แนวทางการติดตามผล
การลดก๊าซเรือนกระจก

ระดับเมืองและจังหวัด

ชื่อหนังสือ : แนวทางการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

จัดทำโดย : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ที่ปรึกษา :	นายรองเพชร บุญช่วยดี	รองผู้อำนวยการ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
	นายจักรพงษ์ แย้มยิ้ม	ผู้อำนวยการ สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ
ผู้เรียบเรียง :	นางสาวนีรชา ตรีเดช	นักวิชาการเชี่ยวชาญ
	นางสาวรัชพร สิงขโรทัย	นักวิชาการชำนาญการพิเศษ
	นางสาวตวงกมล พฤทธิ์ธโนปจัย	นักวิชาการชำนาญการ
	นางสาวสิริเนตร อุบล	นักวิชาการ
	นางสาวรสา แสงจันทร์	นักวิชาการ
	นางสาวณิชกานต์ ช้างพลาย	ผู้ช่วยนักวิชาการ

คำนำ

คู่มือการติดตามผลการดำเนินงานลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Tracking Manual) ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางเชิงปฏิบัติสำหรับหน่วยงานภาครัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม ในการติดตาม ประเมินผล และรายงานผลการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดอย่างเป็นระบบ โปร่งใส และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ภายใต้กรอบความตกลงปารีส โดยครอบคลุมตั้งแต่การกำหนดกรณีฐาน วิธีการคำนวณ การตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (MRV) รวมถึงการจัดทำฐานข้อมูลและการสื่อสารผลในระดับเมืองและจังหวัด คู่มือฉบับนี้บูรณาการแนวคิดการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดเข้ากับมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนสำคัญ และเชื่อมโยงกับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจเชิงนโยบายอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การจัดทำคู่มือได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริง และเป็นกลไกสำคัญในการเสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและขับเคลื่อนประเทศไทยสู่สังคมคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

อภิธานศัพท์และคำย่อ I

หัวข้อที่ 1: แนวทางและโครงสร้างการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด 1

1 แนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด 2
2 โครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก 6
3 กระบวนการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (MRV) 9
4 แนวทางการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด 14

หัวข้อที่ 2: มาตรการและวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก 17

1 มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด 18
2 วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) 23
3 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) 94
4 แนวทางการเสนอมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติม 96

หัวข้อที่ 3: ตัวอย่างการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ 99

1 มาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 100
2 มาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง 105
3 มาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง 110

เอกสารอ้างอิง

ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value: NCV) 115
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปเชื้อเพลิงฟอสซิล (Default CO_2 Emission Factors for Combustion) 116
อัตราส่วนผสมไบโอดีเซล (Biodiesel Blend Ratio) 118
อัตราส่วนผสมเอทานอล (Ethanol Blend Ratio) 118

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 แนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด 2
รูปที่ 2 โครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด 6
รูปที่ 3 โครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินการตรวจวัด การรายงานและการทวนสอบ (MRV) สำหรับข้อมูลกิจกรรม 12
รูปที่ 4 ตัวอย่างแนวทางการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด 15
รูปที่ 5 กรณีฐานมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED 23
รูปที่ 6 กรณีดำเนินมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED 24
รูปที่ 7 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED 26
รูปที่ 8 กรณีฐานมาตรการลดการใช้พลังงาน 27
รูปที่ 9 กรณีดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงาน 27
รูปที่ 10 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการลดการใช้พลังงาน 30
รูปที่ 11 กรณีฐานมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ 31
รูปที่ 12 กรณีดำเนินมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ 31
รูปที่ 13 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ 34
รูปที่ 14 กรณีฐานมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง 35
รูปที่ 15 กรณีดำเนินมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง 35
รูปที่ 16 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง 38
รูปที่ 17 กรณีฐานมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 39
รูปที่ 18 กรณีดำเนินมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 39
รูปที่ 19 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 42
รูปที่ 20 กรณีฐานมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง 43
รูปที่ 21 กรณีดำเนินมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง 43
รูปที่ 22 กระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรมการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง 46
รูปที่ 23 กรณีฐานมาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง 47
รูปที่ 24 กรณีดำเนินมาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง 47

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 25 กระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรมการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง 50
รูปที่ 26 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง 51
รูปที่ 27 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง 51
รูปที่ 28 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง 56
รูปที่ 29 กรณีฐานมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย 57
รูปที่ 30 กรณีดำเนินมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย 57
รูปที่ 31 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย จากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย 64
รูปที่ 32 กรณีฐานมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน 65
รูปที่ 33 กรณีดำเนินมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน 65
รูปที่ 34 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ในพื้นที่ชุมชน 68
รูปที่ 35 กรณีฐานมาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด 69
รูปที่ 36 กรณีดำเนินมาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด 69
รูปที่ 37 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด 72
รูปที่ 38 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร 73
รูปที่ 39 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร 74
รูปที่ 40 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร 78
รูปที่ 41 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร 79
รูปที่ 42 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร 79
รูปที่ 43 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร 82
รูปที่ 44 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี 83
รูปที่ 45 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี 83
รูปที่ 46 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี 87

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 47 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว 93
รูปที่ 48 กรณีฐานมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 100
รูปที่ 49 กรณีดำเนินมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 101
รูปที่ 50 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 102
รูปที่ 51 กรณีฐานมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง 105
รูปที่ 52 กรณีดำเนินมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง 105
รูปที่ 53 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง 107
รูปที่ 54 กรณีฐานมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง 110
รูปที่ 55 กรณีดำเนินมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง 110
รูปที่ 56 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง 112

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) สำหรับติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด 19

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผลิต/ใช้ไฟฟ้าสำหรับโครงการ Standard T-VER และโครงการ LESS 94

อภิธานศัพท์ และคำย่อ

1. อภิธานศัพท์

1.1 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจก

คำศัพท์	ความหมาย
1.1.1 กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)	ความตกลงระหว่างประเทศ ที่จัดทำขึ้นภายใต้สหประชาชาติ เพื่อเป็นกรอบความร่วมมือของประเทศต่าง ๆ ในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
1.1.2 การประชุมรัฐภาคีภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Conference of the Parties: COP)	การประชุมรัฐภาคีภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
1.1.3 คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)	หน่วยงานของสหประชาชาติที่ทำหน้าที่ประเมินองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและจัดทำรายงานสังเคราะห์เพื่อสนับสนุนการกำหนดนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศของรัฐบาลต่าง ๆ
1.1.4 ยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ (Long-term Low Emissions Development Strategies: LT-LEDS)	แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคต่าง ๆ และการสร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีเป้าหมายที่จะบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์
	สารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศ

คำศัพท์		ความหมาย
1.1.5	ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG)	สารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆ ประกอบด้วย 1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 2) ก๊าซมีเทน (CH_4) 3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) 4) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) 5) ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) 6) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) และ 7) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) หมายเหตุ ▪ สำหรับรายการก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ อ้างอิงตามรายงานการประเมินผลกระทบของ IPCC ฉบับล่าสุด ▪ ไอน้ำและโอโซนทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ไม่รวมอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะผลกระทบต่อการเกิดภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ของสารดังกล่าวเมื่อมีการปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ
1.1.6	การดำเนินงานตามปกติ (Business as Usual: BAU)	กรณีการดำเนินงานตามแนวโน้มปกติ โดยไม่มีการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก
1.1.7	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline Emission: BE)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีที่ไม่มีการดำเนินโครงการหรือกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก (Business-as-usual)
1.1.8	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีดำเนินมาตรการ (Project Emission: PE)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการหรือโครงการ
1.1.9	ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide equivalent: CO_2eq)	หน่วยมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ ให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หมายเหตุ: ▪ ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ประเมินได้จากการใช้มวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

1.2 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับประเมิน ติดตาม และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจก

คำศัพท์	ความหมาย
1.2.1 ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data: AD)	ข้อมูลเชิงปริมาณของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยหรือการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
1.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF)	ปริมาณการปล่อยหรือการดูดกลับของก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยของข้อมูลกิจกรรม เช่น $kgCO_2/L$, $kgCO_2/kWh$, $kgCO_2/ton$ เป็นต้น
1.2.3 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction: ER)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินมาตรการหรือโครงการ
1.2.4 กระบวนการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (Measurement, Reporting and Verification: MRV)	กรอบกระบวนการมาตรฐาน ที่ใช้เพื่อให้การคำนวณและการรายงานข้อมูลด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีความ ถูกต้อง โปร่งใส ตรวจสอบได้ และน่าเชื่อถือ
1.2.5 หลักการสำคัญในการจัดทำบัญชีและรายงานก๊าซเรือนกระจก (Transparency, Accuracy, Completeness, Comparability, Consistency: TACCC)	หลักการ TACCC เป็นหลักการสำคัญในการตรวจสอบการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจก (Mitigation Actions) ยึดถือหลัก 5 ประการ ดังนี้ ความโปร่งใส ความถูกต้อง ความสมบูรณ์ การเปรียบเทียบ และความสอดคล้อง

คำศัพท์	ความหมาย
1.2.6 โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS)	กลไกหรือโครงการที่รัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดขึ้นเพื่อสนับสนุน ส่งเสริม หรือจูงใจ ให้ภาคส่วนต่าง ๆ (เช่น ภาคพลังงาน อุตสาหกรรม ขนส่ง หรือองค์กรเอกชน) ดำเนินกิจกรรมหรือโครงการที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เมื่อเทียบกับการดำเนินงานตามปกติ
1.2.7 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER)	กลไกภาคสมัครใจที่มีเป้าหมายในการส่งเสริมให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ โดย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลด/กักเก็บได้จากการดำเนินโครงการ T-VER ซึ่ง ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการ อบก. และถูกบันทึกในระบบทะเบียนของ อบก. เรียกว่า คาร์บอนเครดิต

1.3 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

คำศัพท์	ความหมาย
1.3.1 รายงานความโปร่งใสรายสองปี (Biennial Transparency Report: BTR)	รายงานที่ประเทศภาคีจัดทำและเสนอภายใต้ความตกลงปารีส (Paris Agreement) เพื่อรายงานข้อมูลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างโปร่งใส ตรวจสอบได้ และเป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจัดทำและรายงานทุกสองปี
1.3.2 รายงานความก้าวหน้ารายสองปี (Biennial Update Report: BUR)	รายงานที่ประเทศกำลังพัฒนาจัดทำและยื่นต่อกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) เพื่อรายงานความก้าวหน้าในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก่อนการบังคับใช้อย่างเต็มรูปแบบของความตกลงปารีส (Paris Agreement) โดยจัดทำทุกสองปี
1.3.3 การดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ (Nationally Appropriate Mitigation Actions: NAMAs)	มาตรการ แนวทาง หรือนโยบายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศกำลังพัฒนากำหนดขึ้นให้เหมาะสมกับบริบท ศักยภาพ และระดับการพัฒนาของตนเอง ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC)
1.3.4 รายงานแห่งชาติ (National Communication: NC)	รายงานอย่างเป็นทางการที่ประเทศภาคีจัดทำและยื่นต่อ UNFCCC เพื่อรายงานสถานการณ์การดำเนินงาน และความก้าวหน้าด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ
1.3.5 การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contribution: NDC)	เป้าหมายและแผนการดำเนินงานด้านการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวที่ประเทศกำหนดขึ้นเองและยื่นต่อ UNFCCC ภายใต้ความตกลงปารีส (Paris Agreement)

คำศัพท์	ความหมาย
1.3.6 แผนปฏิบัติการขับเคลื่อนการดำเนินงานตามเป้าหมาย NDC (NDC Action Plan)	แผนปฏิบัติการที่กำหนดแนวทาง มาตรการ หน่วยงานรับผิดชอบ และกรอบระยะเวลาในการดำเนินงาน เพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่ประเทศได้ระบุไว้ในข้อเสนอการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด

1.4 ศัพท์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

คำศัพท์	ความหมาย
1.4.1 กระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU)	ภาคที่ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากปฏิกิริยาในกระบวนการอุตสาหกรรมการผลิตที่ไม่ใช่การเผาไหม้เพื่อพลังงาน เช่น การผลิตปูนซีเมนต์ ปูนขาว โลหะ แก้ว เคมีภัณฑ์ และการใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่น พาราฟินแว็กซ์ การรั่วไหลของสารทำความเย็นและก๊าซอุตสาหกรรมบางชนิด โดยต้องแยกให้ชัดเจนจากการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในภาคพลังงาน
1.4.2 เทคโนโลยีไดโอดเปล่งแสงที่มีประสิทธิภาพสูงและช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Light Emitting Diode: LED)	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปล่งแสงเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยแสงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำซึ่งต่างจากหลอดไส้ที่ให้แสงจากความร้อน
1.4.3 สัญญาซื้อขายไฟฟ้าระหว่างผู้ผลิตไฟฟ้าและผู้รับซื้อไฟฟ้า (Power Purchase Agreement: PPA)	สัญญาทางกฎหมาย ที่ทำขึ้นระหว่าง ผู้ผลิตไฟฟ้าและ ผู้รับซื้อไฟฟ้า เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการซื้อ-ขายไฟฟ้าในระยะยาว
1.4.4 พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน (Renewable Energy: RE)	พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก ได้แก่ พลังงานจากแสงอาทิตย์, ลม, ชีวมวล, น้ำ, ความร้อนใต้พิภพ และไฮโดรเจน เป็นต้น

คำย่อ

คำศัพท์	ความหมาย
กฟน.	การไฟฟ้านครหลวง
กฟภ.	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กษจ.	สำนักงานเกษตรจังหวัด
กสก.	กรมส่งเสริมการเกษตร
ทสจ.	สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด
ธพ.	กรมธุรกิจพลังงาน
ปม.	กรมป่าไม้
ปศจ.	สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด
พพ.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
สถ.จ.	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด
สผ.	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
สพด.	สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัด
สพจ.	สำนักงานพลังงานจังหวัด
สศก.	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
สอจ.	สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด
อจน.	องค์การจัดการน้ำเสีย
อบก.	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
อปท.	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
GISTDA	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
TCMA	สมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย

หัวข้อที่ 1

แนวทางและโครงสร้างการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด

หัวข้อที่ 1 แนวทางและโครงสร้างการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด

แนวทางการติดตามและประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถวัดผลลัพธ์ของมาตรการที่ดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ น่าเชื่อถือ และตรวจสอบได้ โดยช่วยสะท้อนประสิทธิผลเชิงปริมาณของการลดก๊าซเรือนกระจก สนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนงานให้สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ในระยะต่อไป

1 แนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด

แนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานตามมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด แสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด

จากรูปที่ 1 แนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดเริ่มต้นจากมาตรการระดับเมืองและจังหวัดตามแผนฯ ซึ่งเป็นมาตรการที่จังหวัดเลือกดำเนินการให้เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ (เช่น ภาคพลังงาน การเกษตร การจัดการของเสีย หรือป่าไม้และพื้นที่สีเขียว) จากนั้นจึงคัดเลือกให้เป็น มาตรการที่ต้องการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อกำหนดขอบเขตการติดตามให้ชัดเจน โดยเมื่อกำหนดมาตรการที่จะติดตามแล้ว จะต้องใช้วิธีการคำนวณและกระบวนการ MRV ตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้การประเมินผลมีความเป็นระบบ โปร่งใส และตรวจสอบได้ โดยระบุให้ชัดเจนว่าจะใช้ข้อมูลกิจกรรมประเภทใด แหล่งข้อมูลมาจากหน่วยงานใด ความถี่ในการเก็บข้อมูล และค่าพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณ (เช่น Emission Factor/Coefficient) ต่อจากนั้นดำเนินการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่เกิดจากการดำเนินมาตรการตามรอบระยะเวลาที่กำหนด (โดยทั่วไปครอบคลุมช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคมของแต่ละปี) เมื่อสิ้นสุดรอบปีจึงนำข้อมูลกิจกรรมดังกล่าวไปคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกและจัดทำรายงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เชิงปริมาณที่สะท้อนประสิทธิผลของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก พร้อมสรุปผลการดำเนินงานเป็นรายงานสำหรับการติดตามและประเมินความก้าวหน้าของจังหวัด จากนั้นคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดจะพิจารณาทบทวนความครบถ้วนของข้อมูล วิธีคำนวณ และผลการคำนวณตามรายงานเพื่อเตรียมเสนอผลต่อคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด ให้พิจารณาเห็นชอบ/รับรองผลการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งผลการรับรองนี้จะถูกใช้เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการติดตามผลการดำเนินงานของจังหวัด และประกอบการวางแผน/กำหนดนโยบายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในรอบปีถัดไปให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง 5 ขั้นตอน ซึ่งมีหลักการและวัตถุประสงค์ของแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การพิจารณามาตรการที่ต้องติดตามผลลดก๊าซเรือนกระจก

การพิจารณามาตรการเพื่อติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณามาตรการที่จังหวัดมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเหมาะสมในการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการพิจารณาความพร้อมของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก

ดังนั้นควรเลือกจากมาตรการที่มีการดำเนินงานในจังหวัด โดยมีการพิจารณาความพร้อมของข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก

2. การพัฒนาวิธีการคำนวณ กระบวนการ MRV ตามมาตรฐานที่กำหนด

หลังจากพิจารณามาตรการที่ต้องติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก จะต้องเลือกใช้วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับระดับเมืองและจังหวัด รวมถึงการกำหนดกระบวนการ MRV ในการให้ได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรม สำหรับคำนวณของแต่ละมาตรการ

- ใช้วิธีการคำนวณ (Methodology) ให้ถูกต้องกับมาตรการ
- กำหนดที่มาของข้อมูลกิจกรรม เพื่อเป็นรูปแบบเดียวกันในการประเมินแต่ละปี

3. การรวบรวมข้อมูลกิจกรรม

การรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกตามหลักการที่เรียกว่า TACCC ได้แก่ ความโปร่งใส (Transparency) ความถูกต้อง (Accuracy) ความสมบูรณ์ (Completeness) การเปรียบเทียบ (Comparability) และความสอดคล้อง (Consistency) โดยลักษณะสำคัญของข้อมูลกิจกรรมที่จะนำมาใช้ในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย

- เป็นข้อมูลรายปี (ม.ค. - ธ.ค.) มีความต่อเนื่องและครบถ้วนของข้อมูล
- กลุ่มตัวอย่างของข้อมูลกิจกรรมต้องมีดัชนีวัดจากปีฐานเดียวกัน
- มีหน่วยเดียวกัน หรือสามารถเปรียบเทียบกันได้
- สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลได้

4. การคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกและจัดทำรายงาน

การนำข้อมูลกิจกรรมที่รวบรวมได้ รวมถึงการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์/ค่าอ้างอิงต่างๆ มาประมวลผลเพื่อคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เมื่อได้ผลการคำนวณที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว จะต้องนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดทำเป็นรายงานการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดของวิธีการคำนวณ ข้อมูลที่ใช้ และผลการประเมิน ก่อนที่จะนำเสนอต่อผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อพิจารณาและดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

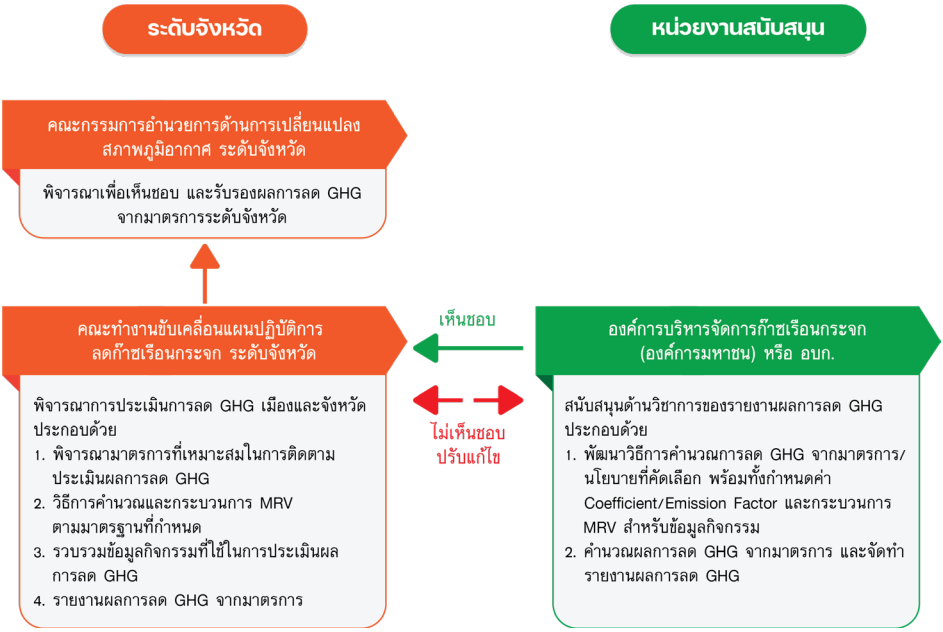
5. การรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก

เมื่อคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกและจัดทำรายงานแล้วเสร็จ **คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด** จะเป็นผู้จัดทำรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกมายัง **คณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด** เพื่อพิจารณา และเห็นชอบต่อรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก และรับรองรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกต่อไป

โครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก และแนวทางการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด เป็นสิ่งที่ต้องเข้าใจและคำนึงถึง เพื่อให้กระบวนการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก สามารถดำเนินการได้อย่างมีระบบ มีความน่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

2 โครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก

เพื่อให้กระบวนการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการของระดับเมืองและจังหวัด เป็นไปอย่างมีระบบ จำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบโครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกให้ชัดเจน ซึ่งโครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก จะแบ่งตามหน้าที่และความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับจังหวัด รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

รายละเอียดโครงสร้างการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก มีดังนี้

1. คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด

มีหน้าที่พิจารณาประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด และจัดทำ/ทบทวนข้อมูลและรายงาน ก่อนเสนอให้คณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด พิจารณาเห็นชอบ โดยทำงานร่วมกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยงานสนับสนุน ตามรายละเอียดดังนี้

1.1 พิจารณาความเหมาะสมของมาตรการที่ใช้ในการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก

พิจารณามาตรการที่เหมาะสมในการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก โดยพิจารณาจากมาตรการที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเหมาะสมในการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการพิจารณาความพร้อมของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก

1.2 วิธีการคำนวณและกระบวนการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) ตามมาตรฐานที่กำหนด

พิจารณาวิธีการคำนวณและกระบวนการ MRV ตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้สามารถใช้ในการคำนวณและติดตามผลได้อย่างเป็นระบบ

1.3 รวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก

ดำเนินการรวบรวม ตรวจสอบความครบถ้วน และจัดเตรียมข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการในระดับเมืองและจังหวัด โดยประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและหน่วยงานสนับสนุน

1.4 จัดทำและรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการที่ดำเนินการ

จัดทำรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการที่ดำเนินการในระดับจังหวัด เพื่อนำเสนอให้คณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด พิจารณาให้ความเห็นชอบ หรือเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนที่กำหนด

2. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก.

เมื่อ **คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด** ได้มีการจัดทำข้อมูล รายละเอียดตามข้อ 1. แล้วเสร็จ จะทำการส่งข้อมูลอย่างเป็นทางการมายัง อบก. เพื่อดำเนินการ ดังนี้

1.1 พัฒนาวิธีการคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการที่ผ่านคัดเลือก พร้อมทั้งกำหนดค่า Coefficient/Emission Factor และกระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรม

1.2 คำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการ และจัดทำรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการ ในระดับเมืองและจังหวัด

ทั้งนี้ รายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการ ในระดับเมืองและจังหวัด จะถูกส่งไปยัง **คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด** เพื่อพิจารณารายละเอียด เมื่อพิจารณาเห็นชอบแล้ว ให้แจ้งกลับไปยัง อบก. หาก **ไม่เห็นชอบ** หรือ **ต้องการปรับแก้ไข** สามารถเสนอประเด็นที่ต้องการให้นำกลับไปปรับแก้ไขให้เรียบร้อย

3. คณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด

เมื่อ อบก. และ **คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด** ได้พิจารณาและเห็นชอบต่อรายละเอียดตามข้อ 2. แล้ว จะส่งผลการพิจารณาต่อ **คณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด** พิจารณาและเห็นชอบ เพื่อพิจารณารับรองผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด เมื่อ **คณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด** พิจารณาเห็นชอบแล้ว รายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวจะถูกนำไปรายงานเป็นผลการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดต่อไป

3 กระบวนการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (MRV)

กระบวนการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (Measurement, Reporting and Verification: MRV) สำหรับการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก มีคำนิยามดังต่อไปนี้

การตรวจวัด (Measurement) หมายถึง การติดตามกิจกรรมและผลกระทบของการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของเมืองและจังหวัด โดยการเก็บข้อมูลฐานทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่กำหนดโดยเมืองและจังหวัด

การรายงาน (Reporting) หมายถึง การเปิดเผยข้อมูลอย่างโปร่งใสของข้อมูลที่ถูกเลือกมาพิจารณาตามวิธีการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก เป็นการรายงานข้อมูลจากการตรวจวัดที่เชื่อถือได้เพื่อแสดงข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ข้อมูลภายใต้รูปแบบที่เป็นมาตรฐานสากล

การทวนสอบ (Verification) หมายถึง การประเมินเพื่อให้แน่ใจได้ว่าข้อมูลที่รายงานนั้นมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และมีความครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถสะท้อนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แท้จริงได้

กระบวนการ MRV มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้มาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือและมีความครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถสะท้อนปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกที่แท้จริงได้ภายใต้รูปแบบที่เป็นมาตรฐานสากล โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- เพื่อติดตามความคืบหน้าและผลกระทบของความสำเร็จของการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของเมืองและจังหวัด ทั้งในการประมาณการและการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก
- เพื่อปรับปรุงการกำหนดและการดำเนินนโยบายด้านการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของเมืองและจังหวัด ให้มีความถูกต้องเหมาะสม
- เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจในการใช้งบประมาณในการดำเนินการมาตรการด้านการลดก๊าซเรือนกระจก ทั้งของแหล่งทุนเองและผู้ได้รับงบประมาณตามมาตรการด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

กระบวนการ MRV มีหลักการพื้นฐานคือ TACCC คือ ความโปร่งใส (Transparency) ความถูกต้อง (Accuracy) ความสอดคล้อง (Consistency) และการเปรียบเทียบ (Comparability) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) **ความโปร่งใส (Transparency)** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกมีเพียงพอและเหมาะสม มีแหล่งที่มาชัดเจน สามารถตรวจสอบได้

2) **ความถูกต้อง (Accuracy)** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง ในการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก และต้องรักษาระดับความถูกต้องของข้อมูลให้อยู่ในระดับที่ต้องการเสมอ

3) **ความสมบูรณ์ (Completeness)** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก ต้องมีความครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล และรูปแบบการรายงานผลตามที่กำหนดไว้

4) **ความสอดคล้อง (Consistency)** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกของทุกปี ต้องมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน หรือการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกที่ได้เป็นไปตามวิธีการคำนวณที่ได้กำหนดไว้

5) **การเปรียบเทียบ (Comparability)** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกมีมาตรฐานเดียวกัน สามารถนำผลการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการมาเปรียบเทียบกันในแต่ละปีได้

1. การกำหนดโครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ

การกำหนดโครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินการ MRV ในส่วนของกระบวนการ MRV สำหรับมาตรการ/นโยบายนั้น มีแนวทางในการ MRV แบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้

- การตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (MRV) สำหรับข้อมูลกิจกรรม
- การทวนสอบ (V) ข้อมูลการลดก๊าซเรือนกระจก

รายละเอียด ดังนี้

1.1 กระบวนการด้านการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบสำหรับข้อมูลกิจกรรม

กระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรม เพื่อใช้ในการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด ระดับของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมี 2 รูปแบบ คือ 1) ข้อมูลที่มีการรวบรวมผ่านหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามภาระหน้าที่ของแต่ละหน่วยงาน และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) จากหน่วยงานระดับปฏิบัติการซึ่งเป็นผู้ดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกโดยตรงโดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งต่อไปยังหน่วยงานย่อยที่กำกับนโยบายหรือมาตรการเฉพาะด้าน เพื่อจัดทำรายงานข้อมูลกิจกรรมของแต่ละมาตรการก่อนถูกรวบรวมในระดับหน่วยงานระดับกรมรายงานผลการดำเนินงานในภาพรวมในรูปแบบรายงานประจำปี และ 2) ข้อมูลที่มีการรวบรวมโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องระดับจังหวัดที่มีการดำเนินกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก

การกำหนดหน่วยงานที่รับผิดชอบในกระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรมจะพิจารณาภายหลังจากที่มาตรการต่าง ๆ ได้รับการคัดเลือกตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกมาตรการที่มีความเกี่ยวข้องและมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย โดยการกำหนดรายละเอียดของกระบวนการ MRV จำเป็นต้องมีความสอดคล้องกับข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงโครงสร้างเชิงสถาบันที่รองรับการดำเนินงานในแต่ละระดับ ในขั้นตอนการรายงานข้อมูลกิจกรรมจะผ่านกระบวนการทวนสอบ (Verification) โดยหน่วยงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อยืนยันความถูกต้อง

ความครบถ้วน และความน่าเชื่อถือของข้อมูล ก่อนนำไปจัดทำเป็นคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจก และจัดทำรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด การกำหนดกระบวนการ MRV จะช่วยเสริมสร้างความเป็นระบบ ความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับของข้อมูลกิจกรรม อันเป็นฐานสำคัญในการติดตามความก้าวหน้าและสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ แสดงรายละเอียดกระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรม ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 โครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (MRV) สำหรับข้อมูลกิจกรรม

กระบวนการ MRV เริ่มต้นจาก หน่วยงานระดับปฏิบัติการ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ทำหน้าที่เป็น **ผู้ตรวจวัด** โดยรับผิดชอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมของแต่ละมาตรการ ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ตามวิธีการที่กำหนด เช่น ข้อมูลการใช้พลังงาน ปริมาณกิจกรรม หรือข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลกิจกรรมที่ได้จะถูกจัดเก็บและส่งต่อไปยังหน่วยงานย่อยที่กำกับดูแลนโยบายหรือมาตรการเฉพาะด้าน จากนั้น หน่วยงานย่อยที่กำกับนโยบายหรือมาตรการ จะทำหน้าที่รวบรวม ตรวจสอบความครบถ้วนในเบื้องต้น และจัดทำรายงานข้อมูลกิจกรรมของแต่ละมาตรการ ก่อนส่งต่อไปยัง หน่วยงานระดับกรม องค์การ หรือเทียบเท่า ซึ่งทำหน้าที่เป็น **ผู้รายงาน** โดยมีความรับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมจากทุกมาตรการที่เกี่ยวข้อง และจัดทำรายงานผลการดำเนินงานในภาพรวมในรูปแบบรายงานประจำปีหรือรายงานที่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการ

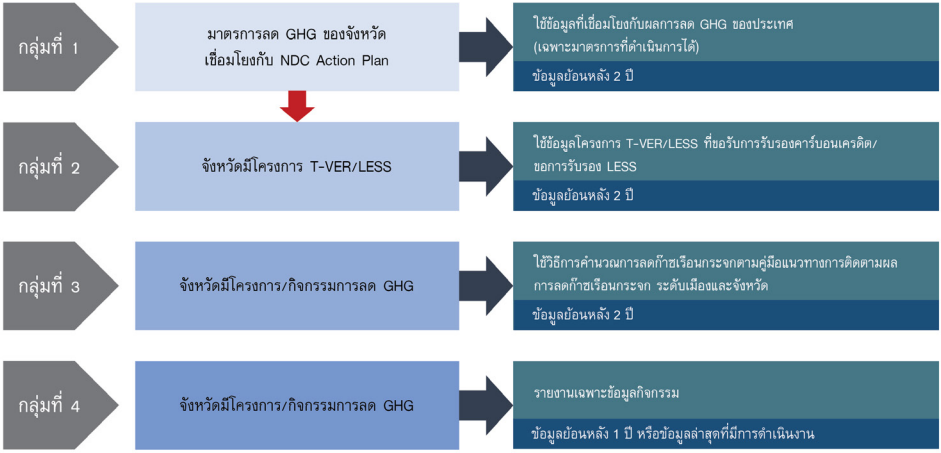
โดยในระดับจังหวัดจะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการรวบรวมข้อมูลระดับพื้นที่ ซึ่งทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานระดับปฏิบัติการและหน่วยงานสถานศึกษาในพื้นที่ เพื่อสนับสนุนการเก็บข้อมูลกิจกรรม การประเมินผลการดำเนินมาตรการ และการจัดทำรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด และเมื่อข้อมูลกิจกรรมถูกจัดทำเป็นรายงานแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการทวนสอบ (Verification) โดยหน่วยงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งทำหน้าที่เป็น **ผู้ทวนสอบ** เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูลกับวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงทบทวนความน่าเชื่อถือของข้อมูลก่อนนำไปใช้ในการคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจก และเสนอให้คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องพิจารณาและรับรองรายงานประจำปี สะท้อนการทำงานแบบลำดับขั้นและการบูรณาการข้อมูลจากหลายระดับหน่วยงาน ช่วยเสริมสร้างความเป็นระบบความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับของข้อมูลกิจกรรม ซึ่งเป็นฐานสำคัญในการติดตามความก้าวหน้าและสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมือง จังหวัด และระดับประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การทวนสอบข้อมูลการลดก๊าซเรือนกระจก

การทวนสอบข้อมูลการลดก๊าซเรือนกระจก เป็นการทวนสอบผลการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกผ่านรายงานการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก โดยผ่านคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด เพื่อจัดทำรายงานสรุปผลการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับนำเสนอต่อคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด ต่อไป

4 แนวทางการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

แนวทางการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด จัดทำขึ้นเพื่อให้จังหวัดสามารถรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นระบบ เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลระดับประเทศ และรองรับความแตกต่างของบริบทจังหวัดในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถแบ่งการรายงานออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ผลลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการของเมืองและจังหวัดที่สามารถเชื่อมโยงกับแผน NDC Action Plan กลุ่มที่ 2 ผลลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ T-VER หรือ LESS กลุ่มที่ 3 ผลลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ/กิจกรรมของเมืองและจังหวัด ซึ่งจะใช้วิธีการคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือแนวทางการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด และกลุ่มที่ 4 โครงการ/กิจกรรมที่มีการดำเนินงานของเมืองและจังหวัด ทั้งนี้ การรายงานผลกลุ่มที่ 1-3 จะรายงานย้อนหลัง 2 ปี ส่วนกลุ่มที่ 4 จะรายงานย้อนหลัง 1 ปีหรือใช้ข้อมูลล่าสุดที่มีการดำเนินงาน เพื่อแสดงความก้าวหน้าในการขับเคลื่อนโครงการ/กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดโดยสามารถแสดงการยกตัวอย่างแนวทางการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับปีงบประมาณ 2569 รายละเอียดดังรูปที่ 4 ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยให้จังหวัดสามารถรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วน สอดคล้องกับปีอ้างอิง และสามารถนำผลไปใช้วางแผนด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด



รูปที่ 4 ตัวอย่างแนวทางการรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

รายละเอียด ดังนี้

กลุ่มที่ 1: พิจารณาว่าจังหวัดมีมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่เชื่อมโยงหรืออยู่ภายใต้กรอบ NDC Action Plan ระดับประเทศหรือไม่ หากมี ให้ใช้ข้อมูลที่เชื่อมโยงกับผลการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศจากการดำเนินมาตรการดังกล่าว โดยอ้างอิงข้อมูลปี พ.ศ. 2567 (ย้อนหลัง 2 ปี) เพื่อสะท้อนผลการดำเนินงานในระดับพื้นที่ หากไม่พบมาตรการที่เชื่อมโยงกับ NDC Action Plan ให้ดำเนินการตามขั้นตอนถัดไป

