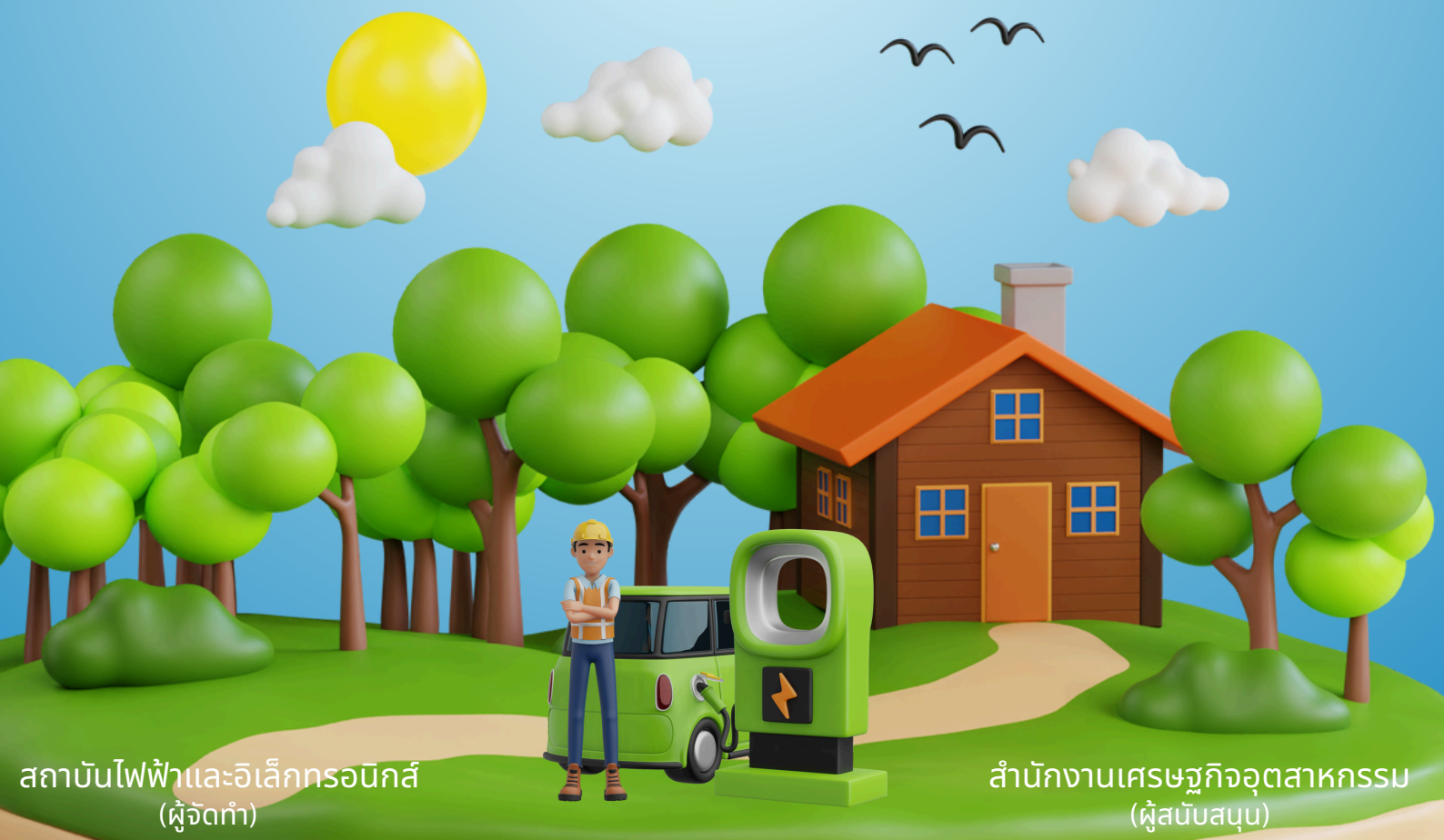


แนวทางการลดและชดเชยการปล่อย GHGs

อุตสาหกรรม ยานยนต์สมัยใหม่

กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์นำร่อง
และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ



สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	1
2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	3
3. Baseline การปล่อย GHGs ของอุตสาหกรรม ยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ	5
4. หลักการจัดทำแนวทางการลดและชดเชย GHGs เพื่อมุ่งสู่ เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ	12
5. แนวทางการลด GHGs เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทาง คาร์บอน (Carbon Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์นำร่อง ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มี นัยสำคัญ	20
6. แนวทางการลด GHGs เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย ความเป็นกลางทาง คาร์บอน (Carbon Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์นำร่อง ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มี นัยสำคัญ	26
7. บรรณานุกรม	32



1. ບຫນ້າ





บทนำ

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ในฐานะหน่วยงานที่มีภารกิจในการจัดทำ บูรณาการ ผลักดัน และขับเคลื่อนนโยบายในการพัฒนาอุตสาหกรรมสู่การเติบโตอย่างยั่งยืน ได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าว จึงจัดทำ “โครงการยกระดับภาคอุตสาหกรรม เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality)” โดยมุ่งหวังให้ภาคอุตสาหกรรมเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรการผลิต ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตและลดต้นทุนการผลิตเพื่อนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านประสิทธิภาพและผลิตภาพการผลิต เกิดการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมอย่างยั่งยืน ตลอดจนพร้อมรับข้อตกลง ข้อผูกพัน หรือมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ รวมทั้งเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ภายใต้โครงการยกระดับภาคอุตสาหกรรม เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ได้ดำเนินการคัดเลือกผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต จำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ ใน 2 อุตสาหกรรม ได้แก่ แผงวงจรไฟฟ้า (PCBA) จากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ และ ตัวถังรถยนต์ (Chassis) จากอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ที่มีนัยสำคัญ และห่วงโซ่อุปทาน เพื่อจัดทำปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและใช้เป็นข้อมูลฐาน (Baseline) สำหรับการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกพร้อมทั้งสาธิตการยกระดับสถานประกอบการที่ผลิตผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต และสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ ตามแนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควบคู่ไปกับการเพิ่มผลิตภาพการผลิต อีกทั้งจัดทำแนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตและห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ จำนวน 2 ฉบับ ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ในการเตรียมความพร้อมและรับมือต่อการปรับตัวเพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนทั้งในและต่างประเทศ

เอกสารแนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฉบับนี้เป็นแนวทางสำหรับภาคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ สำหรับใช้เป็นแนวทางเพื่อเตรียมความพร้อมและรับมือต่อการปรับตัวสำหรับการจัดทำปริมาณก๊าซเรือนกระจก การลดและชดเชยก๊าซเรือนกระจกของสถานประกอบการ เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ

2. ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม





ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาตามช่วงวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ จะทำให้เห็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ละช่วงชีวิตผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญมากขึ้น โดยช่วงวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แบ่งเป็น 5 ช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

1. การได้มาซึ่งวัตถุดิบ

วัตถุดิบ เช่น สารเคมี, สารตั้งต้น, วัตถุดิบตั้งต้น, การขนส่งวัตถุดิบ เป็นต้น

2. กระบวนการผลิต

การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต, ของเสียจากกระบวนการผลิต เช่น น้ำเสีย เศษของเสีย/ขยะจากกระบวนการผลิต, สารเคมีจากสี/สารเคลือบ เป็นต้น

3. การกระจายสินค้า

การขนส่งสินค้า

4. การใช้ยาน

การใช้พลังงานของการชาร์จแบตเตอรี่, การซ่อมแซมและซ่อมบำรุงชิ้นส่วน/อะไหล่ ต่าง ๆ เป็นต้น

5. การกำจัดซาก

แบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งาน, ชิ้นส่วนและอะไหล่ที่หมดอายุการใช้งาน, โครงรถยนต์ที่เสื่อมสภาพ เป็นต้น



3. Baseline การปล่อย GHGs ของ ผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรม ยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทาน ที่มีนัยสำคัญ





Baseline การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์นำร่องใน อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เกิดจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโลกในปริมาณที่สูงเกินความสามารถในการดูดซับของธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดการสะสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุหลักจากการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) ตั้งแต่การเริ่มเข้าสู่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม

ภาคอุตสาหกรรมเป็นกำลังหลักที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของทุกประเทศ เห็นได้จากสัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวม (Gross Domestic Products: GDP) ของแต่ละประเทศ ซึ่งค่าของ GDP นี้ไม่ได้เพียงสะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Economic Activity) เท่านั้น แต่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้พลังงาน (Energy Consumption) ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความสัมพันธ์กับค่า GDP อย่างชัดเจน ทำให้เป็นหลักการของการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกแบบ Carbon Intensity โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้พลังงานเป็นส่วนที่มีปริมาณสูงที่สุด อีกทั้งปริมาณการใช้พลังงานมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มสูงขึ้นตามค่า GDP จึงเป็นที่มาของหลักการพิจารณาค่า GDP เทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละประเทศและเป็นหลักการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกแบบ Carbon Intensity – Energy ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความสัมพันธ์กับสถานะเศรษฐกิจโลกอย่างชัดเจน จึงได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของทั้งคู่กันอย่างแพร่หลาย

