T-VER-P-METH-01-08

การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนการผลิตในรูปแบบเดิม

(Green Hydrogen Production)

ฉบับที่ 01

Scope: 01 - Energy industries

Scope: 05 - Chemical Industry

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 24 กันยายน 2569

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

1. ชื่อระเบียบวิธีฯ (Methodology)	การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนการผลิตในรูปแบบเดิม (Green Hydrogen Production)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานที่ใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล
3. สาขาและขอบข่าย (Scope)	01 - Energy industries (อุตสาหกรรมพลังงาน) 05 - Chemical industry (อุตสาหกรรมเคมี)
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ในการติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนการผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล
5. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	1. การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนการผลิตในรูปแบบเดิม เช่น ไฮโดรเจนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ในลักษณะดังนี้ ● การติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield) หรือ ● การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนของเดิม (Replacement) 2. ระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวที่เข้าข่าย ได้แก่ ● กระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) ที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียน ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ และ/หรือพลังงานลม ● กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากก๊าซไบโอมีเทน เช่น กระบวนการรีฟอร์มมิ่ง (Reforming) เป็นต้น
6. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1. กรณีการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวจากกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องมาจากพลังงานหมุนเวียนเท่านั้น โดยต้องมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าหรือโรงไฟฟ้าที่ไม่ใช่พลังงานสะอาดและปริมาณพลังงานหมุนเวียนในโรงงานผลิตไฮโดรเจนต่ำกว่า 0.1 ต่อปี ทั้งนี้กรณีค่าอัตราส่วนมากกว่าที่กำหนดไว้ ผู้พัฒนาโครงการจะไม่มีสิทธิได้รับการรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับช่วงเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต 2. กรณีการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวจากก๊าซไบโอมีเทน ไฟฟ้าและความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องมาจากพลังงานหมุนเวียนเท่านั้น โดยต้องมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไม่หมุนเวียนและปริมาณพลังงานหมุนเวียนในโรงงานผลิตไฮโดรเจนต่ำกว่า 0.1 ต่อปี ทั้งนี้กรณีค่าอัตราส่วนมากกว่าที่กำหนดไว้ ผู้พัฒนาโครงการจะไม่มีสิทธิได้รับการรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับช่วงเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต

	3. ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงให้เห็นว่าไบโอมีเทนที่นำมาผลิตไฮโดรเจนสีเขียวต้องมาจากของเสียที่ยั่งยืน เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยที่มีการกักเก็บก๊าซ เป็นต้น 4. กรณีกิจกรรมโครงการมีการติดตั้งระบบปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพให้เป็นก๊าซไบโอมีเทน (Biogas upgrading) ให้ผู้พัฒนาโครงการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการ 5. ผู้พัฒนาโครงการต้องรับประกันว่าการใช้น้ำจะไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการบริโภคน้ำดื่มของชุมชน เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำที่ใช้ในกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าจะไม่แทนที่การใช้น้ำที่จำเป็น การตรวจสอบจะต้องดำเนินการตลอดช่วงระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตและการต่ออายุโครงการแต่ละครั้ง โดยอ้างอิงข้อมูลจากกิจกรรมโครงการและแหล่งข้อมูลที่เป็นทางการ 6. ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุรายละเอียดของความต้องการใช้ไฮโดรเจนสีเขียวไว้ในเอกสารข้อเสนอโครงการ (Project Design Document: PDD) ก่อนการดำเนินกิจกรรมโครงการ 7. กรณีการติดตั้งเพื่อทดแทนระบบเดิม ระบบผลิตไฮโดรเจนเดิมต้องไม่ถูกนำไปใช้งาน ณ พื้นที่อื่นที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ
7. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date)	วันที่ผู้พัฒนาโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาสั่งซื้อและติดตั้งระบบผลิตไฮโดรเจนสีเขียวที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER
8. นิยามศัพท์	**ไฮโดรเจนสีเขียว (Green Hydrogen)** หมายถึง การผลิตไฮโดรเจนคาร์บอนต่ำ ซึ่งผลิตจากกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) โดยใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียน หรือผลิตจากไบโอมีเทนด้วยกระบวนการรีฟอร์มมิ่ง (Reforming)
	กระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) หมายถึง การใช้กระแสไฟฟ้ากระแสตรงผ่านลงไปในน้ำเพื่อแยกโมเลกุลน้ำออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน โดยใช้หลักการเคมีไฟฟ้าผ่านขั้วไฟฟ้า
	กระบวนการรีฟอร์มมิ่ง (Reforming) หมายถึง กระบวนการทางเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้ความร้อนและความดันในการปรับโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น ก๊าซมีเทน เพื่อผลิตก๊าซสังเคราะห์ หรือเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงขึ้น รวมถึงก๊าซไฮโดรเจน

