงเส้นตรง (LLDPE) และโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) คิดเป็น 78% ของเรซินทั้งหมดที่ใช้ในประเทศไทย โดยประมาณ 18% ของเรซินหลักถูกนำไปรีไซเคิลในปี พ.ศ. 2561[14]

อุตสาหกรรมการผลิตพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิในประเทศไทยกำลังเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้รับแรงหนุนจากความต้องการที่แข็งแกร่งในหลายภาคส่วน เช่น ภาคบรรจุภัณฑ์ ภาคยานยนต์ และภาคการก่อสร้าง คาดว่าในปี พ.ศ. 2567 ขนาดของตลาดจะเติบโตเพิ่มขึ้นประมาณ 10.75 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ จากปี พ.ศ. 2566 ถึง พ.ศ. 2571 ซึ่งสะท้อนถึงอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้นที่ 5.18%[15] ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเติบโตนี้ ได้แก่ ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีการผลิตพลาสติก การลงทุนที่เพิ่มขึ้น และความต้องการวัสดุน้ำหนักเบาและทนทานที่เพิ่มมากขึ้น ภาคบรรจุภัณฑ์ยังคงเป็นภาคส่วนที่ใหญ่ที่สุด โดยได้รับแรงหนุนจากตลาดอีคอมเมิร์ซที่เฟื่องฟูและความต้องการ นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ที่ยั่งยืน[16]

- **ยานยนต์:** ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยานยนต์รายใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเป็นฐานการผลิตยานยนต์อันดับที่ 10 ของโลก[17] อุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยมีโครงสร้างแบบพีระมิด โดยมีผู้ผลิตรถยนต์อยู่ด้านบนและผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์อยู่ชั้นด้านล่าง ใน ปี พ.ศ. 2565 มีผู้ผลิตยานยนต์ 27 ราย และรถจักรยานยนต์ 18 ราย[18] ในปีเดียวกันประเทศไทยผลิตรถยนต์ได้ทั้งสิ้น 1.88 ล้านคัน โดย 44.7% (ประมาณ 0.84 ล้านคัน) เป็นการประกอบเพื่อจำหน่ายในประเทศ และส่วนที่เหลือ (ประมาณ 1 ล้านคัน) ประกอบเพื่อส่งออก รถกระบะคิดเป็น 62% ของการผลิตรถยนต์ทั้งหมดในประเทศไทย ในขณะที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีส่วนแบ่ง 35% และรถยนต์เพื่อการพาณิชย์อื่นๆ (รถบรรทุก รถตู้ และรถโดยสาร) มีส่วนแบ่ง 65% รถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ยังคงเป็นสินค้าใหม่ในตลาดยานยนต์ของประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในยังคงครองส่วนแบ่งตลาดส่วนใหญ่ [19]
- **อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า:** ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ เช่น ตู้เย็น เตาไมโครเวฟ กระติกทำน้ำร้อน พัดลมในครัวเรือน เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ คอมเพรสเซอร์ หม้อหุงข้าว เป็นต้น โดยในไตรมาส 1/2566 การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้ามีมูลค่า 8.2 พันล้านดอลลาร์

---

[14] Open Knowledge Repository, “Market-Study-for-Thailand-Plastics-Circularity-Opportunities-and-Barriers,” n.d., https://openknowledge.worldbank.org/bitstreams/76c48f2a-d0c2-5a70-b801-43e37d851fc1/download

[15] Mordor Intelligence, “Thailand Plastic Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)”, n.d., https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/thailand-plastics-market

[16] Industry Team, Bank of Ayudhya Public Company Limited,“Thailand Industry Outlook 2024-2026”, January 10, 2024, https://www.krungsri.com/en/research/industry/summary-outlook/industry-outlook-2024-2026

[17] Thailand Board of Investment, “Thailand Automotive Industry, situation from ICE to Next-generation vehicle,” July 6, 2023, https://www.boi.go.th/upload/content/20230706%20EN%20TAI_.pdf

[18] Thai Automotive Industry, “Thai Automotive Industry - Facts and Figures,” 2022, https://data.thaiauto.or.th/images/PDF/Navigator/Thai_Automotive_Industry-Facts_and_Figures_2022.pdf

[19] เรื่องเดียวกัน

สหรัฐ เพิ่มขึ้น 18.5% เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อน (QoQ) และเพิ่มขึ้น 8.1% (YoY) จากช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน สินค้าที่มีการส่งออกเพิ่มขึ้น ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ (43.1%) ตู้เย็น (27.3%) และเครื่องซักผ้า (26.4%)[20] ดัชนีการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าคาดว่าจะขยายตัวประมาณ 4.0%[21]

แม้ว่าภาคอุตสาหกรรมการผลิตจะเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของเศรษฐกิจไทย แต่ในช่วงเวลานี้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตกำลังเผชิญกับสภาวะที่ชะลอตัวเนื่องจากการส่งออกที่ลดลง ในปี พ.ศ. 2566 อุตสาหกรรมการผลิตโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกหดตัวโดยเฉลี่ย 3% (YoY) ในช่วง 3 ไตรมาสแรกของปี[22] ยกเว้นภาคยานยนต์และภาคการกลั่นปิโตรเลียมซึ่งมีการขยายตัวในปีดังกล่าว[23] จากมุมมองของการลงทุน อุตสาหกรรมการผลิตกำลังผลักดันกระแสการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Foreign Direct Investment: FDI) เข้าสู่ประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2565 พบว่ามีการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศขนาดใหญ่ที่สุดในผลิตภัณฑ์โลหะและเครื่องจักร รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนบริการ โดยคำขอรับการส่งเสริมการลงทุนล่าสุดที่ได้รับอนุมัติจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment of Thailand: BOI) เมื่อปี พ.ศ. 2566 ได้เปลี่ยนไปสู่การผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์ไฟฟ้า[24] การลงทุนในการผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (EV batteries) กำลังเพิ่มขึ้นในประเทศไทยเช่นกัน ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากแผนนโยบาย 30@30 ซึ่งตั้งเป้าหมายให้ 30% ของยานยนต์ที่ผลิตในประเทศไทยเป็นยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (ZEV) ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)[25] และอีกส่วนหนึ่งมาจากมาตรการสนับสนุนของภาครัฐที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน โดยการผลิตยานยนต์ที่

---

[20] Office of Industrial Economics, “Report on the Industrial Economics Status in Q1-2023 and Outlook for Q2- 2023,"n.d., https://www.oie.go.th/assets/portals/1/files/quarterly_industrial/Q1_2023andOutlookQ2_2023_en.pdf

[21] เรื่องเดียวกัน

[22] World Bank, “Thailand Economic Monitor - Thailand's Path to Carbon Neutrality: The Role of Carbon Pricing,” World Bank, Bangkok December 2023, https://documents1.worldbank.org/curated/en/099121223123018912/pdf/P5010091ef52cc09d1b46c1af1a43820def.pdf

[23] The office of Industrial Economics, “Montly Report Industrial Index April 2023 - April 2024,” n.d., https://www.oie.go.th/view/1/industrial_indices/EN-US

[24] World Bank, “Thailand Economic Monitor - Thailand's Path to Carbon Neutrality: The Role of Carbon Pricing,” World Bank, Bangkok December 2023, https://documents1.worldbank.org/curated/en/099121223123018912/pdf/P5010091ef52cc09d1b46c1af1a43820def.pdf

[25] TDRI, “Clean Energy Needs Far Clearer Policy,” TDRI: Thailand Development Research Institute, September 2, 2022, https://tdri.or.th/en/2022/08/clean-energy-needs-far-clearer-policy/

ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (ZEV) คาดว่าจะสูงถึง 225,000 คันต่อปีในปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) ซึ่งเกิดขึ้นเร็วกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้สำหรับปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)[26]

1.1 ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านและความเสี่ยงทางกายภาพที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศไทย โดยมีการเรียกร้องให้นำยุทธศาสตร์ด้านการลดปัญหาและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาใช้กับทุกภาคส่วนย่อย

ในฐานะผู้มีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ภาคอุตสาหกรรมการผลิตกำลังพัฒนากลยุทธ์เพื่อเร่งการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ปัจจุบันภาคเศรษฐกิจนี้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณมากจากกระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ ซึ่งคิดเป็น 37% ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ การผลิตซีเมนต์เป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับสองของไทย รองจากการปลูกข้าว แม้ว่าเดิมทีจะมุ่งเน้นไปที่การเติบโตและประสิทธิภาพการผลิต แต่ผู้ผลิตชาวไทยกลับตระหนักมากขึ้นถึงความจำเป็นเร่งด่วนสำหรับการดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืน ผู้ผลิตหลายคนนำเทคโนโลยีที่สะอาดขึ้นมาใช้ ดำเนินกระบวนการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

กระทรวงอุตสาหกรรม (อก.) ตระหนักถึงความจำเป็นในการเร่งดำเนินมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงได้ดำเนินนโยบายเศรษฐกิจ บีจีซี (Bio-Circular-Green Economy Model) เพื่อขับเคลื่อนการลดคาร์บอนในทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจและการเติบโตที่ยั่งยืนของอุตสาหกรรมการผลิตของไทย[27] ปัจจัยภายนอกยังทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนเพิ่มเติมให้กับการเปลี่ยนผ่านไปสู่การปล่อยคาร์บอนต่ำของภาคอุตสาหกรรมการผลิต เช่น การเปิดตัวมาตรการปรับราคาคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดน (Carbon Border Adjustment Mechanism: CBAM) ของสหภาพยุโรปเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2566 คาดว่าจะเร่งการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในการผลิตอะลูมิเนียมและเหล็กกล้า ซึ่งเป็นสินค้า CBAM ของไทยสองรายการในปัจจุบัน และอาจอยู่ในภาคส่วนอื่นๆ มากขึ้นในอนาคต[28] นอกจากนี้ ความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและองค์กรระหว่างประเทศกำลัง

---

[26] S&P Global, “Thailand braces to make a big splash in EV sector,” Nov 8 ,2023, https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/metals/110823-thailand-braces-to-make-a-big-splash-in-ev-sector

[27] United Nations Framework Convention on Climate Change, "Thailand LT-LEDS (Revised Version)," November 8, 2022, https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Thailand%20LT-LEDS%20%28Revised%20Version%29_08Nov2022.pdf

[28] ในระยะสั้น คาดว่าผลกระทบของมาตรการปรับราคาคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดน (Carbon Border Adjustment Mechanism: CBAM) ของสหภาพยุโรป ต่ออุตสาหกรรมของไทยจะมีไม่มากนัก ในบรรดาสินค้า CBAM สินค้าที่สำคัญที่สุดสำหรับประเทศไทยคือ เหล็กและเหล็กกล้า (คิดเป็นประมาณ 1.5% ของการส่งออกไปยังสหภาพยุโรป) และอะลูมิเนียม (คิดเป็นประมาณ 0.4% ของการส่งออก) ในขณะที่การขายสินค้า CBAM อื่นๆ ไปยังสหภาพยุโรปนั้นมีปริมาณน้อยมากหรือไม่มี อย่างไรก็ดี รายชื่อสินค้า CBAM จะทยอยเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ตรงกับสินค้าที่ครอบคลุมภายใต้

ช่วยส่งเสริมการพัฒนากฎระเบียบและมาตรการจูงใจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดี ความท้าทายยังคงมีอยู่ ซึ่งรวมถึงการรับรองว่า ความพยายามในการลดคาร์บอนและความพยายามด้านความยั่งยืนจะครอบคลุมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ไว้ด้วย

นอกจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว ภาคอุตสาหกรรมการผลิตยังได้รับความเสียหายอย่างมากจากเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่เมื่อปี พ.ศ. 2554 ซึ่งส่งผลกระทบต่อนิคมอุตสาหกรรม 7 แห่งในเขตปริมณฑลตอนเหนือของกรุงเทพ และส่งผลกระทบต่อ 730 บริษัท ทำให้ห่วงโซ่อุปทานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ดิสก์ไดรฟ์ และชิ้นส่วนรถยนต์ทั่วโลกเกิดการหยุดชะงัก[29] นอกจากนี้ ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางกายภาพอาจส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิตผ่านทางช่องทางอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพน้ำประปา และความถี่ของเหตุการณ์สภาพอากาศร้อนจัดที่มีมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อสวัสดิภาพของคนงาน จึงมีความจำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติมในมาตรการด้านการปรับตัวและด้านความพร้อมรับมือ เพื่อลดความเปราะบางของภาคอุตสาหกรรมการผลิตต่อความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางกายภาพ

ของเสียถือเป็นอีกปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับภาคอุตสาหกรรมการผลิต (สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดอ่านข้อมูลในภาคของเสีย) ในช่วงการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา ปริมาณของเสียทางอุตสาหกรรมลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการกักกันโรคที่โรงงาน อุปสงค์ที่ลดลง และการหยุดชะงักของห่วงโซ่อุปทาน แต่หลังจากนั้นก็ฟื้นตัวและขยายตัวเพิ่มขึ้นอีก ตัวอย่างเช่น ของเสียมีปริมาณ 18.05 ล้านตันในปี พ.ศ. 2563 แต่กลับเพิ่มขึ้นเป็น 35.55 ล้านตันภายในปี พ.ศ. 2565 อย่างไรก็ดี ความพยายามของรัฐบาลในการลดปริมาณของเสียอุตสาหกรรมทั้งหมดกำลังให้ผลลัพธ์ที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2558 ซึ่งมีปริมาณของเสียอยู่ที่ 37.4 ล้านตัน[30] ความท้าทายหลักในการจัดการของเสียอุตสาหกรรมยังคงอยู่ที่การยกระดับการติดตามการต่ออายุโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่มีการจัดการของเสียอุตสาหกรรม การกำหนดให้ดำเนินการจัดการของเสีย

ระบบการซื้อขายสิทธิการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Emission Trading Scheme: ETS) ของสหภาพยุโรป ในขณะที่ประเทศอื่นๆ (เช่น สหรัฐอเมริกาและแคนาดา เป็นต้น) กำลังพิจารณาใช้มาตรการที่คล้ายกับ CBAM ซึ่งอาจส่งผลให้การปรับราคาคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดนมีผลกระทบที่รุนแรงขึ้นต่อผู้ผลิตและผู้ส่งออกของไทยในหลายภาคส่วนในระยะยาว สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดเพิ่มเติมดูที่ Prapan Leenoi, “Countdown to the CBAM: How prepared is Thailand for the introduction of the EU carbon tax?,” krungsri Research, August 03, 2023, https://www.krungsri.com/en/research/research-intelligence/cbam-2023

[29] Nikkei Editorial, “Global Companies Must Learn From Thai Floods That Upended Supply Chains,” Nikkei Asia, October 13, 2021, https://asia.nikkei.com/Opinion/The-Nikkei-View/Global-companies-must-learn-from-Thai-floods-that-upended-supply-chains

[30] Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning“ปริมาณกากของเสียอุตสาหกรรม (อันตรายและไม่อันตราย) (2558-2565),”n.d., http://env_data.onep.go.th/reports/subject/view/153

อุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบและถูกต้องตามกฎหมาย และการบังคับใช้กฎหมายกับโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านการจัดการของเสียอุตสาหกรรม[31]

ปัญหาอีกประการหนึ่งคือการผลิตและการใช้พลาสติกของประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่มักจบลงที่มหาสมุทรเนื่องจากการจัดการที่ไม่ถูกต้อง ขยะพลาสติกที่ไม่ได้ถูกรวบรวมและได้รับการกำจัดอย่างเหมาะสมในประเทศไทยประมาณ 51,000 ตันถูกพัดลงทะเลในแต่ละปี ทำให้ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 6 ของโลกตามตัวชี้วัดนี้[32] จากการศึกษาของธนาคารโลก แม้ว่าประเทศไทยจะมีอัตราการรวบรวมและรีไซเคิลขยะมูลฝอยชุมชนสูงถึง 88.8% แต่ขยะพลาสติกที่ยังไม่ได้ถูกรวบรวมและสถานที่กำจัดขยะจำนวนมากที่ไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะก็ส่งผลให้เกิดขยะพลาสติกที่ไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องประมาณ 428 ตันต่อปี[33] ขยะพลาสติกในประเทศเพียงประมาณ 25% เท่านั้นที่ถูกรีไซเคิล สำหรับบรรจุภัณฑ์พลาสติกใช้แล้ว อุปสรรคในการรีไซเคิลในปัจจุบันคือการขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือในการรีไซเคิลถุงพลาสติกชนิดอ่อน ในขณะที่กล่องเครื่องดื่มยังไม่มีระบบที่เหมาะสมในการรวบรวมและเพิ่มมูลค่า[34] เพื่อแก้ไขปัญหานี้อย่างเป็นระบบมากขึ้น ประเทศไทยอยู่ระหว่างการร่างกฎหมายว่าด้วยการขยายความรับผิดชอบของผู้ผลิตไปยังช่วงต่างๆ ของวงจรชีวิตของบรรจุภัณฑ์ (Extended Producer Responsibility: EPR) ซึ่งส่งเสริมการจัดการขยะพลาสติกอย่างยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วมของอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก[35]

1.2 นโยบายด้านการจัดการกับเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในรายภาคเศรษฐกิจ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (กรอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม (อก.) ได้จัดทำ**แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) (พ.ศ. 2564 – 2573)** เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมการผลิต โดยกำหนดเป้าหมายการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้

- ระยะเตรียมการ (พ.ศ. 2562 – 2563) สนับสนุนการดำเนินมาตรการตามแผนงาน NDC ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564
- ระยะดำเนินการ (พ.ศ. 2564 - 2573) มีเป้าหมายในการขับเคลื่อนมาตรการสำคัญและมาตรการสนับสนุนด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมการผลิตให้บรรลุเป้าหมายภายใน

---

[31] Pollution Control Department, “Thailand State of Pollution Report,” 2022, https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2022/08/pcdnew-2022-08-08_08-30-05_795080.pdf

[32] United Nations Environment Programme, “Circular solutions for plastic pollution,”n.d., https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/41861/behavior_change.pdf?sequence=3&isAllowed=y

[33]World Bank, “Plastic Waste Material Flow Analysis for Thailand- Summary Report,” 2022, https://documents1.worldbank.org/curated/en/099515103152238081/pdf/P17099409744b50fc09e7208a58cb52ae8a.pdf

[34] Nationthailand, “Packaging Producers Push for Enactment of EPR Law,” Nationthailand, August 11, 2023, https://www.nationthailand.com/thailand/general/40030126

[35] เรื่องเดียวกัน

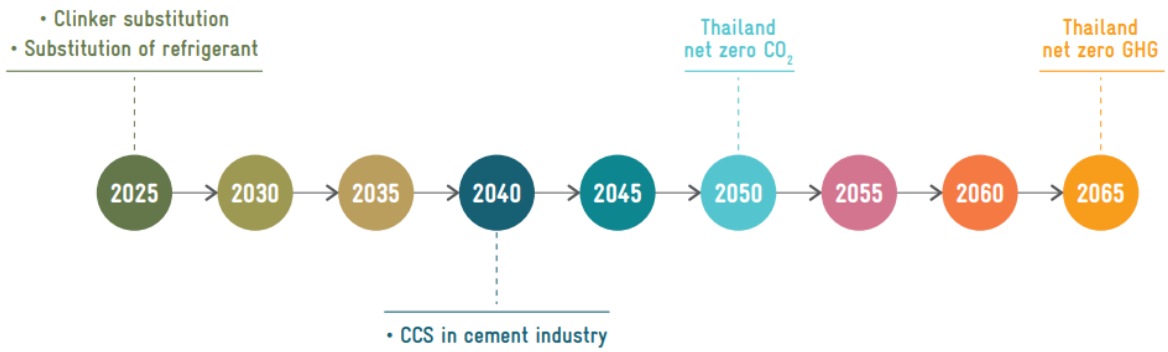
ปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ตามแผนงานและแผนปฏิบัติการ NDC (NDC Roadmap and Action Plan)

เนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตมาจากอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ เคมี เครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น ตามลำดับ มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในภาคเศรษฐกิจนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การทดแทนปูนเม็ดและการทดแทนสารทำความเย็นที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) สูงเป็นหลัก[36] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) ประกอบด้วยมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก 2 มาตรการ ได้แก่

1. **มาตรการทดแทนปูนเม็ด**ที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ การใช้สารทดแทนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก และการใช้สารทดแทนซีเมนต์เพิ่มมากขึ้นในคอนกรีตผสมเสร็จ
2. **มาตรการทดแทนสารทำความเย็น**ที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ การเปลี่ยนสารทำความเย็นภายใต้โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น (Thailand Refrigeration and Air Condition Nationally Appropriate Mitigation Actions: RAC NAMA)[37] และการกำจัดของเสียและสารทำความเย็นที่เสื่อมสภาพอย่างเหมาะสม

ภายในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) คาดว่าเทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) จะมีส่วนสนับสนุนอย่างมากในการกำจัดคาร์บอนออกจากอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

รูปที่ 1 กรอบเวลาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมการผลิต



[36] United Nations Framework Convention on Climate Change, "Thailand LT-LEDS (Revised Version)," November 8, 2022, https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Thailand%20LT-LEDS%20%28Revised%20Version%29_08Nov2022.pdf

[37] Thailand RAC NAMA, "Thailand Refrigeration and Air Conditioning Nationally Appropriate Mitigation Action (RAC NAMA)," n.d., https://www.egat.co.th/home/wp-content/uploads/2023/11/4.-Factsheet-RACNAMA_EN.pdf

ที่มา ยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ (Long–Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy: LT-LEDS) ฉบับปรับปรุง พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2565

ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การเปลี่ยนเชื้อเพลิง และการใช้พลังงานไฟฟ้าของเทคโนโลยีการใช้งานปลายทางยังเป็นกุญแจสำคัญในการลดคาร์บอนของอุตสาหกรรมการผลิต จากข้อมูลของยุทธศาสตร์ LT-LEDS การใช้พลังงานไฟฟ้าของเทคโนโลยีการใช้งานปลายทางในภาคอุตสาหกรรมรวมถึงการแทนที่เทคโนโลยีที่ไม่ใช้ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีที่ใช้ไฟฟ้า ศักยภาพในการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลบางส่วนหรือทั้งหมดด้วยพลังงานหมุนเวียน เช่น ชีวมวลและพลังงานแสงอาทิตย์ ในการใช้งานเพื่อผลิตความร้อนก็มีอยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตเช่นกัน ไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตโดยใช้ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจะมีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคส่วนที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าได้โดยง่าย เช่น เหล็กและเหล็กกล้า อะลูมิเนียม และซีเมนต์ หัวเผาที่ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงสามารถใช้ร่วมกับการทำความร้อนด้วยไฟฟ้าเพื่อสร้างอุณหภูมิสูงที่จำเป็นในกระบวนการอุตสาหกรรมหนักหลายประเภท และทดแทนการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล[38]

นอกเหนือจากเป้าหมายของนโยบายสภาพภูมิอากาศระดับชาติในภาค IPPU แล้ว ยังมีการดำเนินมาตรการด้านสภาพภูมิอากาศในระดับอุตสาหกรรมหลายมาตรการเพื่อเร่งการลดการปล่อยคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ในประเทศไทย โดยมีตัวอย่างดังนี้

- ผู้ผลิตซีเมนต์ของไทยได้เริ่มลงทุนในเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย (TCMA) ได้กำหนด "พันธกิจสำหรับปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023)" ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้อย่างน้อย 1 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ภายในปี พ.ศ. 2566 โดยสนับสนุนให้ทุกภาคส่วนใช้ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกในโครงการก่อสร้างทุกประเภท[39] สมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทยยังให้คำมั่นที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) โดยได้เผยแพร่แผนที่นำทางของประเทศไทยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) สำหรับซีเมนต์และคอนกรีต (Thailand Net Zero Cement & Concrete Roadmap 2050) ซึ่งมีเป้าหมายที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) และบรรลุผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ให้ได้ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)[40]

---

[38]United Nations Framework Convention on Climate Change, “Thailand LT-LEDS (Revised Version),” November 8, 2022, https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Thailand%20LT-LEDS%20%28Revised%20Version%29_08Nov2022.pdf

[39]Asia Cement, “TCMA Together With 25 Alliances Announced ‘Mission 2023’ on Greenhouse Gas Mitigation,” Asia Cement, March 31, 2022, https://www.asiacement.co.th/en/tcma-together-with-25-alliances-announced-mission-2023-on-greenhouse-gas-mitigation#:~:text=We%20therefore%20announced%20%22MISSION%202023,gas%20emission.%22%20stated%20Mr

[40] TCMA, “Thailand 2050 Net Zero Cement & Concrete Roadmap,” n.d., https://www.thaicma.or.th/th/ebook_detail/3/197

- มีการลงนามบันทึกความเข้าใจระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมอะลูมิเนียม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และผู้ผลิตอะลูมิเนียม 11 ราย เพื่อร่วมกันกำหนดค่ามัธยฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้เป็นค่าฐานในการลดการปล่อยคาร์บอน นอกจากนี้ อุตสาหกรรมยังใช้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และเศษอะลูมิเนียมรีไซเคิลเป็นวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น[41]
- คณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติกำหนดวิสัยทัศน์ให้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในฐานการผลิตและชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญที่สุดในปี พ.ศ. 2578 มาตรการส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันรวมถึงมาตรการด้านอุปทาน (เช่น มาตรฐานรถยนต์ไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุ สถานที่ทดสอบ[42] โครงการการเปลี่ยนผ่านของห่วงโซ่อุปทาน โครงการจัดการยานยนต์ที่หมดอายุการใช้งาน โครงการส่งเสริมการลงทุน) และมาตรการด้านอุปสงค์เพื่อจูงใจให้ซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (เช่น ภาษีศุลกากร ภาษีสรรพสามิต เงินอุดหนุน และภาษีรถยนต์ประจำปี) และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน[43]
- อุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพของประเทศไทยกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยได้รับแรงหนุนจากความต้องการวัสดุที่ยั่งยืนทั้งในประเทศและต่างประเทศ ขณะที่ประเทศไทยพยายามลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการให้ความสำคัญกับการผลิตและการใช้พลาสติกชีวภาพเป็นอันดับแรกๆ ในปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตพลาสติกชีวภาพรายใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอาเซียน โดยมีกำลังการผลิตประมาณ 95,000 ตันต่อปี คาดว่าอุตสาหกรรมนี้จะเติบโตในอัตราประมาณ 20% จนถึงปี พ.ศ. 2568 ซึ่งสะท้อนถึงการลงทุนที่เพิ่มขึ้นและนโยบายที่เอื้ออำนวยของรัฐบาล[44] แรงจูงใจทางเศรษฐกิจจากรัฐบาลไทย เช่น สิทธิประโยชน์ทางภาษีและเงินอุดหนุน ให้การสนับสนุนแก่ภาคพลาสติกชีวภาพ โดยมาตรการเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรหมุนเวียน ซึ่งในประเทศไทยรวมถึงผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพด
  รัฐบาลได้ริเริ่มโครงการต่างๆ เช่น โมเดลการพัฒนา “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งสนับสนุนการพัฒนาพลาสติกชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงประเทศไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม อย่างไรก็ดี ยังคงมีปัญหาท้าทายอยู่ เช่น ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับพลาสติกทั่วไป และความจำเป็นในการสร้างความตระหนักรู้ในหมู่ผู้บริโภคและโครงสร้างพื้นฐานที่เพิ่มขึ้นเพื่อจัดการกับขยะพลาสติกชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