กลุ่มที่ 2: ตรวจสอบการมีอยู่ของโครงการ T-VER หรือ LESS ในจังหวัด ในกรณีที่จังหวัดไม่มีมาตรการที่เชื่อมโยงกับ NDC Action Plan ให้พิจารณาว่ามีโครงการที่ขึ้นทะเบียน T-VER หรือโครงการ/กิจกรรมที่ผ่านการรับรองคาร์บอนเครดิตภาคสมัครใจ หรือได้รับการรับรองตามโครงการ LESS หรือไม่ หากมี ให้ใช้ข้อมูลจากโครงการดังกล่าวที่ผ่านการรับรองอย่างเป็นทางการ โดยอ้างอิงข้อมูลปี พ.ศ. 2567 (ย้อนหลัง 2 ปี) หากไม่พบโครงการในกลุ่มนี้ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนถัดไป

กลุ่มที่ 3: ตรวจสอบการมีอยู่ของโครงการหรือกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่จังหวัด หากจังหวัดไม่มีโครงการ T-VER หรือ LESS ให้พิจารณาว่ามีโครงการหรือกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ที่สามารถคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกได้หรือไม่ ในกรณีที่พบ ให้ใช้วิธีคำนวณ (Methodology) ตามคู่มือหรือแนวทางการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด โดยอ้างอิงข้อมูลปีพ.ศ. 2567 (ย้อนหลัง 2 ปี) หากไม่พบโครงการและกิจกรรมในลักษณะดังกล่าวให้ดำเนินการตามขั้นตอนถัดไป

กลุ่มที่ 4: รายงานผลจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นจริงในจังหวัด ในกรณีที่จังหวัดไม่มีมาตรการ โครงการ หรือกิจกรรมที่สามารถคำนวณผลการลดก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานหรือวิธีการที่กำหนดได้ให้รายงานเฉพาะข้อมูลกิจกรรมที่เกิดขึ้นจริงในจังหวัด โดยจัดทำเป็นรายงานข้อมูลกิจกรรมเพื่อสะท้อนความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด โดยอ้างอิงข้อมูลปี พ.ศ. 2568 (ย้อนหลัง 1 ปี)

หัวข้อที่ 2

มาตรการและวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

หัวข้อที่ 2 มาตรการและวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

1 มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด

มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจาก 6 สาขาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย 15 มาตรการย่อย เป็นมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่**คาดว่าจังหวัดจะสามารถดำเนินการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดได้** รวมถึงได้มีการแสดงการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลอย่างละเอียด โดยมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดที่นำเสนอในหัวข้อนี้ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาจากแนวทางของโครงการ LESS และ T-VER เป็นหลัก

ทั้งนี้ ควรตรวจสอบวิธีการคำนวณมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดให้เป็นปัจจุบันและตามระเบียบวิธีที่ อบก. กำหนด

นอกเหนือจากนี้ หากเมืองและจังหวัดมีแนวทางหรือมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่คาดว่ามีศักยภาพและสามารถประเมินและติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกในจังหวัดได้ สามารถดำเนินการตามขั้นตอนในหัวข้อที่ 2 หัวข้อย่อยที่ 4 แนวทางการเสนอมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมได้

ทั้งนี้ ในการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมเพื่อติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกให้ฝ่ายเลขานุการของคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการฯ ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลไปยังหน่วยงานเจ้าของข้อมูลหรือใช้ข้อมูลที่หน่วยงานเจ้าของข้อมูลแสดงผ่าน website ซึ่งข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลกิจกรรม (Activity data) สำหรับติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก ระดับเมืองและจังหวัด

มาตรการลดก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง	หน่วยงานดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก	หน่วยงานเจ้าของข้อมูล
สาขาพลังงาน			
1. มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED	จำนวนหลอดไฟ LED ที่ทดแทนหลอดเดิม	ครัวเรือน อาคาร โรงงานอุตสาหกรรม	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) / สำนักงานพลังงานจังหวัด (สพจ.)
2. มาตรการลดการใช้พลังงาน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังดำเนินมาตรการ	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)/ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)
3. มาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์	จำนวนชุดไฟทางสาธารณะพลังงานแสงอาทิตย์	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
4. มาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้หรือกำลังการผลิตติดตั้งจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	ครัวเรือน อาคาร โรงงานอุตสาหกรรม	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) / สำนักงานพลังงานจังหวัด (สพจ.)

มาตรการลดก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง	หน่วยงานดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก	หน่วยงานเจ้าของข้อมูล
5. มาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้หรือกำลังการผลิตติดตั้งแบ่งตามประเภทจากพลังงานทดแทน	โรงไฟฟ้า	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)/ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)/ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
สาขาขนส่ง			
6. มาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันดีเซล	บริษัทผู้ค้าน้ำมันเชื้อเพลิง	กรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.)
7. มาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน	บริษัทผู้ค้าน้ำมันเชื้อเพลิง	กรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.)
สาขาการจัดการของเสีย			
8. มาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง	ปริมาณขยะรีไซเคิล (กระดาษ พลาสติก อะลูมิเนียม เหล็ก โลหะ แก้ว)	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
9. มาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย	- ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด - ปริมาณขยะที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ - ปริมาณน้ำเสีย - ค่า COD	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)

มาตรการ ลดก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม ที่เกี่ยวข้อง	หน่วยงานดำเนิน กิจกรรมลด ก๊าซเรือนกระจก	หน่วยงาน เจ้าของข้อมูล
10. มาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน	- ปริมาณน้ำเสียก่อนและหลังดำเนินมาตรการ - ค่า COD	องค์การจัดการน้ำเสีย (อจน.)/ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)	องค์การจัดการน้ำเสีย (อจน.)/ สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)			
11. มาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด	ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก	บริษัทผลิตปูนซีเมนต์	สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด (สอจ.)
สาขาเกษตร			
12. มาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร	จำนวนสุกร	ฟาร์มสุกร	สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด (ปศจ.)
13. มาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร	- พื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร (ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมตรวจสอบ) - อัตราน้ำหนักของพืชที่เผาไหม้ได้ในพื้นที่เกษตร	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA)
14. มาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และสารปรับปรุงดิน (ยูเรีย ปูนขาว และโดโลไมต์)	สำนักงานเกษตรจังหวัด (กษจ.)/ สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัด (สพด.)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)

มาตรการลดก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง	หน่วยงานดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก	หน่วยงานเจ้าของข้อมูล
สาขาป่าไม้และพื้นที่สีเขียว			
15. มาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว	• พื้นที่โครงการ • ความสูงของต้นไม้ • เส้นรอบวงต้นไม้ • ชนิดไม้และประเภทพรรณไม้	หน่วยงานที่ดำเนินโครงการเพิ่มพื้นที่สีเขียว	- กรมป่าไม้ (ปม.) - กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (อส.) - กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ทช.)

2 วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology)

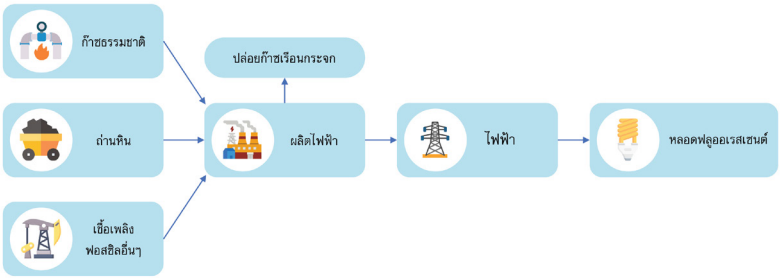
2.1 วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) สาขาพลังงาน

วิธีคำนวณฯ (Methodology) สาขาพลังงาน ประกอบด้วย 5 มาตรการ ได้แก่ การเปลี่ยนหลอดไฟ LED การลดการใช้พลังงาน การเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง และการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน รายละเอียด ดังนี้

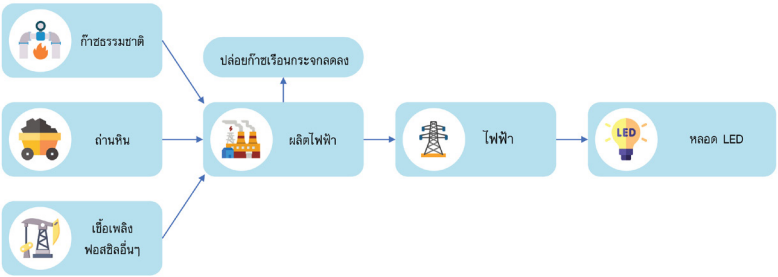
1. การเปลี่ยนหลอดไฟ LED

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED**

การเปลี่ยนหลอดไฟ LED เป็นการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้หลอด LED แสดงดังรูปที่ 5 - 6



รูปที่ 5 กรณีฐานมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED



รูปที่ 6 กรณีดำเนินมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED จะใช้ค่าความแตกต่างของกำลังไฟฟ้ารวมกำลังของบัลลาสต์ของหลอดไฟเดิมและหลอดไฟใหม่คูณกับจำนวนหลอดไฟใหม่ (LED) ที่เปลี่ยนทดแทนหลอดเดิม คูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอด LED และคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = [(P_{BE}/1000) \times N_{LED} \times h \times 10^{-3}] \times EF_{EC,y}$$

$$PE_y = [(P_{PE}/1000) \times N_{LED} \times h \times 10^{-3}] \times EF_{EC,y}$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = [(P_{BE} - P_{PE}/1000) \times N_{LED} \times h \times 10^{-3}] \times EF_{EC,y}}$$

โดยที่

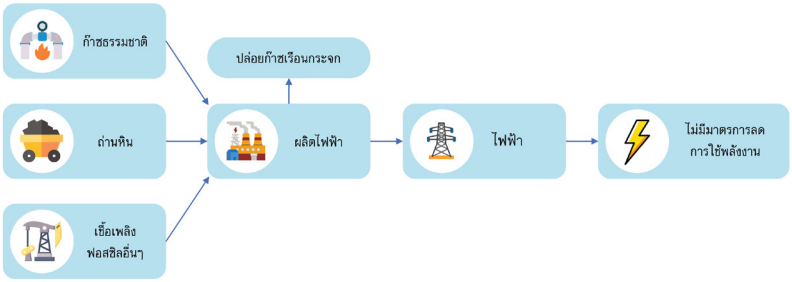
พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
P_{BE}	กำลังไฟฟ้าของหลอดเดิม (ฟลูออเรสเซนต์) รวมกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ (W/unit)	ครัวเรือน อาคาร โรงงานอุตสาหกรรม
P_{PE}	กำลังไฟฟ้าของหลอดใหม่ (LED) รวมกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ (W/unit)	ครัวเรือน อาคาร โรงงานอุตสาหกรรม
1000	ค่าแปลงหน่วยจาก วัตต์ (W) เป็น กิโลวัตต์ (kW)	-
$N_{LED,y}$	จำนวนหลอด LED ที่เปลี่ยนทดแทนหลอดเดิม ในปี y (unit/year)	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)/ สำนักงานพลังงานจังหวัด (สพจ.) *สมมติฐาน: กรณีฐาน จำนวนหลอดไฟเดิม เท่ากับ จำนวนหลอดไฟใหม่
h	จำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอด LED (hr/year)	ครัวเรือน อาคาร โรงงานอุตสาหกรรม
$EF_{EC,y}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO_2/kWh)	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/การใช้ไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

รูปที่ 7 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ LED

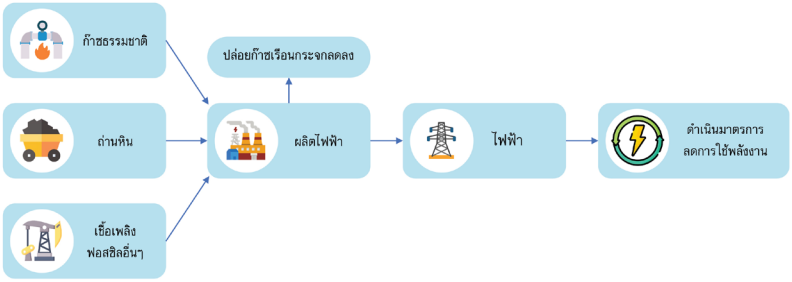
2. การลดการใช้พลังงาน

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการลดการใช้พลังงาน**

การลดการใช้พลังงานเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ ไม่มีการดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงาน ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ ดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงาน แสดงดังรูปที่ 8 - 9



รูปที่ 8 กรณีฐานมาตรการลดการใช้พลังงาน



รูปที่ 9 กรณีดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงาน

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการลดการใช้พลังงาน จะใช้ค่าความแตกต่างของปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังดำเนินมาตรการคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = (E_{BE,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}$$

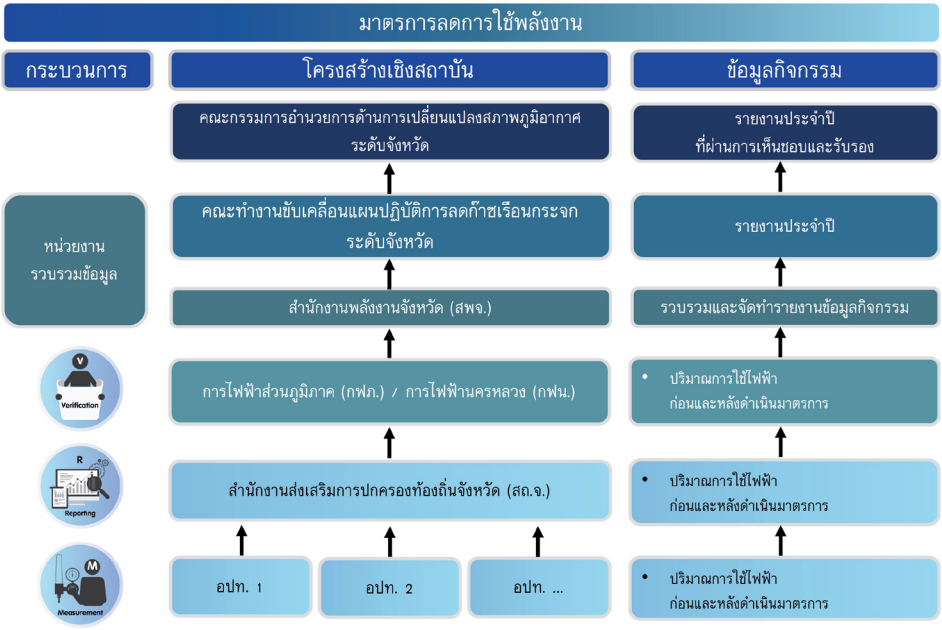
$$PE_y = (E_{PE,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = [(E_{BE,y} - E_{PE,y}) \times 10^{-3}] \times EF_{EC,y}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
$E_{BE,y}$	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกรณีฐาน ในปี y (kWh/year)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) / การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)
$E_{PE,y}$	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (kWh/year)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) / การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)
$EF_{EC,y}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO_2/MWh)	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/การใช้ไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

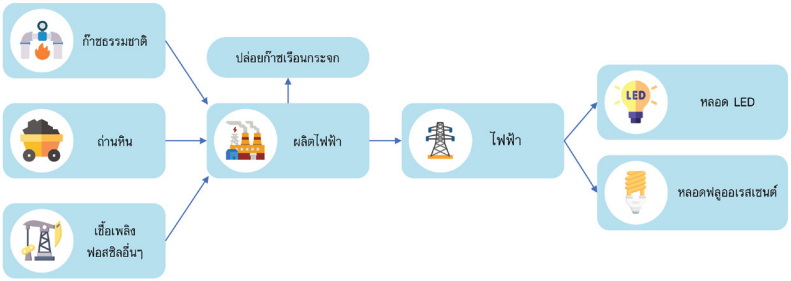


รูปที่ 10 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการลดการใช้พลังงาน

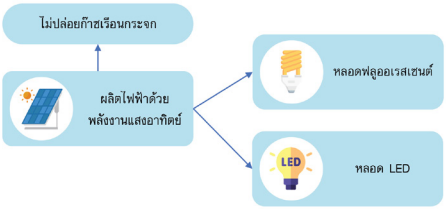
3. การเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์**

การเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้ไฟสาธารณะที่ผลิตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้ชุดไฟสาธารณะที่ใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้ชุดไฟสาธารณะที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง แสดงดังรูปที่ 11 - 12



รูปที่ 11 กรณีฐานมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 12 กรณีดำเนินมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ จะใช้กำลังไฟฟ้าของชุดไฟสาธารณะเดิมคูณด้วยจำนวนชุดไฟสาธารณะพลังงานแสงอาทิตย์คูณด้วยจำนวนชั่วโมงและวันที่ใช้งานคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = [(P_{BE} / 1000) \times N_{solar,y} \times h \times D \times 10^{-3}] \times EF_{EG,y}$$

$$PE_y = 0$$

$$\mathbf{ER_y = [(P_{BE} / 1000) \times N_{solar,y} \times h \times D \times 10^{-3}] \times EF_{EG,y}}$$

โดยที่

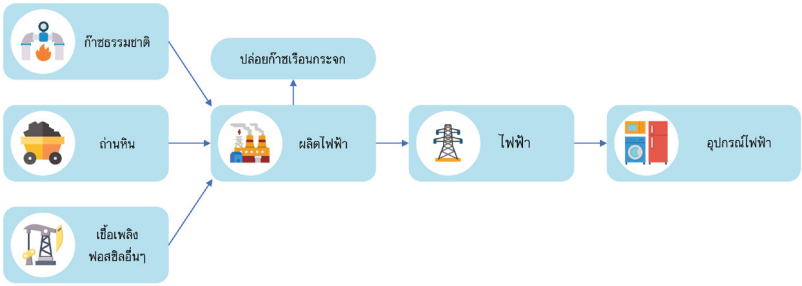
พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
P_{BE}	กำลังไฟฟ้าของชุดไฟสาธารณะเดิม (W/unit	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) / สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.) (ถ้ามี) *สมมติฐาน : กรณีฐาน จำนวนชุดไฟเดิม เท่ากับจำนวนชุดไฟใหม่
$N_{solar,y}$	จำนวนชุดไฟสาธารณะที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในปี y (unit/year)	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
h	จำนวนชั่วโมงการเปิดชุดไฟสาธารณะ (hr/day)	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) / สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.) (ถ้ามี)
D	จำนวนวันใช้งานชุดไฟสาธารณะ (day/year)	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) / สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.) (ถ้ามี)
$EF_{EG,y}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่ง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า ในปี y (tCO_2/MWh)	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/การใช้ไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก
1000	ค่าแปลงหน่วยจาก วัตต์ (W) เป็นกิโลวัตต์ (kW)	-