	ก๊าซไบโอมีเทน (Biomethane) หมายถึง ก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ (เช่น เศษอาหาร มูลสัตว์ น้ำเสีย หรือขยะมูลฝอย) แบบไม่ใช้อากาศ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ (Biogas Upgrading) ให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับก๊าซธรรมชาติ
	พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) หมายถึง พลังงานทดแทนประเภทหนึ่ง โดยเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก
หมายเหตุ	1) กรณีที่ผู้พัฒนาโครงการมีการติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield) หรือการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนระบบเดิม (Replacement) พร้อมทั้งนำไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ เช่น การผลิตไฟฟ้าหรือการผลิตความร้อน ผู้พัฒนาโครงการสามารถพัฒนาโครงการได้ทั้งจากการติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวโดยใช้ระเบียบวิธีฯ ดังกล่าว และการนำไฮโดรสีเขียวไปใช้ประโยชน์โดยใช้ระเบียบวิธีฯ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระเบียบวิธีฯ สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากไฮโดรเจน เพื่อใช้ภายในหรือจำหน่ายเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้า (T-VER-P-METH-01-05) ระเบียบวิธีฯ สำหรับการการผลิตความร้อนจากพลังงานหมุนเวียน (T-VER-P-METH-01-04) 2) โรงไฟฟ้าที่ไม่ใช่พลังงานสะอาด ได้แก่พลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล และพลังงานไฮโดรเจนที่ผลิตจากฟอสซิล

รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับ
การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนการผลิตในรูปแบบเดิม

1. กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ 1 แหล่งกำเนิดและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	CO_2	กระบวนการผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (ก๊าซธรรมชาติ) ที่ถูกทดแทนด้วยไฮโดรเจนสีเขียว
การดำเนินโครงการ	การใช้ไฟฟ้า	CO_2	การซื้อไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบสนับสนุนของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสีเขียว รวมถึงระบบปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพให้เป็นก๊าซไบโอมีเทน (ถ้ามี)
	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ • การผลิตความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสีเขียว • การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
	การขนส่งไฮโดรเจน	CO_2	การขนส่งไฮโดรเจนไปยังผู้ใช้งาน โดยพิจารณาเฉพาะการขนส่งที่เพิ่มขึ้น โดยแบ่งเป็น • การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการขนส่งทางถนน • การใช้ไฟฟ้าสำหรับการขนส่งทางท่อ
	การรั่วไหลไฮโดรเจนทางกายภาพ	H_2	การรั่วไหลของไฮโดรเจนจากการขนส่งไฮโดรเจนไปยังผู้ใช้งาน ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ทางอ้อม และส่งผลต่อภาวะโลกร้อน
นอกขอบเขตโครงการ	การผลิตก๊าซไบโอมีเทนหรือก๊าซชีวภาพ	CO_2 และ CH_4	การซื้อหรือรับก๊าซไบโอมีเทนหรือก๊าซชีวภาพจากผู้ผลิตที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ

2. ลักษณะของกิจกรรมและขอบเขตโครงการ (Applicability and Scope of Project)

โครงการที่มีกิจกรรมเป็นการติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield) หรือระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนของเดิม (Replacement) จากกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) จากพลังงานหมุนเวียนหรือการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากก๊าซไบโอมีเทน เช่น กระบวนการรีฟอร์มมิ่ง (Reforming) เป็นต้น เพื่อทดแทนไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล

ขอบเขตโครงการ คือพื้นที่ตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวของโครงการและกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฮโดรเจนของโครงการ ได้แก่ ระบบปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพให้เป็นก๊าซไบโอมีเทน (Biogas Upgrading) (ถ้ามี) และการขนส่งไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น

3. การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality)

โครงการต้องผ่านการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality) โดยใช้ “แนวทางการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality) ภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER)” ที่ อบก. กำหนด

4. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

เมื่อพิจารณาการกำหนดข้อมูลกรณีฐานที่ต่ำกว่าการดำเนินงานปกติ (Below Business as Usual หรือ Below BAU) ตามแนวทางการพัฒนาระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับ Premium T-VER (Guideline for the Development of Premium T-VER Methodology) ฉบับที่ 02 ข้อมูลกรณีฐานจะพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งถูกทดแทนโดยไฮโดรเจนสีเขียวจากการดำเนินโครงการ ร่วมกับการปรับลดค่าจากชุดข้อมูลจริงหรือชุดข้อมูลในอดีต (Existing Actual or Historical Emissions) สำหรับข้อมูลกรณีฐานในปีที่ 1 และวิธีการปรับลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Downward Adjusted Baseline) สำหรับข้อมูลกรณีฐานในปีที่ 2 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตเป็นต้นไป มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การติดตั้งระบบผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield)

ข้อมูลกรณีฐานในปีที่ 1 จะพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งถูกทดแทนโดยไฮโดรเจนสีเขียว โดยกำหนดจากใช้ชุดข้อมูลจริง (Existing Actual) ร่วมกับหลักการ Adjusted Downward และใช้วิธีการปรับลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Downward Adjusted Baseline) สำหรับข้อมูลกรณีฐานในปีที่ 2 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตเป็นต้นไป

4.2 การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนของเดิม (Replacement)