---

[41] Prachachat.net, “ส่องอุตฯอะลูมิเนียมปี’65 ต้นทุนสิ่งแวดล้อมดันราคาขายพุ่ง,” Prachachat.Net, February 18, 2022, https://www.prachachat.net/economy/news-865746

[42] The Automotive and Tyre Testing, Research and Innovation Center (ATTRIC)

[43] Clement Choo and Leah Chen, “Thailand braces to make a big splash in EV sector,” S&P Global, November 8, 2023, https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/metals/110823-thailand-braces-to-make-a-big-splash-in-ev-sector

[44] Mordor Intelligence, “Thailand Plastic Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)”, n.d., https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/thailand-plastics-market

2. ประเด็นสำคัญด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคอุตสาหกรรมการผลิต

กิจกรรมของภาคอุตสาหกรรมการผลิตในบัญชีก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมอยู่ในกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) ภายใต้บัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติของไทย สิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาคือกิจกรรมดังกล่าวจะครอบคลุมเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการทางเคมีของการผลิตเท่านั้น และไม่ครอบคลุมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าสำหรับกระบวนการผลิต (ยกเว้นโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองซึ่งตั้งอยู่ภายในโรงงาน)[45] ข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติจะถูกนำมาใช้เพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมต่างๆ ที่รวมไว้ใน Taxonomy ตารางด้านล่างนี้รวมเฉพาะกิจกรรมที่มีสัดส่วนมากกว่า 1% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมจากภาค IPPU และเปรียบเทียบกับกิจกรรมที่เสนอซึ่งจะครอบคลุมอยู่ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตภายใต้ Taxonomy ฉบับนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU)

ภาคส่วนย่อย	รหัส IPCC 2006	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคส่วนย่อย หน่วย: $GgCO_2eq$ (คิดเป็น % เมื่อเทียบกับผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาค IPPU)	กิจกรรมที่เสนอซึ่งสอดคล้องภายใต้ Thailand Taxonomy
การผลิตซีเมนต์	2A1	15,803.16 (38.99%)	การผลิตซีเมนต์
อุตสาหกรรมเคมี	2B	11,668.31 (28.79%)	การผลิตไฮโดรเจน การผลิตคาร์บอนแบล็ค การผลิตโซดาแอช การผลิตคลอรีน การผลิตเอทิลีน โพรพิลีน บิวทาไดอีน การผลิตอะโรเมติกส์ (อะเซทิลีน เบนซีน ไซลีน และโทลูอีน) การผลิตแอนไฮดรัสแอมโมเนีย การผลิตกรดไนตริก การผลิตพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิ

[45] Please note that IPCC methodology that serves as a basis for creating GHG inventories is not ???. The Taxonomy itself mostly requires measurement of Scope 1+2 emissions (see particular activity cards and Business Guide for clarifications). โปรดทราบว่า วิธีการที่ IPCC ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างบัญชีก๊าซเรือนกระจกนั้นไม่ใช่xxx Taxonomy โดยตัวเองส่วนใหญ่ต้องใช้การวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 และ 2 (โปรดดูกรอบกิจกรรมเฉพาะและคู่มือธุรกิจเพื่อให้เกิดความชัดเจน)

ภาคส่วนย่อย	รหัส IPCC 2006	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคส่วนย่อย หน่วย: $GgCO_2eq$ (คิดเป็น % เมื่อเทียบกับผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาค IPPU)	กิจกรรมที่เสนอซึ่งสอดคล้องภายใต้ Thailand Taxonomy
การผลิตเหล็กและเหล็กกล้า	2C1	425.32 (1.05%)	การผลิตเหล็กและเหล็กกล้า
อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น (Refrigeration and Air Conditioning: RAC)	2F1	10,383.15 (25.62%)	ครอบคลุมอยู่ในภาคพลังงานของ Taxonomy ระยะที่ I (4.1.9; 4.1.10; 4.1.11)
อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์	2G1	756.09 (1,86%)	ครอบคลุม 5 กิจกรรม ภายใต้กิจกรรมสนับสนุนสีเขียวอื่น ๆ และกิจกรรมส่งเสริมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน

ที่มา: Thailand’s First Blennial Transparency Report [46]

สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใหญ่ที่สุดจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตของไทยคือการผลิตปูนซีเมนต์และเคมีภัณฑ์ ซึ่งทั้งสองกิจกรรมได้รับการเสนอให้รวมไว้ใน Taxonomy นอกจากนี้ Taxonomy ระดับนานาชาติเกือบทั้งหมดยังรวมถึงกิจกรรมต่างๆ เช่น การผลิตอะลูมิเนียม เหล็ก และเหล็กกล้า เนื่องจากกิจกรรมเหล่านี้ใช้ไฟฟ้าในปริมาณมากและมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ ยังมีการผลิตไฮโดรเจน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผลิตไฮโดรเจนคาร์บอนต่ำ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการผลิตพลังงาน การขนส่ง หรือใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการอุตสาหกรรมได้ในภายหลัง

นอกเหนือจากกิจกรรมที่มุ่งเป้าโดยตรงไปที่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตที่มีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีการเสนอให้รวมกิจกรรมการผลิตที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่น ๆ (Enabling manufacturing activities) จำนวนหนึ่งไว้ภายใต้ Taxonomy ดังนี้

- **การผลิตแบตเตอรี่** กิจกรรมนี้รวมถึงการผลิตแบตเตอรี่ที่สามารถกักเก็บไฟฟ้าได้ และด้วยเหตุนี้จึงสามารถเพิ่มโอกาสในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เพื่อทดแทนแหล่งที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียน
- **การผลิตเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์พลังงานหมุนเวียน** กิจกรรมนี้รวมถึงการผลิตเทคโนโลยีและส่วนประกอบที่จำเป็นในการปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนและการผลิตพลังงานคาร์บอน

[46] "Thailand's First Biennial Transparency Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change." UNFCCC. Published December 26, 2024. https://unfccc.int/documents/645098

ต่ำตามที่กำหนดโดย Taxonomy เช่น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ใบพัดของกังหันลม กังหันสำหรับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น

- **การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อการขนส่ง** กิจกรรมนี้รวมถึงการประกอบและการผลิตส่วนประกอบสำหรับยานพาหนะที่ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy ฉบับนี้ (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากท่อไอเสียเป็นศูนย์)
- **การผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอาคาร** กิจกรรมนี้รวมถึงการผลิตส่วนประกอบและเครื่องจักรต่างๆ ที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอาคารและลดการใช้ทรัพยากรพื้นฐานของอาคาร (น้ำหรือพลังงาน)
- **การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำอื่นๆ** กิจกรรมนี้รวมถึงการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ในครัวเรือนที่ได้มาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานสูงสุดซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานการกำกับดูแลด้านพลังงานของประเทศ รวมทั้งเครื่องจักรที่จำเป็นในการลดคาร์บอนในภาคส่วนอื่นๆ ของเศรษฐกิจ
- **กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดักจับคาร์บอน (Carbon Capture)** กิจกรรมเหล่านี้มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากช่วยให้กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงและยากต่อการลดการปล่อย สามารถลดความเข้มของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ (hard-to-abate activities) กิจกรรมดังกล่าวครอบคลุม
  - **การดักจับการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากแหล่งกำเนิด** กิจกรรมนี้อธิบายถึงกฎเกณฑ์ในการใช้เทคโนโลยีการดักจับคาร์บอนภายใต้กรอบของ Taxonomy ฉบับนี้
  - **การขนส่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้** กิจกรรมนี้กำหนดกฎเกณฑ์ในการขนส่งคาร์บอนที่ดักจับไว้ในกระบวนการดักจับคาร์บอน
  - **การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้อย่างถาวร** กิจกรรมนี้กำหนดกฎเกณฑ์ในการกำจัดคาร์บอนที่ดักจับได้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมและกระบวนการอื่นๆ
  - **การใช้ประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ดักจับไว้** กิจกรรมนี้กำหนดว่า CO_2 ที่ดักจับไว้นั้นสามารถนำไปใช้ได้และไม่ได้อย่างไรบ้าง

3. ขอบเขตการกำหนดหลักเกณฑ์สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิต

เกณฑ์การประเมินสำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิตครอบคลุมกลุ่มกิจกรรมที่แตกต่างกันโดยธรรมชาติและโดยโครงสร้างทางเทคโนโลยี ซึ่งจะกำหนดไว้เป็นการเฉพาะในหัวข้อย่อยที่เกี่ยวข้อง

ค่าใช้จ่ายที่เข้าเกณฑ์ยังครอบคลุมต้นทุนของสถานประกอบการและโครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตด้วย ในทางปฏิบัติหมายความว่าไม่เพียงแค่รายรับที่เกี่ยวข้องกับการผลิตซีเมนต์คาร์บอนต่ำหรือการยกระดับสถานที่และอุปกรณ์การผลิตเท่านั้นที่ถือว่าสอดคล้องกับ Taxonomy แต่ยังรวมถึงโครงการก่อสร้างโรงงานปูนซีเมนต์แห่งใหม่ที่จะผลิตซีเมนต์คาร์บอนต่ำด้วย

4. แนวทางและวิธีการจัดทำเกณฑ์สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิต

เมื่อเทียบกับภาคพลังงานที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างรวดเร็วพอสมควรหากมีเงินทุน กิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมากในภาคอุตสาหกรรมการผลิตไม่มีเทคโนโลยีที่จะทำเช่นนั้นได้ กิจกรรมทั้งหมดในภาคเศรษฐกิจนี้สามารถแบ่งออกเป็นห้ากลุ่มดังนี้

- **กิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (Hard-to-abate activities)** กิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่เศรษฐกิจต้องมีและจำเป็นต้องใช้ในระยะยาว แต่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในชั่วข้ามคืนได้และจำเป็นต้องค่อยๆ ลดการปล่อยคาร์บอนลง
- **กิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่าน (Interim activities)** (เฉพาะการผลิตพลาสติก) กิจกรรมนี้จะมีบทบาทชัดเจนในระบบเศรษฐกิจจนถึงปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)[47] และจะต้องทยอยยุติลง (phase out) ภายในปีดังกล่าว นอกจากนี้ กระบวนการผลิตหลักของกิจกรรมนี้ควรได้รับการพัฒนาในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ของ Taxonomy อีกต่อไป
- **กิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่นๆ (Enabling activities)**[48] กิจกรรมในกลุ่มที่สองนี้ (เช่น การผลิตรถยนต์หรือแบตเตอรี่ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ) โดยตัวเองอาจเกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซ

---

[47] This statement is given for methodological reasons and does not affect the activity cards that serve as the only source of technical screening criteria. Interim activities activity cards are still usable after 2050.

[48] กิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่น ๆ (Enabling activities) ถูกจัดให้มีส่วนสนับสนุนอย่างมีนัยสำคัญต่อวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างน้อยหนึ่งข้อขึ้นไปเมื่อตัวกิจกรรมนี้ไปช่วยส่งเสริมโดยตรงให้กิจกรรมอื่น ๆ มีส่วนสนับสนุนอย่างมีนัยสำคัญต่อวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างน้อยหนึ่งข้อขึ้นไป กิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวดังกล่าวไม่ควรนำไปสู่การผูกติดกับสินทรัพย์ที่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว เมื่อพิจารณาอายุการใช้งานทางเศรษฐกิจของสินทรัพย์ดังกล่าว และควรส่งผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อพิจารณาจากวัฏจักรชีวิต: European Union [EU], "REGULATION (EU) 2020/852 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 June 2020 on the Establishment of a Framework to Facilitate Sustainable Investment, and Amending Regulation (EU) 2019/2088," Official Journal of the European Union (EU, June 22, 2020), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852

เรือนกระจกจำนวนมาก แต่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมานั้นถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดการปล่อยคาร์บอนของเศรษฐกิจโดยรวม และด้วยเหตุนี้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกิจกรรมในกลุ่มนี้จึงถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับประโยชน์โดยรวมต่อสภาพภูมิอากาศ

- **กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Related to carbon capture and storage)** กิจกรรมเหล่านี้ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของเศรษฐกิจโดยการดักจับ ขนส่ง และฝังคาร์บอนที่อาจจะถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ
- **กิจกรรมเสริมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน (Auxiliary transitional activity)** กิจกรรมนี้ประกอบด้วยกิจกรรมส่งเสริมด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการลดการปล่อยคาร์บอนที่ครอบคลุม ซึ่งออกแบบมาเพื่อช่วยให้ธุรกิจจำนวนมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้สามารถมีส่วนร่วมในการปฏิบัติตาม Taxonomy

กิจกรรมในภาคอุตสาหกรรมการผลิตมักจะมีห่วงโซ่การผลิตที่ซับซ้อน ดังนั้น การใช้งาน Taxonomy จำเป็นต้องกำหนดขอบเขตของเงื่อนไขและตัวชี้วัดดังกล่าวครอบคลุมห่วงโซ่การผลิตเหล่านี้ ทั้งนี้ Taxonomy ได้ให้คำจำกัดความสำหรับกิจกรรมในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ดังนี้

- **ขอบเขตกิจกรรม (เงื่อนไขและตัวชี้วัด)** แผนภาพหรือคำอธิบายเหล่านี้แสดงถึงส่วนต่างๆ ของห่วงโซ่การผลิตของกิจกรรมที่ครอบคลุมโดยเงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Taxonomy ซึ่งหมายความว่าองค์ประกอบเหล่านี้ของห่วงโซ่การผลิตสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ระหว่างการใช้งาน Taxonomy (เช่น ผ่านการใช้มาตรการภายใต้เกณฑ์สีเหลือง เป็นต้น) และสามารถขอรับเงินทุนที่เป็นไปตามเกณฑ์ให้กับองค์ประกอบดังกล่าว (เช่น การเงินเพื่อการปรับตัวหรือเพื่อสิ่งแวดล้อม) สำหรับองค์ประกอบของห่วงโซ่การผลิตที่ไม่อยู่ในแผนภาพหรือคำอธิบายนี้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้เงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Taxonomy และไม่สามารถขอรับเงินทุนที่เป็นไปตามเกณฑ์ของกิจกรรมใน Taxonomy ให้กับองค์ประกอบดังกล่าวได้
- **ขอบเขตการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** แผนภาพหรือคำอธิบายเหล่านี้แสดงถึงวิธีการตรวจนับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรม เพื่อคำนวณว่ากิจกรรมนั้นเป็นไปตามเงื่อนไขและตัวชี้วัดหรือไม่ โดยทั่วไปแผนภาพและคำอธิบายจะสอดคล้องกับผลรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 และ 2 แต่บางครั้งองค์ประกอบบางส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 และ 2 ดังกล่าวจะไม่รวมอยู่ด้วยเนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวไม่ได้มีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับกิจกรรมนั้น จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรทราบว่า การใช้งาน Taxonomy ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเสมอ โดยวิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกใช้เฉพาะกรณีที่เงื่อนไขและตัวชี้วัดได้ระบุไว้เท่านั้น และส่วนใหญ่มักถูกนำมาใช้ในเงื่อนไขของเกณฑ์สีเขียว ในขณะที่เกณฑ์สีเหลืองหรือสีแดงจะมีการกำหนดเงื่อนไขและตัวชี้วัดและการนำไปใช้ที่ง่ายกว่า

หมายเหตุสำคัญที่ 1: Taxonomy มุ่งเป้าไปที่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเศรษฐกิจที่มีส่วนสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อย่างไรก็ตาม ภาคเศรษฐกิจและกิจกรรมอื่น ๆ จำนวนมาก (เช่น สิ่งทอ อาหาร ผลิตภัณฑ์สีเคลือบผิว ฯลฯ) มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย แต่ด้วยตัวกิจกรรมเองไม่ได้เป็นผู้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณมาก และกิจกรรมในห่วงโซ่การผลิตที่มีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เช่น การผลิตเหล็กกล้า เหล็ก อะลูมิเนียม การขนส่ง) ถูกรวมอยู่ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องใน Taxonomy (ภาคอุตสาหกรรมการผลิตหรือภาคการขนส่ง) แล้ว สำหรับกิจกรรมที่ไม่มีเงื่อนไขและตัวชี้วัดด้านการลดคาร์บอนเป็นของตนเอง Thailand Taxonomy จึงได้พัฒนากิจกรรม "การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานและมาตรการลดคาร์บอนมาใช้กับกิจกรรมการผลิตที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน Thailand Taxonomy" ขึ้น (ดูรายละเอียดด้านล่าง)
หมายเหตุสำคัญที่ 2: ในตอนท้ายของแต่ละตารางกิจกรรมจะมีบรรทัดที่ระบุ “เกณฑ์อ้างอิง” ซึ่งระบุเอกสารที่ใช้เป็นพื้นฐานในการระบุระเบียบวิธีของเกณฑ์ที่ใช้ในตารางกิจกรรมนั้น ๆ (ส่วใหญ่มักใช้เกณฑ์อ้างอิงตามภาคส่วนของ Climate Bonds Initiative[49]) เอกสารและเนื้อหาภายในเอกสารเหล่านี้ มิได้เป็นส่วนหนึ่งของเกณฑ์ และมิได้หมายความว่าจำเป็นที่จะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่ระบุในเอกสารเหล่านี้ จึงจะนับว่าเป็นการปฏิบัติตาม Thailand Taxonomy จุดประสงค์ของการอ้างอิงเกณฑ์เหล่านี้ มีไว้เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่ต้องการที่จะทำความเข้าใจกรอบแนวคิดทางทฤษฎีและระเบียบวิธีให้ถ่องแท้ยิ่งขึ้น รวมถึงเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการปรับปรุงเกณฑ์เพิ่มเติม เมื่อมีการทบทวน Taxonomy ในโอกาสต่อไป

4.1 กิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (Hard-to-abate activities)

กิจกรรมนี้รวมถึงการผลิตเหล็กกล้าและเหล็ก ซีเมนต์ เคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน อะลูมิเนียม และไฮโดรเจน โดยได้มีการพัฒนาเส้นทางการลดคาร์บอนเฉพาะให้กับกิจกรรมเหล่านี้ภายใต้เกณฑ์สีเขียว โดยพิจารณาจากข้อมูลที่จัดทำโดยกระทรวงและหน่วยงานของไทยที่สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานของ Climate Bonds Initiative (CBI)[50] เส้นทางดังกล่าวนำไปสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) ในกรณีที่เป็นไปได้เส้นทางการเปลี่ยนผ่านที่อ้างอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (หรืออ้างอิงตามวิธีการในการจัดทำเส้นทางการลดคาร์บอน) จากองค์กรอื่นจะถูกนำมาใช้ดังนี้

- **เคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน:** Teske และคณะ (2022); การศึกษาของ ICF และสถาบัน Fraunhofer สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems: Fraunhofer ISE) สำหรับ EC (2021)
- **ซีเมนต์:** องค์กร Science-Based Targets Initiative (SBTi)

[49] เกณฑ์ของ Climate Bonds Initiative ถูกใช้เป็นแหล่งอ้างอิงหลัก เนื่องจากเป็นมาตรฐานสากลที่ถูกนำไปใช้ใน Taxonomy ส่วนใหญ่ทั่วโลก

[50] CBI, “The Standard,” Climate Bonds Initiative, April 29, 2024, https://www.climatebonds.net/standard/the-standard

- **เหล็กและเหล็กกล้า:** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ขององค์การพลังงานระหว่างประเทศ (IEA NZE)
- **อะลูมิเนียม:** สถาบันอะลูมิเนียมระหว่างประเทศอ้างอิงตาม IEA
- **ไฮโดรเจน:** แพลตฟอร์ม SESAME ภายใต้โครงการริเริ่มด้านพลังงานของสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology: MIT) (MIT Energy Initiative)

ในกรณีส่วนใหญ่ แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Decarbonisation pathways) ได้รับการปรับให้สอดคล้องกับข้อมูลระดับประเทศที่จัดทำโดยหน่วยงานภาครัฐไทยและสมาคมวิชาชีพที่เกี่ยวข้องสำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการคำนวณแนวทางการลดการปล่อยในแต่ละกิจกรรมการผลิต สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่บทนำของแต่ละกิจกรรม

สำหรับเกณฑ์สีเหลือง เมื่อพิจารณาจากระดับความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมการผลิต และความไม่พร้อมในทางเลือกที่เป็นไปได้ในเชิงเทคโนโลยีและทางเศรษฐกิจเพื่อมุ่งสู่คาร์บอนต่ำ โดยเรียกภาคเศรษฐกิจเหล่านี้ว่า "อยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่าน" ในขณะที่สำหรับภาคส่วนอื่น ๆ มีความเป็นไปได้ที่จะกำหนดขอบเขตระหว่างกิจกรรมสีแดงและกิจกรรมสีเหลือง แต่สำหรับกิจกรรมการผลิตส่วนใหญ่ การกำหนดขอบเขตมีความซับซ้อนเนื่องจากข้อจำกัดด้านข้อมูลสำหรับการจัดทำเส้นทางการลดคาร์บอนที่มีความน่าเชื่อถือหรือที่อ้างอิงตามหลักวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การกำหนดขอบเขตเส้นแบ่งระหว่างกิจกรรมสีแดง (ไม่เข้าเกณฑ์) กับสีเหลืองก็จะขึ้นอยู่กับดุลยพินิจ (Arbitrary)

แนวทางการกำหนดขอบเขตนี้จะคำนึงถึงความสอดคล้องกับการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (NDC) ของประเทศไทย ทั้งนี้ สิ่งที่ควรตระหนักอยู่เสมอ คือ มาตรการลดคาร์บอนโดยตัวเอง (เกณฑ์สีเหลือง) ไม่ได้ถูกผูกติดอยู่กับกรอบเวลาใด ๆ นอกเหนือจากกำหนดวันสิ้นสุดของกิจกรรมที่ต้องปรับตัว (Sunset date) ที่กำหนดโดย ASEAN Taxonomy (พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)) และสามารถนำไปปฏิบัติเพื่อให้บรรลุการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในปีใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) หรือ พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) ตามที่กำหนดไว้ใน NDC ฉบับปัจจุบันของไทย

ด้วยเหตุผลนี้ จึงมีการนำบทบัญญัติเฉพาะสำหรับเกณฑ์สีเหลืองมาใช้กับกิจกรรมประเภทนี้

- **การนำมาตรการลดคาร์บอนที่เฉพาะเจาะจงมาใช้:** มีการเสนอมาตรการลดคาร์บอนรายมาตรการเพื่อแก้ปัญหาการขาดข้อมูล การนำเทคโนโลยีเหล่านั้นไปใช้ทำหน้าที่เสมือนเป็นสิ่งทดแทนในการลดคาร์บอน การใช้มาตรการเหล่านี้ช่วยลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการอุตสาหกรรม และช่วยให้เข้าใกล้เส้นทางการลดคาร์บอนมากขึ้น
- **แผนการปรับตัว:** เพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นกิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับ Taxonomy ต้องมีการนำแผนการเปลี่ยนผ่านสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ที่น่าเชื่อถือไปในระดับองค์กรไปใช้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการประกันว่าการเคลื่อนไปสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ไม่ใช่

การผลักดันเพียงครั้งเดียวของโรงงานแห่งเดียว แต่เป็นแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่สอดคล้องต่อเนื่องกันขององค์กรการผลิต ในการนี้ มีคำแนะนำให้จัดเตรียมแผนการเปลี่ยนผ่านให้สอดคล้องกับหลักการทางการเงินเพื่อการเปลี่ยนผ่าน (Transition Finance Principles) ที่กำหนดโดยแพลตฟอร์มระหว่างประเทศว่าด้วยการเงินที่ยั่งยืน[51] หรือคำแนะนำทางการเงินเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านของอาเซียน (ASEAN Transition Finance Guidance)[52]

สำหรับกิจกรรมสีแดง จะไม่อยู่ในกรอบกิจกรรมภายใต้ภาคส่วนย่อยที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (ยกเว้นพลาสติกที่เกณฑ์กิจกรรมสีแดงรวมการผลิตพลาสติกทุกประเภทที่ไม่ได้กล่าวถึงในเกณฑ์สีเขียวหรือสีเหลือง เนื่องจากมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก) เนื่องจากธรรมชาติของกิจกรรมที่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างสมบูรณ์ในทันที

4.2 กิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่าน (Interim activities)

เอกสารทางการเงินเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านที่น่าเชื่อถือ (Financing credible transition paper)[53] ซึ่งจัดทำโดย Climate Bonds Initiative (CBI) ได้ให้คำนิยามกิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่าน (Interim activities) ว่าเป็น "กิจกรรมที่จำเป็นในปัจจุบัน แต่ควรทยอยยุติลงภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) เช่น การรีไซเคิลพลาสติกหรือการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน ดังนั้น ภาคอุตสาหกรรมการผลิตภายใต้ Thailand Taxonomy จึงกำหนดให้การผลิตพลาสติกเป็นกิจกรรมที่ควรมีเฉพาะในช่วงเปลี่ยนเท่านั้น ซึ่งการกำหนดเกณฑ์สำหรับกิจกรรมดังกล่าวจะเป็นการสนับสนุนการรีไซเคิลพลาสติกที่มีอยู่ด้วยวิธีทางกล (mechanical) หรือทางเคมี (chemical) รวมถึงการผลิตพลาสติกใหม่ควรผลิตจากวัสดุที่ยั่งยืนและมาจากแหล่งที่ยั่งยืน