รูปที่ 13 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเปลี่ยนชุดไฟสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์

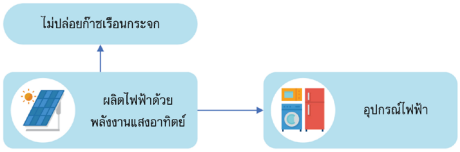
4. การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง**

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เองเป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) เพื่อใช้เอง ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เองทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง แสดงดังรูปที่ 14 - 15



รูปที่ 14 กรณีฐานมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง



รูปที่ 15 กรณีดำเนินมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง จะใช้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = EG_{Solar,y} \times EF_{EG,y}$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = EG_{Solar,y} \times EF_{EG,y}}$$

โดยที่

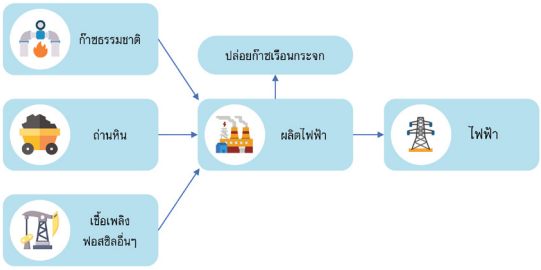
พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
$EG_{Solar,y}$	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง ในปี y (MWh/year)	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) หรือ ค่าจากการคำนวณ $EG_{Solar,y} = P_{Solar,y} \times PF_{Solar} \times HR_y$
$P_{Solar,y}$	ปริมาณขายตามสัญญาจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เองในปี y (MW/year)	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
PF_{Solar}	ค่าตัวประกอบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (%)	แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย 2558-2579 (PDP 2015)
HR_y	ชั่วโมงการทำงาน ในปี y (hour/year)	จำนวนชั่วโมงทำงานตลอดทั้งปี
$EF_{EG,y}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่ง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)	รายงานผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/การใช้ไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

รูปที่ 16 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง

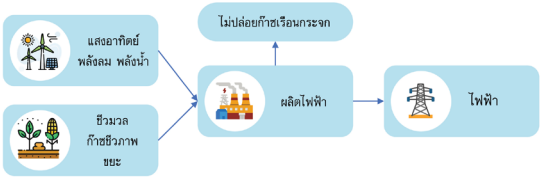
5. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

• กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการของมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้นกรณีฐานของมาตรการ คือ การผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน แสดงดังรูปที่ 17 - 18



รูปที่ 17 กรณีฐานมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน



รูปที่ 18 กรณีดำเนินมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน จะใช้ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทน คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่ง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = EG_{RE,i,y} \times EF_{EG,y}$$

$$PE_y = 0$$

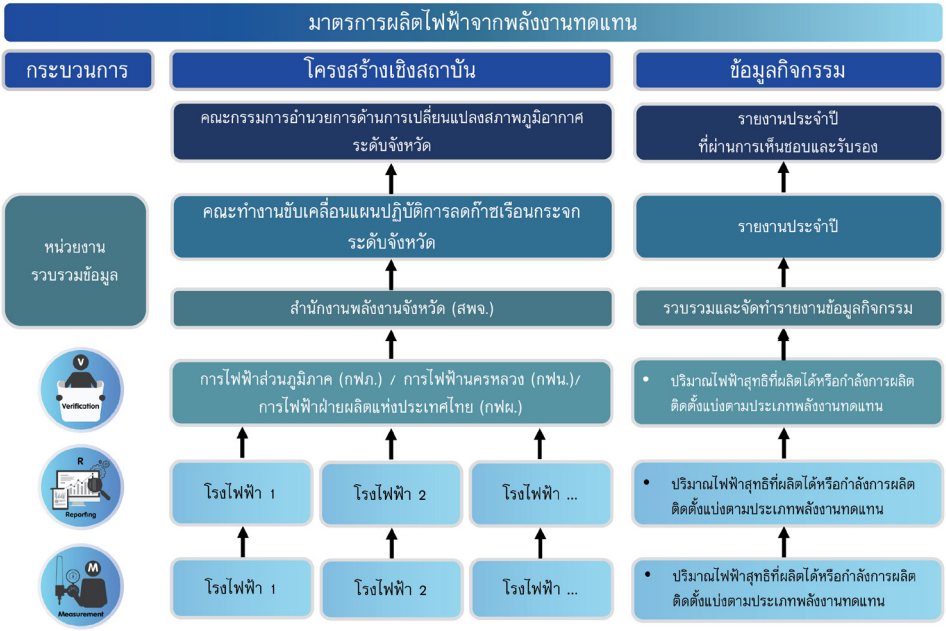
$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = EG_{RE,i,y} \times EF_{EG,y}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
$EG_{RE,i,y}$	ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทน* ประเภท i ในปี y (MWh/year)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) / การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)/การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) หรือค่าจากการคำนวณ $EG_{RE,i,y} = P_{RE,i,y} \times PF_{RE,i} \times HR_y$
$P_{RE,i,y}$	ปริมาณขายตามสัญญาจากพลังงานทดแทนประเภท i ในปี y (MW/year)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) / การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)/ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
$PF_{RE,i}$	ค่าตัวประกอบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ประเภท i (%)	แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย 2558-2579 (PDP 2015)
HR_y	ชั่วโมงการทำงาน ในปี y (hour/year)	จำนวนชั่วโมงทำงานตลอดทั้งปี
$EF_{EG,y}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่งสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)	รายงานผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/การใช้ไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

หมายเหตุ: *การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนสำหรับประเทศไทยสามารถผลิตได้จาก พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานขยะ พลังงานชีวมวล และพลังงานความร้อนใต้พิภพ



รูปที่ 19 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

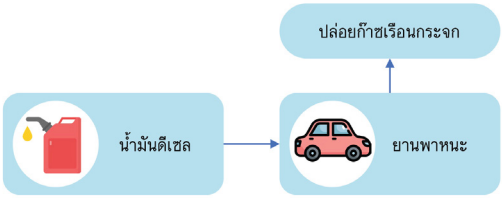
2.2 วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) สาขาการขนส่ง

วิธีคำนวณฯ (Methodology) สาขาการขนส่ง ประกอบด้วย 2 มาตรการ ได้แก่ การใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่งและการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง รายละเอียด ดังนี้

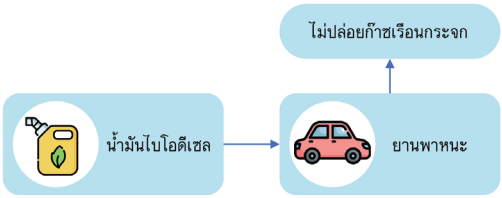
1. การใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการของมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง**

การใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่งเป็นการใช้เชื้อเพลิงเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้น้ำมันดีเซลในภาคการขนส่ง ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้น้ำมันไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง แสดงดังรูปที่ 20 – 21



รูปที่ 20 กรณีฐานมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง



รูปที่ 21 กรณีดำเนินมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง จะใช้ปริมาณไบโอดีเซลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง คูณกับค่าความร้อนสุทธิและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปน้ำมันดีเซล โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = FC_{Biodiesel,y} \times NCV_{Biodiesel} \times EF_{CO_2,Diesel} \times 10^{-3}$$

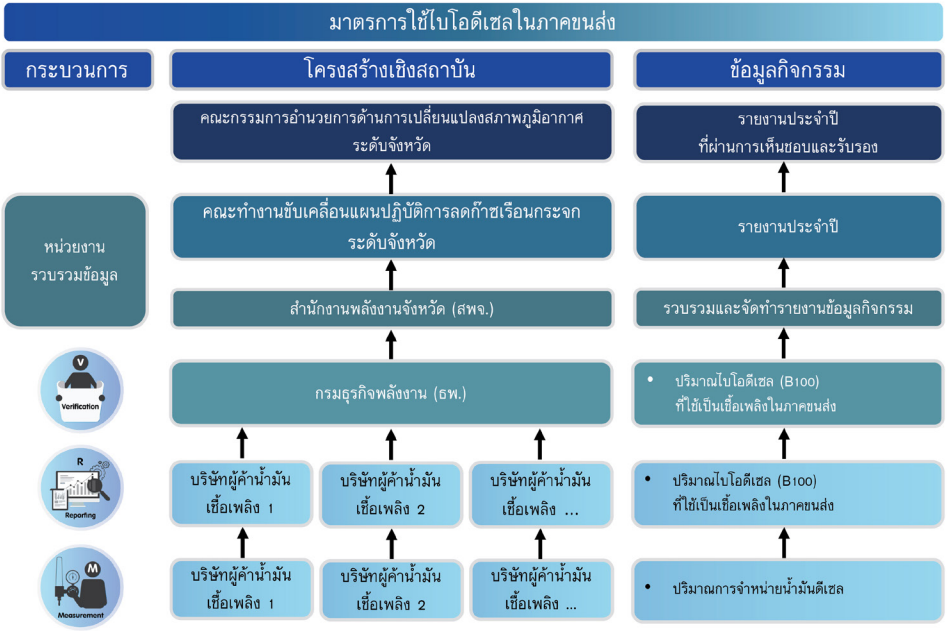
$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = FC_{Biodiesel,y} \times NCV_{Biodiesel} \times EF_{CO_2,Diesel} \times 10^{-3}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
$FC_{Biodiesel,y}$	ปริมาณไบโอดีเซลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ในปี y (liters/year)	กรมธุรกิจพลังงาน หรือ ค่าจากการคำนวณ $FC_{Biodiesel,y} = FC_{Diesel,k,y} \times BR_{Biodiesel,k}$
$FC_{Diesel,k,y}$	ปริมาณดีเซล ประเภท k ที่จำหน่ายเป็นเชื้อเพลิงในภาคการขนส่งในปี y (liters/year)	กรมธุรกิจพลังงาน
$BR_{Biodiesel,k}$	อัตราส่วนของไบโอดีเซลที่ผสมลงในดีเซลประเภท k (%)	กรมธุรกิจพลังงาน
$NCV_{Biodiesel}$	ค่าความร้อนสุทธิของไบโอดีเซล (MJ/liter) (Default: 36.42)	รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทยปี 2566 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
$EF_{CO_2Diesel}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปน้ำมันดีเซล ($kgCO_2$/MJ) (Default: 0.0741)	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

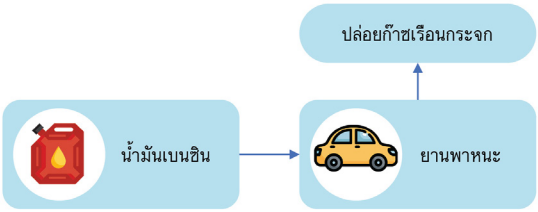


รูปที่ 22 กระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรมการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง

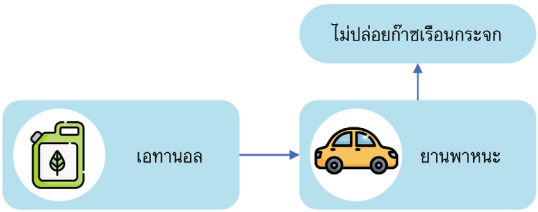
2. การใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการของมาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง**

การใช้เอทานอลในภาคการขนส่งเป็นการใช้เชื้อเพลิงเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซิน ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้น้ำมันเบนซินในภาคการขนส่ง ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง แสดงดังรูปที่ 23 - 24



รูปที่ 23 กรณีฐานมาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง



รูปที่ 24 กรณีดำเนินมาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง จะใช้ปริมาณเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง คูณกับค่าความร้อนสุทธิและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปน้ำมันเบนซิน โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$BE_y = FC_{Ethanol,y} \times NCV_{Ethanol} \times EF_{CO_2,Gasoline} \times 10^{-3}$$

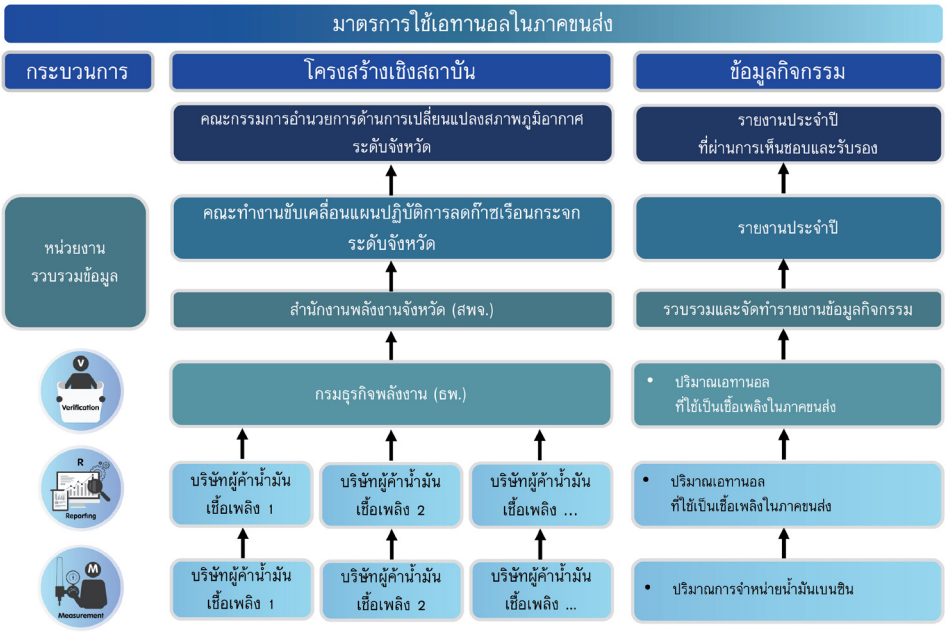
$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = FC_{Ethanol,y} \times NCV_{Ethanol} \times EF_{CO_2,Gasoline} \times 10^{-3}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y (tCO_2/year)	ผลจากการคำนวณ
$FC_{Ethanol,y}$	ปริมาณเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ในปี y (liters/year)	กรมธุรกิจพลังงาน หรือค่าจากการคำนวณ $FC_{Ethanol,y} = FC_{Gasoline,k,y} \times BC_{Ethanol,k}$
$FC_{Gasoline,k,y}$	ปริมาณเบนซิน ประเภท k ที่จำหน่ายเป็นเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ในปี y (liters/year)	กรมธุรกิจพลังงาน
$BC_{Ethanol,k}$	อัตราส่วนของเอทานอลที่ผสมลงในเบนซิน ประเภท k (%)	กรมธุรกิจพลังงาน
$NCV_{Ethanol,k}$	ค่าความร้อนสุทธิของเอทานอล (MJ/liter) (Default: 21.54)	รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทยปี 2566 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
$EF_{CO_2Gasoline}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปน้ำมันเบนซิน ($kgCO_2$/MJ) (Default: 0.0693)	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories



รูปที่ 25 กระบวนการ MRV สำหรับข้อมูลกิจกรรมการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง

2.3 วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) สาขาการจัดการของเสีย

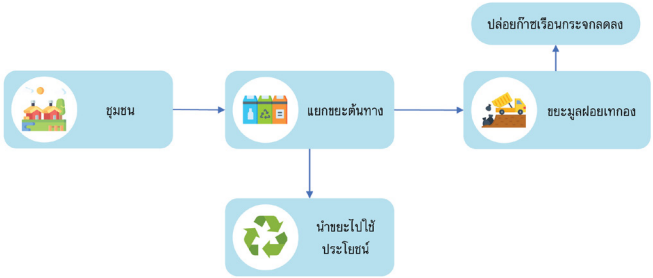
วิธีคำนวณฯ (Methodology) สาขาการจัดการของเสีย ประกอบด้วย 3 มาตรการ ได้แก่ มาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง มาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย และมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน รายละเอียด ดังนี้

1. การส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง**

การส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทางเป็นการคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การเทกองขยะมูลฝอยโดยไม่มีการคัดแยกขยะต้นทาง ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การคัดแยกขยะต้นทางที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้เพื่อลดปริมาณขยะเทกอง แสดงดังรูปที่ 26 – 27

รูปที่ 26 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง



รูปที่ 27 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง โดยจะใช้น้ำหนักของขยะรีไซเคิลแต่ละประเภท (กระดาษ พลาสติก อะลูมิเนียม เหล็ก โลหะ แก้ว) คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำประเภทขยะไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$BE_y = [(W_{pp,y} \times (EF_{swd\ pp} + EF_{recycle\ pp})) + (W_{pla,y} \times EF_{recycle\ pla}) + (W_{alu,y} \times EF_{recycle\ alu}) + (W_{steel,y} \times EF_{recycle\ steel}) + (W_{metal,y} \times EF_{recycle\ metal}) + (W_{glass,y} \times EF_{recycle\ glass})] \times 10^{-3}$$

$$BE_y = [(W_{pp,y} \times (2.1275 + 3.5460)) + (W_{pla,y} \times 1.0310) + (W_{alu,y} \times 9.1270) + (W_{steel,y} \times 1.8320) + (W_{metal,y} \times 4.3910) + (W_{glass,y} \times 0.2760)] \times 10^{-3}$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