ข้อมูลกรณีฐานในปีที่ 1 จะพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งถูกทดแทนโดยไฮโดรเจนสีเขียว โดยกำหนดจากชุดข้อมูลในอดีต (Historical Emissions) ร่วมกับหลักการ Adjusted Downward และใช้วิธีการปรับลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Downward Adjusted Baseline) ในปีที่ 2 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตเป็นต้นไป

5. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานประกอบด้วยแนวทางการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการปรับลดลงจากกรณีฐาน และการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานตามปกติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission Equation)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานคำนวณจากปริมาณการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวจากกิจกรรมโครงการและค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_y = M_{H2,PJ,y} \times EF_{H2,i} \qquad \text{สมการที่ (1)}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO_2/year)

$M_{H2,PJ,y}$ = ปริมาณไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตได้และขนส่งไปใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการในปี y (tH_2)

$EF_{H2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO_2e/H_2)

ในกรณีกิจกรรมโครงการมีการตรวจวัดปริมาณไฮโดรเจนในหน่วยปริมาตรภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน (STP) ให้ผู้พัฒนาโครงการคำนวณตามสมการดังต่อไปนี้

$$M_{H2,PJ,y} = \sum_{t=1}^{y} V_{0,t} \times v_{H2,t} \times (2/22.4) \times 10^{-3} \qquad \text{สมการที่ (2)}$$

โดยที่

$M_{H2,PJ,y}$ = ปริมาณไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตได้และขนส่งไปใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการในปี y (tH_2)

$V_{0,t}$ = อัตราการไหลโดยปริมาตรของก๊าซภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐานในช่วงเวลา t (Sm^3)

$v_{H2,t}$ = สัดส่วนโดยปริมาตรของก๊าซไฮโดรเจนในช่วงเวลา t (m^3 H_2/m^3 gas)

2 = มวลของไฮโดรเจนหนึ่งโมล (kg/kmol)

22.4 = ปริมาตรก๊าซภายใต้สภาวะมาตรฐาน (Sm^3/kmol)

ปริมาณไฮโดรเจนภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐานในช่วงเวลา t ให้คำนวณโดยใช้ค่าที่ตรวจวัดจริงตามสมการดังต่อไปนี้

$$V_{0,t} = \frac{V_{H2,t} \times P_{H2,t} \times 273.15}{101{,}325 \times (273.15 + T_{H2,t})}$$ **สมการที่ (3)**

โดยที่

$V_{0,t}$ = อัตราการไหลโดยปริมาตรของไฮโดรเจนภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐานในช่วงเวลา t (Sm^3)

$V_{H2,t}$ = อัตราการไหลโดยปริมาตรของไฮโดรเจนภายใต้สภาวะการดำเนินงานในช่วงเวลา t (m^3)

$P_{H2,t}$ = ความดันของไฮโดรเจนที่ถูกอัดในช่วงเวลา t (Pa)

$T_{H2,t}$ = อุณหภูมิของไฮโดรเจนที่ถูกอัดในช่วงเวลา t (^oC)

5.2 ค่ากรณีฐานสำหรับปีที่ 1

5.2.1 การติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield)

ให้ผู้พัฒนาโครงการดำเนินการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานจากการติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield) ตามขั้นตอนดังนี้

1) การคำนวณในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตใช้ชุดข้อมูลจริง (Existing Actual) โดยใช้สมการที่ (1) ถึง (3) ร่วมกับแนวทาง Adjusted Downwards ตามสมการที่ (5) ถึง (7)

2) การคำนวณในปีที่ 2 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตเป็นต้นไป ให้ใช้แนวทาง Adjusted Downwards ในหัวข้อ 5.3

โดยมีแนวทางการใช้สมการดังนี้

1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล ($EF_{H2,i}$)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการติดตั้งระบบการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใหม่ (Greenfield) ในสมการที่ (1) พิจารณาจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติในระบบผลิตเดิม ดังสมการ

$$EF_{H2,i} = EF_{H2,NG}$$ **สมการที่ (4)**

โดยที่

$EF_{H2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO_2e/ tH_2)

$EF_{H2,NG}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติ (tCO_2e/ tH_2)

5.2.2 การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนของเดิม (Replacement)

ให้ผู้พัฒนาโครงการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานจากกรณีเปลี่ยนระบบผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนของเดิมจากชุดข้อมูลในอดีต (Historical Emissions) โดยใช้สมการที่ (1) ร่วมกับหลักการ Adjusted Downward และใช้วิธีการปรับลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Downward Adjusted Baseline) ในปีที่ 2 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตเป็นต้นไปในหัวข้อ 5.3 โดยแนวทาง Adjusted Downward จะพิจารณาค่าต่ำสุดระหว่างค่ากรณีฐานที่ถูกปรับลดและค่ากรณีฐานที่ถูกปรับลดจากความไม่แน่นอนโดยมีขั้นตอนดังนี้

$$BE_{adj,y1} = \min (BE_{adj,min,y1} : BE_{adj,UNC,y1})$$ **สมการที่ (5)**

โดยที่

$$BE_{adj,min,y1} = BE_{y1} - 0.1 \times (BE_{y1} - PE_{y1})$$ **สมการที่ (6)**

$$BE_{adj,UNC,y1} = BE_{y1} \times (1 - UNC_{BE,y1})$$ **สมการที่ (7)**

$BE_{adj,y1}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ปรับลดลงในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