4.3 กิจกรรมสนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่น ๆ (Enabling activities)

กิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่น ๆ โดยตรงสามารถมีความเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้มากกว่า 1 วัตถุประสงค์ อย่างไรก็ดี ในระยะยาวกิจกรรมการสนับสนุนดังกล่าวไม่ควรนำไปสู่ผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์ทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ควรพิจารณาอายุการใช้งานทางเศรษฐกิจของสินทรัพย์เหล่านั้นและควรประเมินผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์วงจรชีวิตของกิจกรรมดังกล่าว ทั้งนี้ กิจกรรมต่อไปนี้ถูกจัดเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่นๆ:

---

[51] International Platform of Sustainable Finance [IPSF], “IPSF Transition Finance Report,” European Commission (IPSF, November 2022), https://finance.ec.europa.eu/system/files/2022-11/221109-international-platform-sustainable-report-transition-finance_en.pdf

[52] ASEAN Capital Markets Forum [ACMF], “ASEAN Transition Finance Guidance,” ACMF (ACMF, October 17, 2023), https://www.theacmf.org/images/downloads/pdf/ASEAN%20Transition%20Finance%20Guidance%20Version%201%20-%20FINAL%2017%20Oct%202023.pdf

[53] Climate Bonds Initiative. *Financing Credible Transitions*. London: Climate Bonds Initiative, 2021. https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_fincredtransitions_final.pdf

- การผลิตแบตเตอรี่
- การผลิตเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน
- การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อการขนส่ง
- การผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอาคาร
- การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำอื่นๆ

เนื่องจาก โดยปกติกิจกรรมเหล่านี้มีที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่นๆ จึงมีเพียงเกณฑ์สีเขียวเท่านั้น และไม่มีเกณฑ์สีเหลือง

4.4 การดักจับคาร์บอน การขนส่ง การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (Carbon capture, transportation, utilisation, and storage)

เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) และการดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCUS) มีศักยภาพที่สำคัญในการมีส่วนสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมเฉพาะในกรณีที่คาร์บอนยังคงถูกกักเก็บอย่างถาวรและปิดผนึกไว้อย่างปลอดภัยในโครงสร้างทางธรณีวิทยา หรือนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต/การผลิตสินค้าคงทน[54] และไม่กลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ

ดังนั้น เกณฑ์สีเขียวในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ CCS/CCUS จึงเกี่ยวข้องกับการจัดการ การขนส่ง และการตรวจสอบการรั่วไหลอย่างเหมาะสมในระหว่างกระบวนการดักจับ การขนส่ง และการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และเกณฑ์สีเหลืองเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงท่อที่มีอยู่เดิม เงื่อนไขและตัวชี้วัดเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ตรงกับเกณฑ์ที่ใช้โดย EU Taxonomy

CO_2 ที่ถูกดักจับอาจถูกขนส่งและกักเก็บหรือใช้ในสถานที่สำหรับกระบวนการทางอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ต้องใช้แหล่งคาร์บอน โดยปัจจุบันมีการใช้ CO_2 ปริมาณมหาศาลในแต่ละปี ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมปุ๋ยและใช้กับวิธีการที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการขุดเจาะน้ำมัน (Enhanced oil recovery) (ซึ่งไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ Thailand Taxonomy) ในขณะที่เส้นทางการใช้ประโยชน์ใหม่ในการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่ใช้ CO_2 สารเคมี และการใช้ภายในอาคารมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

[54] ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าจะถือว่า “คงทน” หากช่วงอายุการใช้งานที่คาดหวังยาวนานกว่า 3 ปี Bureau of Economic Analysis. "Durable Goods." U.S. Department of Commerce. Accessed March 10, 2025. https://www.bea.gov/help/glossary/durable-goods)

4.5 กิจกรรมเสริมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน: การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานและมาตรการลดคาร์บอนมาใช้กับกิจกรรมการผลิตที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน Thailand Taxonomy (Introduction of energy efficiency and decarbonisation measures in manufacturing activities not specified in the Thailand Taxonomy)

กิจกรรมนี้ได้พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อให้บริษัทอุตสาหกรรมการผลิตจำนวนมากสามารถมีส่วนร่วมในการใช้ Taxonomy โดยเกี่ยวข้องกับการนำมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต และการทดแทนแหล่งพลังงานที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียนด้วยพลังงานหมุนเวียน ซึ่งกิจกรรมนี้สามารถนำไปใช้ในการลดคาร์บอนและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกิจกรรมทั้งหมดที่ไม่ได้ระบุแยกไว้ต่างหากใน Taxonomy

กิจกรรมนี้พัฒนาขึ้นโดยเฉพาะสำหรับ Thailand Taxonomy และไม่เคยปรากฏใน Taxonomy อื่นๆ มาก่อน เนื่องจากกิจกรรมการผลิตแต่ละประเภทมีความหลากหลาย ทำให้ไม่สามารถพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดเพียงแนวทางเดียวสำหรับกิจกรรมทุกประเภทได้ เกณฑ์สีเขียวจึงใช้การอ้างอิงกับมาตรฐานสากลของแต่ละประเภทกิจกรรมการผลิต เช่น SBTi และเกณฑ์สีเหลืองกำหนดให้มี 2 ตัวเลือก ได้แก่

- **การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างน้อย 40% เมื่อเทียบกับค่าฐานความเข้มข้นของการใช้พลังงานของสถานประกอบการ** เงื่อนไขและตัวชี้วัดนี้กำหนดขึ้นตามร่างแผนอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ. 2567 ซึ่งมีเป้าหมายที่จะลดความเข้มข้นของการใช้พลังงานของเศรษฐกิจไทยลง 36% ภายในปี พ.ศ. 2580 (เทียบกับค่าฐานปี พ.ศ. 2553) เมื่อปรับตัวเลขนี้ให้เข้ากับกลไกของ Taxonomy และกำหนดวันสิ้นสุดทั่วไป (พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)) ตัวเลขนี้จึงเพิ่มขึ้นเป็น 40% และประยุกต์ใช้กับตัวเลขฐาน (base line) ของแต่ละองค์กร
- **การเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้าและการทดแทนแหล่งพลังงานด้วยพลังงานหมุนเวียน** วิทยาศาสตร์ภูมิอากาศถือว่าการเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการลดการปล่อยคาร์บอน เนื่องจากช่วยให้สามารถเข้าถึงการเชื่อมต่อกับพลังงานหมุนเวียนได้ กิจกรรมนี้ไม่มีเป้าหมายหรือเกณฑ์ใดๆ เนื่องจากการแทนที่ปริมาณการใช้พลังงานใดๆ ด้วยพลังงานหมุนเวียนถือเป็นการมีส่วนสนับสนุนเป้าหมายของ Taxonomy สิ่งสำคัญที่ควรทราบคือเฉพาะการเชื่อมต่อโดยตรงขององค์กรกับแหล่งพลังงานหมุนเวียนเท่านั้นที่จะได้รับการพิจารณา โดยไม่รวมการซื้อใบรับรองข้อตกลงการซื้อขายพลังงานไฟฟ้า (Power Purchase Agreement: PPA) เนื่องจากไม่ได้นำไปสู่การลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรหนึ่งๆ อย่างแท้จริง

กิจกรรมนี้อาจไม่สามารถนำไปใช้กับอุตสาหกรรมที่ลดคาร์บอนซึ่งเกี่ยวข้องกับการสกัด การขนส่ง หรือการจัดเก็บไฮโดรคาร์บอน หรือการผลิตส่วนประกอบสำหรับกระบวนการเหล่านี้ หรืออุตสาหกรรมประเภทอื่นใดที่

ส่งเสริมการใช้ไฮโดรคาร์บอนและอนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอน (เช่น ห้ามใช้ในโรงงานผลิตยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน)

5. แนวทางการนำเงื่อนไขและตัวชี้วัดไปใช้งาน

กระแสทางการเงิน (CapEx และ OpEx) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตหรือกับตัวสถานประกอบการโดยรวมสามารถมีคุณสมบัติที่เข้าเกณฑ์

เกณฑ์สีเหลืองที่ใช้กับมาตรการการลงทุน (สำหรับกลุ่มกิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก) ไม่สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินรายรับได้ แต่สามารถใช้เพื่อกำหนดความสอดคล้องของ CapEx เท่านั้น ซึ่งแนวทางดังกล่าวเปรียบเสมือนรางวัลต่อความพยายามลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายกิจกรรม อีกทั้งแนวทางดังกล่าวยังช่วยสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคส่วนที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก เนื่องด้วยข้อจำกัดในด้านข้อมูล อย่างไรก็ดี เกณฑ์สีเหลืองสำหรับกิจกรรมเหล่านี้มีกำหนดวันสิ้นสุดในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) ซึ่งจำกัดกรอบเวลาของสิทธิในการใช้มาตรการ หลังจากปีดังกล่าว จะไม่มีเกณฑ์สีเหลืองอีกต่อไป เนื่องจากปีที่ต้องบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ใกล้เข้ามา และอุตสาหกรรมล้าสมัยที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงทุกอุตสาหกรรมจะต้องทยอยยุติการดำเนินงาน (กิจกรรมในเกณฑ์สีเหลืองทั้งหมดจะอยู่นอกขอบเขตของ Taxonomy หลังจากวันดังกล่าว) ช่วงเวลาดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้โอกาสในการสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสภาพภูมิอากาศ ในขณะที่เทคโนโลยีที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำหรือเป็นศูนย์ยังคงพัฒนาไปได้ไม่มากและมีราคาแพง

ตารางที่ 2 แนวทางการใช้งานตามรูปแบบหลักเกณฑ์

	เกณฑ์สีเขียว	**เกณฑ์สีเหลืองที่อ้างอิงมาตรการ (Measures-based amber)**	**เกณฑ์สีเหลืองดั้งเดิมที่อ้างอิงกิจกรรม (Activity-based (“traditional”) amber)**
Taxonomy ใช้เพื่อกำหนดความสอดคล้องของ CapEx	CapEx จะเข้าเกณฑ์หากกิจกรรมที่กำหนดในปัจจุบันตรงตามเกณฑ์สีเขียว และมาตรการจะช่วยให้ไม่เกินเกณฑ์สีเขียวในอนาคต (ดังนั้นจึงถือว่าจำเป็นต้องประเมินแผนการเปลี่ยนผ่าน/แผน CapEx)	การจัดหาเงินทุนให้กับมาตรการเฉพาะ (แต่ละมาตรการอาจมีเกณฑ์เฉพาะมาตรการเพิ่มเติม) เข้าเกณฑ์สีเหลือง	CapEx จะเข้าเกณฑ์หากกิจกรรมที่กำหนดในปัจจุบันตรงตามเกณฑ์สีเหลือง และมาตรการจะช่วยให้สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียว (ดังนั้นจึงถือว่าจำเป็นต้องประเมินแผนการเปลี่ยนผ่าน/แผน CapEx)
Taxonomy ใช้เพื่อกำหนดความสอดคล้องของรายรับที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม	รายรับจะเข้าเกณฑ์หากกิจกรรมตรงตามเกณฑ์สีเขียว	N/A	รายรับจะเข้าเกณฑ์หากกิจกรรมตรงตามเกณฑ์สีเหลือง

หมายเหตุ: ความแตกต่างระหว่างเกณฑ์สีเหลืองที่อ้างอิงมาตรการและเกณฑ์สีเหลืองที่อ้างอิงกิจกรรมมีความสำคัญต่อแนวทางและวิธีการของหัวข้อนี้ แต่ไม่มีผลต่อแผนการนำไปใช้ สำหรับ Taxonomy มีสถานะเพียงสามสถานะที่นำไปใช้งานได้ ได้แก่ กิจกรรมสีเขียว กิจกรรมสีเหลือง และกิจกรรมสีแดง

6. การกำหนดหลักเกณฑ์ เงื่อนไข และตัวชี้วัดสำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิต

6.1 กิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (Hard-to-abate activities)

1. การผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน (Manufacture of basic chemicals)

ขอบเขตของกิจกรรมที่กำหนดภายใต้ Thailand Taxonomy ประกอบด้วยสินทรัพย์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเคมีภัณฑ์อินทรีย์และอนินทรีย์ขั้นพื้นฐานที่เข้าเกณฑ์จำนวนหนึ่ง เคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่เข้าเกณฑ์ซึ่งอยู่ภายใต้ขอบเขตของ Taxonomy กำหนดไว้ในตารางด้านล่าง

ตารางที่ 3 ผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่เข้าเกณฑ์ภายใต้ขอบเขตของ Thailand Taxonomy

กลุ่มเคมีภัณฑ์	สินทรัพย์ที่เข้าเกณฑ์
เคมีภัณฑ์อนินทรีย์ขั้นพื้นฐาน	• แอมโมเนีย (Ammonia) • คลอรีน (Chlorine) • ไดโซเดียมคาร์บอเนต/โซดาแอช (Disodium carbonate/Soda ash) • กรดไนตริก (Nitric acid) • คาร์บอนแบล็ค (Carbon black)
เคมีภัณฑ์อินทรีย์ขั้นพื้นฐาน	• เคมีภัณฑ์มูลค่าสูง (เอทิลีน โพรพิลีน บิวทาไดอีน) (Ethylene, propylene, butadiene) • อะโรเมติกส์ BTX (อะเซทิลีน เบนซีน โทลูอีน และไซลีน) (Acetylene, benzene, toluene and xylene) • เมทานอล (Methanol)

เส้นทางการลดคาร์บอนของกรดไนตริก เคมีภัณฑ์มูลค่าสูง และอะโรเมติกส์ (BTX) มีการคำนวณโดยใช้ระเบียบวิธีของ Climate Bonds Initiative ซึ่งบูรณาการข้อมูลที่ได้รับจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย โดยเกณฑ์สำหรับปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) ถูกคำนวณโดยการนำข้อมูลค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ได้รับจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยมาลบลง 15% (เพื่อมุ่งเป้าไปยังกลุ่มโรงงานที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด) และคำนวณค่าความเข้มข้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ของปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) และ พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035) เป็นสัดส่วนที่ลดลงให้สอดคล้องกับเกณฑ์เคมีภัณฑ์พื้นฐานของ Climate Bonds

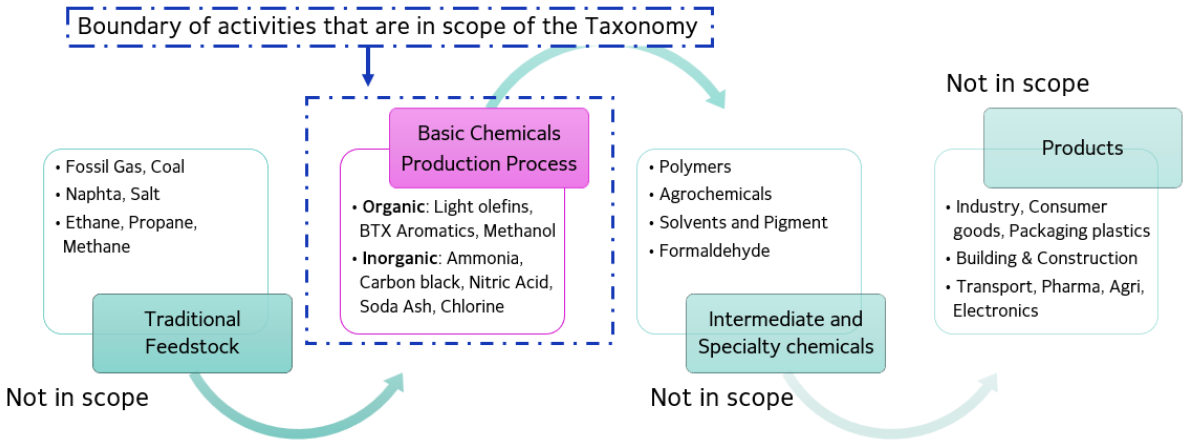
แม้ว่าเทคโนโลยีในการลดคาร์บอนในอุตสาหกรรมเคมี ให้สอดคล้องกับเกณฑ์ของ Climate Bonds จะสามารถทำได้ในปัจจุบัน แต่การเริ่มใช้เกณฑ์ดังกล่าวภายหลังจากปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เป็นต้นไป จะทำให้อุตสาหกรรมเคมีของไทย มีเวลาเพียงพอที่จะเตรียมความพร้อมและลงทุนในสิ่งที่จำเป็น

สำหรับแอมโมเนีย คลอรีน โซดาแอช คาร์บอนแบล็ค และเมทานอล นั้น เส้นทางการลดคาร์บอน ข้อกำหนดและเกณฑ์ต่างๆ จะถูกนำมาจากเกณฑ์เคมีภัณฑ์พื้นฐานของ Climate Bonds โดยตรง และสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่ดีที่สุดในโลก ที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน

เกณฑ์และเส้นทางการลดคาร์บอนสำหรับสารเคมีทั้งหมดที่กล่าวถึงในเกณฑ์ฉบับนี้ ยกเว้น คลอรีน อ้างอิงมาจากเส้นทางการลดคาร์บอนของทั้งภาคอุตสาหกรรมเคมีที่สอดคล้องกับความตกลงปารีส ซึ่งจัดทำโดย Teske และคณะ (2022) โดยใช้อัตราการลดคาร์บอนตามเส้นทางของ Teske และใช้เกณฑ์ปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)[55] เป็นฐาน จากนั้นคำนวณค่าเกณฑ์ปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) โดยใช้การลดลงปีละ 4.7% เพื่อให้ได้ค่าพื้นฐานเริ่มต้นสำหรับปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) หลังจากนั้น จึงใช้ค่าอัตราการลดที่กล่าวถึงข้างต้นในการคำนวณเกณฑ์สำหรับปี พ.ศ. 2573 พ.ศ. 2578 พ.ศ. 2583 พ.ศ. 2588 พ.ศ. 2593 ต่อไป สำหรับกรดไนตริก เคมีภัณฑ์มูลค่าสูง และอะโรเมติกส์ เกณฑ์ตามเส้นทางของ Teske จะถูกนำมาใช้สำหรับปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) และหลังจากนั้น เท่านั้น

ห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน ตลอดจนขอบเขตของกิจกรรมการผลิตภายใต้ขอบเขตของ Taxonomy ได้ระบุไว้ในรูปที่ด้านล่าง

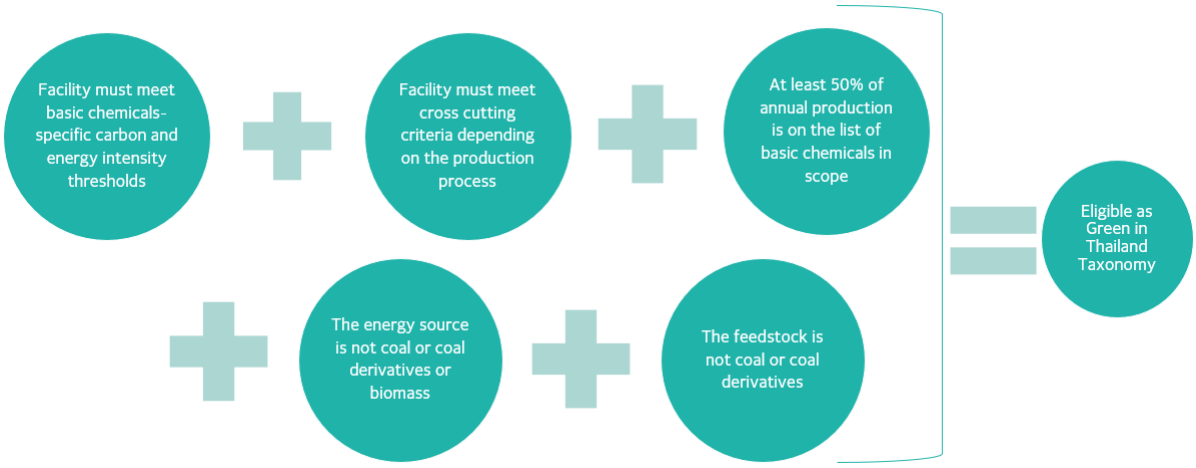
รูปที่ 2 ห่วงโซ่คุณค่าและกิจกรรมการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานภายในขอบเขตเงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Taxonomy



[55] Sven Teske et al., "1.5 °C Pathways for the Global Industry Classification (GICS) Sectors Chemicals, Aluminium, and Steel," SN Applied Sciences/SN Applied Sciences 4, no. 4 (April 1, 2022), https://doi.org/10.1007/s42452-022-05004-0.

เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์สีเขียว องค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมดของสถานประกอบการและกระบวนการทางเทคโนโลยีควรสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในกรอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ภาพรวมของรายการดังกล่าวแสดงไว้ในรูปด้านล่าง

รูปที่ 3 ภาพรวมเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเขียวสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน



ขอบเขตการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานมีดังนี้

- **กรดไนตริกและโซดาแอช:** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงทั้งหมดจากกระบวนการผลิต เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในสถานที่ปฏิบัติงาน
- **คาร์บอนแบล็ค เคมีภัณฑ์และอะโรเมติกส์มูลค่าสูง:** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ตามที่นิยามไว้ข้างต้น บวกกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากพลังงานที่นำเข้าจากนอกสถานที่
- **เมทานอลและแอมโมเนีย:** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องนับเป็นการปล่อยก๊าซไฮโดรเจนตลอดวัฏจักรชีวิต ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้น
- **คลอรีน:** เฉพาะความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าเท่านั้นที่อยู่ในขอบเขต ไม่จำเป็นต้องมีการคำนวณก๊าซเรือนกระจกแยกต่างหากสำหรับกระบวนการผลิตทั้งหมดของคลอรีน เนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในห่วงโซ่การผลิตคลอรีนมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ไฟฟ้า

เกณฑ์สีเหลืองของกิจกรรมรวมถึงมาตรการลดคาร์บอนที่สามารถนำไปใช้ภายในโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน ซึ่ง**กิจการมีแผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส** เกณฑ์สีเหลืองระบุไว้ใน**รูปด้านล่าง**

รูปที่ 4 กรอบเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเหลืองสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน

เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน
มาตรฐาน ISIC	C201
คำอธิบาย	การผลิตคาร์บอนแบล็ค โซดาแอช คลอรีน แอนไฮดรัสแอมโมเนีย กรดไนตริก เอทิลีน โพรพิลีน บิวทาไดอีน เบนซิน อะเซทิลีน ไซลีน โทลูอีน เมทานอล
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) การส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนและปรับตัวสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน
สีเขียว	เพื่อให้กิจกรรมการผลิตเคมีภัณฑ์บางชนิดที่ระบุในรายการหรือโรงงานโดยรวมสอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวของ Thailand Taxonomy จะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้ • มากกว่า 50% ของการผลิตของโรงงาน (โดยปริมาตร) ประกอบด้วยเคมีภัณฑ์ที่รวมอยู่ในขอบเขตของหัวข้อปัจจุบัน (ระบุอยู่ที่ "คำอธิบาย" ภายใต้เกณฑ์และเกณฑ์ขั้นต่ำของการผลิตสารเคมีขั้นพื้นฐาน) • กิจกรรมทั้งหมดที่ดำเนินการในสถานประกอบการซึ่งอยู่ในขอบเขตของหัวข้อปัจจุบันจะต้องผ่านเกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนหรือของการใช้พลังงานเฉพาะที่กำหนดไว้ใน **ตารางที่ 4** (ดูกรอบกิจกรรมที่เป็นปัจจุบันด้านล่าง) • ผู้ประกอบการสถานประกอบการต้องตรวจสอบว่ากิจกรรมของตนอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเพิ่มเติมข้อที่ 1 หรือข้อที่ 2 ที่ระบุไว้ด้านล่างหรือไม่ หากใช่ จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดเพิ่มเติมดังกล่าวเพิ่มเติม
	ข้อกำหนดเพิ่มเติมข้อที่ 1: ใช้บังคับ ในกรณีสถานประกอบการใช้ก๊าซฟอสซิล ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ หรือชีวมวลเป็นวัตถุดิบตั้งต้น สถานประกอบการเหล่านี้จะสอดคล้องกับ Taxonomy ก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ▪ **ก๊าซฟอสซิลหรือแนฟทา:** จะเข้าเกณฑ์เฉพาะกรณีโรงงานที่มีอยู่ยังไม่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกลงก่อนปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เท่านั้น ▪ หากโรงงานใช้**ไฮโดรเจนและชีวมวล**เป็นวัตถุดิบตั้งต้น ควรสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ระบุในเกณฑ์สีเขียวของกิจกรรมเหล่านี้ด้วย

	▪ CO_2: เป็นไปตามเกณฑ์ที่อธิบายไว้ใน**ตารางที่ 4** (เช่น ไม่ควรใช้ CO_2 จากการผลิตแอมโมเนียเพื่อการผลิตยูเรีย)
	ข้อกำหนดเพิ่มเติมข้อที่ 2: ใช้บังคับ ในกรณีสถานประกอบการใช้ก๊าซฟอสซิล ไฮโดรเจน ชีวมวล หรือความร้อนที่จัดหาจากแหล่งทางเลือกเป็นแหล่งพลังงาน สถานประกอบการเหล่านี้จะสอดคล้องกับ Taxonomy ก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ▪ **ก๊าซฟอสซิลหรือแนฟทา:** จะเข้าเกณฑ์เฉพาะกรณีโรงงานที่มีอยู่ยังไม่สามารถลดก๊าซเรือนกระจก (Unabated industrial facilities)[56] ลงก่อนปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เท่านั้น ▪ หากโรงงานใช้**ไฮโดรเจนและชีวมวล**เป็นแหล่งพลังงาน ควรสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ระบุในเกณฑ์สีเขียวของกิจกรรมเหล่านี้ด้วย ▪ สถานประกอบการที่ใช้ความร้อนที่จัดหาจากแหล่งทางเลือก เช่น ความร้อนใต้พิภพ ความร้อนจากแสงอาทิตย์ และการนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่: แหล่งความร้อนจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์สีเขียวล่าสุดของ Taxonomy สำหรับแหล่งพลังงานแต่ละแห่ง
สีเหลือง	เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์สีเหลือง ผู้จัดการสถานประกอบการจะต้องดำเนินมาตรการอย่างน้อยหนึ่งมาตรการที่กล่าวถึงใน**ตารางที่ 5** โดยการดำเนินมาตรการดังกล่าว ผู้จัดการจะต้องบรรลุผลลัพธ์ที่ระบุไว้ในคอลัมน์ "เกณฑ์ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก" ของ**ตารางที่ 5** เป็นอย่างน้อย หากการใช้มาตรการดังกล่าวไม่นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ระบุไว้ในคอลัมน์ดังกล่าว การใช้มาตรการนี้ไม่ถือว่าสอดคล้องตามเกณฑ์ นอกจากนี้ ● มาตรการลดคาร์บอนหรือกิจกรรมการยกเครื่อง/ปรับปรุงใหม่ (CapEx) ที่เข้าเงื่อนไขจะต้องดำเนินการก่อนกำหนดวันสิ้นสุดในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) ● มากกว่า 50% ของการผลิตของสถานประกอบการประกอบขึ้นจากเคมีภัณฑ์ที่รวมอยู่ในขอบเขตของหัวข้อปัจจุบัน (ระบุอยู่ที่ "คำอธิบาย" ภายใต้เกณฑ์และเกณฑ์ขั้นต่ำของการผลิตสารเคมีขั้นพื้นฐาน) ● บริษัทที่เป็นเจ้าของสถานประกอบการจะต้องมีแผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส
สีแดง	กิจกรรมที่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวหรือสีเหลืองส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)

[56] โรงงานอุตสาหกรรมที่ยังไม่สามารถลดก๊าซเรือนกระจก (Unabated industrial facilities) หมายถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่ยังคงปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยไม่มีมาตรการลดปริมาณก๊าซที่มีนัยสำคัญ เช่น การดักจับคาร์บอน การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน หรือเทคโนโลยีอื่นๆ ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.

แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	Climate Bonds Basic Chemicals Criteria

ตารางที่ 4 เส้นทางการลดคาร์บอนของการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน[57]

ประเภทสินทรัพย์	พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)	พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)	พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035)	พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)	พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)
การผลิตแอมโมเนีย	• ใช้ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy เพื่อการผลิตไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว) หรือ แอมโมเนียถูกนำกลับมาใช้จากน้ำเสีย • และ ไม่ควรใช้ CO_2 จากการผลิตแอมโมเนียเพื่อการผลิตยูเรีย				
การผลิตกรดไนตริก[58] (t CO_2e /t nitric acid)	0.527	0.263	0.131	0.007	0
การผลิตคลอรีน	ไฟฟ้า 2.45 MWh electricity/t chlorine หรือ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับการผลิตไฟฟ้า (เกณฑ์สีเขียว)	ไฟฟ้า 1.85 MWh electricity/t chlorine หรือ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับการผลิตไฟฟ้า (เกณฑ์สีเขียว)	ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับการผลิตไฟฟ้า (เกณฑ์สีเขียว)		
การผลิตคาร์บอนแบล็ค (t CO_2e/t carbon black)	1.141	0.63	0.34	0.20	0
การผลิตไดโซเดียมคาร์บอเนต/โซดาแอช	0.789 t CO_2e/t disodium carbonate/ soda ash และ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์ Taxonomy สำหรับการผลิตไฟฟ้า (เกณฑ์สีเขียว)	0.44 t CO_2e/t disodium carbonate/ soda ash และ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์	0.23 t CO_2e/t disodium carbonate/ soda ash และ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์	0.14 t CO_2e/t disodium carbonate/ soda ash และ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์	0 t CO_2e/t disodium carbonate/ soda ash และ ความเข้มข้นของคาร์บอนของไฟฟ้าที่ใช้ตรงตามเกณฑ์

[57] CBI, “Basic Chemicals Criteria”, April, 2023 https://www.climatebonds.net/files/files/standards/Chemicals%20-%20Basic/Sector%20Criteria%20-%20Basic%20Chemicals%20%28April%202023%29.pdf

[58] ข้อมูลทดแทนที่เกิดจากการจัดทำแบบจำลองถูกนำมาใช้ทดแทนข้อมูลจริงเนื่องจากข้อจำกัดด้านความพร้อมใช้งาน โดยตัวเลขจะได้รับการปรับให้สอดคล้องในอนาคต

ประเภทสินทรัพย์	พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)	พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)	พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035)	พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)	พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)
การผลิตเคมีภัณฑ์มูลค่าสูง (เอทิลีน โพรพิลีน บิวทาไดอีน) [59] (t CO_2e/t high-value chemical)	0.77	0.68	0.60	0.43 ในปี ค.ศ. 2040 และ 0.26 ในปี ค.ศ. 2045	0.09
การผลิตอะโรเมติกส์ BTX [60] (อะเซทิลีน เบนซีน ไซลีน และโทลูอีน) (t CO_2e/t aromatics BTX)	0.348	0.174	0.087	0.0012	0
การผลิตเมทานอล	ใช้ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบที่ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy เพื่อการผลิตไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว)				

ตารางที่ 5 มาตรการลดคาร์บอนสำหรับภาคอุตสาหกรรมเคมี[61]

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
มาตรการทั่วไป		
มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	การปรับปรุง ดัดแปลง หรือจัดหาอุปกรณ์ (หม้อไอน้ำ เตาหลอม เครื่องปฏิกรณ์ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน หอกลั่น และหน่วยแยกอื่นๆ ฯลฯ)	มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างน้อย 30%
การเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีกระบวนการคาร์บอนต่ำ	การปรับปรุง ปรับเปลี่ยน และจัดหาอุปกรณ์และโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการนำเทคโนโลยีกระบวนการคาร์บอนต่ำไปใช้งาน	เทคโนโลยีนี้ไม่ปล่อย CO_2 โดยตรงจากกระบวนการ เช่น กระบวนการที่ทำให้มีเทนแยกตัวออกมาเป็นไฮโดรเจน และคาร์บอนในสถานะของแข็งด้วยอุณหภูมิที่สูง (methane pyrolysis) และการเร่ง

[59] ข้อมูลและเส้นทางการลดคาร์บอนของการผลิตเคมีภัณฑ์มูลค่าสูง (เอทิลีน โพรพิลีน บิวทาไดอีน) ได้มาจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เนื่องจากข้อมูลข้างต้นเป็นข้อมูลตัวอย่างจากผู้ผลิตในประเทศไทย เส้นทางการลดคาร์บอนดังกล่าวจะได้รับการพิจารณาเมื่อมีข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น และ/หรือมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่สำคัญ

[60] ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบันของการผลิตอะโรเมติกส์ BTX (เฉพาะเบนซีน ไซลีน และโทลูอีน) ได้มาจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เนื่องจากผู้ผลิตในประเทศไทยมีข้อจำกัดด้านข้อมูลในหมวดหมู่ผลิตภัณฑ์เฉพาะ ข้อมูลทดแทนจึงถูกนำมาใช้ในการคำนวณเส้นทางการลดคาร์บอน การทบทวนข้อมูลจะได้รับการพิจารณาเมื่อมีข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น และ/หรือมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่สำคัญ

[61] CBI, “Basic Chemicals Criteria”, April, 2023 https://www.climatebonds.net/files/files/standards/Chemicals%20-%20Basic/Sector%20Criteria%20-%20Basic%20Chemicals%20%28April%202023%29.pdf

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
		ปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วน (partial oxidation) ของมีเทนเป็นเมทานอล
การดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS)	โครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยมาจากการผลิต การขนส่ง และการจัดเก็บเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน	• อัตราการดักจับขั้นต่ำจากทั้งสถานประกอบการควรอยู่ที่ 90% (ดักจับอย่างเดียว โดยไม่รวมการขนส่งหรือกักเก็บ) • มีหลักฐาน[62] ที่แสดงว่า CO_2 จะถูกขนส่งและกักเก็บอย่างเหมาะสมสอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว)
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบที่ใช้		
การใช้ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบ	โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตที่ใช้ไฮโดรเจนที่สอดคล้องกับ Thailand Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว) **หรือ** การตกแต่งหรือปรับปรุงใหม่สถานประกอบการเพื่อใช้ไฮโดรเจนที่สอดคล้องกับ Thailand Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว) **หรือ** การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานโดยใช้ไฮโดรเจนที่สอดคล้องกับ Thailand Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว)	ไฮโดรเจนที่ใช้เป็นวัตถุดิบตรงตามเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ใน Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว)
การใช้ชีวมวลเป็นวัตถุดิบ	โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตที่ใช้ชีวมวล **หรือ** การตกแต่งหรือปรับปรุงใหม่สถานประกอบการเพื่อใช้ชีวมวล **หรือ** การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานโดยใช้ชีวมวล	ชีวมวลที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการจัดหาชีวมวลตามที่กำหนดไว้ในเกณฑ์พลังงานชีวภาพของ Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว)

[62] ไม่ว่าโดยตรงจากผู้ออกตราสารหรือผ่านการทำสัญญาหรือข้อตกลงกับบุคคลที่สาม

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
การใช้ CO_2 เป็นวัตถุดิบ[63]	โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตที่ใช้ CO_2 เป็นวัตถุดิบ **หรือ** การตกแต่งหรือปรับปรุงใหม่สถานประกอบการเพื่อใช้ CO_2 เป็นวัตถุดิบ **หรือ** การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานโดยใช้ CO_2 เป็นวัตถุดิบ	1. แหล่งที่มาของ CO_2 ได้แก่ ● การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากการผลิตเคมีภัณฑ์ หรือ ● การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรมอื่นๆ 2. เคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่ผลิตขึ้นใช้เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความทนทาน (เช่น วัสดุก่อสร้างที่เก็บไว้ในอาคารหรือผลิตภัณฑ์ที่รีไซเคิลได้ เช่น PET) 3. หากเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่ผลิตขึ้นใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ปล่อย CO_2 ในทันทีที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้น (เช่น ในยูเรีย เครื่องดื่มอัดลม หรือเชื้อเพลิง) การลงทุนในกิจกรรมนี้จะไม่เข้าเงื่อนไข 4. CO_2 ไม่ถูกนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการขุดเจาะน้ำมัน (Enhanced oil recovery) และการผลิตแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่น 5. มาตรการนี้อาจเกี่ยวข้องกับความต้องการไฟฟ้าเมื่อใช้กระบวนการทางเคมีไฟฟ้า และความต้องการใช้ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบด้วย หากเป็นเช่นนั้นไฮโดรเจนนั้นจะต้องสอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว)
การใช้วัสดุรีไซเคิลเป็นวัตถุดิบ (เช่น การใช้โอเลฟินที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกทางเคมี)	โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตที่ใช้วัตถุดิบรีไซเคิล **หรือ** การตกแต่งหรือปรับปรุงใหม่สถานประกอบการเพื่อใช้วัตถุดิบรีไซเคิล **หรือ** การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานโดยใช้วัตถุดิบรีไซเคิล	วัสดุรีไซเคิลควร ● คิดเป็นอย่างน้อย 20% ของวัตถุดิบในพื้นที่ที่ไม่มีกฎระเบียบท้องถิ่นด้านการรีไซเคิล หรือที่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับปริมาณวัสดุรีไซเคิลที่ต่ำกว่า ● คิดเป็นมากกว่า 20% ของวัตถุดิบในพื้นที่ที่มีกฎระเบียบท้องถิ่นด้าน

[63] โปรดอ้างอิงรายละเอียดภาคการจัดการของเสียเพิ่มเติม

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
		การรีไซเคิล หากพื้นที่นั้นมีสัดส่วนของปริมาณวัสดุรีไซเคิล (%) ที่สูงกว่า ก็ควรเป็นไปตามสัดส่วน (%) นี้ • มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทางน้อยกว่าวัสดุใหม่ **หรือ** วัตถุดิบรีไซเคิลได้รับการรับรองจากโครงการริเริ่มด้านการรับรองคาร์บอนและความยั่งยืนระหว่างประเทศ (International Sustainability and Carbon Certification: ISCC)
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน		
การเปลี่ยนไปเป็นกระบวนการที่ใช้ไฟฟ้า	การปรับปรุง ดัดแปลง และจัดหาอุปกรณ์ (เตาหลอม เครื่องปฏิกรณ์ เครื่องแยก ฯลฯ) และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ที่จำเป็นในการเปลี่ยนไปเป็นกระบวนการที่ใช้ไฟฟ้า	ไฟฟ้าต้องเป็นไฟฟ้าคาร์บอนต่ำและสอดคล้องตามเกณฑ์ล่าสุดของ Taxonomy สำหรับโครงข่ายไฟฟ้า (เกณฑ์สีเขียว)
ความร้อนที่จัดหาจากระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพ ระบบพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือระบบการนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่	อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนใหม่ เช่น คอยล์เย็น เตาหลอม หม้อไอน้ำ ฯลฯ **หรือ** การปรับปรุงหรือดัดแปลงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตความร้อนในกระบวนการที่มีอยู่	การจัดหาความร้อนเป็นไปตามเกณฑ์ล่าสุดของ Taxonomy สำหรับแหล่งพลังงานที่เกี่ยวข้อง (เกณฑ์สีเขียว)
การใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน	การปรับปรุงหรือดัดแปลงอุปกรณ์ (หม้อไอน้ำ เตาหลอม หัวเผา ฯลฯ) ในระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ซึ่งจำเป็นในการใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง **หรือ** โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่อยู่ในขอบเขต ซึ่งใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน	ไฮโดรเจนที่จะนำไปใช้สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับการผลิตไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว)
การใช้ชีวมวลหรือก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงาน	การปรับปรุงหรือดัดแปลงอุปกรณ์ (หม้อไอน้ำ เตาหลอม หัวเผา ฯลฯ) ในระบบ	พลังงานชีวภาพเป็นไปตามเกณฑ์พลังงานชีวภาพของ Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว) ชีวมวลอินทรีย์ (Primary organic

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	สาธารณูปโภคที่มีอยู่ซึ่งจำเป็นในการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง **หรือ** โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐานที่อยู่ในขอบเขต ซึ่งใช้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงาน	streams)[64] จากแหล่งปฐมภูมิจะเข้าเกณฑ์เฉพาะเมื่อได้รับการรับรองว่ายั่งยืนจาก Roundtable on Sustainable Biomaterials หรือจาก International Sustainability and Carbon Certification เท่านั้น ส่วนไม้จะเข้าเกณฑ์เฉพาะในกรณีที่ผลิตในป่าปลูกที่ยั่งยืนตามที่กำหนดโดยเกณฑ์สำหรับภาคป่าไม้ของ Thailand Taxonomy เมื่อใช้ชีวมวลเป็นตัวรีดิวซ์และ/หรือเพื่อการผลิตพลังงาน

2. การผลิตซีเมนต์ (Manufacture of cement)

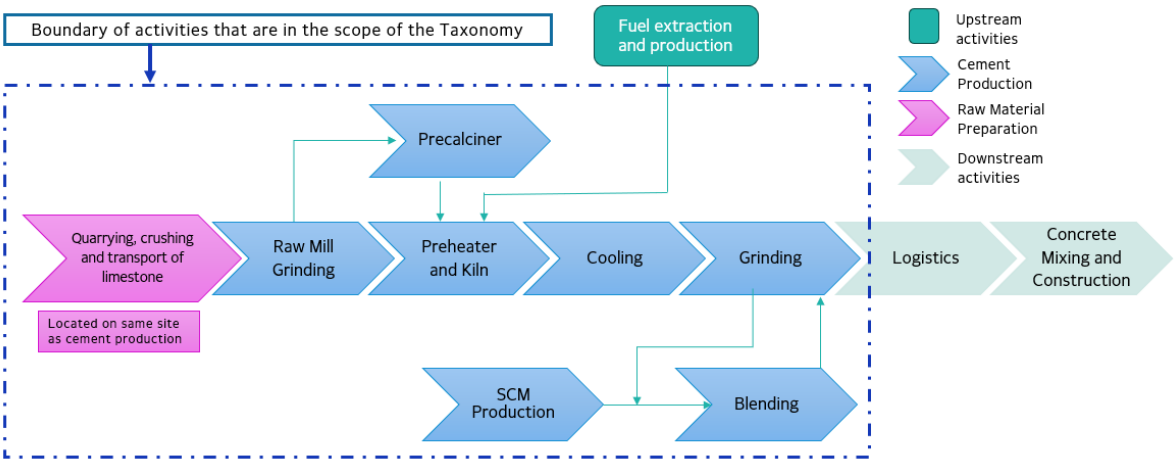
เส้นทางการลดคาร์บอนของการผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ได้รับการคำนวณตามข้อมูลที่จัดทำโดยสมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย (Thai Cement Manufacturers Association: TCMA) โดย TCMA ได้นำแผนขับเคลื่อนอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์สู่การปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ในปี พ.ศ. 2593 (Thailand 2050 Net Zero Cement and Concrete Roadmap)[65] มาใช้ ซึ่งสอดคล้องกับความตกลงปารีส และคาดว่าจะลดการปล่อยคาร์บอนในภาคส่วนนี้ได้ทั้งหมดภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)

ขอบเขตของกิจกรรมที่รวมอยู่ภายใต้ Thailand Taxonomy ครอบคลุมถึงสินทรัพย์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตซีเมนต์ โดยขอบเขตของกิจกรรมเริ่มต้นที่เหมืองหินปูนและสิ้นสุดที่ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ผสมขั้นสุดท้าย กิจกรรมการทำเหมืองหินจะอยู่ในขอบเขตเฉพาะในกรณีที่กิจกรรมเป็นส่วนหนึ่งของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์เดียวกันกับสถานประกอบการและการดำเนินการผลิตซีเมนต์ (เหมืองหินที่แยกอยู่ต่างหากไม่สามารถประเมินตามเกณฑ์ของ Taxonomy ได้) สถานประกอบการผลิตซีเมนต์เองอาจรวมการดำเนินการตั้งแต่เหมืองหินสู่ปูนซีเมนต์ผสม หรืออาจรับผิดชอบเพียงขั้นตอนการผลิตหนึ่งขั้นตอน เช่น การผลิตปูนเม็ด การบด หรือการผสม ขอบเขตดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ด้านล่าง

[64] ชีวมวลอินทรีย์จากแหล่งปฐมภูมิ (Primary organic streams/sources) หมายถึงชีวมวลอินทรีย์ที่มาจากพื้นดินโดยตรงและไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆ นอกจากการทำความสะอาด โดยยังคงรักษาคุณสมบัติทางชีวภาพทั้งหมดที่มีในขณะที่ยังเป็นส่วนหนึ่งของพืช ชีวมวลอินทรีย์จากแหล่งทุติยภูมิ (Secondary organic streams/sources) หมายถึงชีวมวลอินทรีย์ที่ได้ผ่านกระบวนการหรือถูกนำมาใช้งานแล้ว

[65] Thai Cement Manufacturers Association. Thailand 2050 Net Zero Cement & Concrete Roadmap. Bangkok: Thai Cement Manufacturers Association, October 2024. https://www.thaicma.or.th/en/ebook_detail/3/197

รูปที่ 5 กิจกรรมการผลิตซีเมนต์ภายในขอบเขตของเกณฑ์ของ Taxonomy



นอกเหนือจากกิจกรรมที่กำหนดไว้ในขอบเขตตามรูปด้านบน กิจกรรมและสินทรัพย์ในห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตซีเมนต์ที่อยู่**<u>นอกขอบเขต</u>**ของกิจกรรมของ Taxonomy มีดังนี้

- **การผลิตเถ้าลอยและตะกรันจากเตาถลุงเหล็ก:** การผลิตวัสดุเหล่านี้โดยการเผาถ่านหิน หรือการผลิตเหล็กกล้าไม่เข้าเงื่อนไข อย่างไรก็ดี การแปรรูปวัสดุดังกล่าวซึ่งคงเหลือมาจากโรงไฟฟ้าที่ไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไปอาจเข้าเกณฑ์ได้
- **คอนกรีต:** การผลิตคอนกรีตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง (การออกแบบส่วนผสม การผสมเอง การขนส่งไปยังไซต์งาน การควบคุมคุณภาพ ฯลฯ) ไม่อยู่ในขอบเขต
- **การทำเหมืองหิน:** การทำเหมืองหิน (ที่แยกออกจากโรงงานซีเมนต์หรือเป็นบริษัทเหมืองหินที่ดำเนินธุรกิจเหมืองหินเพียงอย่างเดียว) ไม่อยู่ในขอบเขต

นอกจากนี้ บริษัทที่อยู่ในห่วงโซ่คุณค่าการผลิตซีเมนต์ ซึ่งอยู่**<u>นอกขอบเขต</u>**ของกิจกรรมตาม Taxonomy มีดังนี้

- **ผู้ผลิตคอนกรีตที่ดำเนินธุรกิจผลิตคอนกรีตเพียงอย่างเดียว (pureplay):** บริษัทที่มีกิจกรรมเพียงอย่างเดียวคือการผลิตคอนกรีตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง (การออกแบบส่วนผสม การผสมเอง การขนส่งไปยังไซต์งาน การควบคุมคุณภาพ ฯลฯ)
- **บริษัทเหมืองหินที่ดำเนินธุรกิจเหมืองหินเพียงอย่างเดียว (pureplay):** บริษัทที่มีกิจกรรมเพียงอย่างเดียวคือการทำเหมืองหิน (ที่แยกออกจากบริษัทผลิตซีเมนต์)
- **บริษัทผลิตปูนเม็ดที่ดำเนินธุรกิจผลิตปูนเม็ดเพียงอย่างเดียว (pureplay):** บริษัทที่ผลิตปูนเม็ดเพียงอย่างเดียว ซึ่งจากนั้นจะขายไปยังปลายน้ำเพื่อแปรรูปเป็นซีเมนต์ต่อไป หมายเหตุ: บริษัทที่ผลิตปูนเม็ดและซีเมนต์อยู่ในขอบเขตของบริษัทที่ซื้อปูนเม็ด

เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์สีเขียว องค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมดของสถานประกอบการและกระบวนการทางเทคโนโลยีควรสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในกรอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ภาพรวมของเกณฑ์ดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ด้านล่าง

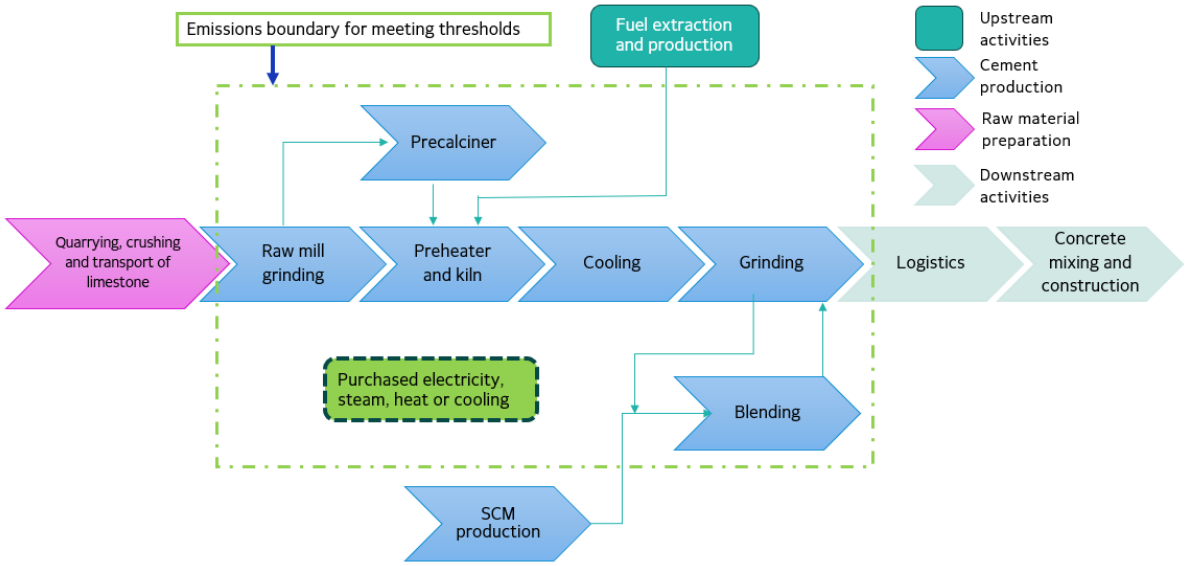
รูปที่ 6 กรอบเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเขียวสำหรับการผลิตซีเมนต์

เกณฑ์ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสถานประกอบการนั้น อยู่ในรูปของตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ (t CO_2/ t ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์) หรือ t CO_2/ t ซีเมนต์ (เทียบเท่า) โดยที่ "ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์" หมายถึง ปูนเม็ด ซีเมนต์ และสารทดแทนซีเมนต์ที่ผลิตโดยบริษัทที่รายงาน

ประเภทของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต้องครอบคลุมเมื่อประเมินความสอดคล้องกับ Taxonomy มีรายละเอียดอยู่ในรูปด้านล่าง และมีองค์ประกอบดังนี้

- **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ประเภทที่ 1) จากการผลิตซีเมนต์**
  - การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อให้ความร้อนแก่เตาเผา (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากความร้อน)
  - การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผา (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการ)
  - การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิงทางเลือกและวัตถุดิบ
  - การผลิตไฟฟ้าในสถานที่
- **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (ประเภทที่ 2) ซึ่งเกิดจากการซื้อพลังงาน**
  - การซื้อไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน หรือการทำความเย็น
- **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกสถานประกอบการ (ประเภทที่ 3)** ผลกระทบทางอ้อมในห่วงโซ่คุณค่าซึ่งบริษัทที่รายงาน (ต้นน้ำ) ไม่ได้เป็นเจ้าของหรือเป็นผู้ควบคุม
  - เนื่องจากความเข้มข้นของคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ขั้นสุดท้ายถูกใช้เป็นหน่วยวัด สถานประกอบการที่รับผิดชอบในขั้นตอนการผลิตเฉพาะขั้นตอนหนึ่ง (เช่น โรงงานบด) จะต้องรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 บางส่วนเข้าไว้ด้วย
  - อย่างไรก็ดี จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 จนถึงจุดของซีเมนต์สำเร็จรูปเท่านั้น ไม่นับรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปลายน้ำที่เชื่อมโยงกับการขนส่งหรือการใช้ปูนเม็ด/ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์

รูปที่ 7 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการกำหนดเงื่อนไขและตัวชี้วัดของกิจกรรมการผลิตซีเมนต์



เงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายสีเหลือง (เกณฑ์สีเหลือง) ของกิจกรรมดังกล่าวรวมถึงมาตรการลดคาร์บอนที่ใช้บังคับภายในโรงงานผลิตซีเมนต์ซึ่งบริษัทมี**<u>แผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส</u>** มาตรการลดคาร์บอนหรือกิจกรรมการยกเครื่อง/ปรับปรุงใหม่ (การลงทุนในสินทรัพย์ประเภททุน) ที่เข้าเงื่อนไขเหล่านี้จะต้องดำเนินการก่อนกำหนดวันสิ้นสุดในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)

เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตซีเมนต์

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตซีเมนต์
มาตรฐาน ISIC	2394
คำอธิบาย	การผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	เพื่อให้กิจกรรมการผลิตปูนซีเมนต์สอดคล้องกับ Taxonomy กิจกรรมดังกล่าวจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ความเข้มของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดไว้สำหรับผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ ซึ่งระบุไว้ในตาราง: แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ ข้อกำหนดเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมอื่นภายใต้ Thailand Taxonomy มีดังนี้: • หากสถานประกอบการใช้ชีวมวลหรือไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน สถานประกอบการควรปฏิบัติตามเกณฑ์สีเขียวของกิจกรรมเหล่านั้น • หากสถานประกอบการใช้ของเสียเป็นเชื้อเพลิง รวมถึงขยะมูลฝอยจากเทศบาล สถานประกอบการควรปฏิบัติตามเกณฑ์ต่อไปนี้: ▪ สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวในภาคการจัดการของเสีย

	▪ ต้องมีการคัดแยกของเสียที่มีศักยภาพ[66] ในการรีไซเคิลออกก่อนการเผาไหม้ ▪ ขยะมูลฝอยจากเทศบาลจะไม่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้หลังปี ค.ศ. *2050* ● หากสถานประกอบการมีการติดตั้งอุปกรณ์ดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS) โรงงานควรปฏิบัติตามเกณฑ์สีเขียวของกิจกรรม CCS/CCUS
สีเหลือง	มาตรการลดคาร์บอนหรือกิจกรรมการยกเครื่อง/ปรับปรุงใหม่ที่เข้าเงื่อนไข (การลงทุนในสินทรัพย์ประเภททุน) ต้อง ● นำไปปฏิบัติก่อนปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) (กำหนดวันสิ้นสุดของกิจกรรมที่ต้องปรับตัว) ● ประกอบด้วยการดำเนินการตั้งแต่หนึ่งอย่างขึ้นไปดังต่อไปนี้ - การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของเครื่อง pre-calciners (เผาวัตถุดิบให้เป็นผงก่อนที่วัตถุดิบจะถูกเผาอย่างเต็มที่ในหม้อเผา) - การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ (heat recovery systems) - การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมหรือโครงสร้างพื้นฐานแบบดิจิทัล ซึ่งอาจรวมถึง ▪ เซ็นเซอร์และเครื่องมือวัด (รวมถึงซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ควบคุมกระบวนการแบบเรียลไทม์และอย่างใกล้ชิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ) ▪ การสื่อสารและการควบคุม (รวมถึงซอฟต์แวร์ขั้นสูงและห้องควบคุม และการทำงานอัตโนมัติของกระบวนการในโรงงาน) - การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ เช่น (แต่ไม่จำกัดเพียง) ▪ ระบบ X-ray diffractometer (XRD) อัตโนมัติ - การเปลี่ยนแหล่งความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นไฟฟ้า (เช่น กระบวนการเตาเผาไฟฟ้า) - การติดตั้ง การอัปเกรด ปรับปรุงแก้ไข และการทำงานของมาตรการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่ากับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับสถานประกอบการตลอดกำหนดอายุของตราสารหนี้ - การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของอุปกรณ์ดักจับและกักเก็บคาร์บอนที่สอดคล้องกับเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS: การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปากปล่องของโรงงาน (เกณฑ์สีเขียว) - โครงสร้างพื้นฐาน การปรับปรุงใหม่ หรือการดัดแปลงอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิตซีเมนต์โดยใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงที่สอดคล้องกับเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว)

[66] สามารถตรวจสอบรายการของเสียที่สามารถรีไซเคิลได้ที่นี่ หรืออาจใช้คำจำกัดความที่ใกล้เคียงกันของไทย: “How Do I Recycle Common Recyclables | US EPA,” US EPA, December 1, 2023, https://www.epa.gov/recycle/how-do-i-recycle-common-recyclables

	• สถานประกอบการต้องมีแผนการลดก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส
สีแดง	กิจกรรมที่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวหรือสีเหลืองส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	Climate Bonds Cement Criteria

ตารางที่ 6 เส้นทางการลดคาร์บอนของการผลิตปูนเม็ด

ปี	พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)	พ.ศ. 2573 ค.ศ. (2030)	พ.ศ. 2578 ค.ศ. (2035)	พ.ศ. 2583 ค.ศ. (2040)	พ.ศ. 2588 ค.ศ. (2045)	พ.ศ. 2593 ค.ศ. (2050)
ความเข้มข้นของคาร์บอน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ตันผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ (t CO_2/ t cementitious product))	0.654	0.543	0.418	0.293	0.147	0

3. การผลิตเหล็กและเหล็กกล้าขั้นพื้นฐาน (Manufacture of basic iron and steel)

เกณฑ์สำหรับการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าพัฒนาขึ้นโดยใช้เส้นทางการลดคาร์บอนเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (IEA NZE)[67] ซึ่งปรับให้สอดคล้องกับแนวทางของกรอบทางการเงินที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศสำหรับการผลิตเหล็กกล้า (Climate Aligned Finance Framework for Steel)[68] เกณฑ์มาตรฐาน NZE ของ IEA ที่นำไปใช้โดย Sustainable STEEL Principles เป็นเวอร์ชันที่ปรับปรุงแล้วของสถานการณ์ "Net Zero by 2050" ที่เผยแพร่โดย IEA เมื่อปี พ.ศ. 2564 (ค.ศ. 2021) โดยการปรับปรุงมีดังต่อไปนี้

- ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้เศษเหล็กรายปีได้รับการประมาณการโดยใช้ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้เศษเหล็กในระยะ 10 ปี ที่ IEA เผยแพร่ในรายงาน "Net Zero by 2050"
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 นำมาจากรายงาน "Net Zero by 2050" ของ IEA โดยตรง ในขณะที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 ประมาณการโดยใช้สัดส่วนของเทคโนโลยีในการผลิตทั้งหมดที่แสดงในรายงานดังกล่าว ควบคู่กับปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลอง Mission Possible Partnership[69]

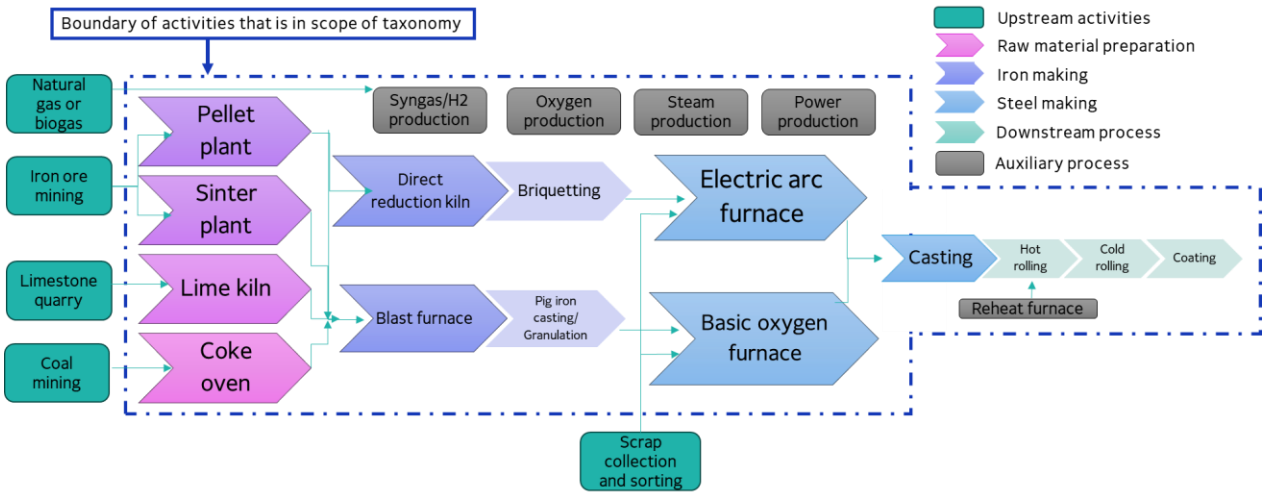
[67] "Iron & Steel - IEA," IEA, n.d., https://www.iea.org/energy-system/industry/steel

[68] Climate Alignment, "Sustainable Steel Principles Framework," June 2022, https://climatealignment.org/wpcontent/uploads/2022/06/sustainable_steel_principles_framework.pdf

[69] "Steel," Mission Possible Partnership, n.d., https://www.missionpossiblepartnership.org/action-sectors/steel/

ขอบเขตของกิจกรรมนี้เกี่ยวข้องกับสินทรัพย์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า โดยขอบเขตเริ่มต้นที่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและสิ้นสุดที่ผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นสุดท้ายที่ออกมาจากขั้นตอนการรีดและการเคลือบ ขั้นตอนการผลิตเหล็กกล้าที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของ Taxonomy ระบุไว้ในรูปด้านล่าง

รูปที่ 8 ห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตเหล็กกล้าและกิจกรรมภายใต้ขอบเขต Taxonomy



นอกเหนือจากกิจกรรมและโรงงานที่ระบุไว้ในรูปที่ 8 กิจกรรมและสินทรัพย์ในห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตซีเมนต์ที่อยู่**<u>นอกขอบเขต</u>**มีดังนี้

- **การทำเหมืองเหล็ก:** การทำเหมืองโดยตัวเอง (ที่แยกออกจากโรงงานผลิตเหล็ก) ไม่สามารถรับรองได้ภายใต้เกณฑ์เหล่านี้
- **การทำเหมืองถ่านหิน:** เหมืองถ่านหินไม่สามารถรับรองได้ อย่างไรก็ดี ผู้ผลิตที่ใช้ถ่านหินต้องปฏิบัติตามเกณฑ์เชิงคุณภาพเพิ่มเติมที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการใช้ถ่านหิน
- **การผสมเหล็ก (Steel alloying) (การผสมเหล็กไม่ใช่กระบวนการที่มีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถแยกออกจากการผลิตเหล็ก)**
- **การรวบรวมและคัดแยกเศษเหล็ก (กำหนดโดยภาคการจัดการของเสีย)**
- **การเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการปลายน้ำ:** สินทรัพย์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตถ่านโค้ก เม็ดแร่เหล็ก และวัตถุดิบอื่นๆ เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ใช่ส่วนหนึ่งของโรงงานผลิตเหล็กหรือเหล็กกล้าจะอยู่นอกขอบเขต เช่นเดียวกับสินทรัพย์ที่ใช้เฉพาะกับกิจกรรมปลายน้ำ เช่น การรีดและการตกแต่ง

นอกจากนี้ บริษัทในห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าที่อยู่**<u>นอกขอบเขต</u>** ได้แก่

- **บริษัทเหมืองแร่เหล็กที่ดำเนินธุรกิจเหมืองแร่เหล็กเพียงอย่างเดียว:** บริษัทที่มีกิจกรรมเพียงอย่างเดียวคือการทำเหมืองแร่เหล็ก (ที่แยกออกจากบริษัทผลิตเหล็ก)

- **บริษัทเหมืองถ่านหินที่ดำเนินธุรกิจเหมืองถ่านหินเพียงอย่างเดียว:** บริษัทที่มีกิจกรรมเพียงอย่างเดียวคือการทำเหมืองถ่านหิน (ที่แยกออกจากบริษัทผลิตเหล็ก)
- **บริษัทผลิตสเตนเลสและเหล็กกล้าประสมสูงที่ดำเนินธุรกิจดังกล่าวเพียงอย่างเดียว:** บริษัทที่มีกิจกรรมเพียงอย่างเดียวคือการผลิตสเตนเลสและเหล็กกล้าประสมสูง และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง
- **บริษัทจัดเก็บและคัดแยกเศษเหล็กที่ดำเนินธุรกิจดังกล่าวเพียงอย่างเดียว:** บริษัทที่มีกิจกรรมเพียงอย่างเดียวคือการรวบรวมและคัดแยกเศษเหล็ก

หมายเหตุการใช้งาน

เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียว โรงงานผลิตเหล็กจะต้องปฏิบัติตามเกณฑ์สองชุด ได้แก่ เกณฑ์เฉพาะสถานประกอบการ (โดยพิจารณาจากกระบวนการทางเทคโนโลยีหลักที่โรงงานใช้ เช่น เตาถลุงเหล็กทรงสูงหรือโรงงานถลุงสินแร่เหล็ก) และเกณฑ์ที่เกี่ยวเนื่องกับหลายภาคเศรษฐกิจ (เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบที่โรงงานใช้โดยไม่คำนึงถึงกระบวนการทางเทคโนโลยีหลักที่ใช้) เนื่องจากโรงงานผลิตเหล็กสามารถดำเนินการได้หลายปี จึงควรสร้างโรงงานใหม่ที่มีเทคโนโลยีลดการปล่อย CO_2 หรือหลีกเลี่ยงการเกิด CO_2 โดยสิ้นเชิงโดยจำกัดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ความท้าทายทางเทคนิคทำให้มีความจำเป็นต้องจัดการประเด็นนี้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ เช่น หากโรงงานไม่ได้รับการออกแบบให้มีการนำ CCS/CCUS มาใช้ ก็จะเป็นเรื่องยากที่จะปรับปรุงใหม่ในภายหลัง

เกณฑ์สีเหลืองของกิจกรรมรวมถึงมาตรการลดคาร์บอนหรือมาตรการยกเครื่อง/ปรับปรุงใหม่ที่นำไปใช้ได้ภายในโรงงานผลิตเหล็ก เพื่อรับทราบและส่งเสริมความพยายามในการลดคาร์บอน โรงงานใหม่และโรงงานที่มีอยู่ซึ่งไม่เข้าเงื่อนไขที่ออกแบบมาสำหรับเกณฑ์สีเขียวตั้งแต่เริ่มต้น แต่ได้รับการออกแบบเพื่อให้คาดการณ์การปรับตัวให้สอดคล้องอย่างเต็มรูปแบบเมื่อเวลาผ่านไปและภายในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เป็นอย่างช้าอาจจัดอยู่ในเกณฑ์สีเหลืองได้ นอกจากนี้ ยังมีแนวทางที่อ้างอิงมาตรการ (measures-based approach) รวมอยู่ด้วย

เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตเหล็กและเหล็กกล้าขั้นพื้นฐาน
มาตรฐาน ISIC	2410
คำอธิบาย	การดำเนินการแปรรูปโดยการถลุงแร่เหล็กในเตาถลุงเหล็กทรงสูงและเครื่องแปลงออกซิเจนหรือของเสียและเศษเหล็กในเตาอาร์คไฟฟ้าหรือโดยการถลุงแร่เหล็กโดยตรงโดยไม่หลอมละลายเพื่อให้ได้เหล็กดิบ ซึ่งจะถูกหลอมและทำให้บริสุทธิ์ในเตาอุ่นน้ำเหล็ก (ladle furnace) แล้วจึงเทและทำให้แข็งตัวในแบบหล่อแบบหล่อต่อเนื่องเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปแบบแผ่นแบนหรือเป็นเส้นยาว
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)

สีเขียว[70]	เพื่อให้เข้าเกณฑ์เป็นกิจกรรมสีเขียว กิจกรรมและสถานประกอบการที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขทั้งหมดดังต่อไปนี้ • เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกเฉพาะสถานประกอบการที่ใช้บังคับ (**ตารางที่ 7**) • เกณฑ์ที่ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวเนื่องกับหลายภาคเศรษฐกิจที่ใช้บังคับ (**ตาราง 8**) สถานประกอบการที่ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงหรือตัวรีดิวซ์ (reductive agent) จะเข้าเงื่อนไขก็ต่อเมื่อไฮโดรเจนสอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว)
สีเหลือง	**ตัวเลือกที่ 1** สถานประกอบการและสินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไขซึ่งระบุไว้ใน**ตาราง 7** แต่ไม่ตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในตารางนี้สามารถจัดอยู่ในเกณฑ์สีเหลืองเฉพาะในกรณีที่ (ต้องตรงตามเกณฑ์ทั้งหมด) • สถานประกอบการได้รับการออกแบบและดำเนินการตามมาตรการที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์สำหรับเกณฑ์สีเขียวภายในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เป็นอย่างช้า • สถานประกอบการใช้การดักจับและการกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS) ตั้งแต่เริ่มดำเนินการ เพื่อดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาอย่างน้อย 20% • สถานประกอบการมีแผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส
	ตัวเลือกที่ 2 มาตรการเฉพาะทางเทคโนโลยีสามารถนำมาใช้เพื่อลดคาร์บอนในการผลิตเหล็กกล้าและเหล็ก หากมาตรการดังกล่าว: • นำไปปฏิบัติก่อนกำหนดวันสิ้นสุดในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) • ทำให้สินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไขเป็นไปตามเกณฑ์ที่ระบุใน**ตารางที่ 7** (ตัวอย่างของมาตรการที่สอดคล้องแสดงอยู่ใน**ตารางที่ 8**) • ปฏิบัติตามเกณฑ์ที่เกี่ยวเนื่องกับหลายภาคเศรษฐกิจซึ่งใช้บังคับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 8**
สีแดง	กิจกรรมที่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวหรือสีเหลืองเป็นอันตรายต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCUS) สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ปล่อย CO_2 ในทันทีที่ใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้น (เช่น ในยูเรีย เครื่องดื่มอัดลม หรือเชื้อเพลิง) ในการเพิ่มประสิทธิภาพการขุดเจาะ

[70] เกณฑ์กิจกรรมสีเขียวไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าความเข้มของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Decarbonisation threshold) ที่เฉพาะเจาะจง เนื่องจากการปล่อยก๊าซถูกจำกัดโดยแนวทางทางเทคนิคที่กำหนดไว้สำหรับแต่ละประเภทของสถานประกอบการ

	น้ำมัน (Enhanced oil recovery) และการผลิตแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่นส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	Climate Bonds Steel Criteria

ตารางที่ 7 เงื่อนไขของโรงงานผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

ประเภทเทคโนโลยีที่ใช้ (สินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไข)	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกเฉพาะสถานประกอบการ (Facility-specific mitigation criteria)
เตาถลุงเหล็กทรงสูง ที่ใช้กระบวนการต่อเนื่องในการลดคาร์บอนด้วยออกซิเจน (Blast furnace – basic oxygen furnace: BF-BOF)	• ต้องมี CCS/CCUS ที่สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS • CCS/CCUS ควรดักจับอย่างน้อย 70% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาทั้งหมด
การถลุงแร่เหล็กด้วยกระบวนการ Smelting reduction (กระบวนการเปลี่ยนแร่เหล็กที่อยู่ในรูปเหล็กออกไซด์ให้กลายเป็นโลหะเหล็กในสภาพของเหลว โดยใช้ถ่านหินเป็นตัวรีดิวซ์)	• ต้องมี CCS/CCUS ที่สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS • CCS/CCUS ควรดักจับอย่างน้อย 70% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาทั้งหมด
การผลิตเหล็กพรุน (Direct Reduced Iron: DRI)	หากใช้ก๊าซฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลัก • ต้องมี CCS/CCUS ที่สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS • CCS/CCUS ควรดักจับอย่างน้อย 70% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาทั้งหมด หากใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน 100% • ไฮโดรเจนตรงตามเกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนและเกณฑ์เฉพาะของ Taxonomy สำหรับไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว)
การผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า (Electric arc furnace: EAF)	• ต้องใช้เศษเหล็กคิดเป็น 70% ของปัจจัยการผลิตประจำปีทั้งหมด **หรือ** • เศษเหล็ก รวมกับการผลิตเหล็กพรุนที่ใช้ไฮโดรเจน (100%) ที่ตรงตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ DRI (เกณฑ์สีเขียว) ควรคิดเป็นอย่างน้อย 70% ของปัจจัยการผลิตประจำปีทั้งหมดของ EAF
การผลิตเหล็กด้วยวิธี DRI – EAF	หากใช้ก๊าซฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลัก • ต้องมี CCS/CCUS ที่สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS

ประเภทเทคโนโลยีที่ใช้ (สินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไข)	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกเฉพาะสถานประกอบการ (Facility-specific mitigation criteria)
	• CCS/CCUS ควรดักจับอย่างน้อย 70% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาทั้งหมด หากใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน 100% • ไฮโดรเจนตรงตามเกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนและเกณฑ์เฉพาะของ Taxonomy สำหรับไฮโดรเจน (เกณฑ์สีเขียว)

ตารางที่ 8 ความเชื่อมโยงของเงื่อนไขและตัวชี้วัดของการผลิตเหล็กและเหล็กกล้ากับกิจกรรมอื่น ๆ

สินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไข	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวเนื่องกับหลายภาคเศรษฐกิจ (Cross-cutting mitigation criteria)
สถานประกอบการที่ใช้ก๊าซฟอสซิลเป็นตัวรีดิวซ์และ/หรือเพื่อการผลิตพลังงาน	การใช้ก๊าซฟอสซิลทั้งเป็นตัวรีดิวซ์และเพื่อการผลิตพลังงานนั้นจะเข้าเงื่อนไขกับสถานประกอบการที่มีอยู่ก่อนปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เท่านั้น เพื่อให้เข้าเงื่อนไขหลังจากปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) สถานประกอบการดังกล่าวจะต้องใช้ก๊าซฟอสซิลร่วมกับมาตรการ CCS/CCUS ที่สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS และ • CO_2 ที่ปล่อยโดยตรงจากการผลิตเหล็กจะใช้เพื่อการผลิตสินค้าคงทนและไม่ใช้เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการขุดเจาะน้ำมัน (Enhanced oil recovery) และการผลิตแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่น • โครงการที่ใช้ก๊าซฟอสซิล แม้ว่าจะใช้ร่วมกับ CCS/CCUS ก็ตาม ควรแสดงให้เห็นว่ากิจกรรม ณ สถานประกอบการครอบคลุมการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบ (Measurement, Reporting, and Verification: MRV) และมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของมีเทนตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดที่แนะนำ[71] ควรหลีกเลี่ยงการระบายหรือเผาภายในขอบเขตของโรงงานเหล็ก ยกเว้นในสถานการณ์ฉุกเฉิน ในกรณีเช่นนี้จะต้องมีการรายงานและนำมาพิจารณาในการประเมินก๊าซเรือนกระจก • โครงการที่ใช้ก๊าซฟอสซิล แม้ว่าจะใช้ร่วมกับ CCS/CCUS ก็ตาม ควรแสดงให้เห็นกิจกรรมต้นน้ำที่แสดงหลักฐานว่า มีการตรวจวัด การรายงานผลและการทวนสอบ (Measurement, Reporting, and Verification: MRV)

[71] แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสามารถดูได้ในรายงาน: Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector. Monitoring, Reporting and Verification (MRV) and Mitigation. United Nations Economic Commission for Europe. 2019: United Nations Economic Commission for Europe, "Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector," ECE ENERGY SERIES (UNITED NATIONS, 2019), https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector__Monitoring__Reporting_and_Verification__MRV__and_Mitigation-_FINAL__with_covers_.pdf

สินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไข	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวเนื่องกับหลายภาคเศรษฐกิจ (Cross-cutting mitigation criteria)
	และมีมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของมีเทนตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดที่แนะนำ[72]
สถานประกอบการที่ใช้ถ่านหินเป็นตัวรีดิวซ์และ/หรือเพื่อการผลิตพลังงาน	การใช้ถ่านหินทั้งที่ใช้เป็นตัวรีดิวซ์และเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตเหล็กนั้นจะเข้าเงื่อนไขกับสถานประกอบการที่มีอยู่ก่อนปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) เท่านั้น หลังจากปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) สถานประกอบการจะต้องใช้ถ่านหินร่วมกับมาตรการ CCS/CCUS ที่สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS นอกจากนี้ CO_2 ที่ปล่อยโดยตรงจากการผลิตเหล็กจะต้องใช้เพื่อการผลิตสินค้าคงทน และไม่ใช้เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการขุดเจาะน้ำมัน (Enhanced oil recovery) และการผลิตแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่น โครงการที่ใช้ถ่านหินควรแสดงให้เห็นกิจกรรมต่อไปนี้ ● กิจกรรมต้นน้ำ: แสดงหลักฐานว่า มีการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบ (Measurement, Reporting, and Verification: MRV) และมีมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของมีเทนตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดที่แนะนำ[73]
สถานประกอบการที่ใช้ชีวมวลเป็นตัวรีดิวซ์	สถานประกอบการที่ใช้ชีวมวลเป็นตัวรีดิวซ์จะจะเข้าข่ายเฉพาะในกรณีที่ใช้แหล่งชีวมวลต่อไปนี้เท่านั้น ● **พืชผลสำหรับอาหารหรืออาหารสัตว์**: หากมีการใช้พืชอาหารจะต้องได้รับการรับรองว่าเป็นวัตถุดิบหมุนเวียน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ได้รับการรับรองจาก Roundtable on Sustainable Biomaterials หรือ International Sustainability and Carbon Certification ● **ไม้จากป่า**: ป่าต้องสอดคล้องตามเกณฑ์ของกิจกรรม “การปลูกป่า (Forest Plantation)” ภายใต้ Thailand Taxonomy ● **พืชเศรษฐกิจอุตสาหกรรม** **และ** ชีวมวลอินทรีย์ (Primary organic streams)[74] จากแหล่งปฐมภูมิจะเข้าเกณฑ์เป็นเชื้อเพลิงเฉพาะเมื่อได้รับการรับรองว่ายั่งยืนจาก Roundtable on Sustainable Biomaterials หรือจาก International Sustainability and Carbon Certification