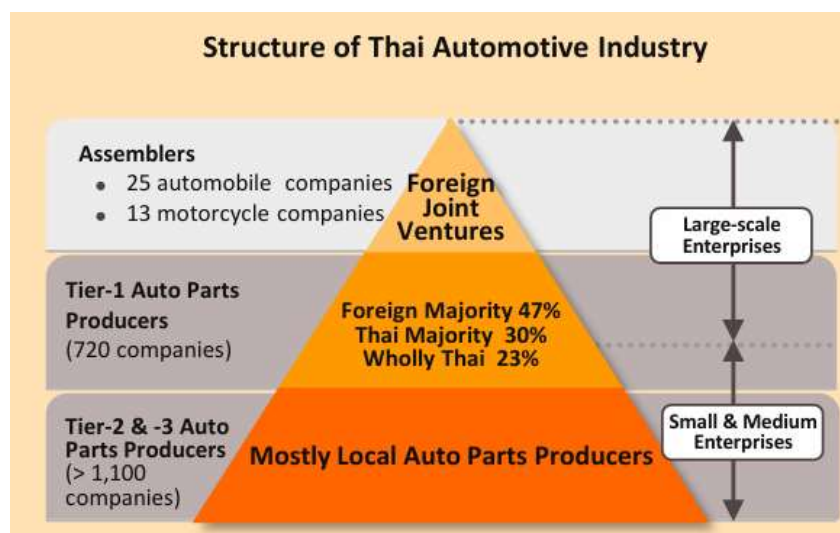
สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมจึงได้ดำเนินการจัดทำ Baseline ของผลิตภัณฑ์นำร่องของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ และแนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ภายใต้โครงการการยกระดับภาคอุตสาหกรรมเพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนขึ้น



สำหรับโครงสร้างผู้ประกอบการของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานในประเทศไทยแสดงรูปที่ 1 โดย

(1) ผู้ผลิตชิ้นส่วน Tier-1 ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ Tier-1 เป็นกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วน ๖ และส่งให้กับค่ายผู้ผลิต/ประกอบรถยนต์โดยตรง โดยที่ชิ้นส่วน ๖ เหล่านี้แบ่งเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มระบบส่งกำลัง (Powertrain) ระบบช่วงล่าง (Suspension) ระบบไฟฟ้า (Electrical and Electronic) กลุ่มตัวถัง (Body and Chassis) และกลุ่มชิ้นส่วนอื่นๆ (Other) ซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นกลุ่มกิจการขนาดใหญ่ (Large Scale Enterprises) โดยผู้ผลิตชิ้นส่วน Tier-1 เป็นกลุ่มที่มีคุณภาพของมาตรฐานการผลิตในระดับสูง เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตรายานยนต์

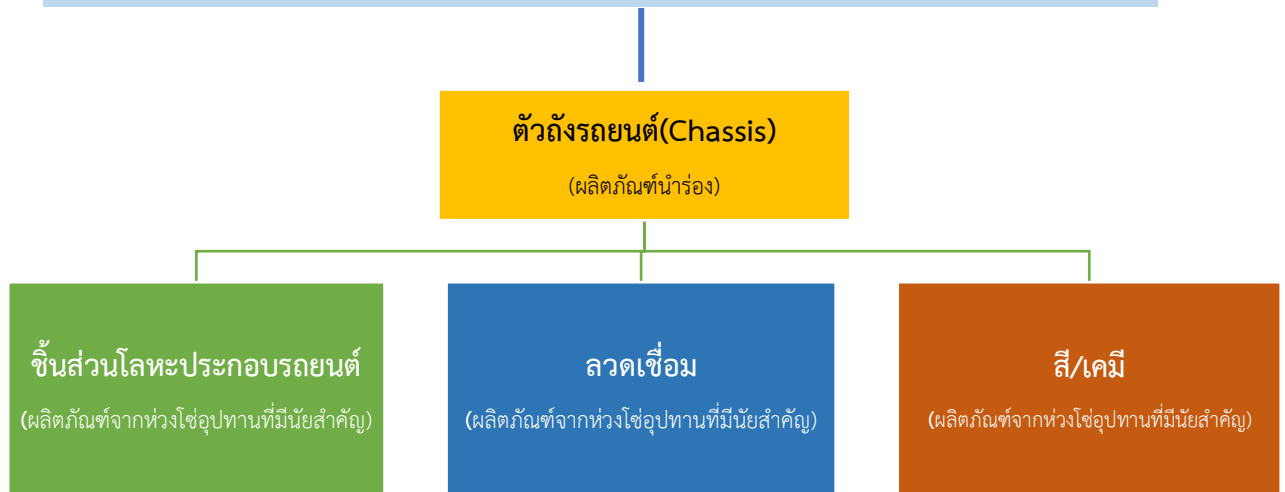
(2) ผู้ผลิตชิ้นส่วน Tier-2 และ Tier-3 ส่วนใหญ่เป็นธุรกิจขนาด SME ซึ่งเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วน ๖ ย่อยหรือจัดหาวัตถุดิบ เช่น โลหะ พลาสติก ยาง กระดาษ ผ้า ส่งผู้ผลิตชิ้นส่วน Tier 1



รูปที่ 1 โครงสร้างผู้ผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ [ที่มา: Thailand Automotive Institute]

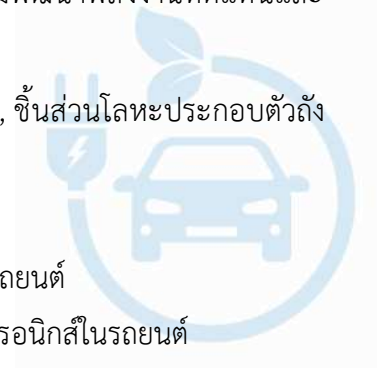
ทั้งนี้จากเป้าหมายในการสนับสนุนสถานประกอบการสัญชาติไทยในการเปลี่ยนผ่านจากยานยนต์สันดาปภายในสู่ยานยนต์ไฟฟ้า พบว่าชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นชิ้นส่วนใช้ร่วมกัน (Common Part) ของผลิตภัณฑ์ทั้งสอง คือ ตัวถังรถยนต์ (Body & Chassis) ซึ่งประเทศไทยมีผู้ประกอบการสัญชาติไทยเป็นจำนวนมาก จึงเป็นผลิตภัณฑ์นำร่องเป้าหมายในการศึกษาในครั้งนี้ และเมื่อพิจารณาวัตถุดิบในห่วงโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องพบว่าห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญของตัวถังรถยนต์ตามข้อกำหนดข้างต้นจึงประกอบไปด้วย ชิ้นส่วนโลหะที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตตัวถังรถยนต์ซึ่งมีการใช้ลวดเชื่อมในการประกอบชิ้นส่วนโลหะเข้าด้วยกัน และมีการใช้สี/เคมีเพื่อเคลือบป้องกันสนิม ดังแสดงในรูปที่ 2

จุดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญของผลิตภัณฑ์นาร่อง
และผลิตภัณฑ์ห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ

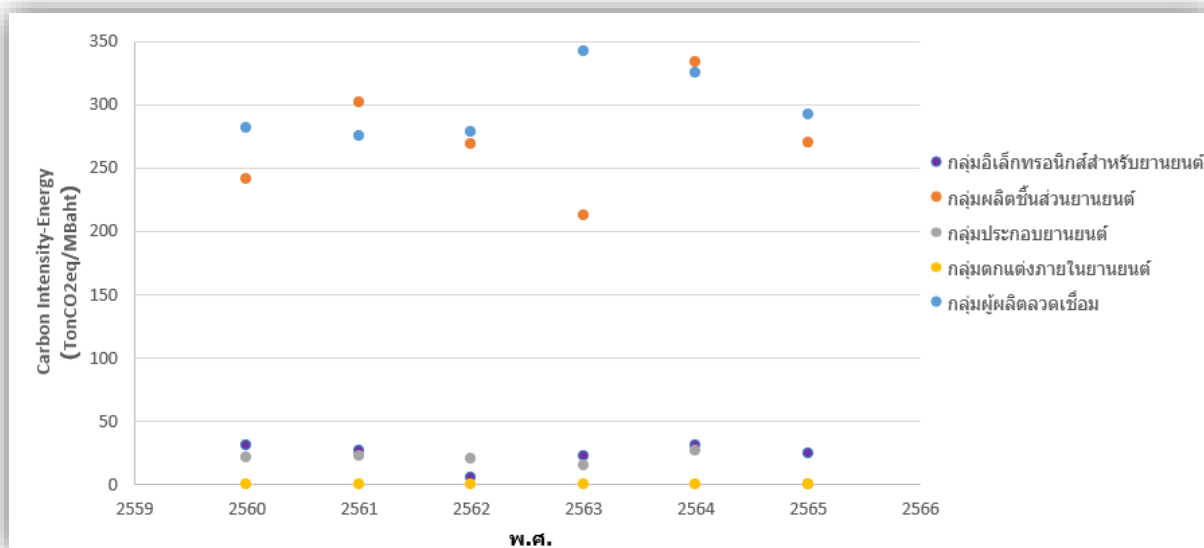


จากข้อมูลชุดข้อมูลอ้างอิงตามหมายเลข TSIC-ID โดยข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) สามารถจัดกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อจัดทำข้อมูลฐานได้ดังนี้