$BE_{adj,min,y1}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ปรับลดลงต่ำที่สุดในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

$BE_{adj,UNC,y1}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ปรับลดลงตามความไม่แน่นอนในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

BE_{y1} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

PE_{y1} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

$UNC_{BE,y1}$ = ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กรณีฐานที่ยังไม่ได้ปรับค่าในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (% โดยแทนค่าอยู่ระหว่าง 0-1)

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (BE_{y1})

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตกำหนดให้ผู้พัฒนาโครงการใช้สมการที่ (1) โดยมีแนวทางการใช้สมการดังนี้

1.1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล ($EF_{H2,i}$)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการเปลี่ยนระบบผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อทดแทนของเดิม พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่อ้างอิงจากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงฟอสซิล รวมถึงปริมาณไฮโดรเจนที่ผลิตได้ โดยคำนวณตามสมการดังต่อไปนี้

$$EF_{H2,i} = EF_{H2,BL} = \frac{\sum_{t-3}^{t-1} (EC_{H2,BL,t} \times EF_{EF,BL,t}) + (\sum_i FC_{i,BL,t} \times NCV_i \times EF_{CO2,i})}{M_{H2,BL,t}} \quad \text{สมการที่ (8)}$$

โดยที่

$EF_{H2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO_2e/ tH_2)

$EF_{H2,BL}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลจากกรณีฐาน (tCO_2e/ tH_2)

$EC_{H2,BL,t}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t (MWh)

$EF_{EF,BL,t}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแหล่งไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t (tCO_2e/ MWh)

$FC_{i,BL,t}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ของระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t (Unit)

NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (GJ/Unit)

$EF_{CO2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO_2e/ GJ)

$M_{H2,BL,t}$ = ปริมาณไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t (tH_2)

1.2) ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ยังไม่ได้ปรับค่าในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (UNC_{BEy1})

ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานที่ยังไม่ได้ปรับค่าในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-06 “การวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (Uncertainty Analysis) สำหรับสมการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก” ฉบับล่าสุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมจากการคูณหรือหาร

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการคูณหรือหารสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$UNC_{total} = \sqrt{\mathrm{UNC}_1^2 + \ldots + \mathrm{UNC}_i^2 + \ldots + \mathrm{UNC}_n^2} \qquad \textbf{สมการที่ (9)}$$

โดยที่

UNC_{total} = ค่าความไม่แน่นอนรวม (%)

UNC_i = ค่าความไม่แน่นอนที่สัมพันธ์กับตัวแปร i (%)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมจากการบวกหรือการลบ

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมจากการบวกหรือการลบสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$UNC_{total} = \frac{\sqrt{(UNC_1 * x_1)^2 + \ldots + (UNC_i * x_i)^2 + \ldots + (UNC_n * x_n)^2}}{|x_1 + x_i + \ldots + x_n|} \qquad \textbf{สมการที่ (10)}$$

โดยที่

UNC_{total} = ค่าความไม่แน่นอนรวม (%)

UNC_i = ค่าความไม่แน่นอนที่สัมพันธ์กับตัวแปร i (%)

x_i = ตัวแปรที่มีความไม่แน่นอน

5.3 ค่ากรณีฐานตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นไป

5.3.1 การคำนวณค่า Adjusted Downwards: DA_{y1}

การคำนวณหาค่า Adjusted Downwards เพื่อนำไปคำนวณค่ากรณีฐานตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นไป โดยใช้ให้พิจารณาค่าสูงสุดระหว่างผลลัพธ์ทั้งสองค่าดังสมการ

$$DA_{y1} = MAX \begin{cases} 0.1 \times (BE_{y1} - PE_{y1}) \\ BE_{y1} \times UNC_{BE,y1} \end{cases}$$ **สมการที่ (11)**

โดยที่

DA_{y1} = ค่า Adjusted Downwards สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ 1 (tCO_2e/year)

BE_{y1} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

PE_{y1} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

$UNC_{BE,y1}$ = ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานที่ยังไม่ได้ปรับค่าในปีที่ 1 ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (% โดยแทนค่าอยู่ระหว่าง 0-1)

5.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานตามปกติและหลักการอนุรักษ์นิยม ($BAU_{cons,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานตามปกติและหลักการอนุรักษ์นิยมให้พิจารณาค่าต่ำสุดระหว่างค่าที่ถูกปรับลดต่ำสุดและค่าที่ถูกปรับลดจากความไม่แน่นอนโดยมีขั้นตอนดังนี้

$$BAU_{cons,y} = \min (BAU_{cons,min,y} : BAU_{cons,UNC,y})$$ **สมการที่ (12)**

โดยที่

$$BAU_{cons,min,y} = BAU_y - 0.1 \times (BAU_y - PE_y)$$ **สมการที่ (13)**

$$BAU_{cons,UNC,y} = BAU_y \times (1 - UNC_{BAU,y})$$ **สมการที่ (14)**

$BAU_{cons,min,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติและหลักการอนุรักษ์ที่มีค่าต่ำสุดในปี y (tCO_2e/year)