[72] เรื่องเดียวกัน

[73] เรื่องเดียวกัน

[74] ชีวมวลอินทรีย์จากแหล่งปฐมภูมิ (Primary organic streams/sources) หมายถึงชีวมวลอินทรีย์ที่มาจากพื้นดินโดยตรงและไม่ได้ผ่านกระบวนการใด ๆ นอกจากการทำความสะอาด โดยยังคงรักษาคุณสมบัติทางชีวภาพทั้งหมดที่มีในขณะที่ยังเป็นส่วนหนึ่งของพืช ชีวมวลอินทรีย์จากแหล่งทุติยภูมิ (Secondary organic streams/sources) หมายถึง ชีวมวลอินทรีย์ที่ได้ผ่านกระบวนการหรือถูกนำมาใช้งานแล้ว

สินทรัพย์ที่เข้าเงื่อนไข	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวเนื่องกับหลายภาคเศรษฐกิจ (Cross-cutting mitigation criteria)
	เท่านั้น ส่วนไม้จะเข้าเกณฑ์เฉพาะในกรณีที่ผลิตในป่าปลูกที่ยั่งยืนตามที่กำหนดโดยเกณฑ์สำหรับภาคป่าไม้ของ Thailand Taxonomy
สถานประกอบการที่ใช้ CCS/CCUS	สถานประกอบการที่ใช้ CCS/CCUS จะเข้าเงื่อนไขเฉพาะในกรณีที่ CCS/CCUS สอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS และ CO_2 ที่ปล่อยโดยตรงจากการผลิตเหล็กจะใช้เพื่อการผลิตสินค้าคงทน (เช่น วัสดุก่อสร้างที่จัดเก็บไว้ในอาคารหรือผลิตภัณฑ์รีไซเคิล เช่น PET) CO_2 ไม่ควรนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ปล่อย CO_2 ในทันทีที่ใช้ (เช่น ในยูเรีย เครื่องดื่มอัดลม หรือเชื้อเพลิง) และไม่ใช้เพื่อการผลิตน้ำมันขึ้นมาจากหลุมหลังจากที่ได้มีการผลิตตามธรรมชาติแล้ว (Enhanced oil recovery) และการผลิตจากแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่น

ตารางที่ 9 เกณฑ์การลงทุนในสินทรัพย์ประเภททุน (capital investments) ในมาตรการลดคาร์บอนสำหรับโรงงานเหล็ก

ประเภทสินทรัพย์	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกเฉพาะสถานประกอบการ (Facility-specific mitigation criteria)
การเพิ่มประสิทธิภาพของเตาอาร์คไฟฟ้า (Electric Arc Furnace: EAF) การติดตั้งและการดำเนินการมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการที่ใช้ EAF	ดำเนินการมาตรการลดคาร์บอนที่ ● ทำให้สถานประกอบการสามารถเพิ่มปริมาณเศษเหล็กทั้งหมดที่ป้อนเข้าโรงงานในแต่ละปี **หรือ** ● ทำให้สถานประกอบการสามารถเพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนที่สถานประกอบการใช้
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับสายการผลิตที่ใช้เตาถลุงเหล็กทรงสูง (Blast Furnace: BF)	● ไม่มีการทำสายการผลิตใหม่ (relining) ● ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถานประกอบการควรอยู่ต่ำกว่า 1.8 tCO_2 ต่อตันเหล็กภายในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) ● มาตรการลดคาร์บอนควรลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2/ตันเหล็ก) ระหว่างปี พ.ศ. 2567 (ค.ศ. 2024) และปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) - ลง 15% หากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่า 2.0 tCO_2/ตันเหล็ก และหากสายการผลิตที่ใช้ BF เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2550 (ค.ศ. 2007) หรือหลังจากนั้น **หรือ** - ลง 20% หากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 2.0 tCO_2/ตันเหล็ก และหากสายการผลิตที่ใช้ BF เริ่มดำเนินการเมื่อปี

ประเภทสินทรัพย์	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกเฉพาะสถานประกอบการ (Facility-specific mitigation criteria)
	พ.ศ. 2550 (ค.ศ. 2007) หรือหลังจากนั้น **หรือ** - อย่างน้อย 50% ของสายการผลิตที่ใช้ BF เริ่มดำเนินการก่อนปี พ.ศ. 2550 (ค.ศ. 2007)
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับสายการผลิตที่ใช้เหล็กพรุน (DRI) หรือกระบวนการ smelting reduction (กระบวนการเปลี่ยนแร่เหล็กที่อยู่ในรูปเหล็กออกไซด์ให้กลายเป็นโลหะเหล็กในสภาพของเหลว โดยใช้ถ่านหินเป็นตัวรีดิวซ์)	● ดำเนินการมาตรการลดคาร์บอนเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2/ตันเหล็ก) ระหว่างปี พ.ศ. 2567 (ค.ศ. 2024) และปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) คิดเป็น - 20% หากใช้ก๊าซฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลัก **หรือ** - 40% หากใช้ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานหลัก
การติดตั้ง CCS/CCUS	CCS/CCUS ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องของ Thailand Taxonomy สำหรับ CCS/CCUS
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับชีวมวลหรือพลังงานชีวภาพ	ชีวมวลและพลังงานชีวภาพต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องของ Taxonomy ฉบับปัจจุบัน
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไฮโดรเจน	ไฮโดรเจนสอดคล้องตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับไฮโดรเจน

ตารางที่ 10 ตัวอย่างรายการมาตรการลดคาร์บอนที่สอดคล้องกับเกณฑ์สีเหลือง

ประเภทของสินทรัพย์และกิจกรรม	ตัวอย่างค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CapEx) ที่เข้าเงื่อนไข
การนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ (Heat recovery)	การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของระบบการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่
การเพิ่มประสิทธิภาพของเตาถลุงเหล็ก (BF)	การฉีดผงถ่านโค้ก การรีไซเคิลก๊าซด้านบน ของเสียจากเตา การนำความร้อนจากก๊าซกลับมาใช้ใหม่
การเพิ่มประสิทธิภาพของเตาออกซิเจนพื้นฐาน	การนำก๊าซและความร้อนสัมผัสจากเตาออกซิเจนพื้นฐานกลับมาใช้ใหม่
การเพิ่มประสิทธิภาพโรงงานถ่านโค้ก	การชุบแข็งเหล็กด้วยกระบวนการ Coke dry quenching
การเพิ่มประสิทธิภาพของโรงงานเผาผนึก/เผาซินเทอร์	การนำความร้อนจากโรงงานเผาผนึก/เผาซินเทอร์กลับมาใช้ใหม่
การเพิ่มประสิทธิภาพของ EAF	หัวเผาเชื้อเพลิงออกซิเจน การอุ่นเศษเหล็กด้วย EAF การผลิตพลังงานไฟฟ้า (หรือพลังงานกล) ร่วมกับพลังงานความร้อน (Combined Heat and Power: CHP) จากความร้อนเหลือทิ้ง

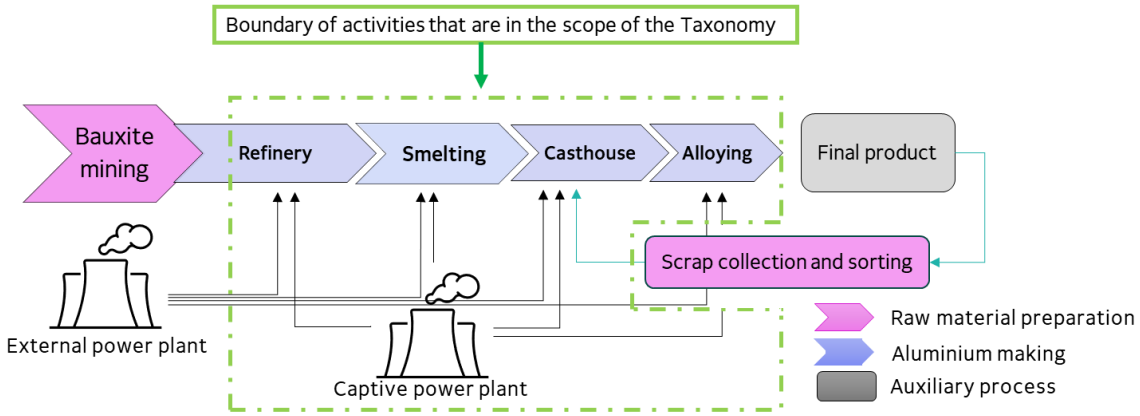
ประเภทของสินทรัพย์และกิจกรรม	ตัวอย่างค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CapEx) ที่เข้าเงื่อนไข
การเพิ่มประสิทธิภาพของเตารีดร้อนตกแต่งผิว และทำความร้อนซ้ำ	หัวเผาประสิทธิภาพสูง การติดตามตรวจสอบก๊าซจากปล่องควัน การเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ การนำความร้อนจากก๊าซไอเสียกลับมาใช้ใหม่
การเพิ่มประสิทธิภาพการหล่อ	การหล่อที่ได้ชิ้นงานใกล้เคียงกับชิ้นงานจริง (Near net-shape casting)
การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการติดตามตรวจสอบและควบคุม	การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของเซ็นเซอร์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและอุปกรณ์และระบบควบคุมแบบดิจิทัล
การดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS)	การติดตั้ง การอัปเกรด และการทำงานของโครงสร้างพื้นฐานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดักจับ CO_2 ที่ปล่อยออกมาจากการผลิตเหล็ก
การเปลี่ยนเชื้อเพลิง	การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานหรือการดัดแปลงอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิตเหล็กเพื่อไปใช้ไฮโดรเจนหรือชีวมวลเป็นตัวรีดิวซ์
การเปลี่ยนการทำความร้อนด้วยแหล่งพลังงานดั้งเดิมไปใช้พลังงานไฟฟ้า	การเปลี่ยนเตาอุ่นเหล็กไปใช้ไฟฟ้า

4. การผลิตอะลูมิเนียม (Manufacture of aluminium)

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่สำคัญซึ่งมีนำการใช้งานกับเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนในหลากหลายรูปแบบ ลักษณะเฉพาะของอะลูมิเนียมคือสามารถรีไซเคิลและนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยไม่สูญเสียคุณภาพ และเงื่อนไขเหล่านี้ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการใช้อะลูมิเนียมรีไซเคิล

ภายใต้เกณฑ์ปัจจุบัน สามารถตรวจสอบกระบวนการผลิตอะลูมิเนียมและกระแสเงินที่เกี่ยวข้อง (รายรับ) รวมถึงตัวบริษัทผลิตอะลูมิเนียมทั้งหมดที่เข้าเงื่อนไข

รูปที่ 9 ขอบเขตกิจกรรมที่สอดคล้องตามเกณฑ์การผลิตอะลูมิเนียม (อะลูมิเนียมปฐมภูมิ (primary aluminium))



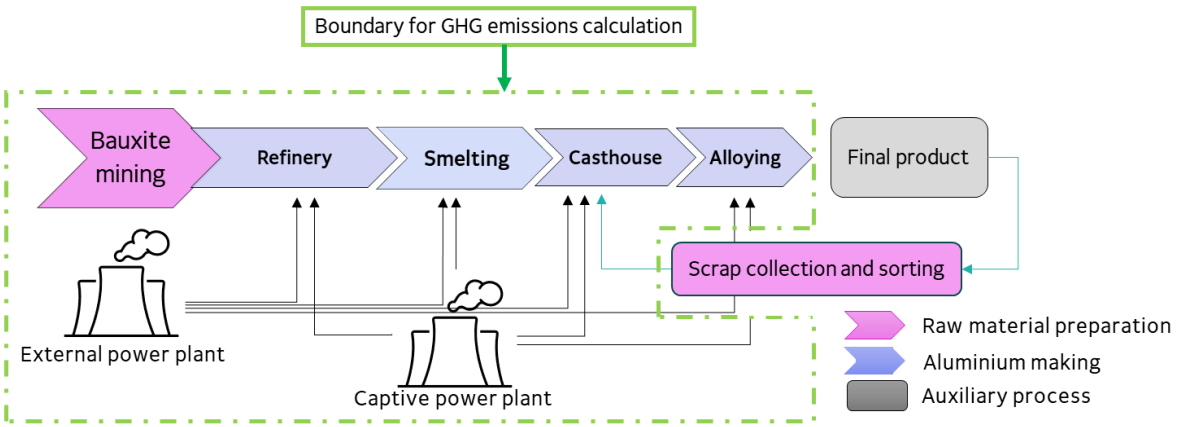
ขอบเขตการผลิตอะลูมิเนียมทุติยภูมิ (Secondary aluminium) จะไม่รวมอยู่ในรูปด้านบน เนื่องจากอะลูมิเนียมทุติยภูมิสอดคล้องกับ Taxonomy โดยไม่มีเกณฑ์หรือข้อกำหนดเพิ่มเติมใด ๆ

สิ่งสำคัญที่ต้องทราบคือ การลดคาร์บอนในห่วงโซ่การผลิตอะลูมิเนียมนั้นสามารถทำได้ทั้งในกรณีของการผลิตอะลูมิเนียมปฐมภูมิและการผลิตอะลูมิเนียมทุติยภูมิ (เช่น โครงการเพื่อทดแทนกำลังการผลิตจากการผลิตไฮโดรคาร์บอนด้วยการผลิตพลังงานหมุนเวียน) อย่างไรก็ดี การลดคาร์บอนในห่วงโซ่การผลิตอะลูมิเนียมไม่ใช่ข้อกำหนดบังคับ

ขอบเขตของการคำนวณก๊าซเรือนกระจกรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ตามที่กำหนดไว้โดยสถาบันอะลูมิเนียมระหว่างประเทศ (International Aluminium Institute) มีดังนี้[75]

1. ประเภทที่ 1: การเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาหลอม/หม้อไอน้ำในสถานประกอบการ การเผาถ่านโค้ก การผลิตขั้วบวก การใช้ขั้วบวก การปล่อยสาร PFC และ การผลิตปูนขาว
2. ประเภทที่ 2: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่จัดซื้อ

รูปที่ 10 ขอบเขตการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกิจกรรมการผลิตอะลูมิเนียม (อะลูมิเนียมปฐมภูมิ)



การกำหนดขอบเขตของการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะไม่ครอบคลุมการผลิตอะลูมิเนียมทุติยภูมิ เนื่องจากอะลูมิเนียมทุติยภูมิสอดคล้องกับ Taxonomy โดยอัตโนมัติโดยไม่มีเกณฑ์หรือข้อกำหนดเพิ่มเติมใดๆ

หลักการการกำหนดเงื่อนไขและตัวชี้วัด

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักจากการผลิตอะลูมิเนียมเกิดขึ้นระหว่างการผลิตไฟฟ้า (60%) อีกประมาณ 15% เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรงที่โรงหลอม และอีก 15% เกิดจากกระบวนการทางกายภาพและเคมีที่โรงหลอม[76] ดังนั้น การลดคาร์บอนในห่วงโซ่การผลิตอะลูมิเนียมจึงดำเนินการได้ 3 วิธีหลักดังนี้[77]

---

[75] International Aluminium Institute, “The Aluminium Sector Greenhouse Gas Protocol,” 2006, https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/aluminium_1.pdf

[76] International Aluminium Institute, “Aluminium Sector Greenhouse Gas Pathways to 2050,” International Aluminium, September 2021, https://international-aluminium.org/resource/aluminium-sector-greenhouse-gas-pathways-to-2050-2021/.

[77] เรื่องเดียวกัน

- การปรับปรุงโปรไฟล์พลังงาน: เพิ่มส่วนแบ่งการใช้พลังงานหมุนเวียน การติดตั้ง CCS/CCUS และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยี
- การลดการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตโดยการนำ CCS/CCUS ขั้วบวกเฉื่อย (inert anodes) การแยกอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ และการใช้ไฟฟ้าในโรงหล่อมาใช้
- การเพิ่มส่วนแบ่งของอะลูมิเนียมรีไซเคิลโดยการพัฒนาระบบเก็บรวบรวมขยะอะลูมิเนียมในทุกขั้นตอน

เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตอะลูมิเนียม

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตอะลูมิเนียม
มาตรฐาน ISIC	2420
คำอธิบาย	การผลิตอะลูมิเนียมผ่านกระบวนการอลูมินาขั้นต้น (บอกไซต์) หรือการรีไซเคิลอะลูมิเนียมทุติยภูมิ
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) การส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนและปรับตัวสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน (Resource resilience and circular economy promotion)
สีเขียว	**การผลิตอะลูมิเนียมปฐมภูมิ**จะสอดคล้องกับ Taxonomy หากเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมดต่อไปนี้ • ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เกินเกณฑ์ที่แสดงในตารางเส้นทางการลดคาร์บอนของอะลูมิเนียม **(ตารางที่ 11)** • ความเข้มข้นของคาร์บอนเฉลี่ยสำหรับไฟฟ้าที่ใช้ไม่เกินพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้สำหรับการผลิตไฟฟ้าสีเขียวตามที่กำหนดโดย Taxonomy ฉบับปัจจุบัน • การใช้ไฟฟ้าสำหรับกระบวนการผลิตไม่เกิน 14.86 MWh/t Al (เมกะวัตต์-ชั่วโมงต่อตันอะลูมิเนียม) **การผลิตอะลูมิเนียมทุติยภูมิ**จะเข้าเกณฑ์โดยอัตโนมัติ
สีเหลือง	มาตรการทางเทคโนโลยีเฉพาะสามารถดำเนินการเพื่อให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตอะลูมิเนียมและความเข้มข้นของพลังงานสอดคล้องกับข้อกำหนดของเกณฑ์สีเขียวได้หาก • ดำเนินการก่อนกำหนดวันสิ้นสุดปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) • ช่วยลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าของกระบวนการผลิต • สถานประกอบการมีแผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส
สีแดง	กิจกรรมที่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวหรือสีเหลืองส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)

แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Manufacture of Aluminium Criteria; Singaporean Taxonomy

ตารางที่ 11 เส้นทางการลดคาร์บอนของอะลูมิเนียม

ประเภทสินทรัพย์	**ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) (ตัน CO_2e ต่ออะลูมิเนียมที่ผลิตได้ 1 ตัน)**				
	พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)	พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)	พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035)	พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)	พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)
การผลิตอะลูมิเนียมปฐมภูมิด้วยกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส	1.484	1.185	0.826	0.520	0.311

5. การผลิตไฮโดรเจน (Manufacture of hydrogen)[78]

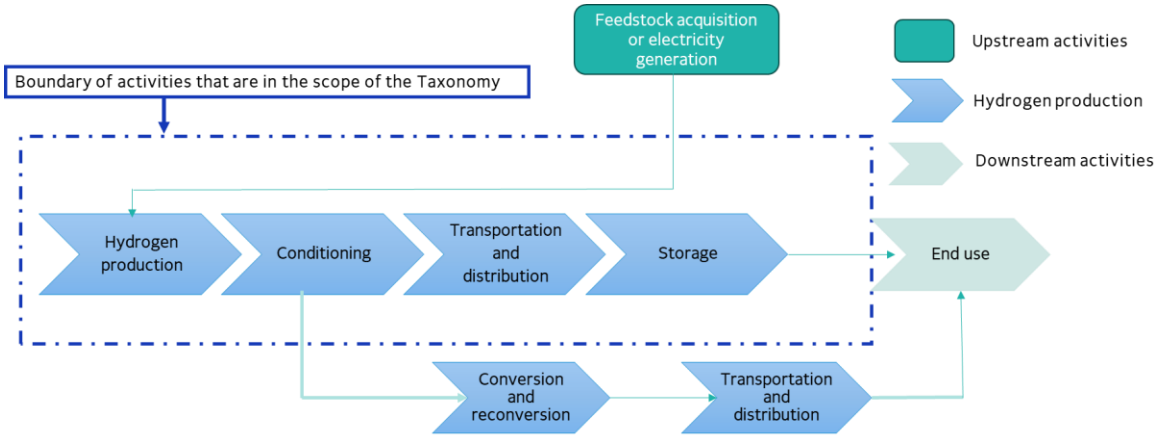
เส้นทางการผลิตไฮโดรเจนแบบครบวงจรมีอยู่มากมายหลากหลายเส้นทาง ซึ่งได้รับการปรับแต่งให้เหมาะกับแหล่งพลังงาน เทคโนโลยีการแปลงพลังงาน และวิธีการขนส่งที่เลือกใช้ ดังนั้น จึงควรจัดเกณฑ์มาตรฐานการปล่อยคาร์บอนที่ไม่จำกัดเฉพาะเส้นทางการผลิต (pathway-agnostic) Climate Bonds Initiative (CBI) แนะนำให้ใช้การคาดการณ์ค่าเกณฑ์ที่ลดลงเพื่อให้มั่นใจว่าสินทรัพย์และกิจกรรมต่างๆ สอดคล้องกับเส้นทางการเปลี่ยนผ่านที่ส่งเสริมเป้าหมายการจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยโลกไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานเหล่านี้มีเป้าหมายสำหรับปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030), พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) และ พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) ที่เข้มงวดมากยิ่งขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้ลงทุนและอุตสาหกรรมเกี่ยวกับวิธีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทศวรรษต่อๆ ไป เกณฑ์มาตรฐานความเข้มข้นของคาร์บอนจากการผลิตไฮโดรเจนสามารถบรรลุได้ด้วยการใช้แหล่งพลังงานและตัวเลือกเทคโนโลยีต่างๆ ซึ่งได้รับการตรวจยืนยันโดยใช้ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนที่ประมาณการโดยแพลตฟอร์ม SESAME ของ MIT Energy Initiative[79]

ขอบเขตของกิจกรรมเกี่ยวข้องกับสินทรัพย์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การปรับสภาพ การแปลงสภาพ การขนส่ง และการจัดเก็บไฮโดรเจน โดยครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าของไฮโดรเจน ตั้งแต่การผลิตไฮโดรเจนจากวัตถุดิบ การปรับสภาพไฮโดรเจน ไปจนถึงการขนส่งและการจัดเก็บไฮโดรเจน ยกเว้นผู้ใช้ปลายทาง ขั้นตอนการผลิตไฮโดรเจนที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของ Taxonomy แสดงไว้ในรูปด้านล่าง

[78] วิธีการของบทนี้ไม่ได้แบ่งไฮโดรเจนออกเป็น "สีเขียว" "สีน้ำตาล" หรือ "สีฟ้า" แต่จะระบุเฉพาะความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดูหัวข้อคำถามที่พบบ่อยภายใต้ Taxonomy

[79] MIT Energy Initiative, “SESAME,” Main, April 30, 2024, https://energy.mit.edu/research/sesame/

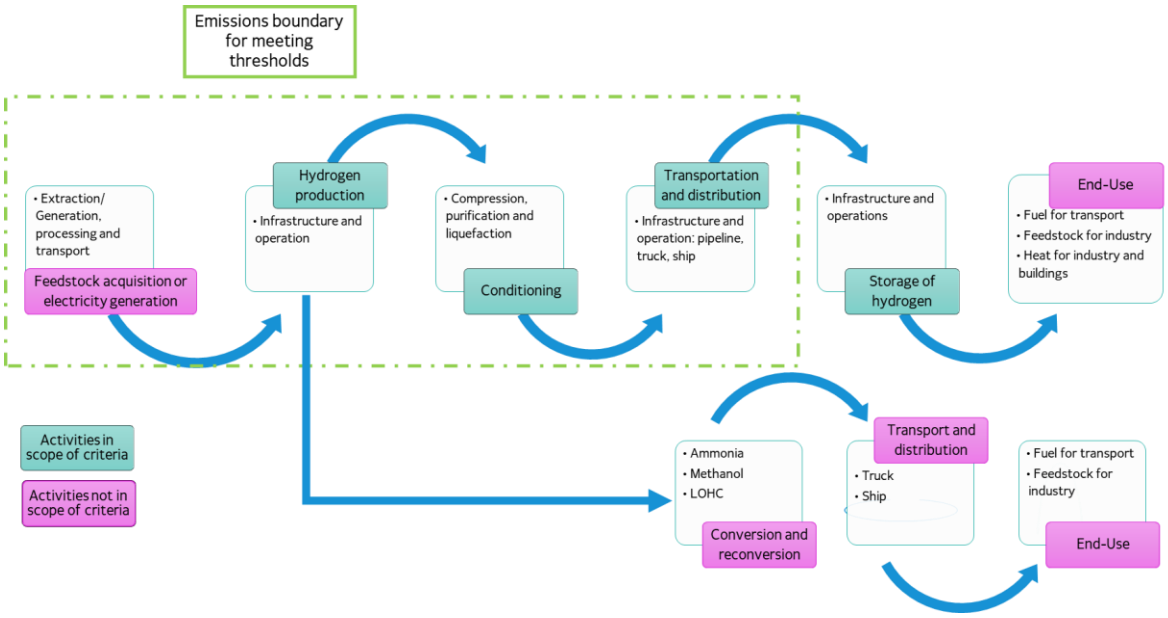
รูปที่ 11 ห่วงโซ่คุณค่าและกิจกรรมการผลิตไฮโดรเจนภายในขอบเขตเงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Taxonomy



หากไฮโดรเจนถูกแปลงเป็นแอมโมเนียหรือตัวพาอื่นๆ ก่อนการขนส่ง การแปลงสภาพดังกล่าวจะอยู่นอกขอบเขตการพิจารณาของ Taxonomy ดังนั้น สำหรับเกณฑ์เหล่านี้ ไฮโดรเจนที่เข้าข่ายและสอดคล้องตามเกณฑ์ที่เสนอนั้นคือไฮโดรเจนที่มีอยู่ก่อนถูกแปลงสภาพเท่านั้น การแปลงสภาพ การขนส่ง และการจัดเก็บไฮโดรเจน**ไม่จัดอยู่ในขอบเขตในขณะนี้**เนื่องจากขาดแนวทางในการประเมินที่ใช้ทั่วโลก แม้ว่ากำลังมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อจัดทำเงื่อนไขและตัวชี้วัดแยกต่างหากสำหรับส่วนต่างๆ ของกระบวนการ

ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในห่วงโซ่คุณค่าของไฮโดรเจนสำหรับการคำนวณเกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนแสดงไว้ในรูปด้านล่าง

รูปที่ 12 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับเงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตไฮโดรเจน



ไฮโดรเจนไม่ใช่แหล่งพลังงานหลักแต่เป็นตัวพาพลังงานซึ่งการผลิตต้องใช้พลังงานจำนวนมาก โดยสามารถผลิตได้จากแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น เชื้อเพลิงฟอสซิล ชีวมวล พลังงานหมุนเวียน พลังงานนิวเคลียร์ และเทคโนโลยีการแปลงพลังงานที่หลากหลาย อย่างไรก็ดี การผลิตส่วนใหญ่ในปัจจุบันใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็น