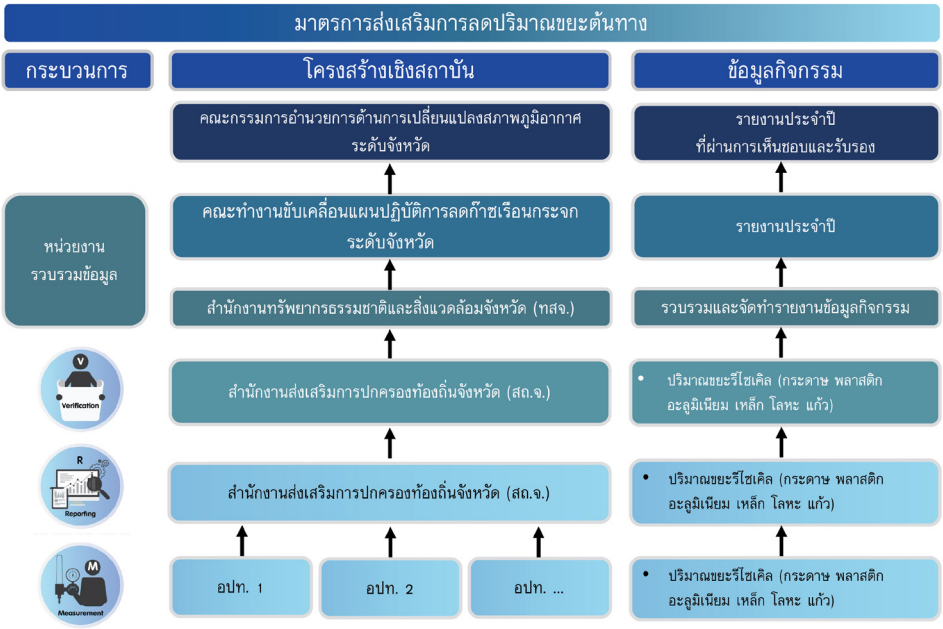
$$\mathbf{ER_y = [(W_{pp,y} \times (2.1275 + 3.5460)) + (W_{pla,y} \times 1.0310) + (W_{alu,y} \times 9.1270) + (W_{steel,y} \times 1.8320) + (W_{metal,y} \times 4.3910) + (W_{glass,y} \times 0.2760)] \times 10^{-3}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$W_{pp,y}$	น้ำหนักขยะประเภทกระดาษ ในปี y ($kg_{pp}/year$)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$W_{pla,y}$	น้ำหนักขยะประเภทพลาสติก ในปี y ($kg_{pla}/year$)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$W_{alu,y}$	น้ำหนักขยะประเภทอะลูมิเนียม ในปี y ($kg_{alu}/year$)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$W_{steel,y}$	น้ำหนักขยะประเภทเหล็ก ในปี y ($kg_{steel}/year$)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$W_{metal,y}$	น้ำหนักขยะประเภทโลหะ ในปี y ($kg_{metal}/year$)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$W_{glass,y}$	น้ำหนักขยะประเภทแก้ว ในปี y ($kg_{glass}/year$)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
$EF_{swd\ pp}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทกระดาษด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบไม่มีระบบจัดการ ลึกมากกว่า 5 เมตร) ($kgCO_2eq/kg_{pp}$) (Default: 2.1275)	T-VER-TOOL-WASTE-01 Version 7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน
$EF_{recycle\ pp}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับการนำกระดาษไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ ($kgCO_2eq/kg_{pp}$) (Default: 3.5460)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)
$EF_{recycle\ pla}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับการนำพลาสติกไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ ($kgCO_2eq/kg_{pla}$) (Default: 1.0310)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)
$EF_{recycle\ alu}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับการนำอะลูมิเนียมไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ ($kgCO_2eq/kg_{alu}$) (Default: 9.1270)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
$EF_{recycle\ steel}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับการนำเหล็กไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ ($kgCO_2eq/kg_{steel}$) (Default: 1.8320)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)
$EF_{recycle\ metal}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับการนำโลหะไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ ($kgCO_2eq/kg_{metal}$) (Default: 4.3910)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)
$EF_{recycle\ glass}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับการนำแก้วไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นแทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ ($kgCO_2eq/kg_{glass}$) (Default: 0.2760)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)



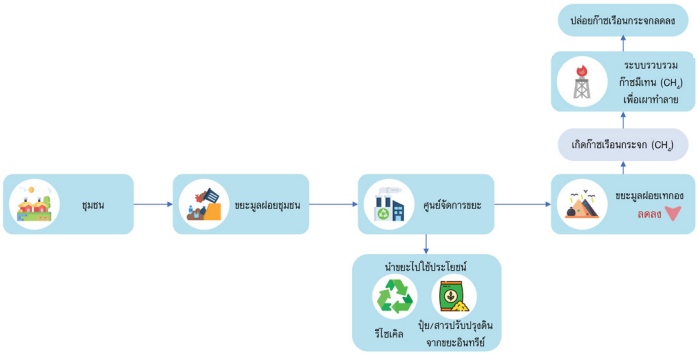
รูปที่ 28 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการลดปริมาณขยะต้นทาง

2. การปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย**

การปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย ซึ่งก๊าซมีเทนดังกล่าวเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในหลุมฝังกลบภายใต้สภาวะไร้อากาศ โดยมาตรการนี้จะทำการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาจัดการส่วนที่เหลือ แสดงรายละเอียดการกำหนดกรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย ดังรูปที่ 29 - 30

รูปที่ 29 กรณีฐานมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย



รูปที่ 30 กรณีดำเนินมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย สามารถประเมินค่าความแตกต่างของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ โดยสมการในการประเมินมีดังนี้

- **การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในหลุมฝังกลบภายใต้สภาวะไร้อากาศเฉพาะส่วนที่ไม่เกิดปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชั่นกับอากาศภายในชั้นวัสดุกลบทับ ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน (Baseline Emission: BE_y) แสดงรายละเอียดสมการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ดังนี้

$$BE_y = BE_{CH_4,SWDS,y}$$

$$BE_{CH4,SWDS,y} = W_y \times (p_{ไม้,y} \times 4.02 + p_{กระดาษ,y} \times 3.72 + p_{อาหาร,y} \times 1.00 + p_{สิ่งทอ} \times 2.23 + p_{กิ่งไม้และใบไม้,y} \times 1.68) \times CF \times 0.1$$

โดยที่

ความหมาย		ที่มาของข้อมูล
$BE_{CH_4,SWDS,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน ในปี y	ผลจากการคำนวณ
W_y	ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่นำไปกำจัดโดยวิธีการอื่นแทนวิธีการฝังกลบ ในปี y	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$p_{ไม้}$	สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยชุมชนประเภทไม้ ในปี y	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$p_{กระดาษ}$	สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยชุมชนประเภทกระดาษ ในปี y	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$p_{อาหาร}$	สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยชุมชนประเภทอาหาร ในปี y	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$p_{สิ่งทอ}$	สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยชุมชนประเภทสิ่งทอ ในปี y	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$p_{กิ่งไม้และใบไม้}$	สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยชุมชนประเภทกิ่งไม้และใบไม้ ในปี y	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
CF	แฟคเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณแบบไม่มีระบบจัดการ (ลึกน้อยกว่า 5 เมตร) (Default: 2.86)	T-VER-S-TOOL-02-02 Version 01 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน

หมายเหตุ: 0.1 ตัวคูณแปลงหน่วย เพื่อให้ผลลัพธ์อยู่ในหน่วยที่ต้องรายงาน

o การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ จะคิดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) ขยะที่นำไปรีไซเคิล (2) ขยะที่นำไปผลิตเป็นปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ และ (3) ขยะฝังกลบที่มีการติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

PE_y = $PE_{Rec,y} + PE_{Fer,y} + PE_{LF,treatment,y}$ - การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำขยะไปรีไซเคิล ในปี y ($PE_{Rec,y}$)

$PE_{Rec,y} = \sum(W_{Rec,i,y} \times EF_{Rec,i}) \times 10^{-3}$ - การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำขยะไปทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน ในปี y ($PE_{Fer,y}$)

$PE_{Fer,y} = \sum(W_{Fer,i,y} \times EF_{Fer}) \times 10^{-3}$ - การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะฝังกลบที่มีการติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย ในปี y ($PE_{LF,treatment,y}$)

$PE_{LF,treatment,y} = (W_{LF,y} \times EF_{LF}) + [(WW_{LF,y} \times COD_{LF,y}) \times (B_O \times MCF_k) \times GWP_{CH_4}] \times 10^{-3}$

$ER_y = BE_y - PE_y$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$PE_{Rec,y}$	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำขยะไปรีไซเคิล ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$PE_{Fer,y}$	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำขยะไปทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$PE_{LF,treatment,y}$	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะฝังกลบที่มีการติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$W_{Rec,i,y}$	ปริมาณขยะรีไซเคิลประเภท i สำหรับการดำเนินมาตรการ ในปี y (kg/year)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$W_{Fer,i,y}$	ปริมาณขยะที่นำไปผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินประเภท i สำหรับการดำเนินมาตรการ ในปี y (kg/year)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
$W_{LF,y}$	ปริมาณขยะที่ฝังกลบ สำหรับการดำเนินโครงการ ในปี y (kg/year)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$WW_{LF,y}$	ปริมาณน้ำเสีย สำหรับการดำเนินมาตรการในปี y (m^3/year)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$COD_{LF,y}$	ส่วนต่างของค่า COD ขาเข้า และค่า COD ขาออก สำหรับการดำเนินมาตรการในปี y (kg COD/m^3)	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$EF_{Rec,i}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะรีไซเคิลประเภท i ($kgCO_2eq/kg$ ขยะรีไซเคิล) (Default: กระดาษรีไซเคิล: 3.54601, พลาสติกรีไซเคิล: 1.0310, อะลูมิเนียมรีไซเคิล: 9.1270, เหล็กรีไซเคิล: 1.8320, โลหะรีไซเคิล: 4.3910, และ แก้วรีไซเคิล: 0.2760)	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
EF_{Fer}	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะที่นำไปผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน ($kgCO_2eq/kg$ ขยะที่นำไปผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน) (Default: 0.0729)	พัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2548. วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่ทำการเกษตร.เอกสารวิชาการลำดับที่ 19/2548. กรมวิชาการเกษตร. พิมพ์ที่ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
GWP_{CH_4}	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ของ ก๊าซมีเทน ($kgCO_2eq/kgCH_4$) (Default: 28)	IPCC Fifth Assessment Report (AR5)
B_o	อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ($kgCH_4$/kg COD) (Default: 0.25)	2006 IPCC Vol.5: Waste, Chapter 6 Wastewater treatment and discharge
MCF_k	ค่า Methane Correction Factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Default: กรณีบ่อลึกน้อยกว่า 2 เมตร: 0.2, กรณีบ่อลึกมากกว่า 2 เมตร: 0.8)	2019Refinement to the 2006 IPCC Vol.5: Waste, Chapter 6 Wastewater treatment and discharge
EF_{LF}	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ($kgCO_2eq/kg$ขยะฝังกลบ) (Default: 0.7933)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ (CFP) (อัพเดทล่าสุด กรกฎาคม 2565), ลำดับที่ 540

รูปที่ 31 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกอง และติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย

3. การเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน**

การดำเนินมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน ในกรณีฐานน้ำเสียบางส่วนอาจไม่ได้เข้าสู่ระบบบำบัดหรือถูกบำบัดภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ส่งผลให้มีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเกิดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ออกสู่บรรยากาศ ส่วนในกรณีดำเนินมาตรการจะมีกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โดยการเติมอากาศในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำและส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน (aerobic microorganisms) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งช่วยลดการเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนที่เป็นสาเหตุของการเกิดก๊าซมีเทนจากน้ำเสียชุมชน ดังรูปที่ 32 - 33

รูปที่ 32 กรณีฐานมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน

รูปที่ 33 กรณีดำเนินมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน สามารถประเมินค่าความแตกต่างของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ โดยสมการการประเมินมีดังนี้

o การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน คิดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ของน้ำเสียที่ไม่ผ่านระบบการบำบัด (ไม่ผ่านการเติมอากาศ) ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับอากาศ โดยในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน ประเมินโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$BE_y = (WW_{Tre,y} \times COD_{Tre,y}) \times (B_O \times MCF_k) \times GWP_{CH_4} \times 10^{-3}$$

o การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ น้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (เติมอากาศ) จะไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$WW_{Tre.}$	ปริมาณน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด ในปี y ($m^3/year$)	องค์การจัดการน้ำเสีย (อจน.)/สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
$COD_{Tre.y}$	ส่วนต่างของค่า COD ขาเข้า และค่า COD ขาออก สำหรับการดำเนินมาตรการ ในปี y ($kg\ COD/m^3$)	องค์การจัดการน้ำเสีย (อจน.)/สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด (สถ.จ.)
GWP_{CH_4}	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน ($kgCO_2eq/kgCH_4$) (Default: 28)	IPCC Fifth Assessment Report (AR5)
B_O	อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ($kgCH_4/kg\ COD$) (Default: 0.25)	2006 IPCC Vol.5: Waste, Chapter 6 Wastewater treatment and discharge
MCF_k	ค่า Methane Correction Factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Default: กรณีบ่อลึกน้อยกว่า 2 เมตร: 0.2, กรณีบ่อลึกมากกว่า 2 เมตร: 0.8) กรณีที่เป็นระบบการบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ (Default: 0)	2019 Refinement to the 2006 IPCC Vol.5: Waste, Chapter 6 Wastewater treatment and discharge

รูปที่ 34 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเพิ่มปริมาณน้ำเสีย เข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน

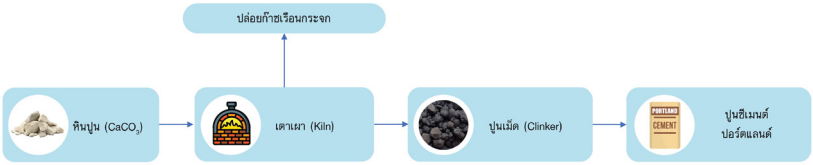
2.4 วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) สาขากระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)

สาขากระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) ระเบียบวิธีนี้มุ่งเน้นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิตและการรั่วไหลของสารทำความเย็นในระบบต่าง ๆ โดยครอบคลุมมาตรการสำคัญ 1 มาตรการ ได้แก่ มาตรการทดแทนปูนเม็ด (Clinker Substitution) ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต รายละเอียด ดังนี้

1. การใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด**

มาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด เป็นการลดการใช้ปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ซึ่งส่งผลทำให้ลดก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้ปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก แสดงดังรูปที่ 35 – 36



รูปที่ 35 กรณีฐานมาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด

รูปที่ 36 กรณีดำเนินมาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก จะใช้ค่าความแตกต่างของสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (C_{OPC}) และสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (C_{HC}) คูณกับปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตได้ต่อปี และคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด โดยสมการในการประเมินมีดังนี้

$$BE_y = C_{OPC} \times P_y \times EF_{Clinker}$$

$$PE_y = C_{HC} \times P_y \times EF_{Clinker}$$

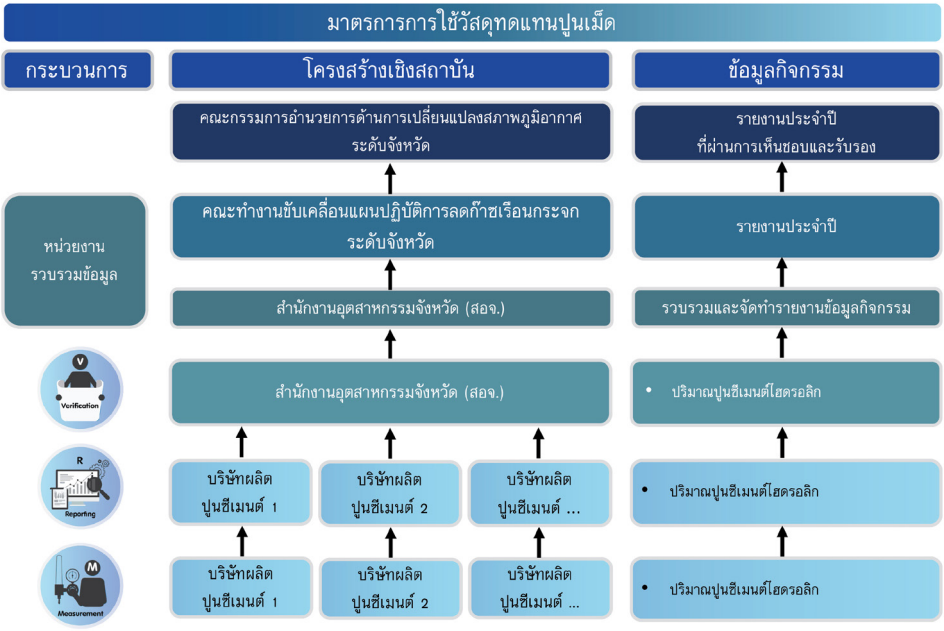
$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = (C_{OPC} - C_{HC}) \times P_y \times EF_{Clinker}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
C_{OPC}	สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ($ton_{Clinker}/ton_{OPC}$) (Default: 0.93)	บริษัทผลิตปูนซีเมนต์/สมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย (TCMA)
C_{HC}	สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ($ton_{Clinker}/ton_{HC}$) (Default: 0.83)	บริษัทผลิตปูนซีเมนต์/สมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย (TCMA)
P_y	ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตได้ ในปี y ($ton_{HC}/year$)	สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด (สอจ.)
$EF_{Clinker}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด ($tCO_2/ton_{Clinker}$) (Default: 0.52)	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

หมายเหตุ: ใช้วัสดุทดแทนเพื่อทดแทนการใช้ปูนเม็ดในกระบวนการผลิต
โดยที่ 1 ตันของวัสดุทดแทน = 1 ตันปูนเม็ด
OPC: Ordinary Portland Cement (ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์)HC: Hydraulic Cement (ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก)



รูปที่ 37 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการการใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด

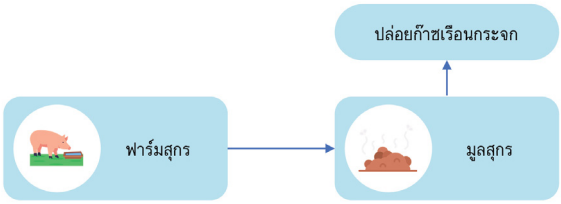
2.5 วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) สาขาเกษตร

สาขาเกษตร ระเบียบวิธีนี้มุ่งเน้นการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคเกษตร โดยมุ่งส่งเสริมแนวทางการจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดหลักในภาคส่วนนี้ โดยครอบคลุมมาตรการสำคัญ 3 มาตรการ ได้แก่ มาตรการส่งเสริมจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร มาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร และมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี รายละเอียดและวิธีการคำนวณของแต่ละมาตรการมีดังต่อไปนี้

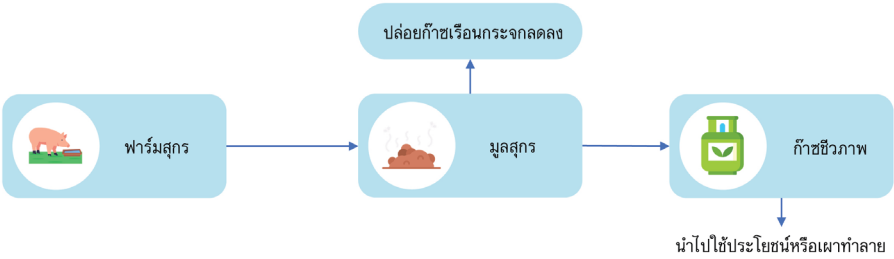
1. การส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร**