$BAU_{cons,UNC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติ ร่วมกับหลักการอนุรักษ์นิยมและความไม่แน่นอนในปี y (tCO_2e/year)

BAU_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติในปี y (tCO_2e/year)

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (tCO_2e/year)

$UNC_{BAU,y}$ = ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติที่ยังไม่ได้ปรับในปี y ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต (% โดยแทนค่าอยู่ระหว่าง 0-1)

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติ (BAU_y)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BAU_y = M_{H2,PJ,y} \times EF_{H2,BAU,y}$$ **สมการที่ (15)**

โดยที่

BAU_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติในปี y (tCO_2/year)

$M_{H2,PJ,y}$ = ปริมาณไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตได้และขนส่งไปใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการในปี y (tH_2)

$EF_{H2,BAU,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิลภายใต้การดำเนินงานปกติในปี y (tCO_2e/ tH_2)

2) ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติที่ยังไม่ได้ปรับของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต ($UNC_{BAU,cp1,y}$)

ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินงานปกติที่ยังไม่ได้ปรับในปี y ของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต ให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-06 “การวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (Uncertainty Analysis) สำหรับสมการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก” ฉบับล่าสุด โดยมีรายละเอียดตามสมการที่ (9) และสมการที่ (10)

5.3.3 ค่ากรณีฐานที่ปรับแก้ไขสำหรับปี y (ตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นไป) $BE_{adj,y}$

การคำนวณค่ากรณีฐานที่ปรับแก้ไขสำหรับปี y (ตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นไป) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{adj,y} = BE_y - \left(DA_{BE,y1} + BE_{y1} \times 0.01 \times (y-y_1)\right)$$ **สมการที่ (16)**

โดยที่

$BE_{adj,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ปรับลดลงของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตในปี y ($tCO_2eq/year$)

BE_{y1} ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ 1 ($tCO_2e/year$)

$DA_{BE,y1}$ = ค่า Adjusted Downwards สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานในปีที่ 1 ($tCO_2e/year$)

y = ปีที่ y

y_1 = ปีที่ 1

พิจารณาเปรียบเทียบค่า $BE_{adj,y}$ และ $BAU_{cons,y}$ ที่คำนวณได้จากข้อ 5.3.2 และดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

- ถ้า $BE_{adj,y} < BAU_{cons,y}$ ให้ใช้ค่า $BE_{adj,y}$
- ถ้า $BE_{adj,y} > BAU_{cons,y}$ ให้กลับไปคำนวณค่า $BE_{adj,y}$ ตามข้อ 5.3.3 โดยให้ปรับเพิ่มค่าคงที่เพื่อให้ค่า $BE_{adj,y}$ ต่ำกว่า $BAU_{cons,y}$

ทั้งนี้ให้ทำซ้ำตามข้อที่ 5.3.2 และ 5.3.3 สำหรับการคำนวณค่ากรณีฐานสำหรับปีที่ 3, 4, และ 5 จนครบระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการคำนวณจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การขนส่งไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์ และการรั่วไหลของไฮโดรเจนทางกายภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$PE_y = PE_{EC,y} + PE_{FF,y} + PE_{transport,y} + PE_{H2\text{-}leaks,y} \quad \text{สมการที่ (17)}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)

$PE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ ในปี y ($tCO_2/year$)

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2/year$)

$PE_{transport,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์เพิ่มเติมจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2/year$)

$PE_{H2\text{-}leaks,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของไฮโดรเจนทางกายภาพจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)

6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ ($PE_{EC,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า และการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

$$PE_{EC,y} = EC_{PJ,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_y)$$ **สมการที่ (18)**

โดยที่

$PE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2/year$)

$EC_{PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (MWh/year)

$EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)

TDL_y = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าในปี y

6.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FF,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลให้คำนวณโดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

6.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์เพิ่มเติมจากการดำเนินโครงการ ($PE_{transport,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์จากกิจกรรมโครงการพิจารณาจากผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางท่อ โดยให้คำนวณเฉพาะกรณีเป็นการขนส่งไฮโดรเจนให้กับผู้บริโภครายใหม่หรือระยะทางขนส่งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{transport,y} = PE_{Road,y} + PE_{Pipeline,y}$$ **สมการที่ (19)**

โดยที่

$PE_{transport,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์เพิ่มเติมจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2/year$)

$PE_{Road,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)

$PE_{Pipeline,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางท่อจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)

6.3.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนจากการดำเนินโครงการ ($PE_{Road,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนจากการดำเนินโครงการ พิจารณาจากระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนเพื่อนำใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการ ปริมาณไฮโดรเจนที่ถูกขนส่ง และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งไฮโดรเจน ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{Road,y} = D_y \times Q_y \times EF_{CO2,TR,i} \times 10^{-6}$$ **สมการที่ (20)**

โดยที่

$PE_{Road,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)

D_y = ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนเพื่อนำใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการในปี y (km)