ทางเลือกหลัก เช่น การผลิตไฮโดรเจนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติผ่านกระบวนการ Steam Methane Reforming (SMR) และกระบวนการ Coal Gasification ซึ่งวิธีการผลิตเหล่านี้ทำให้เกิดคาร์บอนปริมาณมาก ดังนั้น การทำให้การผลิตไฮโดรเจนปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงจึงมีความจำเป็นต่อการช่วยลดการปล่อยคาร์บอนของเศรษฐกิจ

โดยทั่วไป กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจนจะเกี่ยวข้องกับระบุสีของไฮโดรเจน เช่น "ไฮโดรเจนสีเขียว" หรือ "ไฮโดรเจนสีเทา" อย่างไรก็ดี ยังไม่มีการแยกไฮโดรเจนตามสีที่สามารถตรวจสอบได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เกณฑ์เหล่านี้จึงอ้างอิงวิธีการในการจัดทำเงื่อนไขและตัวชี้วัดของ Thailand Taxonomy แบบดั้งเดิมที่ใช้การจำกัดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิต การกำหนดเกณฑ์เริ่มต้นที่ 3 kgCO_2e/kg ไฮโดรเจน เป็นการกำหนดข้อจำกัดให้ต้องตัดการผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลส่วนใหญ่ที่ไม่ใช้ CCS/CCUS ออกไปอย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเขียว ไฮโดรเจนจะต้องผลิตตามเส้นทางการลดคาร์บอนที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และเทคโนโลยีจะต้องสอดคล้องกับเกณฑ์เฉพาะที่กำหนดไว้

เงื่อนไขและตัวชี้วัดที่เข้าข่ายเกณฑ์สีเหลืองของกิจกรรมรวมถึงมาตรการลดคาร์บอนหรือมาตรการยกเครื่อง/ปรับปรุงใหม่ที่ใช้บังคับในโรงงานผลิตไฮโดรเจนและมาตรการที่นำไปปฏิบัติก่อนกำหนดวันสิ้นสุดในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) นอกจากนี้ สถานประกอบการจะต้องมีแผนการลดคาร์บอนที่สอดคล้องกับความตกลงปารีสอีกด้วย

เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตไฮโดรเจน

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตไฮโดรเจน
มาตรฐาน ISIC	2011
คำอธิบาย	การผลิตไฮโดรเจนคาร์บอนต่ำ
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	สถานประกอบการจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดทั้งหมดต่อไปนี้ • การผลิตไฮโดรเจนจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนที่เฉพาะเจาะจง (**ตารางที่ 12**)[80] • สถานประกอบการต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องซึ่งระบุไว้ในตารางในภาคผนวกโดยขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ แหล่งพลังงานไฟฟ้า และการใช้ CCS/CCUS

[80] เพื่อแสดงถึงความสอดคล้องกับเกณฑ์ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดไว้ในตารางที่ 12 ผู้ออกตราสารจะต้องจัดทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) ภายในกรอบของระบบที่กำหนดไว้ในขอบเขตของเกณฑ์ปัจจุบันโดยสอดคล้องกับคำแนะนำที่ระบุไว้ในภาคผนวก

	• สถานประกอบการที่ปฏิบัติตามเกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนเฉพาะที่แสดงไว้ในตารางที่ 12 ในภาคผนวกไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้ที่เกี่ยวข้องกับ CCS/CCUS ที่ระบุไว้ในตารางในภาคผนวก: อัตราการดักจับขั้นต่ำจากกระแสการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการและจากพลังงานควรอยู่ที่ 90% หรือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสถานประกอบการต้องอยู่ที่อย่างน้อย 50% **หมายเหตุ**: ไม่แนะนำให้ใช้ก๊าซฟอสซิลมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานหลังจากปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) แต่เนื่องจากมีความไม่แน่นอนอย่างมากเกี่ยวกับความพร้อมใช้ของไฮโดรเจนที่สอดคล้องกับ *Thailand Taxonomy* (เกณฑ์สีเขียว) จึงยังไม่ถือเป็นเกณฑ์ในขณะนี้ และควรประเมินประเด็นนี้ใหม่อีกครั้งในอนาคต
สีเหลือง	มาตรการทางเทคโนโลยีเฉพาะเพื่อลดคาร์บอนจากการผลิตไฮโดรเจนสามารถดำเนินการได้หาก • ดำเนินการก่อนกรอบเวลาสิ้นสุดที่กำหนดในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) • รวมอยู่ในรายการและสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในตารางในภาคผนวก • สถานประกอบการมีแผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับความตกลงปารีส
สีแดง	สถานประกอบการหรือหรือมาตรการที่ • แหล่งพลังงานคือน้ำมัน ถ่านหิน หรืออนุพันธ์ของถ่านหิน • วัตถุดิบคือถ่านหินหรืออนุพันธ์ของถ่านหิน • แหล่งพลังงานคือชีวมวลจากแหล่งปฐมภูมิ • สามารถใช้ไม้และพืชผลเฉพาะอื่นๆ ได้ ส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	Climate Bonds Hydrogen Criteria; Singapore Taxonomy

ตารางที่ 12 เกณฑ์ความเข้มข้นของคาร์บอนในการผลิตไฮโดรเจน

ประเภทสินทรัพย์	2025	2030	2040	2050
การผลิตไฮโดรเจน ($kgCO_2e/kgH_2$)	3	1.5	0.6	0

6.2 กิจกรรมในช่วงเปลี่ยนผ่าน (Interim activities)

1. การผลิตพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิ (Manufacture of plastics in primary form)

เกณฑ์ที่เสนอครอบคลุมเฉพาะพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิเท่านั้น ไม่รวมผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย สำหรับคำแนะนำในการจัดการขยะพลาสติก โปรดดูภาคการจัดการของเสียใน Taxonomy

เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิ

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตพลาสติกในรูปแบบปฐมภูมิ
มาตรฐาน ISIC	2013
คำอธิบาย	การผลิตเรซิน วัสดุพลาสติก และอีลาสโตเมอร์เทอร์โมพลาสติกที่ไม่สามารถวัลคาไนซ์ได้ การผสมเรซินตามสั่ง ตลอดจนการผลิตเรซินสังเคราะห์แบบไม่ได้สั่งทำพิเศษ
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) และการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนและปรับตัวสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน (Resource resilience and circular economy promotion)
สีเขียว	กิจกรรมจะต้องเข้าเงื่อนไขอย่างน้อยหนึ่งข้อดังต่อไปนี้ • การผลิตพลาสติกปฐมภูมิจากขยะพลาสติกหลังการบริโภค (Post-Consumer Recycled: PCR) โดยใช้กระบวนการรีไซเคิลเชิงกล (mechanical recycling) • ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการรีไซเคิลเชิงกลได้ หรือไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ พลาสติกขั้นต้นทั้งหมดจะต้องผลิตโดยใช้กระบวนการรีไซเคิลทางเคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (environmentally sound)[81] ทั้งนี้ การผลิตดังกล่าวจะต้องมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต (life-cycle GHG emissions) ต่ำกว่าการผลิตโดยใช้วัตถุดิบจากเชื้อเพลิงฟอสซิล • พลาสติกขั้นต้นที่ผลิตจากวัตถุดิบหมุนเวียนบางส่วนหรือทั้งหมด จะต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งในระดับประเทศหรือระดับสากล เช่น: - Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) - International Sustainability and Carbon Certification (ISCC) นอกจากนี้ การผลิตดังกล่าวจะต้องมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตต่ำกว่าการผลิตโดยใช้วัตถุดิบจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตจะต้องดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 14067:2018, ISO 14064-1:2018 หรือมาตรฐานที่เทียบเท่า กิจกรรมจะต้องเข้าเงื่อนไขทั้งสองข้อดังต่อไปนี้ • กิจกรรมต้องไม่ใช้พืชผลที่ใช้เป็นอาหารหรืออาหารสัตว์จากพื้นที่เกษตรที่เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์มาจากพื้นที่ที่กักเก็บคาร์บอนสูง (high-carbon stock land) หลังจากวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2553

[81] วิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally sound) หมายถึง การดำเนินการทุกขั้นตอนที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติเพื่อให้มั่นใจว่าของเสียได้รับการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด (รวมถึงการดูแลหลังการปิดพื้นที่กำจัดของเสีย) ด้วยวิธีการที่สามารถปกป้องสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากของเสียดังกล่าว คำจำกัดความนี้นำมาจาก อนุสัญญาบาเซิลว่าด้วยการควบคุมการเคลื่อนย้ายข้ามพรมแดนของของเสียอันตรายและการกำจัดของเสียเหล่านั้นสามารถดูรายได้เพิ่มเติมได้ที่ https://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-e.pdf

	• ชีวมวลจากไม้ต้องมาจากสวนป่าที่สอดคล้องตามเกณฑ์ “การปลูกสร้างสวนป่า” ภายใต้ Thailand Taxonomy
สีเหลือง	N/A[82]
สีแดง	• การผลิตโพลิเมอร์พลาสติกปฐมภูมิส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) • กิจกรรมที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในเกณฑ์สีเขียวหรือสีเหลืองส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Manufacture of Plastics in Primary Form Criteria

6.3 กิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมสีเขียวอื่นๆ (Enabling Activities)

หัวข้อนี้ครอบคลุมถึงกิจกรรมการผลิตที่อาจเป็นแหล่งกำเนิดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางส่วน แต่ผลกระทบของกิจกรรมเหล่านี้ที่มีต่อการลดการปล่อยคาร์บอนในภาคส่วนอื่นนั้นมีมากจนสามารถละเลยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้นของกิจกรรมเหล่านี้ได้ ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากสถานะปัจจุบันของเศรษฐกิจและสังคมไปสู่สังคมที่ยั่งยืนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของความตกลงปารีสและเป้าหมายการลดการปล่อยคาร์บอนในระดับชาติ กิจกรรมประเภทนี้อาจเป็นประโยชน์สูงสุด ในอนาคตเมื่อเศรษฐกิจพัฒนาไปและผลิตภัณฑ์ของภาคส่วนเหล่านี้แพร่หลายมากขึ้น อาจจำเป็นต้องพิจารณากระบวนการผลิตและการออกสินทรัพย์เหล่านี้ในเบื้องต้น จนกว่าจะถึงเวลานั้น การป้องกันผลกระทบเชิงลบที่จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมเหล่านี้ได้นั้น สามารถปฏิบัติตามหลักการไม่สร้างผลกระทบเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญ (Do-No-Significant-Harm: DNSH)

1. การผลิตแบตเตอรี่ (Manufacture of batteries)

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตแบตเตอรี่
มาตรฐาน ISIC	2720
คำอธิบาย	การผลิตหรือการรีไซเคิลแบตเตอรี่แบบชาร์จไฟได้ ชุดแบตเตอรี่และตัวสะสมพลังงานสำหรับการขนส่ง การกักเก็บพลังงานแบบที่ติดตั้งอยู่กับที่ (stationary) และแบบที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า (off-grid) และการใช้งานเชิงอุตสาหกรรมอื่นๆ การผลิตส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (สารประกอบของแบตเตอรี่ เซลล์แบตเตอรี่ ตัวเรือนแบตเตอรี่ และส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์)

[82] เงื่อนไขและตัวชี้วัดสำหรับการผลิตพลาสติกไม่มีเกณฑ์สีเหลือง เนื่องจากการผลิตประเภทนี้ไม่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยการทยอยแทนที่องค์ประกอบต่าง ๆ ของห่วงโซ่การผลิต แต่สามารถปรับเปลี่ยนได้แบบครบชุดตามประเภทของวัตถุดิบที่ใช้งานเท่านั้น

วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) และการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนและปรับตัวสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน (Resource resilience and circular economy promotion)
สีเขียว[83]	กิจกรรมจะต้องเข้าเงื่อนไขอย่างน้อยหนึ่งข้อดังต่อไปนี้ • กิจกรรมทางเศรษฐกิจคือการผลิตแบตเตอรี่แบบชาร์จไฟได้ ชุดแบตเตอรี่และตัวสะสมพลังงาน (และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง) รวมถึงจากวัตถุดิบทุติยภูมิ • กิจกรรมเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนวัตถุประสงค์ของแบตเตอรี่ที่ผลิตแล้ว • การรีไซเคิลแบตเตอรี่ที่หมดอายุการใช้งาน
สีเหลือง	N/A
สีแดง	N/A
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Manufacture of Batteries Criteria

2. การผลิตเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน (Manufacture of renewable energy technologies)

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน
มาตรฐาน ISIC	ใช้ได้กับหลายรหัส ISIC
คำอธิบาย	การผลิตเทคโนโลยี ส่วนประกอบ และชิ้นส่วนที่จำเป็นต่อการทำงานของเทคโนโลยีพลังงานคาร์บอนต่ำหรือเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน ตามที่กำหนดไว้ในภาคพลังงานของ Thailand Taxonomy
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change adaptation) การใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำและทะเลอย่างยั่งยืน (Sustainable use and protection of marine and water resources) และการป้องกันและควบคุมมลพิษ (Pollution prevention and control)
สีเขียว	กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ผลิตเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่สอดคล้องตามเกณฑ์สีเขียวที่กำหนดไว้ใน Taxonomy ฉบับปัจจุบัน (เกณฑ์สีเขียว)
สีเหลือง	N/A
สีแดง	การผลิตส่วนประกอบ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัด การผลิต หรือการจำหน่ายเชื้อเพลิงฟอสซิลเพียงอย่างเดียวส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก

[83] ปัญหาด้านการจัดหาแหล่งวัตถุดิบยังไม่ได้รับการแก้ไขในขณะนี้เนื่องจากไม่มีเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงควรปรับปรุง Taxonomy ในประเด็นนี้โดยเร็วเมื่อมีการพัฒนาเกณฑ์เหล่านี้ขึ้น ในช่วงเวลานี้ผลกระทบเชิงลบที่อาจเกิดขึ้นจากการสกัดทรัพยากรอย่างไม่เหมาะสมจะได้รับการแก้ไขผ่านการใช้หลักการ DNSH

แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Manufacture of Renewable Energy Technologies Criteria

3. การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อการขนส่ง (Manufacture of low-carbon technologies for transport)

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อการขนส่ง
มาตรฐาน ISIC	ใช้ได้กับหลายรหัส ISIC
คำอธิบาย	การผลิต ซ่อมแซม บำรุงรักษา ปรับปรุงใหม่ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์ และอัปเกรดยานพาหนะขนส่งคาร์บอนต่ำ ยานพาหนะล้อเลื่อนและเรือ ตลอดจนส่วนประกอบที่ช่วยให้เรือเปลี่ยนจากเกณฑ์สีเหลืองให้เป็นเกณฑ์สีเขียว
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	การผลิตยานพาหนะขนส่งคาร์บอนต่ำและส่วนประกอบสำคัญ[84] กองยานพาหนะและเรือที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน Taxonomy ฉบับปัจจุบัน (เกณฑ์สีเขียวและสีเหลือง) ถือว่าเข้าเงื่อนไข
สีเหลือง	N/A
สีแดง	การผลิตยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Manufacture of Low-Carbon Technologies for Transport Criteria

4. การผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอาคาร (Manufacture of energy efficiency equipment for buildings)

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอาคาร
มาตรฐาน ISIC	ใช้ได้กับหลายรหัส ISIC
คำอธิบาย	การผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอาคาร
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ขึ้นอยู่กับว่าอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นรองรับความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกหรือในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือไม่) (Climate change adaptation)
สีเขียว	กิจกรรมทางเศรษฐกิจเกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบหลักจำนวนหนึ่งรายการขึ้นไปดังต่อไปนี้ ซึ่งจำเป็นในการสนับสนุนกิจกรรม "**การติดตั้ง การบำรุงรักษา และการ**

[84] ส่วนประกอบที่มุ่งจะนำไปใช้ในยานพาหนะที่เป็นไปตามเกณฑ์ของ Taxonomy เท่านั้น

	ซ่อมแซม ที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะอุปกรณ์ภายในอาคาร" จาก Taxonomy ฉบับปัจจุบัน ซึ่งรวมถึง (แต่ไม่จำกัดเพียง) • แหล่งกำเนิดแสงได้รับการจัดอันดับเป็นประเภทประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุดตามมาตรฐานตลาดภายในประเทศ[85] • ระบบทำความร้อนและน้ำร้อนในอาคารที่ได้รับการจัดอันดับเป็นประเภทประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด 2 อันดับตามมาตรฐานตลาดภายในประเทศ • ระบบทำความเย็นและระบายอากาศที่ได้รับการจัดอันดับเป็นประเภทประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด 2 อันดับตามมาตรฐานตลาดภายในประเทศ • ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติโดยการตรวจจับความเคลื่อนไหวและระดับแสงธรรมชาติ • ปั๊มความร้อนที่เป็นไปตามเกณฑ์การประเมินทางเทคนิคที่กำหนดไว้ใน Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว) • องค์ประกอบด้านหน้าและหลังคาที่ทำหน้าที่บังแดดหรือควบคุมแสงอาทิตย์ รวมถึงองค์ประกอบที่รองรับการเติบโตของพืช • ระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมอาคารประหยัดพลังงานสำหรับอาคารที่อยู่อาศัยและอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย • เทอร์โมสตัทแบบแบ่งโซนและอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับการติดตามของโหลดไฟฟ้าหลักหรือโหลดความร้อนสำหรับอาคารและอุปกรณ์เซ็นเซอร์ • ผลิตภัณฑ์สำหรับการวัดความร้อนและการควบคุมเทอร์โมสตัทสำหรับบ้านแต่ละหลังที่เชื่อมต่อกับระบบทำความร้อนของเขต การควบคุมเทอร์โมสตัทสำหรับแฟลตแต่ละแห่งที่เชื่อมต่อกับระบบทำความร้อนส่วนกลางที่ให้บริการสำหรับทั้งอาคาร และการควบคุมเทอร์โมสตัทสำหรับระบบทำความร้อนส่วนกลาง • เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของเขตและสถานีย่อยที่สอดคล้องกับกิจกรรมการจ่ายความร้อน/ความเย็นของเขตที่กำหนดไว้ใน Taxonomy (เกณฑ์สีเขียว) • ผลิตภัณฑ์อัจฉริยะสำหรับการติดตามและควบคุมระบบทำความร้อนและอุปกรณ์เซ็นเซอร์
สีเหลือง	N/A
สีแดง	การผลิตอุปกรณ์อาคารที่อำนวยความสะดวกในการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
Criteria Reference	EU Taxonomy Manufacture of Energy Efficiency Equipment for Buildings

[85] สำหรับประเทศไทยต่อไปนี้จะใช้ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 “3 ดาว” หรือ ฉลากประหยัดพลังงาน เป็นเกณฑ์มาตรฐาน (แล้วแต่กรณี)

5. การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำอื่น ๆ (Manufacture of other low-carbon technologies)

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การผลิตเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำอื่นๆ
มาตรฐาน ISIC	ใช้ได้กับหลายรหัส ISIC
คำอธิบาย	การผลิตสินค้าในครัวเรือนที่จัดอยู่ในระดับสูงสุดภายใต้โครงการประสิทธิภาพพลังงานระดับชาติ[86] และการผลิตเทคโนโลยีที่มุ่งเป้าไปที่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญในภาคส่วนอื่นๆ ของเศรษฐกิจ
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	กิจกรรมการผลิตปฏิบัติต้องตามอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ • การผลิตสินค้าในครัวเรือนที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพระดับสูงสุดตามที่กำหนดโดยโครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5[87] หรือระบบการจัดอันดับฉลากประหยัดพลังงาน[88] • การผลิตเทคโนโลยีที่มุ่งเป้าไปที่และพิสูจน์ให้เห็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญตลอดอายุการใช้งาน[89] เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยี/ผลิตภัณฑ์/มาตรการทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่มีอยู่ในตลาด (รวมถึงเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินมาตรการเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของ Thailand Taxonomy) • อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดของเสีย ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ Taxonomy criteria ภายใต้ภาคการจัดการของเสีย
สีเหลือง	N/A
สีแดง	N/A
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Manufacture of Other Low-Carbon Technology Criteria

[86] สำหรับประเทศไทยต่อไปนี้จะใช้ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 “3 ดาว” หรือ ฉลากประหยัดพลังงาน เป็นเกณฑ์มาตรฐาน (แล้วแต่กรณี)

[87] https://labelno5.egat.co.th/กองส่งเสริมมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า และฝ่ายจัดการด้านการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.), “โครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 -,” EGAT, n.d., https://labelno5.egat.co.th/home/

[88] กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, “ฉลากประสิทธิภาพสูง,” n.d., http://www.gmwebsite.com/upload/asiapackprint.com/file/D3.pdf

[89] การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ประหยัดได้ตลอดอายุการใช้งานจะคำนวณโดยใช้มาตรฐาน ISO 14067:2018, ISO 14064-1:2018 หรือมาตรฐานที่ใกล้เคียงกัน

6.4 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS-Related Activities)

1. การดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS): การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (point-source) (CCS/CCUS: Point-source capture of CO_2)

ภาคเศรษฐกิจ	การดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS)
กิจกรรม	การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (เช่น ปล่องควัน)
มาตรฐาน ISIC	ไม่มีรหัส
คำอธิบาย	การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปล่องควันในโรงงานอุตสาหกรรมหรือโรงไฟฟ้า
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	กิจกรรมเป็นไปตามเกณฑ์ทั้งหมดดังต่อไปนี้ • การดักจับ CO_2 เฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (point-source) จะเข้าเงื่อนไขเป็นเพียงกิจกรรมเสริมสำหรับกิจกรรมใน Taxonomy (เช่น ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต) และ • การดักจับ CO_2 เฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (point-source) จะเข้าเงื่อนไขเป็นกิจกรรมสีเขียวหากทำให้กิจกรรมเป้าหมายสอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวสำหรับกิจกรรมเฉพาะ วิธีการนำตัวเลือกนี้ไปใช้สำหรับแต่ละภาคเศรษฐกิจนั้น สามารถดูได้ที่หัวข้อกิจกรรมเฉพาะ (เกี่ยวข้องกับหัวข้อการผลิตซีเมนต์ เหล็กและเหล็กกล้า อะลูมิเนียม ไฮโดรเจน และเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน)
สีเหลือง	กิจกรรมเป็นไปตามเกณฑ์ทั้งหมดดังต่อไปนี้ • การดักจับ CO_2 เฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (point-source) จะเข้าเงื่อนไขเป็นเพียงกิจกรรมเสริมสำหรับกิจกรรมใน Taxonomy ฉบับนี้ (เช่น ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต) • การดักจับ CO_2 จากแหล่งกำเนิดแบบจุด (point-source) จะเข้าเงื่อนไขเป็นกิจกรรมสีเหลืองหากทำให้กิจกรรมเป้าหมายสอดคล้องกับเกณฑ์สีเหลืองสำหรับกิจกรรมเฉพาะ วิธีการนำตัวเลือกนี้ไปใช้สำหรับแต่ละภาคเศรษฐกิจนั้น สามารถดูได้ที่หัวข้อกิจกรรมเฉพาะ (เกี่ยวข้องกับหัวข้อการผลิตซีเมนต์ เหล็กและเหล็กกล้า อะลูมิเนียม ไฮโดรเจน และเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน รวมทั้งการผลิตพลังงานจากก๊าซฟอสซิล)
สีแดง	N/A
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	Singaporean Taxonomy

2. การขนส่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้ (Transportation of captured CO_2)

ภาคเศรษฐกิจ	การดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS)
กิจกรรม	การขนส่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้
มาตรฐาน ISIC	ไม่มีรหัส
คำอธิบาย	การขนส่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้ผ่านท่อ โดยทางเรือ ถังเก็บน้ำมันทางรถไฟ หรือรถบรรทุก
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	กิจกรรมเป็นไปตามเกณฑ์ทั้งหมดดังต่อไปนี้ • CO_2 ที่ขนส่งจากสถานที่ติดตั้งซึ่งถูกดักจับไว้ไปยังจุดที่ฉีดจะส่งผลให้ - **หากขนส่งทางทะเล:** การรั่วไหลของ CO_2[90] ต้องน้อยกว่า 3% ของมวลของ CO_2 ที่ขนส่งโดยไม่คำนึงถึงระยะทางและน้อยกว่า 2% หลังจากปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) **หรือ** - **หากขนส่งผ่านท่อ:** การรั่วไหลของ CO_2 ต้องน้อยกว่า 0.5% ของมวลของ CO2 ที่ขนส่ง • CO_2 จะถูกส่งไปยังสถานที่กักเก็บ CO_2 ถาวรที่ตรงตามเกณฑ์สำหรับการกักเก็บ CO2 ทางธรณีวิทยาใต้ดินที่กำหนดไว้ในหัวข้อกิจกรรม "การกักเก็บ CO_2 ที่ดักจับไว้อย่างถาวร" • ระบบตรวจจับการรั่วไหลที่เหมาะสมถูกนำมาใช้ และมีแผนการติดตาม โดยจัดทำรายงานที่ตรวจสอบโดยหน่วยงานอิสระ (Third party) • กิจกรรมอาจรวมถึงการติดตั้งสินทรัพย์ที่เพิ่มความยืดหยุ่นและปรับปรุงการจัดการเครือข่ายที่มีอยู่
สีเหลือง	กิจกรรมเป็นไปตามเกณฑ์ทั้งหมดดังต่อไปนี้ • การปรับปรุงใหม่ของระบบขนส่ง CO_2 ที่มีอยู่เพื่อลดอัตราการรั่วไหลจากอัตราปัจจุบันเป็นอัตราที่กำหนดไว้ในเกณฑ์สีเขียวเข้าเงื่อนไขเป็นกิจกรรมสีเหลือง • อัตราการรั่วไหลเริ่มต้นจะต้องไม่เกิน 10% ของมวลของ CO_2 ที่ขนส่ง ไม่ว่าจะขนส่งด้วยวิธีใดก็ตาม • CO_2 จะถูกส่งไปยังสถานที่กักเก็บ CO_2 ถาวรที่ตรงตามเกณฑ์สำหรับการกักเก็บ CO_2 ทางธรณีวิทยาใต้ดินที่กำหนดไว้ในหัวข้อ «การกักเก็บ CO_2 ที่ดักจับไว้อย่างถาวร» • ระบบตรวจจับการรั่วไหลที่เหมาะสมถูกนำมาใช้ และมีแผนการติดตาม โดยจัดทำรายงานที่ตรวจสอบโดยหน่วยงานอิสระ