1. กลุ่มผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ตัวถังรถยนต์ (Chassis), ชิ้นส่วนโลหะประกอบตัวถังรถยนต์, สี/เคมี เป็นต้น
2. กลุ่มประกอบยานยนต์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น รถยนต์
3. กลุ่มตกแต่งภายในยานยนต์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น พลาสติกตกแต่งภายในรถยนต์
4. กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับยานยนต์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์
5. กลุ่มผู้ผลิตลวดเชื่อม ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ลวดเชื่อม



จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถานประกอบการอุตสาหกรรม ยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ สามารถนำข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2560 ถึง 2565 มาจัดทำข้อมูล ฐาน (Baseline) ของค่า Carbon Intensity - Energy ได้ดังรูปที่ 2 และสรุปค่าเฉลี่ย Carbon Intensity - Energy ได้ดังตารางที่ 1



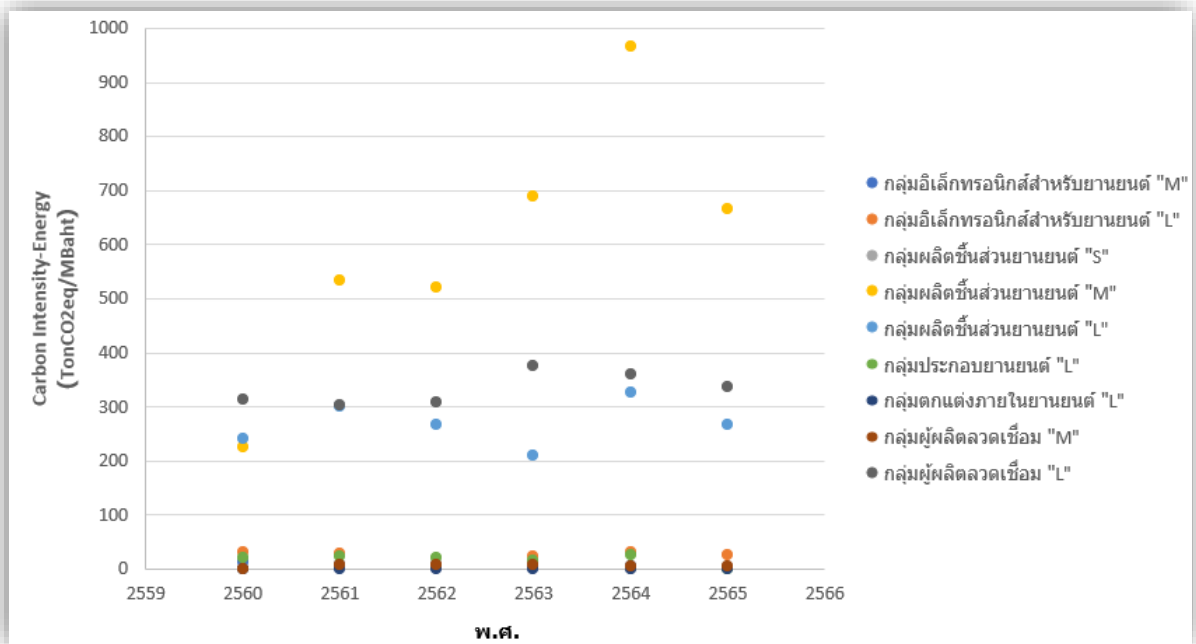
รูปที่ 2 แผนภาพปริมาณการปล่อย Carbon Intensity - Energy ของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ

ค่า Carbon Intensity - Energy เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานเทียบกับมูลค่ารายได้จากการผลิตสินค้าและบริการ

ตารางที่ 1 สรุปปริมาณ Carbon Intensity-Energy อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ

อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ	ค่าเฉลี่ย Carbon Intensity - Energy (หน่วย: tCO ₂ eq/ล้านบาท)
1. กลุ่มผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	271.70
2. กลุ่มประกอบยานยนต์	18.02
3. กลุ่มตกแต่งภายในรถยนต์	0.59
4. กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับยานยนต์	24.01
5. กลุ่มผู้ผลิตลวดเชื่อม	299.27

เมื่อพิจารณาตามขนาดของอุตสาหกรรม ตามขนาด S-M-L แสดงดังรูปที่ 3 และสรุปค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 2



รูปที่ 3 แผนภาพปริมาณการปล่อย Carbon Intensity – Energy ของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญแบ่งตามขนาด S-M-L

ตารางที่ 2 สรุปปริมาณ Carbon Intensity - Energy แบบแยกขนาดธุรกิจ S-M-L

อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ	ค่าเฉลี่ย Carbon Intensity – Energy (หน่วย: tCO ₂ eq/ล้านบาท)
1. กลุ่มผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	
ธุรกิจขนาด S	7.92
ธุรกิจขนาด M	599.93
ธุรกิจขนาด L	268.51
2. กลุ่มประกอบยานยนต์	
ธุรกิจขนาด L	18.02
3. กลุ่มตกแต่งภายในรถยนต์	
ธุรกิจขนาด L	0.59
4. กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับยานยนต์	
ธุรกิจขนาด M	5.92
ธุรกิจขนาด L	24.06
5. กลุ่มผู้ผลิตลวดเชื่อม	
ธุรกิจขนาด M	6.67
ธุรกิจขนาด L	333.17

ทั้งนี้ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตและห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญนี้ พบว่าจุดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญของผลิตภัณฑ์นำร่องและผลิตภัณฑ์ในห่วงโซ่อุปทานเป็นจุดเดียวกันเนื่องจากกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญมีระบบการผลิต เครื่องจักร ตลอดจนอุปกรณ์ประเภทเดียวกันและลักษณะการใช้งานที่เหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 3 และแสดงค่าในตารางที่ 3



รูปที่ 4 แผนผังแสดงจุดปล่อยก๊าซเรือนกระจกผลิตภัณฑ์นำร่องและผลิตภัณฑ์ห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ
ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามหลักการ Carbon Intensity-Energy*

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์นำร่องและผลิตภัณฑ์จากห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ	Carbon Intensity – Energy (tCO ₂ eq/ล้านบาท)
1.	ตัวถังรถยนต์ (Chassis)	1.755
ผลิตภัณฑ์จากห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ		
2.	ผลิตภัณฑ์เหล็กและโลหะ	3.493
3.	ผลิตภัณฑ์พลาสติก	2.684

หมายเหตุ: * ปริมาณที่ได้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานความยั่งยืนที่บริษัทได้ยื่นข้อมูลแก่ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