Q_y = ปริมาณไฮโดรเจนที่ถูกขนส่งในปี y (t H_2)

$EF_{CO2,TR,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งไฮโดรเจน (gCO_2/t-km)

i = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

6.3.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางท่อจากการดำเนินโครงการ ($PE_{Pipeline,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางท่อจากการดำเนินโครงการ พิจารณาจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับขนส่งไฮโดรเจนทางท่อ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้า และสัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้า ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{Pipeline,y} = EC_{H2,Pipeline,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_y)$$ **สมการที่ (21)**

โดยที่

$PE_{Pipeline,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งไฮโดรเจนทางท่อจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)

$EC_{H2,Pipeline,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับขนส่งไฮโดรเจนทางท่อจากการดำเนินโครงการ

ในปี y (MWh/year)

$EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)

TDL_y = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้า ในปี y

6.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของไฮโดรเจนทางกายภาพจากการดำเนินโครงการ ($PE_{H2\text{-}leaks,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของไฮโดรเจนทางกายภาพจากการดำเนินโครงการคำนวณจากปริมาณการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวและสัดส่วนการรั่วไหลของก๊าซไฮโดรเจนทางกายภาพจากการดำเนินโครงการ

$$PE_{H2\text{-}leaks,y} = M_{H2,PJ,y} \times PL_{H2} \times GWP_{H2} \qquad \text{สมการที่ (22)}$$

โดยที่

$PE_{H2\text{-}leaks,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2eq/year)

$M_{H2,PJ,y}$ = ปริมาณไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตได้และขนส่งไปใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการในปี y (tH_2)

PL_{H2} = สัดส่วนการรั่วไหลของก๊าซไฮโดรเจนทางกายภาพจากการดำเนินโครงการ (%)

GWP_{H2} = ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของไฮโดรเจน (tCO_2eq/tH_2)

7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

กรณีที่กิจกรรมโครงการใช้ไบโอมีเทนหรือก๊าซชีวภาพจากแหล่งผลิตที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ ผู้พัฒนาโครงการต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการที่เกิดจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ รวมถึงกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพให้กลายเป็นไบโอมีเทน โดยใช้สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) จากระเบียบวิธีฯ ที่เกี่ยวข้อง นอกเหนือจากการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการจากการลำเลียงหรือขนส่งไบโอมีเทนหรือก๊าซชีวภาพด้วยระบบท่อหรือยานพาหนะจากแหล่งผลิตมายังกิจกรรมโครงการด้วย

8. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad \text{สมการที่ (23)}$$

โดยที่

ER_y = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y ($tCO_2eq/year$)

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีy ($tCO_2eq/year$)

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีy ($tCO_2eq/year$)

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)

8.1 การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ปรับลดลงของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการในปีถัดไป สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$ER_y = BE_{adj,y} - PE_y - LE_y \quad \text{สมการที่ (24)}$$

โดยที่

ER_y = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y ($tCO_2eq/year$)

$BE_{adj,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานที่ปรับลดลงของระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิตในปี y ($tCO_2eq/year$)

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีy ($tCO_2eq/year$)

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)

9. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

9.1 ขั้นตอนการติดตามผล

1) ให้ผู้พัฒนาโครงการอธิบายและระบุขั้นตอนการติดตามผลข้อมูลกิจกรรมโครงการ (Activity data) หรือตรวจสอบผลการตรวจวัดทั้งหมดในเอกสารข้อเสนอโครงการ รวมถึงประเภทของเครื่องมือตรวจวัดที่ใช้ ผู้รับผิดชอบในการติดตามผลและตรวจสอบข้อมูล การสอบเทียบเครื่องมือวัด (ถ้ามี) และขั้นตอนการรับประกันและควบคุมคุณภาพ ในกรณีที่วิธีการมีตัวเลือกที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ค่าเริ่มต้นหรือการตรวจวัดที่หน้างาน ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุว่าจะใช้ตัวเลือกใด นอกจากนี้การติดตั้ง ดูแลรักษาและสอบเทียบเครื่องมือตรวจวัดควรดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์และเป็นไปตามมาตรฐานภายในประเทศ หรือมาตรฐานสากล เช่น IEC, ISO

2) ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมเป็นส่วนหนึ่งของการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งควรจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และมีระยะเวลาเก็บรักษาเป็นไปตามแนวทางที่ อบก. กำหนด หรือตามระบบคุณภาพขององค์กรแต่มีระยะเวลาไม่น้อยกว่าที่ อบก.กำหนด และควรตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องตามวิธีการติดตามผลที่ระบุในพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลที่ระบุไว้ในตารางหัวข้อที่ 9.2