การส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร เป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมูลสุกร ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และมีการกักเก็บก๊าซมีเทนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ แสดงดังรูปที่ 38 - 39



รูปที่ 38 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร



รูปที่ 39 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร จะใช้ปริมาณของแข็งระเหยต่อสุกรหนึ่งตัวคูณด้วยจำนวนสุกร และคูณด้วยปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากของแข็งระเหยของสุกร โดยสมการในการประเมินมีดังนี้

$$BE_y = \sum_i (N_{i,y} \times VS_{i,y}) \times GWP_{CH_4} \times D_{CH_4,20C} \times UF \times MCF \times B_0 \times MS_y$$

โดยที่

$$VS_{i,y} = (W_i / W_{default}) \times VS_{default,i} \times nd_y$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$ER_y = \sum_i [N_{i,y} \times (W_i / W_{default}) \times VS_{default,i} \times nd_y] \times GWP_{CH_4} \times D_{CH_4,20C} \times UF \times MCF \times B_0 \times MS_y$$

$$\mathbf{ER_y = \sum_i [N_{i,y} \times (W_i / W_{default}) \times VS_{default,i} \times nd_y] \times 28 \times 0.00067 \times 0.94 \times 0.80 \times 0.45 \times MS_y}$$

โดยที่

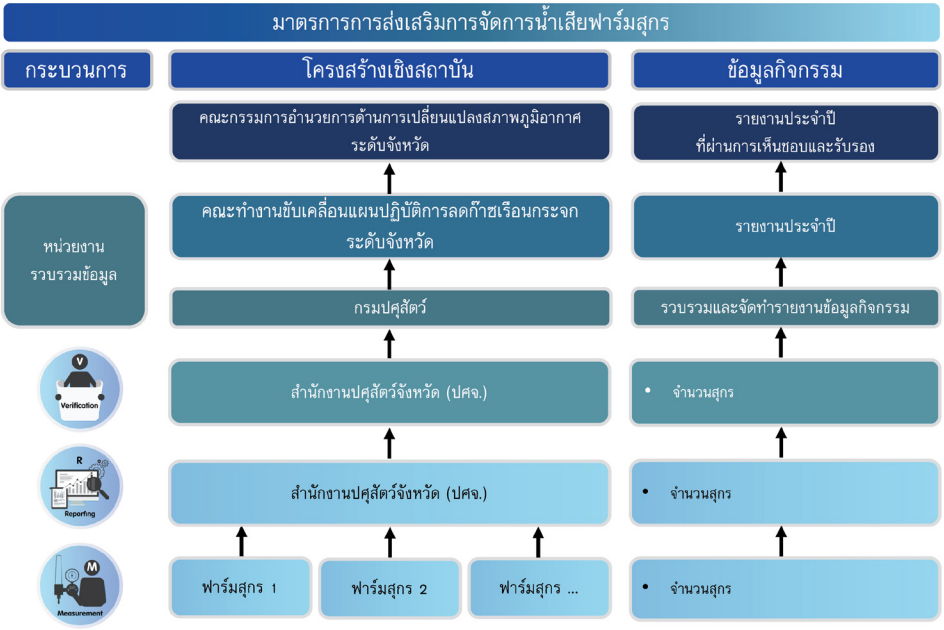
พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$VS_{i,y}$	ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรประเภท i ในปี y (kg/ตัว)	
$N_{i,y}$	จำนวนสุกรประเภท i ในปี y (ตัว/ปี)	สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด (ปศจ.)
W_i	น้ำหนักเฉลี่ยของสุกรประเภท i (kg)	ค่าของกรมปศุสัตว์ โดยอ้างอิงจาก T-VER-S-METH-11-03 ฉบับที่ 1

ประเภทสุกร	น้ำหนัก (kg/ตัว)
สุกรพ่อพันธุ์	170
สุกรแม่พันธุ์	170
สุกรขุน	60
สุกรอนุบาล	12

	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
$W_{default}$	น้ำหนักเฉลี่ยของสุกรประเภท i ตามที่ IPCC กำหนด (kg) • 180 kg สำหรับสุกรพ่อพันธุ์และสุกรแม่พันธุ์ • 50 kg สำหรับสุกรขุนและสุกรอนุบาล	A-7 และ 10A-8 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
$VS_{default,i}$	ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรประเภท i ตามที่ IPCC กำหนด (kg/ตัว/วัน) • 0.5 สำหรับสุกรพ่อพันธุ์และสุกรแม่พันธุ์ • 0.3 สำหรับสุกรขุนและสุกรอนุบาล	A-7 และ 10A-8 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
nd_y	จำนวนวันที่เดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพในปี y (วัน)	ฟาร์มสุกร /สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด (ปศจ.) (ถ้ามี)
GWP_{CH_4}	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2eq/tCH_4) (Default: 28)	IPCC Fifth Assessment Report (AR5)
$D_{CH_4,20C}$	ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทน (tCH_4/m^3CH_4) (Default: 0.00067)	AMS-III.D. Methane recovery in animal manure management systems version 19.0

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
UF	ค่า Model Correction Factor สำหรับความไม่แน่นอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Default: 0.94)	หน้า 8 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 16
MCF	ค่า Methane Conversion Factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Default: 0.80)	หน้า 6 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 16
B_0	อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากของแข็งระเหย (Volatile solid) (m^3 CH_4/kg VS) (Default: 0.45)	A-7 และ 10A-8 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
MS_y	สัดส่วนของมูลสุกรที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในปี y	ฟาร์มสุกร / สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด (ปศจ.) (ถ้ามี)

หมายเหตุ: วิธีการคำนวณข้างต้นไม่ได้รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งและการรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากระบบกักเก็บ

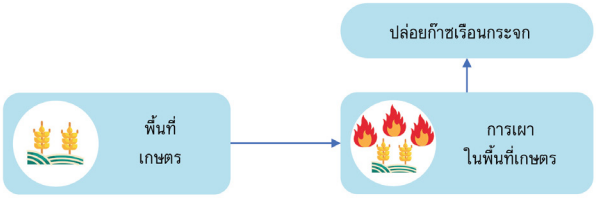


รูปที่ 40 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร

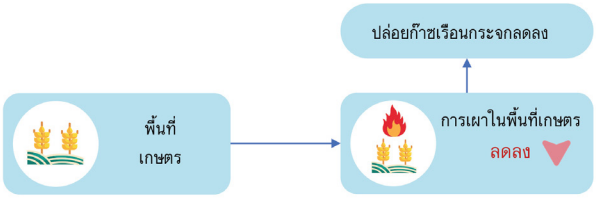
2. การส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร**

การส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร จะทำให้เกิดการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาในพื้นที่เกษตร ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การเผาในพื้นเกษตร ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร แสดงดังรูปที่ 41 - 42



รูปที่ 41 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร



รูปที่ 42 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตรจะใช้ขนาดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตรคูณด้วยอัตราน้ำหนักของพืชที่สามารถเผาไหม้ได้ในพื้นที่เกษตรคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผา โดยสมการในการประเมินมีดังนี้

$$BE_y = A_{Fire,y} \times M_{B,y} \times C_f \times EF_{Fire}$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = A_{Fire,y} \times M_{B,y} \times C_f \times EF_{Fire} \times 10^{-3}}$$

$$\mathbf{ER_y = A_{Fire,y} \times M_{B,y} \times 0.45 \times 0.001828 \times 10^{-3}}$$

โดยที่

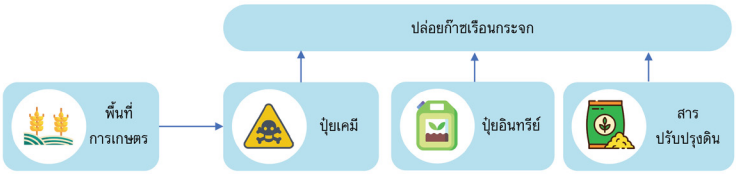
พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$A_{Fire,y}$	ขนาดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร ในปี y ($m^2/year$)	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA)
$M_{B,y}$	อัตราน้ำหนักของพืชที่สามารถเผาไหม้ได้ในพื้นที่เกษตร ซึ่งรวมถึงชีวมวลและเศษไม้ในพื้นที่ ในปี y ($tonne/m^2$)	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA)
C_f	ค่า Combustion Factor (All other temperate forest) (Default: 0.45)	2006 IPCC Vol.4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 2 Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories
EF_{Fire}	ค่า Combustion Factor (Biofuel) $kgCO_2eq/tonne$ (Default: 0.001828)	2006 IPCC Vol.4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 2 Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories

รูปที่ 43 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการลดพื้นที่การเผาในพื้นที่เกษตร

3. การส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี**

การส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี เป็นการส่งเสริมให้เกิดการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีให้เพิ่มมากขึ้นและใช้สารปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับความต้องการธาตุอาหารของพืช ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และสารปรับปรุงดิน ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีและใช้สารปรับปรุงดินในปริมาณที่เหมาะสม แสดงดังรูปที่ 44 - 45



รูปที่ 44 กรณีฐานมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี

รูปที่ 45 กรณีดำเนินมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี จะใช้ข้อมูลประเภทและปริมาณปุ๋ย/สารปรับปรุงดิน (ยูเรีย ปูนขาว และโดโลไมต์) ก่อนและหลังดำเนินมาตรการ คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ย/สารปรับปรุงดินแต่ละประเภท โดยสมการในการประเมินมีดังนี้

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีฐาน + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีฐาน + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย ปูนขาว และโดโลไมต์ในกรณีฐาน

$$BE_y = \{[(W_{BE,sn,y} + W_{BE,on,y}) \times EF_{dr}] + [W_{BE,sn,y} \times EF_{dr,sn}] + [W_{BE,on,y} \times EF_{dr,on}] + [W_{BE,urea,y} \times EF_{urea}] + [W_{BE,lime,y} \times EF_{lime}] + [W_{BE,dol,y} \times EF_{dol}]\} \times 10^{-3}$$

$$BE_y = \{[(W_{BE,sn,y} + W_{BE,on,y}) \times EF_{dr}] + [W_{BE,sn,y} \times 1.557] + [W_{BE,on,y} \times 1.974] + [W_{BE,urea,y} \times 0.733] + [W_{BE,lime,y} \times 0.440] + [W_{BE,dol,y} \times 0.477]\} \times 10^{-3}$$

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีดำเนินมาตรการ + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีดำเนินมาตรการ + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย ปูนขาว และโดโลไมต์ในกรณีดำเนินมาตรการ

$$PE_y = \{[(W_{PE,sn,y} + W_{PE,on,y}) \times EF_{dr}] + [W_{PE,sn,y} \times EF_{idr,sn}] + [W_{PE,on,y} \times EF_{idr,on}] + [W_{PE,urea,y} \times EF_{urea}] + [W_{PE,lime,y} \times EF_{lime}] + [W_{PE,dol,y} \times EF_{dol}]\} \times 10^{-3}$$

$$PE_y = \{[(W_{PE,sn,y} + W_{PE,on,y}) \times EF_{dr}] + [W_{PE,sn,y} \times 1.557] + [W_{PE,on,y} \times 1.974] + [W_{PE,urea,y} \times 0.733] + [W_{PE,lime,y} \times 0.440] + [W_{PE,dol,y} \times 0.477]\} \times 10^{-3}$$

$$\mathbf{ER_y = BE_y - PE_y}$$

หมายเหตุ: วิธีการคำนวณข้างต้นไม่ได้รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้พลังงานไฟฟ้า

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานของมาตรการในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินมาตรการในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
ER_y	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในปี y ($tCO_2eq/year$)	ผลจากการคำนวณ
$W_{BE,sn,y}$	น้ำหนักของปุ๋ยเคมีกรณีฐานในปี y ($kg_{sn}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{PE,sn,y}$	น้ำหนักของปุ๋ยเคมีกรณีดำเนินมาตรการในปี y ($kg_{sn}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{BE,on,y}$	น้ำหนักของปุ๋ยอินทรีย์กรณีฐานในปี y ($kg_{on}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{PE,on,y}$	น้ำหนักของปุ๋ยอินทรีย์กรณีดำเนินมาตรการในปี y ($k_{gon}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{BE,urea,y}$	น้ำหนักของยูเรียกรณีฐานในปี y ($kg_{urea}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{PE,urea,y}$	น้ำหนักของยูเรียกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($kg_{urea}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{BE,lime,y}$	น้ำหนักของปูนขาวกรณีฐาน ในปี y ($kg_{lime}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{PE,lime,y}$	น้ำหนักของปูนขาวกรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($kg_{lime}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{BE,dol,y}$	น้ำหนักของโดโลไมต์กรณีฐาน ในปี y ($kg_{dol}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)
$W_{PE,dol,y}$	น้ำหนักของโดโลไมต์กรณีดำเนินมาตรการ ในปี y ($kg_{dol}/year$)	กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.)

พารามิเตอร์	ความหมาย	ที่มาของข้อมูล
EF_{dr}	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ($kgCO_2eq/kg_{ไนเตรเจน}$) (สำหรับ 2 กรณี) • สำหรับพืชทั่วไป (Default: 4.164) • สำหรับนาข้าวที่มีน้ำขัง (Default: 1.666)	เอกสารการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (LESS) กลุ่มโครงการด้านป่าไม้และการเกษตร รหัส LESS-AGR-01 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร เวอร์ชั่น 8
$EF_{dr,sn}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม (การระเหยในรูปของ NH_3 + NO_3) และการชะล้างซึมผ่านผิวดินจากการใส่ปุ๋ยเคมี ($kgCO_2eq/kg_{ไนเตรเจน}$) (Default: 1.557)	
$EF_{dr,on}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม (การระเหยในรูปของ NH_3 + NO_3) และการชะล้างซึมผ่านผิวดินจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ($kgCO_2eq/kg_{ไนเตรเจน}$) (Default: 1.974)	
EF_{urea}	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ยูเรีย ($kgCO_2eq/kg_{urea}$) (Default: 0.733)	
EF_{lime}	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปูนขาว ($kgCO_2eq/kg_{lime}$) (Default: 0.440)	
EF_{dol}	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่โดโลไมต์ ($kgCO_2eq/kg_{dol}$) (Default: 0.477)	

รูปที่ 46 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี

2.6 วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) สาขาป่าไม้และพื้นที่สีเขียว

สาขาป่าไม้และพื้นที่สีเขียว ระเบียบวิธีนี้มุ่งเน้นการประเมินการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคป่าไม้ และพื้นที่สีเขียว โดยมุ่งส่งเสริมแนวทางการจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดหลักในภาคส่วนนี้ มาตรการสำคัญ 1 มาตรการ ได้แก่ มาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ทั้งนี้แนวทางดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน และการขับเคลื่อนสังคมคาร์บอนต่ำในระดับเมืองและจังหวัด

ต้นไม้มีบทบาทสำคัญในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ โดยใช้กระบวนการสังเคราะห์แสง และนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพทั้งในส่วนเหนือพื้นดิน (ลำต้น กิ่ง ใบ) และใต้ดิน (ราก) ทำให้คาร์บอนถูกกักเก็บในต้นไม้ ดังนั้น การตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดการสูญเสียคาร์บอน รวมถึงการสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้น การปลูกป่า การอนุรักษ์ การฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม เป็นการช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ และเป็นการเพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รายละเอียดมาตรการ ดังนี้

1. การเพิ่มพื้นที่สีเขียว

ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability) สำหรับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว มีดังนี้

1. การปลูก ดูแล และจัดการอย่างถูกวิธี
2. เป็นไม้ยืนต้น (ความสูงตั้งแต่ 1.3 เมตร ขึ้นไป และมีเส้นรอบวงตั้งแต่ 15 เซนติเมตร ขึ้นไป)
3. ไม้ยืนต้นที่ขอการรับรองสามารถเป็นไม้เศรษฐกิจโตเร็วตามประกาศของอบก. ได้ไม่เกินร้อยละ 50 และต้องเป็นการปลูกเพื่ออนุรักษ์โดยไม่มีการตัดขาย
4. กรณีกิจกรรมการปลูกพืชเกษตรยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ทุเรียน เป็นต้น ให้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยตามวิธีการคำนวณเรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร (LESS-AGR-01) ร่วมด้วย

5. มีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย หรือหนังสือยินยอมให้ดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ ในพื้นที่จากเจ้าของที่ดิน

6. ต้องเป็นการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนเพิ่มเติมจากที่กฎหมายบังคับให้ดำเนินการอยู่แล้ว แต่ทั้งนี้ จะต้องไม่เป็นการขัดหรือแย้งต่อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ ด้วย ยกเว้นกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานภายในกำกับของรัฐ

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว อ้างอิงตามเอกสารการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก ภายใต้โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS) กลุ่มโครงการด้านป่าไม้และการเกษตร (FOREST/AGRICULTURE) รหัส LESS-FOR-01 การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ เวอร์ชั่น 6 ซึ่งจะใช้ข้อมูลขนาดพื้นที่โครงการ คูณด้วยมวลชีวภาพของต้นไม้ และคูณด้วยค่าสัดส่วนคาร์บอน โดยสมการในการประเมินมีดังนี้

ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก = ขนาดพื้นที่โครงการ x มวลชีวภาพของต้นไม้ x ค่าสัดส่วนคาร์บอน

โดยที่

ตัวแปร	ความหมาย	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล
A	ขนาดพื้นที่โครงการ(m^2)	พื้นที่ที่ปลูกต้นไม้ ไม่รวมพื้นที่สิ่งก่อสร้าง หรือแหล่งน้ำ	เอกสารสิทธิ์/การตรวจวัด
H	ความสูงของต้นไม้ (m)	ใช้วิธีการวัดด้วยคริโนมิเตอร์ (clinometer) หรือวิธีอื่น ๆ ที่ อบก. ยอมรับ	ตรวจวัด
D	ความโตของต้นไม้ (cm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร	ตรวจวัด
มวลชีวภาพของต้นไม้		มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพใต้ดิน	-
มวลชีวภาพเหนือดิน		ได้แก่ มวลชีวภาพในลำต้น กิ่ง ใบ ดอกและผล	สมการแอลโลเมตรีจำแนกตามกลุ่มชนิดพรรณไม้
มวลชีวภาพใต้ดิน		ได้แก่ ราก	= มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน x สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้
ค่าสัดส่วนคาร์บอน		ปริมาณสัดส่วนของคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของต้นไม้	
44/12		ค่ามวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน	

สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพจำแนกตามกลุ่มพรรณไม้

ชนิดป่า	สมการ	อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป	$W_S = 0.0396\ (D^2H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349\ (D^2H)^{1.030}$ $W_L = (28/(W_S + W_B) + 0.025)^{-1}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Ogawa et al. (1965)
กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน	$W_S = 0.05466\ (D^2H)^{0.945}$ $W_B = 0.01579\ (D^2H)^{0.9124}$ $W_L = 0.0678\ (D^2H)^{0.5806}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Komiyama et al (1987)
กลุ่มปาล์ม	$WT = 6.666 + 12.826\ (H)^{0.5}(\ln H)$	Peason et al. (2005)
กลุ่มไผ่	ไผ่บงป่า $WT = 0.1466\ (D)^{0.7187}$ ไผ่บงดำ $WT = 0.49522\ (D)^{0.8726}$ ไผ่ข้าวหลาม $WT = 0.17446\ (D)^{1.0437}$ ไผ่ไร่และไผ่ผาก $WT = 0.2425\ (D)^{1.0751}$	อิทธิพงศ์ (2557) Kutintara (1995) Kutintara (1995) Kutintara (1995)
กลุ่มเถาวัลย์	$WT = 0.8622\ (D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

หมายเหตุ:
W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (kg)
W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (kg)
W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (kg)
W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (kg)
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (m)
H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (m)

o **ค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน**

ค่าสัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพ และค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้

กลุ่มชนิดไม้	สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้น	ที่มา
พรรณไม้ทั่วไป	47.00	27.00	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
พรรณไม้ป่าชายเลน	47.15	48.00	คณะวนศาสตร์
กลุ่มปาล์ม	41.30	41.00	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)
เถาวัลย์	47.00	27.00	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)
ไผ่	47.00	27.00	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

รูปที่ 47 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

3 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินมาตรการและกิจกรรมที่มีการผลิต/ใช้ไฟฟ้า โดย อบก. ได้กำหนดให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์โครงการ T-VER และ LESS ดังนี้

ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เป็นปัจจุบัน

อบก. กำหนดให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าที่อ้างอิงจากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่ง ซึ่งประกาศโดยคณะทำงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของกระทรวงพลังงาน รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าสำหรับโครงการ Standard T-VER และโครงการ LESS

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง	ค่า Emission Factor หรือ ค่า EF (หน่วย: tCO_2/MWh)				
	ปี พ.ศ. 2561	ปี พ.ศ. 2562	ปี พ.ศ. 2563	ปี พ.ศ. 2564	ปี พ.ศ. 2565
สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า (Supply side)					
1) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน ($EF_{EG,RE,y}$)	0.5290	0.5221	0.5143	0.5251	0.5101

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง	ค่า Emission Factor หรือ ค่า EF (หน่วย: tCO_2/MWh)				
	ปี พ.ศ. 2561	ปี พ.ศ. 2562	ปี พ.ศ. 2563	ปี พ.ศ. 2564	ปี พ.ศ. 2565
2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล ($EF_{EG,FF,y}$)	-	-	0.4394	0.4401	0.4371
สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า (Demand side)					
3) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการใช้ไฟฟ้า ($EF_{EC,y}$)	0.4872	0.4770	0.4758	0.4857	0.4682

หมายเหตุ:

1) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนใช้สำหรับการคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline emission) สำหรับกิจกรรมโครงการประเภทพลังงานหมุนเวียนที่ทดแทนการผลิตด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น การผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์เพื่อจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง

2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล พิจารณาข้อมูลการผลิตของโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักในระบบสายส่ง

3) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้สำหรับการคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานสำหรับกิจกรรมโครงการประเภทการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า เช่น การสร้างโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลประสิทธิภาพสูงใหม่

4) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการใช้ไฟฟ้าสำหรับการคำนวณหา

- 4.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานสำหรับกิจกรรมโครงการประเภทพลังงานหมุนเวียนที่ทดแทนการซื้อไฟฟ้าจากระบบสายส่ง เช่น การผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง การผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์เพื่อการซื้อขายระหว่างเอกชนกับเอกชน (Private Power Purchasing Agreement หรือ Private PPA)
- 4.2 การลดก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction) สำหรับกิจกรรมโครงการประเภทการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency) เช่น การติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง เป็นต้น
- 4.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project emission) สำหรับกิจกรรมโครงการที่มีการใช้ไฟฟ้า

4 แนวทางการเสนอมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติม

ในกรณีที่หน่วยงาน/องค์กร ภายใต้จังหวัดต้องการเสนอมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกมาตรการอื่น ๆ ที่สามารถดำเนินการได้เพิ่มเติม นอกเหนือจากมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่ได้ระบุในเล่มแนวทางการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด ให้ประสานงานกับ อบก. เพื่อพัฒนาวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกต่อไป ทั้งนี้ วิธีการคำนวณที่จะพัฒนามีรายละเอียด ดังนี้

1) พิจารณารูปแบบและแนวคิดของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

- สามารถอธิบายลักษณะของมาตรการที่ต้องการเสนอ เช่น มาตรการจัดการของเสียแบบต้นทาง-ปลายทาง มาตรการส่งเสริมพฤติกรรมการบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
- ระบุเหตุผล ความจำเป็น และศักยภาพการดำเนินงานของจังหวัด
- ระบุประเภทก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เช่น CO_2 CH_4 N_2O

2) หาแหล่งข้อมูลอ้างอิงในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก

- ควรระบุวิธีการคำนวณจากแหล่งอ้างอิงมาตรฐาน เช่น
    - o ระดับสากล: IPCC, Clean Development Mechanism (CDM), Verified Carbon Standard (VCS), Gold Standard (GS) เป็นต้น
    - o ระดับประเทศ: T-VER หรือ Premium T-VER เป็นต้น

3) รวบรวมข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)

- ต้องชี้แจงว่าการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว จำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมใดบ้าง เช่น ปริมาณการใช้พลังงานก่อน-หลังดำเนินการ อุปกรณ์ เทคโนโลยี หรือระบบที่ถูกปรับปรุง เป็นต้น

4) **นำเสนอกระบวนการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) ข้อมูลกิจกรรมที่น่าเชื่อถือ**

- ต้องเสนอวิธีการติดตามตรวจวัดข้อมูลกิจกรรม รวมถึงรูปแบบการรายงานข้อมูล
- ต้องระบุหน่วยงานที่ทวนสอบข้อมูลกิจกรรม
- ต้องระบุความถี่ในการรายงานข้อมูล เช่น รายเดือน รายปี เป็นต้น

5) **เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF)**

- ต้องเลือกใช้ค่า EF ของประเทศเป็นลำดับแรก (TGO, กฟผ., พพ., สนพ.)
- หากไม่มี ให้ใช้ค่า EF สากลจาก IPCC, CDM, VERRA, GS
- เลือกใช้ค่า EF ล่าสุด และเลือก EF ที่สอดคล้องกับบริบทกิจกรรม
- ต้องระบุแหล่งอ้างอิงของค่า EF อย่างครบถ้วนและตรวจสอบได้

6) **นำเสนอผลประโยชน์ร่วม (Co-benefits) ที่จะเกิดขึ้น**

- อาจระบุผลประโยชน์ร่วมที่จะเกิดขึ้นเพิ่มเติมจากการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อใช้ประกอบการนำเสนอมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก เช่น ลดค่าใช้จ่ายพลังงาน ลดปริมาณขยะในชุมชน ชุมชนมีคุณภาพอากาศดีขึ้น เป็นต้น

7) **ประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก**

- จังหวัดจะต้องประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณที่นำเสนอ โดยแสดงผลการลดก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้ในหน่วยตามที่ อบก.กำหนด เช่น tCO_2eq หรือ $kgCO_2eq$

หัวข้อที่ 3

ตัวอย่างการติดตาม ประเมินผลการลด ก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินมาตรการ

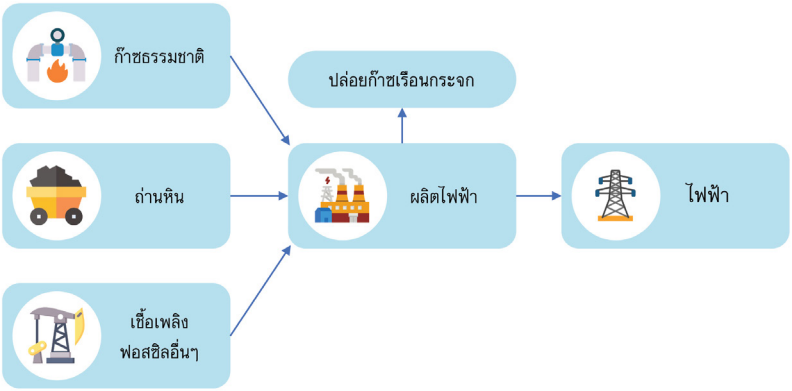
หัวข้อที่ 3 ตัวอย่างการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ

การแสดงตัวอย่างการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการ แสดงตัวอย่างมาตรการ จำนวน 3 มาตรการ ได้แก่ มาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน มาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง มาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง รายละเอียด ดังนี้

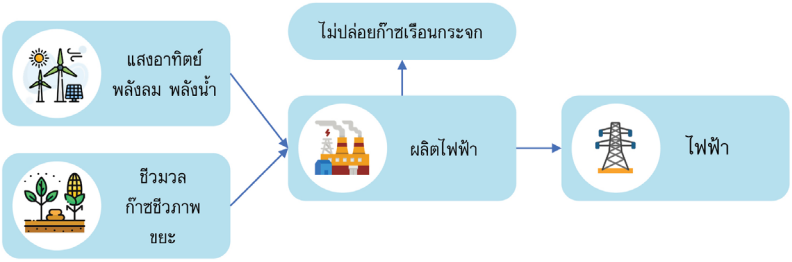
1 มาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน**

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล แสดงดังรูปที่ 48 ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน แสดงดังรูปที่ 49



รูปที่ 48 กรณีฐานมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน



รูปที่ 49 กรณีดำเนินมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน จะใช้ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทน คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่ง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = EG_{RE,i,y} \times EF_{EG}$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$ER_y = EG_{RE,i,y} \times EF_{EG}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย
$EG_{RE,i,y}$	ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทนประเภท i ในปี y	MWh/year
$EF_{EG,y}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่งสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า	tCO_2/MWh

หมายเหตุ: i หมายถึง ประเภทพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ ลม น้ำ ขยะ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และความร้อนใต้พิภพ

- **กระบวนการติดตามผลและ MRV ข้อมูลกิจกรรม**

การติดตามผลและ MRV **ข้อมูลกิจกรรมสำหรับมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนดำเนินการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)** โดยใช้ข้อมูลปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 50

รูปที่ 50 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

- **ตัวอย่างการคำนวณมาตรการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน**

ข้อมูลปี พ.ศ. 2565 พบว่า จังหวัด A สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนได้ 500,000 MWh โดยแบ่งเป็น พลังงานจากแสงอาทิตย์ ชีวมวล และก๊าซชีวภาพ 100,000 200,000 และ 200,000 MWh ตามลำดับ จะสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้เท่าไร

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบสายส่ง		หน่วย
สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า (Electricity Generation Emission Factor: EF_{EG})	0.5101	tCO_2/MWh
สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า (Electricity Consumption Emission Factor: EF_{EC})	0.4682	tCO_2/MWh

ประเภทพลังงานทดแทน	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ปี พ.ศ. 2565 (MWh)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO_2 ของระบบสายส่งสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า (tCO_2/MWh)	ปริมาณ CO_2 ที่ลดได้ ($tCO_2/year$)
	$EG_{PE,y}$	EF_{EG}	CO_2 Reduction
พลังงานแสงอาทิตย์	100,000	0.5101	51,010
ชีวมวล	200,000	0.5101	102,020
ก๊าซชีวภาพ	200,000	0.5101	102,020
รวม	500,000		255,050

การลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Reduction) = $EG_{RE,i,y} \times EF_{EG,y}$

1. ประเภท: พลังงานแสงอาทิตย์

$$GHG\ (CO_2) = 100{,}000\ \frac{MWh}{year} \times 0.5101\ \frac{tCO_2}{MWh}$$

$$= 100{,}000\ \frac{\cancel{MWh}}{year} \times 0.5101\ \frac{tCO_2}{\cancel{MWh}}$$

$$= 51{,}010\ tCO_2/year$$

2. ประเภท: ชีวมวล

$$GHG\ (CO_2) = 200{,}000\ \frac{MWh}{year} \times 0.5101\ \frac{tCO_2}{MWh}$$

$$= 200{,}000\ \frac{\cancel{MWh}}{year} \times 0.5101\ \frac{tCO_2}{\cancel{MWh}}$$

$$= 102{,}020\ tCO_2/year$$

3. ประเภท: ก๊าซชีวภาพ

$$GHG\ (CO_2) = 200{,}000\ \frac{MWh}{year} \times 0.5101\ \frac{tCO_2}{MWh}$$

$$= 200{,}000\ \frac{\cancel{MWh}}{year} \times 0.5101\ \frac{tCO_2}{\cancel{MWh}}$$

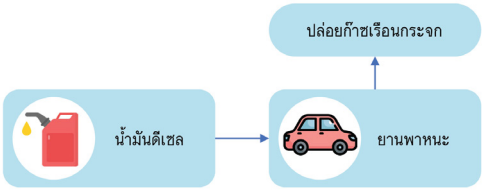
$$= 102{,}020\ tCO_2/year$$

ดังนั้น จังหวัด A จะสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน 255,050 tCO_2/year

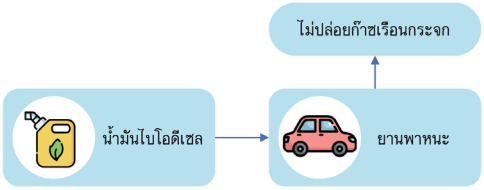
2 มาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง**

การใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่งเป็นการใช้เชื้อเพลิงเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้น้ำมันดีเซลในภาคขนส่ง แสดงดังรูปที่ 51 ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้น้ำมันไบโอดีเซลในภาคขนส่ง แสดงดังรูปที่ 52



รูปที่ 51 กรณีฐานมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง



รูปที่ 52 กรณีดำเนินมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง จะใช้ปริมาณไบโอดีเซลที่ใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง คูณกับค่าความร้อนสุทธิและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปน้ำมันดีเซล โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$BE_y = FC_{Biodiesel,y} \times NCV_{Biodiesel} \times EF_{CO_2,Diesel} \times 10^{-3}$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$$\mathbf{ER_y = FC_{Biodiesel,y} \times NCV_{Biodiesel} \times EF_{CO_2,Diesel} \times 10^{-3}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย
$FC_{Biodiesel,y}$	ปริมาณไบโอดีเซลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่งในปี y	Liter/year
$NCV_{Biodiesel}$	ค่าความร้อนสุทธิของไบโอดีเซล	MJ/unit
$EF_{CO_2,Diesel}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปของน้ำมันดีเซล	$kgCO_2/MJ$

- **กระบวนการติดตามผลและ MRV ข้อมูลกิจกรรม**

การติดตามผลและ MRV **ข้อมูลกิจกรรมสำหรับมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่งดำเนินการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมจากกรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.)** โดยใช้ข้อมูลปริมาณไบโอดีเซล (B100) ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 53

รูปที่ 53 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง

- **ตัวอย่างการคำนวณมาตรการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง**

จากข้อมูลการจำหน่ายน้ำมันดีเซล กรมธุรกิจพลังงาน ปี พ.ศ. 2565 พบว่า จังหวัด A มีการจำหน่ายน้ำมันดีเซล B7 ปริมาณ 1,000,000 ลิตร จะสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้เท่าไร

ประเภทน้ำมันดีเซล	อัตราส่วนผสมดีเซล (%)	อัตราส่วนผสมไบโอดีเซล (%)
ดีเซลหมุนเร็ว	93	7
ดีเซลหมุนเร็วธรรมดา (ชนิดพิเศษ) ยูโร 5	93	7
ดีเซล B10	90	10
ดีเซล B20	80	20
ดีเซลหมุนเร็ว B7	93	7
ดีเซลหมุนเร็ว B7 (ชนิดพิเศษ)	93	7
ดีเซลหมุนเร็ว B7 (ชนิดพิเศษ) ยูโร 5	93	7
ดีเซลหมุนเร็วธรรมดา (ชนิดพิเศษ)	90	10
ดีเซลหมุนเร็วธรรมดา	93	7
ดีเซลหมุนเร็ว B10	90	10
ดีเซลหมุนเร็ว B10 (ชนิดพิเศษ)	90	10

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน

ปริมาณไบโอดีเซลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่งในปี y (Liter/year)	ค่าความร้อนสุทธิของไบโอดีเซล (MJ/unit)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO_2 จากการสันดาปของน้ำมันดีเซล ($kgCO_2/MJ$)	ปริมาณ CO_2 ที่ลดได้ ($tCO_2/year$)
$FC_{Biodiesel,y}$	$NCV_{Biodiesel}$	$EF_{CO_2,Diesel}$	CO_2 Reduction
1,000,000 x 7% = 70,000	36.42	0.0741	188.91

$$\text{GHG } (tCO_2/\text{year}) = 70{,}000 \frac{\cancel{\text{Liter}}}{\text{year}} \times 36.42 \frac{\cancel{\text{MJ}}}{\cancel{\text{Liter}}} \times 0.0741 \frac{kgCO_2}{\cancel{\text{MJ}}}$$

$$= \mathbf{188{,}910} \frac{\cancel{kgCO_2}}{\text{year}} \times 10^{-3} \frac{tCO_2}{\cancel{kgCO_2}}$$

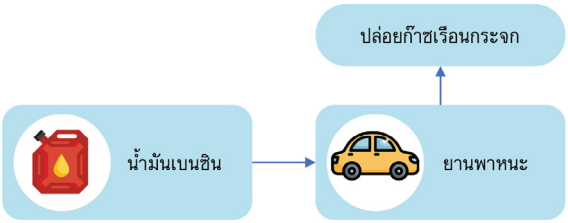
$$= \mathbf{188.91} \frac{tCO_2}{\text{year}}$$