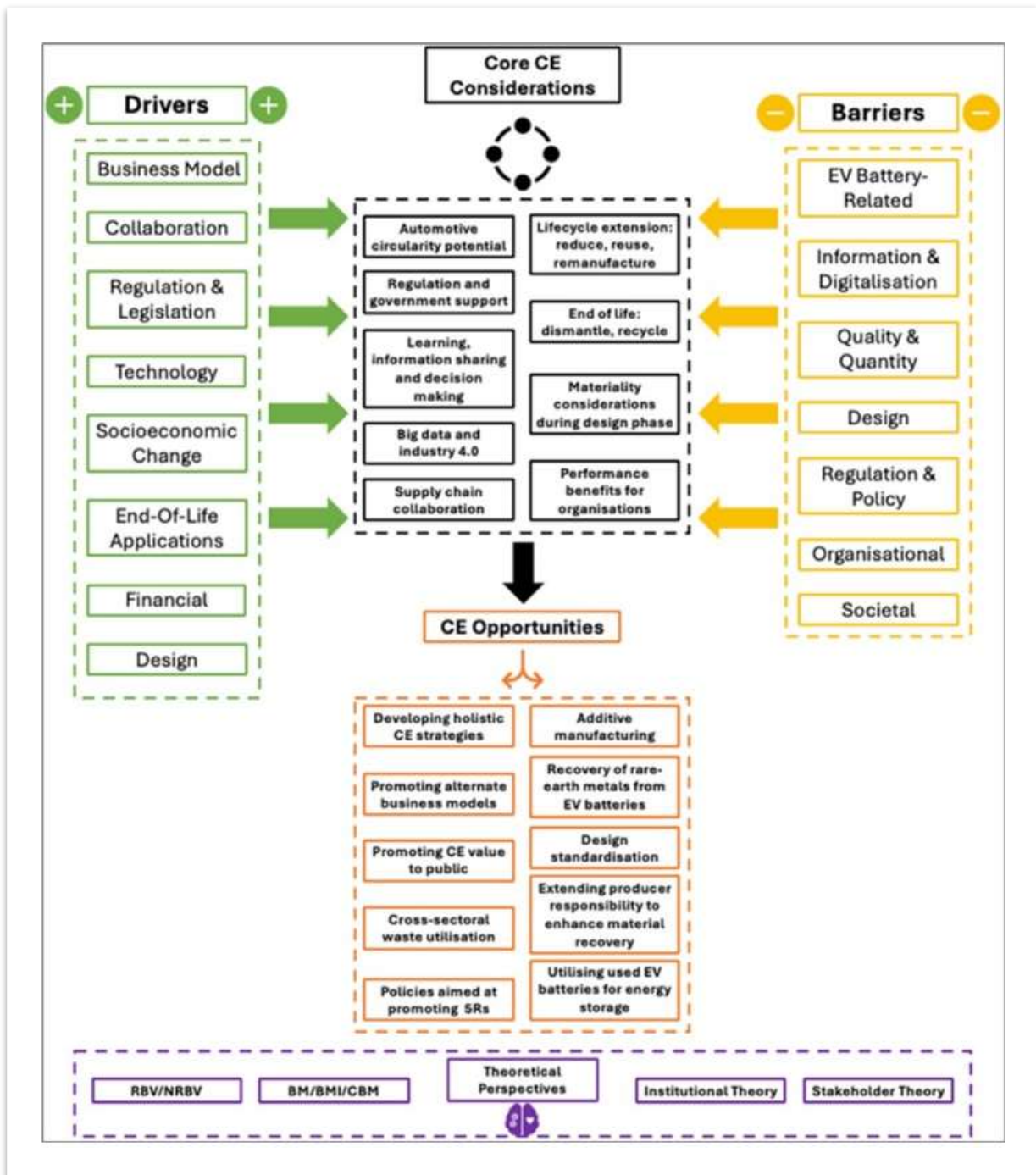
4. หลักการจัดทำแนวทางการลดและชดเชย GHGs เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์ นำร่องในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และ ห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ





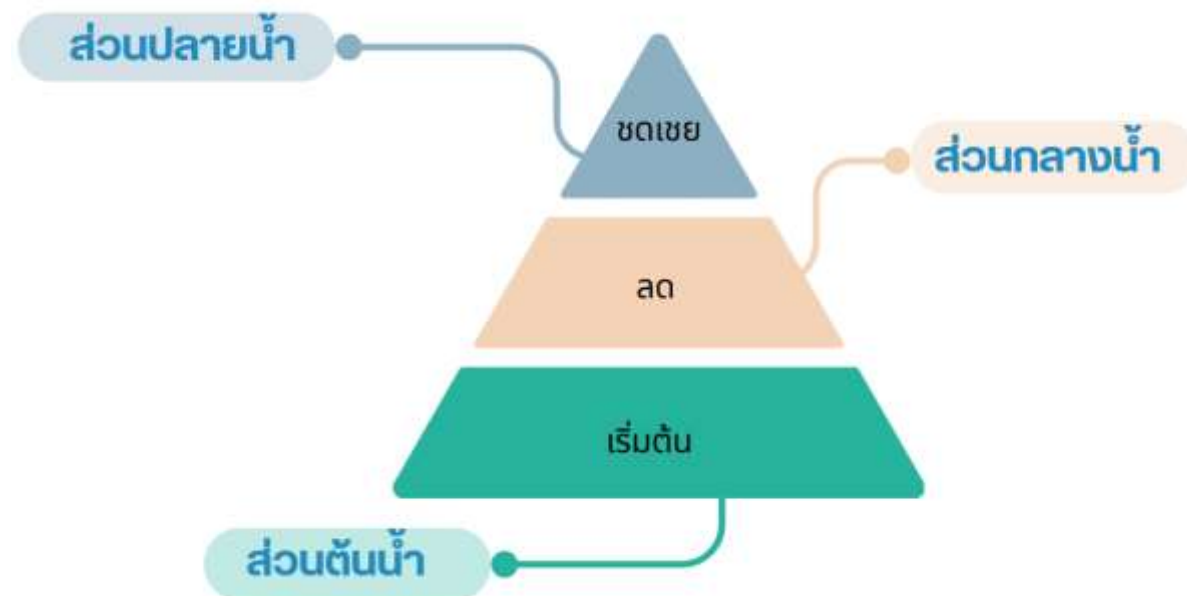
หลักการจัดทำแนวทางการลดและชดเชย GHGs

ปัจจุบันกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญระดับสากลมีการประยุกต์ใช้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ตลอดจนจรรยาวัจจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) แสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และห่วงโซ่อุปทานได้อย่างยั่งยืน



รูปที่ 5 หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ไฟฟ้าระดับสากล
[ที่มา: Bohan Du และคณะ]

สำหรับหลักการจัดทำแนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์นำร่องของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญของประเทศไทยสามารถแบ่งการดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้



ส่วนต้นน้ำ

เป็นจุดเริ่มต้นของการดำเนินการ ฯ แต่ละองค์กรหรือสถานประกอบการ โดยการวางแผนและระบบการดำเนินงาน

ส่วนกลางน้ำ

เป็นส่วนที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยการปรับปรุงหรือหาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต

ส่วนปลายน้ำ

เป็นการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการใช้มาตรการด้านภาษีคาร์บอนหรือการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการดักจับก๊าซเรือนกระจก โดยมีแนวทางในการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



ส่วนต้นน้ำ

เป็นจุดเริ่มต้นของผู้บริหารของแต่ละองค์กรในการกำหนดนโยบายหรือมาตรการ และมาตรฐานสำหรับการดำเนินการลดและชดเชย GHGs เพื่อให้บุคลากรภายในองค์กรมีเป้าหมายในการดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการที่สถานประกอบการสามารถเลือกใช้งาน ได้แก่

1

นโยบายของผู้บริหารองค์กร

- ✓ ผู้บริหารกำหนดและเข้าใจในบริบทขององค์กร
- ✓ ผู้บริหารองค์กรต้องมีความมุ่งมั่นและกำหนดเป้าหมาย
- ✓ ผู้บริหารดำเนินการประกาศเป้าหมายทั้งภายในองค์กรต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและต่อสาธารณชน
- ✓ ผู้บริหารประกาศแต่งตั้งคณะทำงานภายในองค์กร



นโยบาย/มาตรการ/กฎหมาย/กฎระเบียบของประเทศไทยและประเทศคู่ค้า

- ✓ การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน
- ✓ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหลือศูนย์
- ✓ สิ่งแวดล้อมปลอดสารพิษ



2

มาตรฐานสำหรับการดำเนินการลดและชดเชย GHGs

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|----------------|
| ✓ ISO 14001 | ✓ ISO 14026 | ✓ ISO 14067 | ✓ BS 8001:2017 |
| ✓ ISO 50001 | ✓ ISO 14040 | ✓ ISO 14068 | ✓ Net Zero |
| ✓ SO 14021 | ✓ ISO 14044 | ✓ ISO 14069 | |



3

บทบาทของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessments: LCA)

- ✓ กำหนดขอบเขตการพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามหลักการวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์
- ✓ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนการผลิต เช่น รายการวัตถุดิบ การใช้พลังงาน การบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น
- ✓ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของแต่ละสถานประกอบการ
- ✓ สรุปผลและให้แนวทางการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้งานพลังงาน ไปจนถึงการกำจัดซากชิ้นส่วนรถยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะแบตเตอรี่



แนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ

เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

- ✓ การปรับเปลี่ยนตั้งแต่การใช้ทรัพยากร วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การบริโภคและการใช้งาน ของเสียและการกำจัดซาก ตามหลักการของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์
- ✓ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสะอาดใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง
- ✓ การปรับปรุงสินค้าในตลาดสหภาพยุโรปให้มีความยั่งยืน และเพิ่มการใช้วัสดุหมุนเวียนเป็น 2 เท่าใน 10 ปีข้างหน้า (ตามแผน European Green Deal)



บทบาทคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์

- ✓ สามารถระบุจุดที่มีนัยสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและหาแนวทางปรับปรุง เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- ✓ การประเมินอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ถูกต้อง
- ✓ การซื้อ - ขาย Carbon Credit พร้อมกับการนำไปใช้ในรายงาน ESG ได้



ส่วนกลavnน้ำ

เป็นแนวทางการดำเนินการเพื่อปรับปรุงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยสามารถดำเนินการตามมาตรการ ดังนี้

การปรับปรุงการผลิตโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมผลิต

เป็นการดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการปรับปรุงหรือหาแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต เช่น

1. การตรวจสอบความผิดปกติของการใช้พลังงาน (Energy Diagnostic) 3 ระบบ ได้แก่ การตรวจสอบเบื้องต้น การตรวจสอบทั่วไป และการตรวจสอบเชิงลึก
2. การตรวจวัดและติดตามการใช้พลังงาน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับการวัดพลังงานเชิงปฏิบัติการ ระดับการพยากรณ์หรือคาดการณ์การใช้พลังงาน และการวิเคราะห์ประเมินผลการประหยัดพลังงาน
3. แนวทางปฏิบัติ 5 ประการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม (Energy Efficiency Optimization) ได้แก่
 - 3.1 การวางแผนและจัดทำลำดับข้อมูลการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน
 - 3.2 วิธีการของระบบ Lean Methodology
 - 3.3 วิธีการควบคุมที่เหมาะสม
 - 3.4 วิธีการกำหนดกระบวนการ
 - 3.5 ความแข็งแกร่งของระบบ



แนวคิดเชิงกลยุทธ์ด้านพลังงาน (Energy Efficiency Strategic Paradigms)

สามารถแบ่งพิจารณาเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1. นโยบาย (Policy) ที่ต้องครอบคลุมกลยุทธ์ระยะยาวขององค์กร รวมถึงแนวทางของภาครัฐ เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี มาตรการทางการเงิน หรือข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม เช่น กลไก CBAM ของสหภาพยุโรป ตลอดจนถึงนโยบายสมัครใจระหว่างภาครัฐและเอกชน และข้อกำหนดด้านการตรวจสอบพลังงาน ซึ่งเป็นปัจจัยผลักดันสำคัญต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน
2. โครงสร้างองค์กร (Organization) ผู้บริหารต้องมีเจตจำนงค์และความมุ่งมั่นในการจัดการด้านพลังงานขององค์กร โดยเน้นการสร้างแบบจำลองการจัดการพลังงาน เช่น มาตรฐาน ISO 50001 ซึ่งช่วยให้กระบวนการทำงานขององค์กรมีความโปร่งใสมากขึ้น ผู้บริหารต้องสนับสนุนและส่งเสริมด้านการจัดการพลังงานอย่างต่อเนื่อง พร้อมการประเมินระดับความพร้อม (Maturity Level) ของระบบการจัดการพลังงานซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวางแผนพัฒนาอย่างยั่งยืน
3. การตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (Strategic Decisions) เป็นส่วนที่มุ่งเน้นเรื่องของการประสานงานเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการใช้พลังงาน โดยแยกเป็นแบบที่ตอบสนองต่อราคา (price-driven) และแบบที่ตอบสนองต่อเหตุการณ์ (event-driven) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการปรับเวลาใช้พลังงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อประหยัดต้นทุน
4. ปัจจัยมนุษย์ (Human Factors) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของความสำเร็จด้านการจัดการพลังงาน โดยเฉพาะการฝึกอบรมและการสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่องให้กับพนักงานทุกระดับ ตั้งแต่ระดับปฏิบัติการไปจนถึงผู้บริหาร การมีบุคลากรที่มีทักษะด้านพลังงาน และการสื่อสารภายในที่มีประสิทธิภาพ

การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เช่น ระบบ Smart Grid, AI-based Energy Management, การใช้พลังงานผ่าน Solar Cell และ Battery ขั้นสูง, Carbon Capture Utilization and Storage เป็นต้น

การใช้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) & Zero Waste

เช่น การใช้ Solar Cell, การใช้เชื้อเพลิงขยะ เป็นต้น

การใช้หลักการ Lean Green Practices

หลักการ Lean Green Practices เป็นหลักการการจัดการสูญเสียไร้มูลค่า (Wastes) ซึ่งประกอบด้วย การสูญเสีย 8 Wastes

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Over-production)
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุ (Inventory)

3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5. ความสูญเสียเนื่องจากระบวนการผลิต (Over-Processing)
6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Waiting)
7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)
8. การใช้ทรัพยากรบุคคลไม่ได้เต็มประสิทธิภาพ (Non-Utilize Talent หรือ Unused Talent)

ส่วนปลายน้ำ

เป็นการดำเนินงานเพื่อชดเชย GHGs ผ่านการใช้เทคโนโลยีกักเก็บคาร์บอนหรือการจัดทำโครงการ T-ver ซึ่งนำไปสู่สิทธิประโยชน์มาตรการด้านภาษีคาร์บอน ได้แก่

การใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้

(Land Use, Land Use Change and Forestry: LULUCF)

คือ การปลูกป่าชดเชยหรือการเพิ่มพื้นที่สำหรับดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนของแต่ละองค์กร เช่น องค์กรหรือสถานประกอบการมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณสูงเกินเพดานสิทธิการปล่อยที่กำหนดหรือไม่สามารถดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แล้ว จำต้องพิจารณาการปลูกป่าชดเชย

สำหรับการปลูกป่าชดเชยต้องพิจารณาถึงขนาดของพื้นที่ในการปลูกป่าและประเภทต้นไม้ที่ใช้ในการปลูก ให้สอดคล้องกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรต้องนำมาชดเชย ซึ่งสามารถดำเนินการตามข้อกำหนดภายใต้โครงการ T-ver ที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เป็นผู้กำกับดูแล นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นคาร์บอนเครดิตแลกเปลี่ยนซื้อ-ขายได้ และสิทธิประโยชน์ทางด้านภาษีคาร์บอน ทั้งนี้การปลูกป่าชดเชยสามารถดำเนินการจัดทำได้สำหรับทุกองค์กร

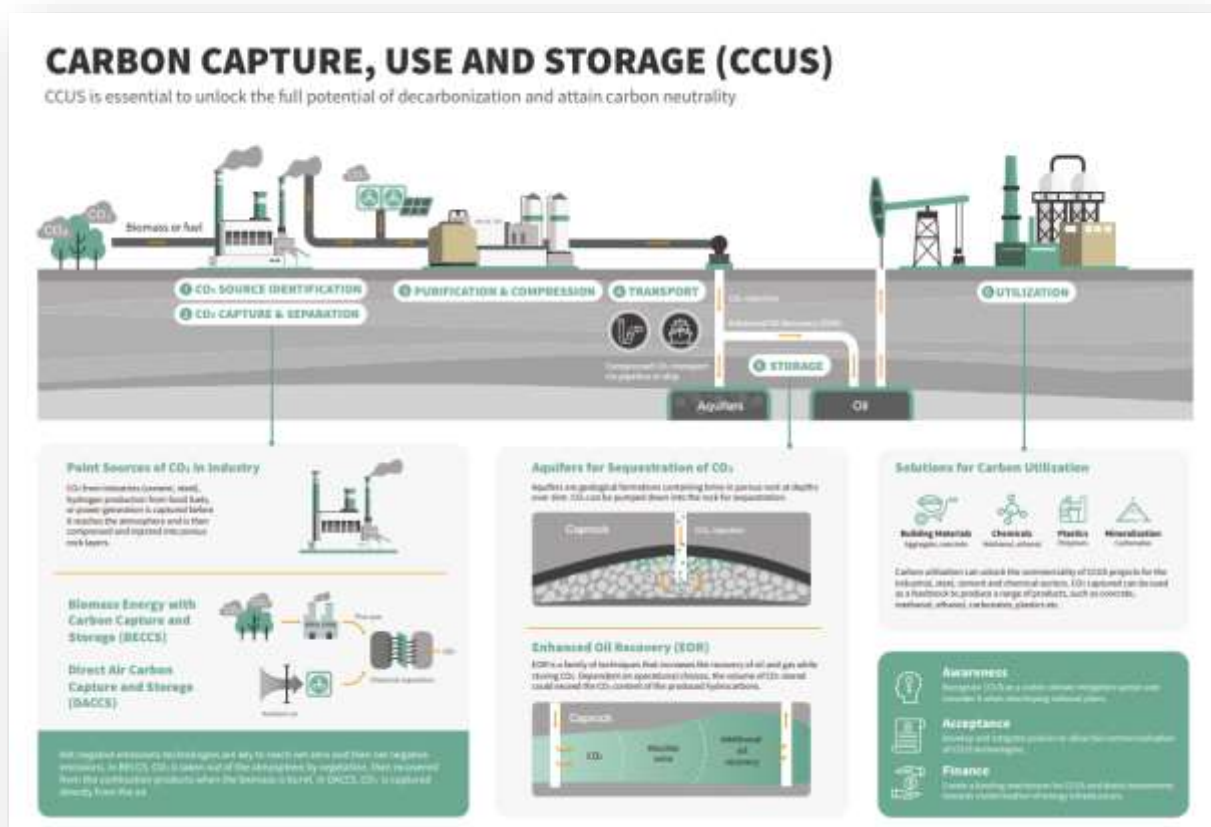
หมายเหตุ: ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพิจารณาเพดานสิทธิการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกสำหรับแต่ละประเภทองค์กร ภายใต้พระราชบัญญัติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมวดที่ 8