9.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$M_{H2,PJ,y}$	
ความหมาย	ปริมาณการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวจากการดำเนินโครงการในปี y	
หน่วย	tH_2	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(1) (2) (15) และ (22)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ □ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	ตรวจวัดอย่างต่อเนื่องและบันทึกข้อมูลอย่างน้อยทุกเดือน	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	ตรวจวัดจากเครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหลของไฮโดรเจน	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหล
	ระดับความแม่นยำ	เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหลที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหาเครื่องมือตรวจวัด
	มาตรฐานการสอบเทียบ	เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหลต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหาเครื่องมือตรวจวัดหรือข้อกำหนดระดับประเทศ (หากไม่มีมาตรฐานที่ใช้ได้ และผู้จัดหาเครื่องมือวัดไม่ได้ระบุ ให้ทำการสอบเทียบมิเตอร์ทุก 3 ปี)
	จุดติดตั้ง	ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหาเครื่องมือตรวจวัด
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$V_{0,t}$	
ความหมาย	อัตราการไหลโดยปริมาตรของก๊าซภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐานในช่วงเวลา t	
หน่วย	Sm^3	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(2) และ (3)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน □ การดำเนินโครงการ □ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-

	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$v_{H2,t}$	
ความหมาย	สัดส่วนโดยปริมาตรของก๊าซไฮโดรเจนในช่วงเวลา t	
หน่วย	m^3 H_2/m^3 gas	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(2) และ (3)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$V_{H2,t}$	
ความหมาย	อัตราการไหลโดยปริมาตรของก๊าซไฮโดรเจนภายใต้สภาวะการดำเนินงานในช่วงเวลา t	
หน่วย	m^3	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(2) และ (3)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-

	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$P_{H2,t}$	
ความหมาย	ความดันของไฮโดรเจนที่ถูกอัดในช่วงเวลา t	
หน่วย	pa	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(3)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$T_{H2,t}$
ความหมาย	อุณหภูมิของไฮโดรเจนที่ถูกอัดในช่วงเวลา t
หน่วย	^{o}C
สมการที่ถูกอ้างอิง	(3)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ความถี่ในการติดตามผล	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก T-VER-P-TOOL-02-05 การคำนวณอัตราการไหลของมวลของก๊าซเรือนกระจกในกระแสก๊าซ

หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$EG_{H2,y}$	
ความหมาย	ปริมาณไฟฟ้าที่จ่ายให้ระบบผลิตไฮโดรเจนสีเขียวในปี y	
หน่วย	MWh/year	
สมการที่ถูกอ้างอิง	-	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	บันทึกข้อมูลรายวัน	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	ตรวจวัดจาก kWh meter แบบสองทิศทาง	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	มิเตอร์ไฟฟ้าแบบสองทิศทาง
	ระดับความแม่นยำ	1) มิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหามิเตอร์ และ/หรือตามข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้ให้บริการระบบสายส่ง หรือข้อกำหนดระดับประเทศ 2) มิเตอร์ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหามิเตอร์ หรือข้อกำหนดระดับประเทศ (หากไม่มีมาตรฐานที่ใช้ได้ และผู้จัดหามิเตอร์ไม่ได้ระบุ ให้ทำการสอบเทียบมิเตอร์ทุก 3 ปี และใช้มิเตอร์ที่มีชั้นความแม่นยำอย่างน้อย 0.5)
	มาตรฐานการสอบเทียบ	1) มิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหามิเตอร์ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้ให้บริการระบบสายส่ง 2) มิเตอร์ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ภายใต้การกำกับ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหามิเตอร์
	จุดติดตั้ง	ให้ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดที่จุดเชื่อมต่อกับระบบผลิตไฮโดรเจนสีเขียว

ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-

พารามิเตอร์	$EF_{H2,BAU,y}$	
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิลภายใต้การดำเนินงานปกติในปี y	
หน่วย	tCO_2e/ tH_2	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(15)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	1 ครั้ง/ปี	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	**<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u>** ให้ใช้ค่า $EF_{H2,BAU,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ **<u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u>** ให้ใช้ค่า $EF_{H2,BAU,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{H2,BAU,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{H2,BAU,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	อบก.	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	10%	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$EF_{Elec,y}$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในปี y
หน่วย	tCO_2/MWh
สมการที่ถูกอ้างอิง	(18) และ (21)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ความถี่ในการติดตามผล	1 ครั้ง/ปี
วิธีการและขั้นตอนการวัด	**<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u>** ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ

	<u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u> ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{Elec,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	อบก.	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	-	

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,y}$	
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y	
หน่วย	MWh/year	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(18)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	การบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าอย่างน้อยทุกเดือน	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	ตรวจวัดจาก kWh meter แบบสองทิศทาง	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	มิเตอร์ไฟฟ้าแบบสองทิศทาง
	ระดับความแม่นยำ	1) มิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหามิเตอร์ และ/หรือตามข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้ให้บริการระบบสายส่ง หรือข้อกำหนดระดับประเทศ 2) มิเตอร์ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหามิเตอร์ หรือข้อกำหนดระดับประเทศ (หากไม่มีมาตรฐานที่ใช้ได้ และผู้จัดหามิเตอร์ไม่ได้ระบุ ให้ทำการสอบเทียบมิเตอร์ทุก 3 ปี และใช้มิเตอร์ที่มีชั้นความแม่นยำอย่างน้อย 0.5)
	มาตรฐานการสอบเทียบ	1) มิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหามิเตอร์ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้ให้บริการระบบสายส่ง