[90] การรั่วไหลหมายถึงการสูญเสียที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิดซึ่งเกิดจากรอยรั่วของอุปกรณ์ อุบัติเหตุ การก่อวินาศกรรม และปัญหาด้านการแสวงหาประโยชน์

	• กิจกรรมอาจรวมถึงการติดตั้งสินทรัพย์ที่เพิ่มความยืดหยุ่นและปรับปรุงการจัดการเครือข่ายที่มีอยู่ • มีการกำหนดวันสิ้นสุดกิจกรรมนี้ในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040)
สีแดง	การขนส่งหรือการปรับปรุงระบบขนส่งใหม่ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์สีเขียวและสีเหลืองที่เกี่ยวข้องส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Transport of CO2 Criteria; Singaporean Taxonomy

3. การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้อย่างถาวร (Permanent sequestration of captured CO_2)

ภาคเศรษฐกิจ	การดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS)
กิจกรรม	การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไว้อย่างถาวร
มาตรฐาน ISIC	ไม่มีรหัส
คำอธิบาย	การกักเก็บ CO_2 ที่ดักจับไว้แบบถาวรในชั้นหินใต้ดินที่เหมาะสม กิจกรรมนี้ไม่รวมถึงกิจกรรมการกักเก็บตามธรรมชาติ
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	การก่อสร้างหรือการดำเนินการสถานที่กักเก็บ CO_2 ถาวรจะเข้าเงื่อนไขหากสถานที่กักเก็บดังกล่าวเป็นไปตามข้อกำหนดและคำแนะนำของมาตรฐาน ISO 27914:2017 (หรือมาตรฐานระดับชาติหรือระดับนานาชาติอื่นใดที่เทียบเคียงได้) ว่าด้วยการกักเก็บ CO_2 ทางธรณีวิทยา
สีเหลือง	N/A
สีแดง	การก่อสร้างสถานที่กักเก็บใหม่ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 27914:2017 (หรือมาตรฐานระดับชาติหรือระดับนานาชาติอื่นใดที่เทียบเคียงได้) ส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	EU Taxonomy Underground Permanent Geological Storage of CO2 Criteria; Singaporean Taxonomy

4. การใช้ประโยชน์จากคาร์บอนที่ดักจับไว้ (Utilisation of captured CO_2)

ภาคเศรษฐกิจ	การดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS)
กิจกรรม	การใช้ประโยชน์จากคาร์บอนที่ดักจับไว้
มาตรฐาน ISIC	ไม่มีรหัส
คำอธิบาย	การใช้ประโยชน์จากคาร์บอนที่ดักจับไว้โดยการดักจับเฉพาะจุดจากแหล่งกำเนิด (point-source) หรือโดยการดักจับจากอากาศโดยตรง (DAC)
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)

สีเขียว	CO_2 ที่ดักจับไว้สามารถนำมาใช้เพื่อผลิตสินค้าคงทน (เช่น วัสดุก่อสร้างที่เก็บไว้ในอาคาร โพลิเมอร์ หรือผลิตภัณฑ์ที่รีไซเคิลได้ซึ่งจะไม่นำไปเผาเพื่อเป็นทางเลือกในการกำจัดขั้นสุดท้าย) หรือเพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมอื่นๆ ที่สอดคล้องกับ Taxonomy (เช่น ผสมกับซีเมนต์หรือเติมลงในเคมีภัณฑ์)
สีเหลือง	N/A
สีแดง	• การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่ปล่อย CO_2 ในทันทีที่ใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้น (เช่น ในยูเรีย เครื่องดื่มอัดลม หรือเชื้อเพลิง) ส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation) • การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขุดเจาะน้ำมัน (Enhanced oil recovery) และการผลิตจากแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่น ส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	เกณฑ์และตัวชี้วัดของกิจกรรมนี้พัฒนาขึ้นสำหรับ Thailand Taxonomy

6.5 กิจกรรมเสริมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน (Auxiliary transitional activity)

1. การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานและมาตรการลดคาร์บอนมาใช้กับกิจกรรมการผลิตที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน Thailand Taxonomy (Introduction of energy efficiency and decarbonisation measures in manufacturing activities not specified in the Thailand Taxonomy)

ภาคเศรษฐกิจ	อุตสาหกรรมการผลิต
กิจกรรม	การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานและมาตรการลดคาร์บอนมาใช้กับกิจกรรมการผลิตที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน Thailand Taxonomy
มาตรฐาน ISIC	รหัสต่างๆ
คำอธิบาย	การนำมาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงาน หรือมาตรการเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้า และการเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ
วัตถุประสงค์	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
สีเขียว	กิจกรรมที่มีระดับความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในเส้นทางที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการของ SBTi ฉบับล่าสุดสำหรับกิจกรรมประเภทนี้ สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวของ Thailand Taxonomy ตัวเลือกนี้ใช้ได้เฉพาะกับกิจกรรมในภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่ไม่มีกรอบกิจกรรมของตนเองใน Taxonomy ฉบับนี้

สีเหลือง	มาตรการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในภาคอุตสาหกรรมการผลิต (ตามที่กำหนดโดยมาตรฐาน ISIC เวอร์ชันล่าสุด) อาจจัดเป็นกิจกรรมเพื่อการเปลี่ยนผ่าน (สีเหลือง) ภายใต้ Thailand Taxonomy หากกิจกรรมนั้นไม่มีเกณฑ์เฉพาะที่ระบุไว้ใน Taxonomy และ **ตัวเลือกที่ 1 (ต้องปฏิบัติตามทั้งสามข้อ) ดังนี้** • มาตรการที่ใช้จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ปริมาณพลังงานที่ป้อนเข้าต่อหน่วยผลผลิต) อย่างน้อย 40% เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของสถานประกอบการก่อนใช้มาตรการ อีกทั้งการลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องสิ้นสุดภายใน sunset date ของกลุ่มกิจกรรมสีเหลือง (ปี ค.ศ. 2040) • หากโรงงานผลิตที่ดำเนินกิจกรรมใช้ไฮโดรคาร์บอนในรูปแบบใดๆ (เชื้อเพลิงหรือวัตถุดิบ) การใช้มาตรการจะต้องส่งผลให้การใช้ไฮโดรคาร์บอนลดลง • สถานประกอบการมีแผนการเปลี่ยนผ่านที่สอดคล้องกับพันธกรณีภายใต้ความตกลงปารีส[91] **ตัวเลือกที่ 2 (ต้องปฏิบัติตามทั้งสองข้อ) ดังนี้** • มาตรการที่ดำเนินการนำไปสู่การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหลักไปใช้ไฟฟ้า • มาตรการที่ดำเนินการต้องนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงประเภทของไฟฟ้าที่บริษัทใช้จากที่ไม่ใช้พลังงานหมุนเวียนไปเป็นการใช้พลังงานหมุนเวียน (สอดคล้องกับเกณฑ์สีเขียวของ Thailand Taxonomy) การได้รับใบรับรองข้อตกลงการซื้อขายพลังงานไฟฟ้า (Power Purchase Agreement: PPA) จะไม่ถูกครอบคลุมโดยเกณฑ์นี้ และผู้จัดการสถานประกอบการจะต้องแสดงหลักฐานการเชื่อมต่อโดยตรงกับแหล่งพลังงานหมุนเวียนหรือหลักฐานการติดตั้งพลังงานหมุนเวียนในสถานที่ การทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียนด้วยพลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนใดๆ ถือว่าสอดคล้องกับเกณฑ์นี้
สีแดง	การใช้มาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ • การผลิตอุปกรณ์เพื่อการสกัดน้ำมัน ก๊าซ และถ่านหิน • การผลิตอุปกรณ์สำหรับการขนส่ง การจัดเก็บ และการแปรรูปไฮโดรคาร์บอนใดๆ • การผลิตยานยนต์ เรือ เครื่องบินที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน • การผลิตอาวุธและระบบอาวุธ (รหัส ISIC 2520) ส่งผลกระทบเชิงลบต่อวัตถุประสงค์การลดก๊าซเรือนกระจก (Climate change mitigation)
แหล่งอ้างอิงของเงื่อนไขและตัวชี้วัด	เกณฑ์และตัวชี้วัดของกิจกรรมนี้พัฒนาขึ้นสำหรับ Thailand Taxonomy โดยอ้างอิงตามร่างแผนการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2567

[91] นำไปใช้ได้หากหน่วยงานด้านวิทยาศาสตร์หรือองค์กรอุตสาหกรรมมีการพัฒนาเส้นทางอ้างอิงที่น่าเชื่อถือและสอดคล้องกับความตกลงปารีส ในกรณีที่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องไม่มีการพัฒนาเส้นทางดังกล่าว ข้อกำหนดนี้อาจไม่ถูกนำมาพิจารณา

ภาคผนวก: ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการผลิตไฮโดรเจนอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 13 มาตรการลดคาร์บอนในการผลิตไฮโดรเจน

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก
มาตรการทั่วไป		
อุปกรณ์และส่วนประกอบในการผลิตไฮโดรเจนคาร์บอนต่ำ	การจัดหาและการติดตั้งเครื่องอิเล็กโทรไลเซอร์ (ชุดอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อแยกน้ำให้เป็นไฮโดรเจน) และเมมเบรนสำหรับเครื่องอิเล็กโทรไลเซอร์	เข้าเงื่อนไขอัตโนมัติ
การดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS)	การติดตั้ง/การจัดหาโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการดักจับการปล่อย CO_2 จากการผลิตไฮโดรเจน	• อัตราการดักจับขั้นต่ำจากกระแสการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการและการเผาไหม้ คือ 90%[92] • รายงานประสิทธิภาพเชิงปริมาณของการดำเนินการดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS) ซึ่งรวมถึงข้อมูลดังต่อไปนี้ - ความสามารถในการดักจับที่มุ่งหวัง ความสามารถในการดักจับสูงสุด การดักจับ CO_2 ประจำปีที่มุ่งหวัง การขนส่ง CO_2 และการกักเก็บ CO_2 • มาตรการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ (MRV) และมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทนในพื้นที่และต้นน้ำ • มีหลักฐาน[93] ที่แสดงให้เห็นว่า CO_2 จะถูกขนส่งและกักเก็บอย่างเหมาะสมตามเกณฑ์ด้าน CCS/CCUS ของ Taxonomy ฉบับปัจจุบัน
การดักจับและการใช้ประโยชน์จากคาร์บอน (CCU)	โครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการดักจับ การขนส่ง และการใช้ประโยชน์จากการปล่อย CO_2 จากการผลิตไฮโดรเจน	• อัตราการดักจับขั้นต่ำจากกระแสการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการและการใช้พลังงานควรอยู่ที่ 90% หรือการลดการปล่อยก๊าซ

[92] ข้อกำหนดด้านอัตราการดักจับขั้นต่ำจะใช้เฉพาะกับการลงทุนที่เฉพาะเจาะจงในโครงสร้างพื้นฐานด้านการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) หรือการดักจับคาร์บอน การใช้ประโยชน์จากคาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอน (CCUS) เท่านั้น การรับรองภาพรวมทั้งสถานประกอบการไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดนี้ หากสถานประกอบการผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านความเข้มข้นของคาร์บอนทั้งหมด

[93] ไม่ว่าโดยตรงจากสถานประกอบการหรือผ่านการทำสัญญาหรือข้อตกลงกับบุคคลที่สาม

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก
		คาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับโรงงานต้องอยู่ที่อย่างน้อย 50%[94] ● ผู้ออกตราสารจะต้องนำเสนอรายงานผลการดำเนินงานเชิงปริมาณของการดำเนินการ CCS/CCUS ซึ่งรวมถึงข้อมูลดังต่อไปนี้[95] - ความสามารถในการดักจับที่มุ่งหวัง ความสามารถในการดักจับสูงสุด การดักจับ CO_2 ประจำปี การขนส่ง CO_2 ประจำปี และการใช้ประโยชน์จาก CO_2 ประจำปี ● ผู้ออกตราสารต้องแสดงให้เห็นว่ามีมาตรการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ (MRV) และมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทนในพื้นที่และต้นน้ำ[96] ● มีหลักฐาน[97] ที่แสดงให้เห็นว่า CO_2 จะถูกขนส่งอย่างเหมาะสมตามเกณฑ์ด้าน CCS/CCUS ของ Taxonomy ฉบับปัจจุบัน ● CO_2 จะต้องถูกใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความทนทาน (เช่น วัสดุก่อสร้างที่เก็บไว้ในอาคาร หรือผลิตภัณฑ์ที่รีไซเคิลได้ซึ่งจะไม่ถูกเผาในฐานะเป็นทางเลือกในการกำจัดขั้นสุดท้าย)

[94] ข้อกำหนดด้านอัตราการดักจับขั้นต่ำจะใช้เฉพาะกับการลงทุนที่เฉพาะเจาะจงในโครงสร้างพื้นฐานด้าน CCS หรือ CCUS เท่านั้น สถานประกอบการที่มีระบบดักจับและกักเก็บคาร์บอนอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดนี้ หากสถานประกอบการผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านความเข้มข้นของคาร์บอน

[95] รายงานผลการดำเนินงานของ CCS/CCUS จะต้องได้รับการตรวจสอบจากหน่วยงานอิสระ

[96] Neil Slater, “DNV GL Launches Certification Framework and Recommended Practice for Carbon Capture and Storage (CCS),” DNV, January 17, 2018, https://www.dnv.com/news/dnv-gl-launches-certification-framework-and-recommended-practice-for-carbon-capture-and-storage-ccs--108096

ทางเลือกในการติดตามรวมถึงการตรวจวัดจากดาวเทียมหรือจากโดรน คำแนะนำเพิ่มเติมสามารถดูได้ในรายงาน Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector. Monitoring, Reporting and Verification (MRV) and Mitigation United Nations Economic Commission for Europe, “Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector,” ECE ENERGY SERIES (UNITED NATIONS, 2019), https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector__Monitoring__Reporting_and_Verification__MRV__and_Mitigation-_FINAL__with_covers_.pdf

[97] ไม่ว่าโดยตรงจากสถานประกอบการหรือผ่านการทำสัญญาหรือข้อตกลงกับบุคคลที่สาม

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก
		• CO_2 ไม่ควรใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ปล่อย CO_2 โดยทันทีที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้น (เช่น ในยูเรีย เครื่องดื่มอัดลม หรือเชื้อเพลิง) • CO_2 ไม่ถูกนำไปใช้เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการขุดเจาะน้ำมัน (Enhanced oil recovery) และการผลิตแหล่งพลังงานฟอสซิลในรูปแบบอื่น
การเปลี่ยนกระบวนการไปใช้พลังงานไฟฟ้า	การปรับปรุงใหม่ ดัดแปลง และจัดหาอุปกรณ์และโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ ที่จำเป็นในการเปลี่ยนกระบวนการไปใช้พลังงานไฟฟ้า	เข้าเงื่อนไขอัตโนมัติ
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบที่ใช้		
การใช้ชีวมวลเป็นวัตถุดิบ	• โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการผลิตไฮโดรเจนจากชีวมวล • การตกแต่งและปรับปรุงสถานประกอบการใหม่เพื่อใช้ชีวมวล • การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตไฮโดรเจนโดยใช้ชีวมวล	• ชีวมวลที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการจัดหาชีวมวลที่กำหนดไว้ในเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับพลังงานชีวภาพ • ชีวมวลอินทรีย์จากแหล่งปฐมภูมิ (Primary organic streams) จะเข้าเกณฑ์เฉพาะเมื่อได้รับการรับรองว่ายั่งยืนจาก Roundtable on Sustainable Biomaterials หรือจาก International Sustainability and Carbon Certification เท่านั้น • ส่วนไม้จะเข้าเกณฑ์เฉพาะในกรณีที่ผลิตในป่าปลูกที่ยั่งยืนตามที่กำหนดโดยเกณฑ์สำหรับภาคป่าไม้ของ Thailand Taxonomy
การใช้ก๊าซจากที่ฝังกลบขยะเป็นวัตถุดิบ	• โครงสร้างพื้นฐานสำหรับผลิตไฮโดรเจนจากก๊าซจากที่ฝังกลบขยะ • การตกแต่งและปรับปรุงสถานประกอบการใหม่เพื่อใช้ก๊าซจากที่ฝังกลบขยะเป็นวัตถุดิบ	ผู้ออกตราสารต้องแสดงให้เห็นว่ามีมาตรการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ (MRV) และมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทนในพื้นที่และต้นน้ำ[98] ก๊าซจากที่ฝังกลบขยะเป็นไปตามเกณฑ์ของ Taxonomy ภาคการจัดการของเสียและการนำก๊าซจากที่ฝังกลบขยะมาใช้ใหม่

[98] ทางเลือกในการติดตามรวมถึงการตรวจวัดจากดาวเทียมหรือจากโดรน คำแนะนำเพิ่มเติมสามารถดูได้ในรายงานของคณะกรรมาธิการเศรษฐกิจแห่งสหประชาชาติสำหรับยุโรป เรื่อง “Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector,” ECE ENERGY SERIES (UNITED NATIONS, 2019), https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector__Monitoring__Reporting_and_Verification__MRV__and_Mitigation-_FINAL__with_covers_.pdf

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก
	• การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตไฮโดรเจนโดยใช้ก๊าซจากที่ฝังกลบขยะเป็นวัตถุดิบ	
การใช้มีเทนชีวภาพจากมูลสัตว์	• โครงสร้างพื้นฐานสำหรับผลิตไฮโดรเจนจากมีเทนชีวภาพจากมูลสัตว์ • การตกแต่งและปรับปรุงสถานประกอบการใหม่เพื่อใช้มีเทนชีวภาพจากมูลสัตว์ • การจัดหาอุปกรณ์เพื่อผลิตไฮโดรเจนโดยใช้มีเทนชีวภาพจากมูลสัตว์	• ผู้ออกตราสารต้องแสดงให้เห็นว่ามีมาตรการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ (MRV) และมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทน • มีเทนชีวภาพจากมูลสัตว์เป็นไปตามเกณฑ์ของ Taxonomy สำหรับการจัดการของเสียจากการทำปุ๋ยหมัก
มาตรการที่เกี่ยวข้องกับแหล่งพลังงานไฟฟ้า		
การใช้ไฟฟ้าจากพลังงานลม แสงอาทิตย์ น้ำ และความร้อนใต้พิภพ	• โครงสร้างพื้นฐานสำหรับผลิตไฮโดรเจนจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน • การตกแต่งและปรับปรุงสถานประกอบการใหม่เพื่อใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน • การจัดหาอุปกรณ์สำหรับผลิตไฮโดรเจนผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสโดยใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน	พลังงานหมุนเวียนที่ผลิตในสถานที่จะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ของ Taxonomy ฉบับล่าสุดสำหรับแหล่งพลังงานที่เกี่ยวข้อง ผู้ออกตราสารต้องแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มเติมจากพลังงานหมุนเวียนเท่านั้น เพื่อดำเนินการดังกล่าว ผู้ออกตราสารสามารถใช้ตัวเลือกดังต่อไปนี้ • การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง (captive power generation) จากพลังงานหมุนเวียน[99] **หรือ** • ข้อตกลงการซื้อขายไฟฟ้า (PPA) ที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงเชิงพาณิชย์ระหว่างเครื่องอิเล็กโทรไลเซอร์กับกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนใหม่ **หรือ** • ปริมาณไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนส่วนเกินที่อาจต้องถูกจำกัดลง นอกจากนี้ จะต้องแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงเวลาและเชิงภูมิศาสตร์ระหว่างการผลิตไฟฟ้าเพิ่มเติมจากพลังงานหมุนเวียนและการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอิเล็กโทรไลเซอร์

[99] พลังงานที่ผลิตได้จากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

มาตรการ	กิจกรรม	เกณฑ์ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก
		• **ความสัมพันธ์เชิงเวลา:** ผู้ออกตราสารจะต้องแสดงให้เห็นว่ามีการผลิตและใช้ไฟฟ้าไปพร้อมๆ กันในแต่ละเดือนโดยใช้เทคนิคการวัดทางไกล ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่กักเก็บในพื้นที่สามารถนำมาใช้ได้เช่นกัน • **ความสัมพันธ์เชิงภูมิศาสตร์:** ผู้ออกตราสารจะต้องแสดงให้เห็นถึงความสามารถทางกายภาพในการขนส่งไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนไปยังจุดที่ใช้ไฟฟ้า ไฟฟ้าจะต้องไม่ผ่านโซน/พื้นที่ที่ความสามารถของสายส่งไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการสนองความต้องการไฟฟ้า (Grid congestion)
การใช้ไฟฟ้าคาร์บอนต่ำ	โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตไฮโดรเจนโดยใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า	ความเข้มข้นของคาร์บอนของโครงข่ายไฟฟ้าจะต้องประกันว่ากระบวนการผลิตเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานความเข้มข้นของคาร์บอนโดยรวมในตารางเส้นทางการลดคาร์บอนสำหรับการผลิตไฮโดรเจน

คำแนะนำด้านการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

ข้อสังเกตเชิงวิธีการสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต (LCA) ของการปล่อยไฮโดรเจน:

- การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตควรปฏิบัติตามมาตรฐาน ISO std ฉบับล่าสุด[100] (ISO 14040, ISO 14044 สำหรับการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต และ ISO 14067 สำหรับปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์) คำแนะนำ 2013/179/EU จะใช้ได้กับสินทรัพย์ที่ตั้งอยู่ในสหภาพยุโรป ผลลัพธ์ควรได้รับการตรวจสอบโดยหน่วยงานอิสระ
- จะต้องจัดทำประมาณการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับไฮโดรเจนที่มีความบริสุทธิ์ 99.9% โดยปริมาตร และมีความดันเกจอย่างน้อย 3 เมกะปาสคาล (MPa) โดยใช้ค่าแก้ไข (correction factors) สำหรับความดันที่สูงกว่า 3 MPa จะต้องคำนวณรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมจากการอัดก๊าซโดยใช้พลังงานในการอัด (energy compression) ด้วย

[100] มาตรฐาน ISO ดูได้ที่: ISO/TC 207/SC 5 [ISO], "ISO 14044:2006 - Environmental Management — Life Cycle Assessment — Requirements and Guidelines," ISO, 2006, https://www.iso.org/standard/38498.html
ISO/TC 207/SC 5 [ISO], "ISO 14040:2006 Environmental Management — Life Cycle Assessment — Principles and Framework," ISO, 2006, https://www.iso.org/standard/38498.html

- ปัจจัยเชิงวิธีการภายใต้ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสำหรับช่วงเวลา 100 ปี (GWP100) สำหรับก๊าซมีเทนควรมีค่า 28[101]

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก:

$$Etotal = E1 + E2 + E3 + E4 + E5 - E6 + E7 + E8$$

E total: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

E1: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบต้นน้ำ (รวมถึงการจัดหา[102] การแปรรูป การขนส่ง และการกักเก็บ)

E2: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับพลังงานต้นน้ำ (รวมถึงการจัดหา การแปรรูป การขนส่ง และการกักเก็บ)

E3: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive emissions) (รวมถึงการปล่อยไฮโดรเจน)

E4: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการ

E5: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ CCS/CCUS ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานและการรั่วไหล

E6: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคาร์บอนที่ดักจับไว้

E7: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการอัดก๊าซและการทำให้ไฮโดรเจนบริสุทธิ์ (พลังงานที่จำเป็นในการบีบอัดและทำให้ไฮโดรเจนบริสุทธิ์)

E8: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไปยังสถานที่ที่จะใช้ไฮโดรเจน (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลและอื่นๆ ระหว่างการขนส่ง)[103]

---

[101] รายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ฉบับที่ 5 (Fifth Assessment Report) ของ IPCC

[102] ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ โดยอาจเป็นการสกัด การเพาะปลูก หรือการเก็บรวบรวม

[103] ไม่รวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง

แนวทางเพิ่มเติมสำหรับเส้นทางการผลิตที่แตกต่างกันจนถึงจุดผลิต[104]

เอกสารการทำงานด้านระเบียบวิธีของโครงการริเริ่มหุ้นส่วนระหว่างประเทศด้านไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิงในระบบเศรษฐกิจ (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy: IPHE) ประกอบด้วยแนวทางและวิธีการคำนวณเพื่อจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกสำหรับเส้นทางการผลิตดังต่อไปนี้จนถึงจุดผลิต[105]

- กระบวนการผลิตไฮโดรเจนที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลัก (Steam Methane Reforming) ร่วมกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอน/การดักจับ ใช้ประโยชน์ และกักเก็บคาร์บอน (CCS/CCUS): **ภาคผนวก P1 ของเอกสารการทำงานของ IPHE**
- ชีวมวลเป็นวัตถุดิบร่วมกับ CCS/CCUS: **ภาคผนวก P5 ของเอกสารการทำงานของ IPHE**
- การผลิตโดยใช้มูลสัตว์: **P5.4** การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Bio-digestion or anaerobic digestion)
- การผลิตโดยใช้ก๊าซจากที่ฝังกลบขยะ: **P5.4** การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน
- ชีวมวลจากแหล่งทุติยภูมิ: **P.5.5** การเปลี่ยนชีวมวลเป็นก๊าซ
- เอกสารการทำงานของ IPHE ยังมีแนวทางเกี่ยวกับแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการจัดสรรเพื่อการผลิตโดยใช้ชีวมวล
- แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเส้นทางการผลิตไฮโดรเจนจากชีวมวล/CCS/CCUS: **ภาคผนวก P.5.6**
- การจัดสรรสำหรับเส้นทางชีวมวล/CCS/CCUS: **ภาคผนวก P.5.7**

---

[104] วิธีการของ IPHE จะช่วยพัฒนาแนวทางในการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งในอีกไม่กี่เดือนข้างหน้า

[105] IPHE, “Methodology for Determining the Greenhouse Gas Emissions Associated with the Production of Hydrogen” (IPHE Hydrogen Production Analysis Task Force, November 2022), https://www.iphe.net/_files/ugd/45185a_6159cefcd88f4d9283ab0e60f4802cb4.pdf