มาตรการด้านภาษีคาร์บอน

การชดเชยปริมาณก๊าซเรือนกระจกของแต่ละองค์กรยังสามารถนำไปพิจารณาสิทธิประโยชน์ทางภาษีคาร์บอน ซึ่งส่งเสริมให้แต่ละองค์กรเกิดแรงผลักดันต่อการดำเนินการเพื่อลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น Emissions Trading System (ETS), Effort Sharing Regulation (ESR), โครงการ T-ver เป็นต้น

การพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture Utilization and Storage: CCUS)

เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCUS) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังสามารถนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนหนึ่งกลับมาใช้ใหม่ได้อีกด้วย แสดงแผนภาพเทคโนโลยี CCUS ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภาพหลักการทำงานของเทคโนโลยี CCUS

[ที่มา: United Nations Economic Commission for Europe]

เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัสดุดูดซับ

ขั้นตอนที่ 2 การนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับได้ไปแปรรูปเป็นสารมูลค่าสูงในอุตสาหกรรม เช่น การแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล หรือการแปรรูปเป็นสารเคมีตั้งต้นในวัฏศุนีการผลิต เช่น เมทานอล ยูเรีย เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 การนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปกักเก็บไว้อย่างถาวร โดยการอัดกลับในชั้นหินใต้ดิน

5. แนวทางการลด GHGs เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ





แนวทางการลด GHGs

สำหรับแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทาน เป็นแนวทางที่ประยุกต์ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์นำร่องในอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตและห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ เนื่องจากกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญมีระบบการผลิต เครื่องจักร ตลอดจนอุปกรณ์ประเภทเดียวกันและลักษณะการใช้งานที่เหมือนกัน ดังนั้นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทันที ทั้งอุตสาหกรรมที่ผลิตผลิตภัณฑ์นำร่องและห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ ได้แก่

ระบบอากาศอัด (Compressed Air System)

มาตรการลดการรั่วไหลของระบบอากาศอัด

เป็นมาตรการที่ง่ายและไม่ต้องลงทุน เพราะใช้วิธีการประเมินที่เรียกว่า Pump Up Test ที่ใช้เพียงนาฬิกาจับเวลาเท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมที่มีการใช้ระบบอากาศอัด ทำให้ทราบถึงการสูญเสียพลังงานของระบบนี้ ดังนั้นถ้าสถานประกอบการได้ทราบถึงสถานะการรั่วของลมในระบบอากาศอัดของตัวเองจะสามารถดำเนินมาตรการลดการรั่วไหลของระบบอากาศอัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ

มาตรการปรับลดความดันอากาศอัดให้เหมาะสมกับการใช้งาน

มาตรการนี้เป็นอีกมาตรการหนึ่งที่ถูกมองข้าม เนื่องจากทางสถานประกอบการไม่ได้ทำการตรวจสอบความต้องการของฝ่ายผลิตว่าต้องการความดันของอากาศอัดที่เท่าไร ซึ่งบางครั้งมีการตั้งค่าความดันในการผลิตอากาศอัดสูงเกินกว่าที่ต้องการใช้ ส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานโดยใช้เหตุ ดังนั้นถ้ามีการตรวจสอบความต้องการความดันของอากาศอัดที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้วจะช่วยลดการใช้พลังงานได้ และช่วยยืดอายุของเครื่องอัดอากาศอีกด้วย

มาตรการเลือกใช้เครื่องอัดอากาศให้เหมาะสม

บางครั้งในสถานประกอบการมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนซึ่งมีการใช้เครื่องอัดอากาศหลายเครื่อง โดยต้องมีเครื่องอัดอากาศหลักทำงานเป็น Base และใช้เครื่องอัดอากาศที่เหลือทำหน้าที่เป็นเครื่องเสริมสำหรับการ Top up ปริมาณอากาศอัด ซึ่งแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) เครื่องอัดอากาศที่เป็น Base ควรเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด เพราะว่ามีช่วงเวลาการทำงาน (Duty load) มากที่สุด ถ้าเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำถูกใช้เป็นเครื่อง Base จะส่งผลให้มีการใช้พลังงานสูงกว่าเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ดังนั้นทางสถานประกอบการควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศและเลือกใช้ให้เหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สมการคำนวณอัตราการผลิตอากาศอัดแสดงดังสมการที่ (1) และปริมาณการรั่วไหลของอากาศอัดในสมการที่ (2)

$$\text{อัตราการผลิตอากาศอัด} = \frac{V_{t+p} \times (P_H - P_L) \times 60}{\text{เวลา} \times P_{atm}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\% \text{การรั่วไหล} = \frac{t_{load} \times 100}{t_{load} + t_{unload}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่

V_{t+p}	=	ปริมาตรถังพักและท่อรวมกัน (m^3)
P_H	=	ความดันอากาศอัดสูงสุดที่ใช้ทดสอบ (bar)
P_L	=	ความดันอากาศต่ำสุดที่ใช้ทดสอบ (bar)
เวลา	=	เวลาที่จับได้ขณะที่ความดันเพิ่มขึ้นจากความดันสูง (วินาที)
P_{atm}	=	ความดันสภาวะบรรยากาศมีค่าเท่ากับ 1.013 Bar
T_{load}	=	ความดันเพิ่มขึ้นในช่วงความดันทดสอบ (วินาที)
T_{unload}	=	ความดันลดลงในช่วงความดันทดสอบ (วินาที)

หอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

หอผึ่งเย็น (Cooling tower) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับระบายความร้อนของน้ำในระบบการผลิต โดยส่วนมากของหอผึ่งเย็นสามารถปรับการทำงานให้เหมาะสมกับ load การใช้งานได้ แต่สถานประกอบการมักจะเปิดการใช้งานที่ตำแหน่งสูงสุดอยู่ตลอดเวลา โดยไม่ได้ปรับการทำงานของหอผึ่งเย็นให้สอดคล้องกับ load และสภาพอากาศภายนอก (Ambient air) จึงทำให้หอผึ่งเย็นมีการใช้พลังงานมากเกินความจำเป็น ดังนั้นถ้าสถานประกอบการสามารถปรับสภาวะการทำงานของหอผึ่งเย็นให้เหมาะสมกับ load เช่น การลดรอบพัดลมระบายความร้อนในช่วงอากาศหนาว การปิดการทำงานของหอผึ่งเย็นบาง cell เพื่อลดการใช้พัดลมในช่วงที่มีการลดกำลังการผลิต เป็นต้น จะช่วยให้เกิดการลดการใช้พลังงานของหอผึ่งเย็นได้

สมการคำนวณประสิทธิภาพหอผึ่งเย็นแสดงสมการที่ (3)

$$\% \text{ ประสิทธิภาพ} = \frac{(\text{อุณหภูมิน้ำร้อน} - \text{อุณหภูมิน้ำเย็น}) \times 100}{(\text{อุณหภูมิน้ำร้อน} - \text{อุณหภูมิกระเปาะเปียก})} \quad \dots\dots\dots (3)$$

มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อน้ำ (Boiler)

หม้อน้ำ (Boiler) เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ผลิตไอน้ำที่มีพลังงานสูงซึ่งถูกใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องการความร้อนหรือเพิ่มอุณหภูมิ แต่บางครั้งทางสถานประกอบการมีการเลือกใช้หม้อน้ำที่กำลังการผลิตไอน้ำ (ตัน/ชั่วโมง) สูงกว่าความต้องการของกระบวนการผลิตมากเกินไปจนเกิดความจำเป็นด้วยความคิดที่ว่า “เหลือดีกว่าขาด” แต่เมื่อเวลาผ่านไปในยุคที่เศรษฐกิจซบเซา และไม่สามารถเพิ่มยอดขายได้ตามที่วางแผนไว้ จึงทำให้หม้อน้ำที่มีการใช้อยู่มีขนาดใหญ่เกินกว่าความต้องการของกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลให้หม้อน้ำมีการใช้เชื้อเพลิงมากเกินไปจนความจำเป็น เนื่องจากต้องมีการใช้พลังงานในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ขนาดใหญ่ และจากแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) แนะนำไว้ว่าการใช้งานหม้อน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด ควรมีการใช้งานหม้อน้ำที่กำลังการผลิตไอน้ำอย่างน้อย 70 – 80% ของความสามารถการผลิตไอน้ำของหม้อน้ำ ดังนั้นถ้ามีการปรับมาใช้หม้อน้ำที่มีขนาดเหมาะสมกับความต้องการของกระบวนการผลิตแล้วจะส่งผลให้เกิดการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพและนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ

สมการคำนวณประสิทธิภาพแบบหม้อน้ำ Direct Method ดังสมการที่ (4)

$$\% \text{ ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{อัตราการไหลของไอน้ำ} \times (\text{เอนทาลปีของไอน้ำอิ่มตัว} - \text{เอนทาลปีของน้ำป้อน}) \times 100}{\text{ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในหน่วยของมวลต่อเวลา} \times \text{ค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิง}} \dots\dots\dots (4)$$

สมการคำนวณประสิทธิภาพแบบหม้อน้ำ Indirect Method ดังสมการที่ (5)

$$L_{\text{total}} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8 \dots\dots\dots (5)$$

โดยที่

- | | |
|---|---|
| L_1 = การสูญเสียจาก Dry Fuel Gas | L_5 = การสูญเสียจาก Partial Combustion (CO) |
| L_2 = การสูญเสียจาก Hydrogen ในเชื้อเพลิง | L_6 = การสูญเสียจาก Radiation และ Convection |
| L_3 = การสูญเสียจากความชื้นในเชื้อเพลิง | L_7 = การสูญเสียจาก Fly Ash ที่เผาไหม้ไม่หมด |
| L_4 = การสูญเสียจากความชื้นในอากาศ | L_8 = การสูญเสียจาก Bottom Ash ที่เผาไหม้ไม่หมด |

การจัดการ Loss หม้อแปลงไฟฟ้า

การสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ Core Loss และ แกนเหล็ก Loss ซึ่งทำให้ต่อให้เราไม่ได้ใช้งานเครื่องจักรแต่หม้อแปลงก็ยังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่

มาตรการบริหารจัดการการใช้วนหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องจักรบางประเภท หรือเครื่องจักรจากต่างประเทศมีการใช้แรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันจึงต้องมีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าก่อนการใช้งาน และเมื่อเครื่องจักรไม่ได้มีการใช้งานจึงควรดำเนินการปิดการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยเพราะเกิดการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังสามารถคำนวณการสูญเสีย (Core Losses) ได้ดังสมการที่ 6

$$P_{core} = (K_s \times B^{1.6} \times f) + (K_e \times f^2 \times B^2 \times d^2 \times 10^{-3}) \dots\dots\dots[6]$$

โดยที่

P_{core}	=	ความสูญเสียในแกนเหล็ก (วัตต์)
K_s	=	สัมประสิทธิ์ของวัสดุที่ผสมในแกนเหล็ก
B	=	ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กสูงสุด (Tesla)
f	=	ความถี่ (เฮิร์ต)
K_e	=	ความหนาของแกนเหล็กลามิเนต (มิลลิเมตร)
d	=	ความหนาของแกนเหล็กลามิเนต (มิลลิเมตร)

ข้อเสนอแนะ

การปรับตั้งค่า Power Factor

กรณีที่ระบบไฟฟ้าของผู้ใช้มีค่า Power Factor ต่ำ การไฟฟ้าจะต้องรับภาระในการจ่าย Reactive Power เป็นจำนวนมากจึงต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมทั้งทรัพยากรที่มากขึ้นเพื่อที่จะสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าทั้งในส่วน Active และ Reactive Power ตามความต้องการของผู้ใช้ แต่ความจริงแล้ว Reactive Power ผู้ใช้สามารถสร้างเองได้โดยใช้ Capacitor ดังนั้นการไฟฟ้าจึงบอกกฎเพื่อควบคุม Power Factor ของโรงงานต่าง ๆ

การสมดุลเฟสทางไฟฟ้า

การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานมีการใช้งานทั้งในรูปแบบไฟฟ้า 3 เฟส และ 1 เฟส ซึ่งหากไม่ได้รับการจัดการ Balance การใช้พลังงานในแต่ละเฟสเพื่อลดการสูญเสียในสายไฟ ทำให้เกิดความร้อนสะสม อันส่งผลต่ออายุการใช้งานของสายไฟ และการสูญเสียพลังงานในสายไฟ อีกทั้งการใช้ไฟฟ้า 3 เฟส จำเป็นต้องติดตั้งสายไฟเครื่องจักรให้เรียงตามเฟส R S T เนื่องจากส่งผลต่อค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

ประโยชน์ของการลด GHGs



เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ



ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญของภาคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ



ขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Net Zero Emission)



พัฒนาระดับภาคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญอย่างยั่งยืนโดยใช้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนสู่ภาคอุตสาหกรรม



เพิ่มศักยภาพการผลิตของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ และพัฒนาประสิทธิภาพแรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ



6. แนวทางการลด GHGs เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย
ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon
Neutrality) สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำร้อนใน
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่
อุปทานที่มีนัยสำคัญ





แนวทางการชดเชย GHGs เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ

แนวทางการชดเชยปริมาณก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ สามารถดำเนินการได้โดยการเลือกจัดทำประเภทโครงการต่าง ๆ ภายใต้ข้อกำหนดของโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) ซึ่งประกอบด้วย 15 ประเภทโครงการ ได้แก่

1. พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล
2. การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและการผลิตความร้อน
3. การใช้ระบบขนส่งสาธารณะ
4. การใช้ยานพาหนะไฟฟ้า
5. การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องยนต์
6. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารและโรงงาน และในครัวเรือน
7. การปรับเปลี่ยนสารทำความเย็นธรรมชาติ
8. การใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด
9. การจัดการขยะมูลฝอย
10. การจัดการน้ำเสียชุมชน
11. การนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ประโยชน์
12. การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรม
13. การลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร
14. การดักจับ กักเก็บ และ/หรือการใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจก
15. อื่นๆ ตามที่คณะกรรมการ อบก. กำหนด



* อ้างอิงจากแนวทางและกลไกการบริหารจัดการคาร์บอนเครดิตที่คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติเห็นชอบเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2565



การจัดทำการชดเชยปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีหลักการดังรูปที่ 7 นอกจากนี้โครงการ T-ver มี 2 แบบ คือ Standard T-ver และ Premium T-ver ซึ่งมีข้อกำหนดเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยอยู่ภายใต้การกำกับดูแลขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

หมายเหตุ: ศึกษาระเบียบวิธีการโครงการ T-ver เพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (มหาชน)
<https://ghgreduction.tgo.or.th/th/t-ver.html>



รูปที่ 7 ขั้นตอนการจัดทำการชดเชยปริมาณก๊าซเรือนกระจก

สำหรับการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญสามารถนำไปประยุกต์ใช้จัดทำแนวทางการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ทันทีได้แก่

การติดตั้งโซลาร์เซลล์ (Solar Cell)

เป็นวิธีการใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งอยู่ภายใต้โครงการ T-ver ด้านพลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล แต่มีข้อควรระวังดังนี้

❶ กรณีผู้พัฒนาโครงการกับเจ้าของโครงการเป็น**คนละรายกัน** เจ้าของโครงการเป็นผู้มีกรรมสิทธิ์ในคาร์บอนเครดิต แต่สามารถทำสัญญาตกลงกรรมสิทธิ์ในคาร์บอนเครดิตกับผู้พัฒนาโครงการได้

กรณีสัญญา Private PPA

กรณี Private PPA ผู้ที่ก่อให้เกิดการลดก๊าซเรือนกระจก กับเจ้าของทรัพย์สิน (ระบบ Solar) เป็นคนละรายกันจะต้องมีเอกสารแสดงสิทธิ์การเป็นผู้พัฒนาโครงการ และกรรมสิทธิ์ในคาร์บอนเครดิตที่ได้ ซึ่งสามารถแบ่งปันกันได้ตามตกลง

Private PPA (Power Purchase Agreement)

- คือ สัญญาซื้อขายไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ โดยผู้ผลิตไฟฟ้าจากระบบโซลาร์เซลล์จะเป็นผู้ลงทุนติดตั้งระบบบนหลังคาของพื้นที่ทำธุรกิจ

เจ้าของโครงการ (Project Owner)

- คือ บุคคลที่มีกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครองในทรัพย์สินของโครงการ ซึ่งจะเป็นผู้ที่มีกรรมสิทธิ์ในคาร์บอนเครดิต

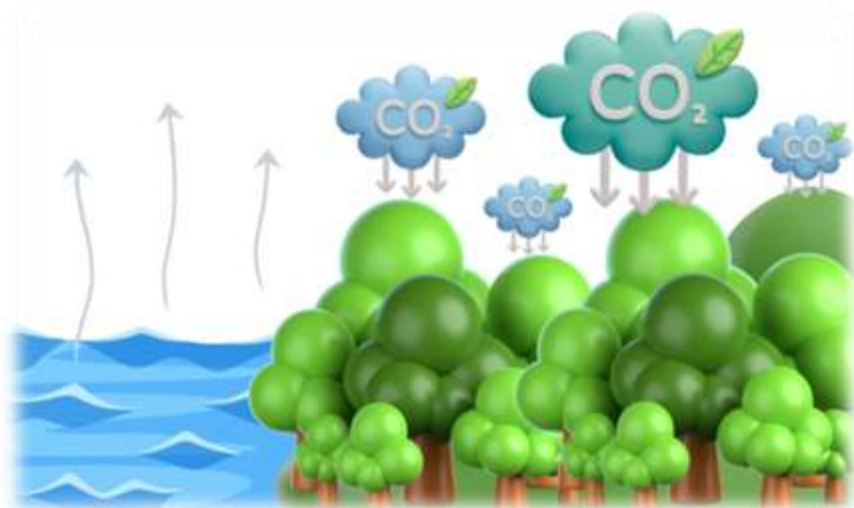
ผู้พัฒนาโครงการ (Project Participant)