ดังนั้น จังหวัด A สามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการจำหน่ายน้ำมันดีเซล B7 ซึ่งมีส่วนผสมของไบโอดีเซล 70,000 ลิตร ได้ 188.91 tCO_2/year

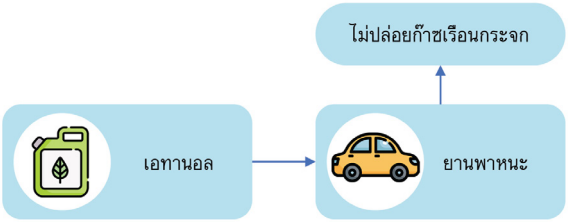
3 มาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง

- **กรณีฐานและกรณีดำเนินมาตรการสำหรับมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง**

การใช้เอทานอลในภาคขนส่งเป็นการใช้เชื้อเพลิงเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซิน ดังนั้น กรณีฐานของมาตรการ คือ การใช้น้ำมันเบนซินในภาคขนส่ง แสดงดังรูปที่ 54 ส่วนกรณีดำเนินมาตรการ คือ การใช้เอทานอลในภาคขนส่ง แสดงดังรูปที่ 55



รูปที่ 54 กรณีฐานมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง



รูปที่ 55 กรณีดำเนินมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง

- **วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก**

วิธีคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง จะใช้ปริมาณเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง คูณกับค่าความร้อนสุทธิและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปน้ำมันเบนซิน โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$BE_y = FC_{Ethanol,y} \times NCV_{Ethanol} \times EF_{CO_2,Gasoline} \times 10^{-3}$$

$$PE_y = 0$$

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

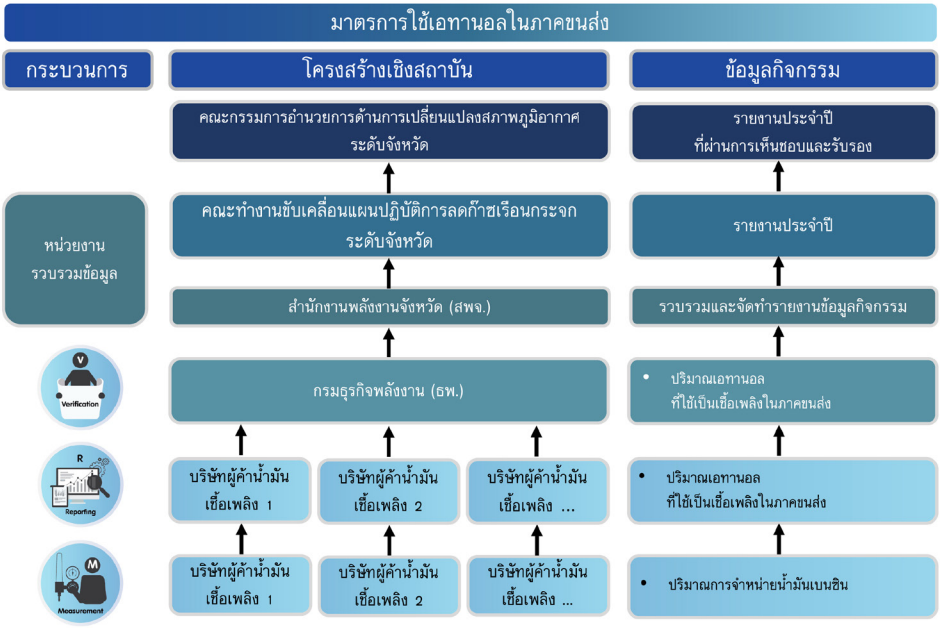
$$\mathbf{ER_y = FC_{Ethanol,y} \times NCV_{Ethanol} \times EF_{CO_2,Gasoline} \times 10^{-3}}$$

โดยที่

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย
$FC_{Ethanol,y}$	ปริมาณเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่งในปี y	Liter/year
$NCV_{Ethanol}$	ค่าความร้อนสุทธิของเอทานอล	MJ/unit
$EF_{CO_2,Gasoline}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปของน้ำมันเบนซิน	$kgCO_2/MJ$

- **กระบวนการติดตามผลและ MRV ข้อมูลกิจกรรม**

การติดตามผลและ MRV **ข้อมูลกิจกรรมสำหรับมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง ดำเนินการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมจากกรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.)** โดยใช้ข้อมูลปริมาณเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 56



รูปที่ 56 กระบวนการ MRV สำหรับมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง

- **ตัวอย่างการคำนวณมาตรการใช้เอทานอลในภาคขนส่ง**

จากข้อมูลการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ กรมธุรกิจพลังงาน ปี พ.ศ. 2565 พบว่า จังหวัด A มีการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ปริมาณ 1,000,000 ลิตร จะสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้เท่าไร

ประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์	อัตราส่วนผสมเบนซิน (%)	อัตราส่วนผสมเอทานอล (%)
แก๊สโซฮอล์ E85	15	85
แก๊สโซฮอล์ E20	80	20
แก๊สโซฮอล์ 91	90	10
แก๊สโซฮอล์ 95	90	10
แก๊สโซฮอล์ E10 ออกเทน 95 (ชนิดพิเศษ)	90	10

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน

ปริมาณเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง ในปี y (Liter/year)	ค่าความร้อนสุทธิของเอทานอล (MJ/unit)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO_2 จากการสันดาปของน้ำมันเบนซิน ($kgCO_2/MJ$)	ปริมาณ CO_2 ที่ลดได้ ($tCO_2/year$)
$FC_{Ethanol,j,y}$	$NCV_{Ethanol}$	$EF_{CO_2,Gasoline}$	CO_2 Reduction
1,000,000 x 10%= 100,000	21.54	0.0693	149.27

$$\text{GHG } (tCO_2/\text{year}) = 100{,}000 \frac{\cancel{\text{Liter}}}{\text{year}} \times 21.54 \frac{\cancel{\text{MJ}}}{\cancel{\text{Liter}}} \times 0.0693 \frac{kgCO_2}{\cancel{\text{MJ}}}$$

$$= \mathbf{149{,}272.20} \frac{\cancel{kgCO_2}}{\text{year}} \times 10^{-3} \frac{tCO_2}{\cancel{kgCO_2}}$$

$$= \mathbf{149.27} \frac{tCO_2}{\text{year}}$$

ดังนั้น จังหวัด A สามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ซึ่งมีส่วนผสมของเอทานอล 100,000 ลิตร ได้ 149.27 tCO_2/year

เอกสารอ้างอิง

ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value: NCV)

ประเภท (หน่วย)	กิโล-แคลอรี /หน่วย kcal / UNIT	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วย toe / 10^6 UNIT	เมกะจูล /หน่วย MJ / UNIT	พันบีทียู /หน่วย 10^3 Btu / UNIT
1. น้ำมันดิบ (ลิตร)	8680	860.00	36.33	34.44
2. คอนเดนเสท (ลิตร)	7900	782.72	33.07	31.35
3. ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (ลิตร)	7900	782.72	33.07	31.35
4. ก๊าซธรรมชาติ (ลูกบาศก์ฟุต)	244	24.18	1.02	0.97
5. อีเทน (กก.)	11203	1110.05	46.89	44.45
6. โปรเพน (กก.)	11256	1115.34	47.11	44.67
7. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม				
7.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	6360	630.14	26.62	25.24
7.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	7520	745.07	31.48	29.84
7.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74
7.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74
7.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	8700	861.98	36.42	34.52
7.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	9500	941.24	39.77	37.70
7.7 ยางมะตอย (ลิตร)	9840	974.93	41.19	39.05
7.8 ปิโตรเลียมโค้ก (กก.)	8400	832.26	35.16	33.33
8. ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	860	85.21	3.60	3.41
9. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	6300	624.19	26.37	25.00
10. ถ่านโค้ก (กก.)	6600	653.92	27.63	26.19
11. แอนทราไซต์ (กก.)	7500	743.09	31.40	29.76
12. ลิกไนต์ แม่เมาะ (กก.)	2500	247.70	10.47	9.92
13. ฟืน (กก.)	3820	378.48	15.99	15.16
14. ถ่านไม้ (กก.)	6900	683.64	28.88	27.38
15. แกลบ (กก.)	3440	340.83	14.40	13.65
16. ทางอ้อย (กก.)	1800	178.34	7.53	7.14
17. ขยะ (กก.)	1160	114.93	4.86	4.60
18. ขี้เลื่อย (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32
19. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (กก.)	3030	300.21	12.68	12.02
20. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	5000	495.39	20.93	19.84
21. เอทานอล (ลิตร)	5147	510.00	21.54	20.42
22. ไบโอดีเซล (ลิตร)	8700	861.98	36.42	34.52

TYPE (UNIT)
1. CRUDE OIL (litre)
2. CONDENSATE (litre)
3. NATURAL GASOLINE (litre)
4. NATURAL GAS (scf.)
5. ETHANE (kg.)
6. PROPANE (kg.)
7. PETROLEUM PRODUCTS
7.1 LPG (litre)
7.2 GASOLINE (litre)
7.3 JET FUEL (litre)
7.4 KEROSENE (litre)
7.5 DIESEL (litre)
7.6 FUEL OIL (litre)
7.7 BITUMEN (litre)
7.8 PETROLEUM COKE (kg)
8. ELECTRICITY (kWh)
9. COAL IMPORT (kg.)
10. COKE (kg.)
11. ANTHRACITE (kg.)
12. LIGNITE MAE MOH (kg.)
13. FUEL WOOD (kg.)
14. CHARCOAL (kg.)
15. PADDY HUSK (kg.)
16. BAGASSE (kg.)
17. GARBAGE (kg.)
18. SAW DUST (kg.)
19. AGRICULTURAL WASTE (kg.)
20. BIOGAS (m^3)
21. ETHANOL (litre)
22. BIODIESEL (litre)

หน่วยทั่วไป GENERAL		
1 กิโลแคลอรี่(kcal)	= 4186	จูล(Joules)
	= 3.968	บีทียู(Btu)
1 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ	= 10.093	จิกะแคลอรี่(Gcal)
(toe)	= 42.244	จิกะจูล(GJ)
	= 40.047 x 10^6	บีทียู(Btu)
1 บาร์เรล(barrel)	= 158.99	ลิตร(litres)
1 ลูกบาศก์เมตรของไม้	= 600	กิโลกรัม(kg.)
(cu.m. of solid wood)		
1 ลูกบาศก์เมตรของถ่าน	= 250	กิโลกรัม(kg.)
(cu.m. of charcoal)		
5 กิโลกรัมของฟืน	= 1	กิโลกรัมของถ่าน
(kg. of fuel wood)		(kg. of charcoal product)
1 ลิตรของก๊าซปิโตรเลียมเหลว		
(litre of LPG)	= 0.54	กิโลกรัม(kg.)

อัตราแลกเปลี่ยน (ราคาขาย) EXCHANGE RATE (SELLING) บาท / เหรียญสหรัฐ Baht / US$		
พ.ศ.		YEAR
2552	34.47	2009
2553	31.87	2010
2554	30.63	2011
2555	31.22	2012
2556	30.86	2013
2557	32.62	2014
2558	34.40	2015
2559	35.47	2016
2560	34.11	2017
2561	32.48	2018
2562	31.22	2019
2563	31.46	2020
2564	32.15	2021
2565	35.23	2022
2566	34.96	2023

ที่มา: รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสันดาปเชื้อเพลิงฟอสซิล (Default CO_2 Emission Factors for Combustion)

TABLE 1.4
DEFAULT CO_2 EMISSION FACTORS FOR COMBUSTION [1]

Fuel type English description		Default carbon content (kg/GJ)	Default carbon oxidation factor	Effective CO_2 emission factor (kg/TJ) [2]		
				Default value [3]	95% confidence interval	
		A	B	C=A*B*44/12*1000	Lower	Upper
Crude Oil		20.0	1	73 300	71 100	75 500
Orimulsion		21.0	1	77 000	69 300	85 400
Natural Gas Liquids		17.5	1	64 200	58 300	70 400
Gasoline	Motor Gasoline	18.9	1	69 300	67 500	73 000
	Aviation Gasoline	19.1	1	70 000	67 500	73 000
	Jet Gasoline	19.1	1	70 000	67 500	73 000
Jet Kerosene		19.5	1	71 500	69 700	74 400
Other Kerosene		19.6	1	71 900	70 800	73 700
Shale Oil		20.0	1	73 300	67 800	79 200
Gas/Diesel Oil		20.2	1	74 100	72 600	74 800
Residual Fuel Oil		21.1	1	77 400	75 500	78 800
Liquefied Petroleum Gases		17.2	1	63 100	61 600	65 600
Ethane		16.8	1	61 600	56 500	68 600
Naphtha		20.0	1	73 300	69 300	76 300
Bitumen		22.0	1	80 700	73 000	89 900
Lubricants		20.0	1	73 300	71 900	75 200
Petroleum Coke		26.6	1	97 500	82 900	115 000
Refinery Feedstocks		20.0	1	73 300	68 900	76 600
Other Oil	Refinery Gas	15.7	1	57 600	48 200	69 000
	Paraffin Waxes	20.0	1	73 300	72 200	74 400
	White Spirit & SBP	20.0	1	73 300	72 200	74 400
Other Petroleum Products		20.0	1	73 300	72 200	74 400
Anthracite		26.8	1	98 300	94 600	101 000
Coking Coal		25.8	1	94 600	87 300	101 000
Other Bituminous Coal		25.8	1	94 600	89 500	99 700
Sub-Bituminous Coal		26.2	1	96 100	92 800	100 000
Lignite		27.6	1	101 000	90 900	115 000
Oil Shale and Tar Sands		29.1	1	107 000	90 200	125 000
Brown Coal Briquettes		26.6	1	97 500	87 300	109 000
Patent Fuel		26.6	1	97 500	87 300	109 000
Coke	Coke oven coke and lignite Coke	29.2	1	107 000	95 700	119 000
	Gas Coke	29.2	1	107 000	95 700	119 000
Coal Tar		22.0	1	80 700	68 200	95 300
Derived Gases	Gas Works Gas	12.1	1	44 400	37 300	54 100
	Coke Oven Gas	12.1	1	44 400	37 300	54 100
	Blast Furnace Gas [4]	70.8	1	260 000	219 000	308 000
	Oxygen Steel Furnace Gas [5]	49.6	1	182 000	145 000	202 000

TABLE 1.4 (CONTINUED)
DEFAULT CO_2 EMISSION FACTORS FOR COMBUSTION [1]

Fuel type English description		Default carbon content (kg/GJ)	Default carbon oxidation Factor	Effective CO_2 emission factor (kg/TJ) [2]		
				Default value	95% confidence interval	
		A	B	C=A*B*44/12*1000	Lower	Upper
Natural Gas		15.3	1	56 100	54 300	58 300
Municipal Wastes (non-biomass fraction)		25.0	1	91 700	73 300	121 000
Industrial Wastes		39.0	1	143 000	110 000	183 000
Waste Oil		20.0	1	73 300	72 200	74 400
Peat		28.9	1	106 000	100 000	108 000
Solid Biofuels	Wood/Wood Waste	30.5	1	112 000	95 000	132 000
	Sulphite lyes (black liquor)[5]	26.0	1	95 300	80 700	110 000
	Other Primary Solid Biomass	27.3	1	100 000	84 700	117 000
	Charcoal	30.5	1	112 000	95 000	132 000
Liquid Biofuels	Biogasoline	19.3	1	70 800	59 800	84 300
	Biodiesels	19.3	1	70 800	59 800	84 300
	Other Liquid Biofuels	21.7	1	79 600	67 100	95 300
Gas biomass	Landfill Gas	14.9	1	54 600	46 200	66 000
	Sludge Gas	14.9	1	54 600	46 200	66 000
	Other Biogas	14.9	1	54 600	46 200	66 000
Other non-fossil fuels	Municipal Wastes (biomass fraction)	27.3	1	100 000	84 700	117 000

Notes:

[1] The lower and upper limits of the 95 percent confidence intervals, assuming lognormal distributions, fitted to a dataset, based on national inventory reports, IEA data and available national data. A more detailed description is given in section 1.5

[2] TJ = 1000GJ

[3] The emission factor values for BFG includes carbon dioxide originally contained in this gas as well as that formed due to combustion of this gas.

[4] The emission factor values for OSF includes carbon dioxide originally contained in this gas as well as that formed due to combustion of this gas

[5] Includes the biomass-derived CO_2 emitted from the black liquor combustion unit and the biomass-derived CO_2 emitted from the kraft mill lime kiln.

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Chapter 1 of Vol. 2 (Energy))

อัตราส่วนผสมไบโอดีเซล (Biodiesel Blend Ratio)

เชื้อเพลิง	อัตราส่วนผสมดีเซล (%)	อัตราส่วนผสมไบโอดีเซล (%)
ดีเซลหมุนเร็ว	93%	7%
ดีเซลหมุนเร็วธรรมดา (ชนิดพิเศษ) ยูโร 5	93%	7%
ดีเซล B10	90%	10%
ดีเซล B20	80%	20%
ดีเซลหมุนเร็ว B7	93%	7%
ดีเซลหมุนเร็ว B7 (ชนิดพิเศษ)	93%	7%
ดีเซลหมุนเร็ว B7 (ชนิดพิเศษ) ยูโร 5	93%	7%
ดีเซลหมุนเร็วธรรมดา (ชนิดพิเศษ)	90%	10%
ดีเซลหมุนเร็วธรรมดา	93%	7%
ดีเซลหมุนเร็ว B10	90%	10%
ดีเซลหมุนเร็ว B10 (ชนิดพิเศษ)	90%	10%

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน

อัตราส่วนผสมเอทานอล (Ethanol Blend Ratio)

เชื้อเพลิง	อัตราส่วนผสมเบนซิน (%)	อัตราส่วนผสมเอทานอล (%)
แก๊สโซฮอล์ E85	15%	85%
แก๊สโซฮอล์ E20	80%	20%
แก๊สโซฮอล์ 91	90%	10%
แก๊สโซฮอล์ 95	90%	10%
แก๊สโซฮอล์ E10 ออกเทน 95 (ชนิดพิเศษ)	90%	10%

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ
ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง
เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร
10210 ประเทศไทย

โทรศัพท์: 0 2141 9997
อีเมล์: lcsoffice@tgo.or.th
เว็บไซต์: CCF.tgo.or.th