- คือ บุคคล ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการ T-VER และมีความรับผิดชอบในกระบวนการพัฒนาโครงการ T-VER

หมายเหตุ

- ❗ กรณีที่สถานประกอบการอยู่ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม การติดตั้ง Solar Cell จำเป็นต้องต้องมีการตรวจสอบข้อกำหนดของนิคมอุตสาหกรรมแต่ละพื้นที่ให้ชัดเจน
- ❗ ราชกิจจานุเบกษา วันที่ 27 ธันวาคม 2567 ได้ทำการตัดข้อความระบุกำลังการผลิตติดตั้งออก ทำให้โซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาทุกขนาดได้รับการยกเว้นไม่เป็นโรงงานผลิตไฟฟ้า (ไม่ต้องขอ รง.4)
- ❗ ประกาศการเปลี่ยนแปลงเกณฑ์การจัดทำโครงการแบบ Premium T-ver ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2568 คือ การจัดทำ Premium T-VER จะต้องเป็นโครงการใหม่ กล่าวคือ ต้องไม่เคยดำเนินการจัดทำโครงการนั้น ๆ มาก่อน รวมทั้งไม่เคยดำเนินการจัดทำโครงการนั้น ๆ ในรูปแบบ Standard T-VER ด้วย

หากมีการดำเนินการทำแบบ Standard T-VER มาก่อนแล้ว จะไม่สามารถดำเนินการเป็น Premium T-VER ได้อีก



การปลูกป่าชดเชย

การปลูกป่าเป็นวิธีการเพิ่มพื้นที่เพื่อดูดซับและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของสถานประกอบการหรือองค์กรนั้น ๆ ตามข้อกำหนดของโครงการ T-ver การปลูกป่าชดเชยเป็นโครงการขนาดเล็กที่สามารถกักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้ไม่เกิน 16,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และเป็นการปลูกด้วยไม้ยืนต้น

58 รายชื่อสายพันธุ์ไม้ ที่ผ่านการรับรองคาร์บอนเครดิต

- | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1. ตะเคียนทอง | 21. พะยูง | 41. สุพรรณนิการ์ |
| 2. ตะเคียนหิน | 22. ชิงชัน | 42. เหลืองปรีดียาธร |
| 3. ตะเคียนชันตาแมว | 23. กระชิก | 43. มะหาด |
| 4. ไม้สกุลยาง (ไม่รวมยางพารา) | 24. กระพี้เขาควาย | 44. มะขามป้อม |
| 5. สะเดา | 25. สารธร | 45. หว้า |
| 6. สะเดาเทียม | 26. แดง | 46. จามจุรี |
| 7. ตะกู | 27. ประดู่ป่า | 47. พลับเพลา |
| 8. ยมหิน | 28. ประดู่บ้าน | 48. กันเกรา |
| 9. ยมหอม | 29. มะค่าโมง | 49. กะทิงใบใหญ่ |
| 10. นางพญาเสือโคร่ง | 30. มะค่าแต้ | 50. หลุมพอ |
| 11. นนทรี | 31. เคี่ยม | 51. กฤษณา |
| 12. สัตบรรณดินเป็นทะเล | 32. เคี่ยมคนอง | 52. ไม้หอม |
| 13. พฤกษ์ | 33. เต็ง | 53. เทพทาร์ |
| 14. ปิ๊ป | 34. รัง | 54. ฝาง |
| 15. ตะแบกนา | 35. พะยอม | 55. ไม้ทุกชนิด |
| 16. เสลา | 36. ไม้สกุลจำปี | 56. ไม้สกุลมะม่วง |
| 17. อินทนิลน้ำ | 37. จำปีถิ่นไทย | 57. ไม้สกุลทุเรียน |
| 18. ตะแบกเลือด | 38. แคนา | 58. มะขาม |
| 19. นากบุด | 39. กัลปพฤกษ์ | |
| 20. ไม้สัก | 40. ราชพฤกษ์ | |

ต้นไม้ยืนต้น 1 ต้น สามารถดูดซับก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ได้เฉลี่ย 9 - 15 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี
ปัจจุบันราคา "คาร์บอนเครดิต" อยู่ที่ 120 -400 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์

เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ:

- มีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย
- พื้นที่โครงการสามารถรวมหลาย ๆ พื้นที่เข้าด้วยกันได้ แต่ต้องมีพื้นที่ตั้งแต่ 10 ไร่ขึ้นไป
- กรณีพื้นที่เดิมมีสภาพเป็นป่าธรรมชาติ ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบ นิเวศป่าไม้ดั้งเดิม

- ✎ ไม่มีการทำไม้ออกทั้งหมดตลอดอายุโครงการ ยกเว้นการตัดเพื่อบำรุงรักษาและจัดการหนุไม้ ตามแผนที่กำหนดเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่โครงการ ทั้งนี้ไม่นับรวมถึงการตัดแบบรอบหมุนเวียน (Rotation cutting)
- ✎ ต้องเป็นการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนเพิ่มเติมจากที่กฎหมายบังคับให้ ดำเนินการอยู่แล้ว แต่ทั้งนี้จะต้องไม่เป็นการขัดหรือแย้งต่อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ ด้วย ยกเว้นกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานภายในกำกับของรัฐ

หมายเหตุ: ศึกษาปริมาณการดูดซับคาร์บอนจากรายการต้นไม้ที่ใช้ทำคาร์บอนเครดิตประจำ พ.ศ. 2568 ได้ที่เว็บไซต์ <https://www.agarwoodapt.com/>

ประโยชน์ของการชดเชย GHGs



ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญ



เพิ่มแหล่งดูดกลับและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกต้นไม้ อนุรักษ์และฟื้นฟูป่า



ผลักดันและส่งเสริมให้เกิดการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่และห่วงโซ่อุปทานที่มีนัยสำคัญมากขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน



สามารถนำปริมาณคาร์บอนเครดิตไปใช้ในการรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรหรือสถานประกอบการได้



สามารถนำปริมาณคาร์บอนเครดิตไปใช้ในการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรหรือสถานประกอบการ ผลิตภัณฑ์ งานอีเว้นท์ และบุคคลได้



เสริมสร้างภาพลักษณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคม สร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กรหรือสถานประกอบการ

7. បរិស្ថាន



บรรณานุกรม

1. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2568. กลไกลดก๊าซเรือนกระจก. Retrieved from <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/t-ver.html>
2. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 26 ตุลาคม 2565. เปิดรายชื่อต้นไม้ 58 ชนิด สร้างคาร์บอนเครดิต-สร้างรายได้. Retrieved from <https://www.onep.go.th>
3. บริษัท อะการ์วูด แพล้นส์ (ไทยแลนด์) จำกัด. 2568. รายการต้นไม้ที่ใช้ทำคาร์บอนเครดิตได้ประจำปี 2568. Retrieved from <https://www.agarwoodapt.com>
4. Salika. 19 สิงหาคม 2567. รายงานข่าวเรื่อง บีโอไอแจ่งส่งเสริม EV ต้นทุนไทยฐานผลิตรถยนต์โลก ชู 5 มาตรการช่วยอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนเปลี่ยนผ่าน. Retrieved from <https://www.salika.co/2024/08/19/5-strategy-for-ev-industry-thailand/>
5. กองพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2568. โครงการพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. Retrieved from https://www.dip.go.th/uploadcontent/MSA/Annual_Project_66/8.Annual_Project_66_DIIT.pdf
6. Bohan D. et.al. (2025). Aspiring Towards Automotive Circularity: A Critical Review and Research Agenda. Journal of Environmental Management. Vol.380.
7. United Nations Economic Commission for Europe. 2025. Carbon Capture, Use and Storage (CCUS). Retrieved from <https://unece.org/sustainable-energy/cleaner-electricity-systems/carbon-capture-use-and-storage-ccus>
8. กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. แผนปฏิบัติราชการรายปี (พ.ศ. 2567) ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. Retrieved from https://www.tisi.go.th/data/pdf/strategy/tisi_strategy_2567_01.pdf
9. สถาบันวิจัย ADB Institute เรื่อง “Thailand’s Economic Integration with Neighboring Countries and Possible Connectivity with South Asia”