		2) มิเตอร์ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ภายใต้การกำกับ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหามิเตอร์
	จุดติดตั้ง	1) กรณีใช้ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ให้ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดที่จุดเชื่อมต่อกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 2) กรณีใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า ให้ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดที่จุดเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	TDL_y	
ความหมาย	สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าในปี y	
หน่วย	-	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(18) และ (21)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	■ ถ้าใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องมีการติดตามค่าดังกล่าวทุกปีตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ■ ถ้าใช้ทางเลือกที่ 2 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องใช้ค่านี้ตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	ทางเลือกที่ 1 รายงานการตรวจวัด กรณีที่มีข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ออกจากผู้ผลิตและปริมาณไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับ ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่าล่าสุดที่ อบก. ประกาศ (ค่าเท่ากับ 0.0596) ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากรายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำหรับโครงข่ายไฟฟ้าแรงต่ำในชนบท ให้ค่าเท่ากับ 0.2 ทั้งนี้ผู้พัฒนาโครงการสามารถแสดงให้เห็นว่า หากไม่มีกิจกรรมโครงการจะทำให้เกิดสูญเสียกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้าแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า ให้ใช้ค่า TDL เท่ากับ 0	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	■ กรณีใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการเป็นผู้รายงาน ■ กรณีใช้ทางเลือกที่ 2 อบก. เป็นผู้รายงาน	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-

ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-
การพิจารณาความไม่แน่นอน	-
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	ในกรณีผลการตรวจวัดแตกต่างจากการตรวจวัดก่อนหน้านี้หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญ ให้ดำเนินการตรวจวัดเพิ่มเติม

พารามิเตอร์	D_y	
ความหมาย	ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งไฮโดรเจนทางถนนเพื่อนำใช้ประโยชน์จากการดำเนินโครงการในปี y	
หน่วย	km	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(21)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	การบันทึกระยะทางไปกลับอย่างน้อยทุกเดือน	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	การบันทึกระยะทางไปกลับจากพาหนะที่ขนส่งไฮโดรเจนทางถนน	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	-
	ระดับความแม่นยำ	-
	มาตรฐานการสอบเทียบ	-
	จุดติดตั้ง	-
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	-	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	$EC_{H2,Pipeline,y}$	
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับขนส่งไฮโดรเจนทางท่อจากการดำเนินโครงการในปี y	
หน่วย	MWh/year	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(22)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	การบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าอย่างน้อยทุกเดือน	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	ตรวจวัดจาก kWh meter แบบสองทิศทาง	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	มิเตอร์ไฟฟ้าแบบสองทิศทาง
	ระดับความแม่นยำ	1) มิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหามิเตอร์ และ/หรือตามข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้ให้บริการระบบสายส่ง หรือข้อกำหนดระดับประเทศ

		2) มิเตอร์ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหามิเตอร์ หรือข้อกำหนดระดับประเทศ (หากไม่มีมาตรฐานที่ใช้ได้ และผู้จัดหามิเตอร์ไม่ได้ระบุ ให้ทำการสอบเทียบมิเตอร์ทุก 3 ปี และใช้มิเตอร์ที่มีชั้นความแม่นยำอย่างน้อย 0.5)
	มาตรฐานการสอบเทียบ	1) มิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหามิเตอร์ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้ให้บริการระบบสายส่ง 2) มิเตอร์ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ภายใต้การกำกับ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับประเทศ หรือข้อกำหนดที่กำหนดโดยผู้จัดหามิเตอร์
	จุดติดตั้ง	ให้ติดตั้งที่ทางเข้าของท่อส่งไฮโดรเจน
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

พารามิเตอร์	Q_y	
ความหมาย	ปริมาณไฮโดรเจนที่ถูกขนส่งในปี y	
หน่วย	tH_2	
สมการที่ถูกอ้างอิง	(21)	
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ	
ความถี่ในการติดตามผล	การบันทึกปริมาณไฮโดรเจนที่ถูกขนส่งอย่างน้อยทุกเดือน	
วิธีการและขั้นตอนการวัด	เครื่องวัดอัตราการไหล	
หน่วยงาน/บุคคลที่รับผิดชอบ	ผู้พัฒนาโครงการ	
เครื่องมือวัด	ประเภท	เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหล
	ระดับความแม่นยำ	เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหลที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหาเครื่องมือตรวจวัด
	มาตรฐานการสอบเทียบ	เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหลต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดหาเครื่องมือตรวจวัดหรือข้อกำหนดระดับประเทศ (หากไม่มีมาตรฐานที่ใช้ได้ และผู้จัดหาเครื่องมือวัดไม่ได้ระบุ ให้ทำการสอบเทียบมิเตอร์ทุก 3 ปี)
	จุดติดตั้ง	ติดตั้งในพื้นที่โครงการ
ขั้นตอนการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	-	
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด	
ความคิดเห็นเพิ่มเติม	-	

9.3 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$EF_{H2,NG}$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติ
หน่วย	tCO_2e/ ton H_2
สมการที่ถูกอ้างอิง	(4)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	9 tCO_2e/tH_2
แหล่งข้อมูล	☐ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก CDM: AM0124 Hydrogen production from electrolysis of water
การพิจารณาความไม่แน่นอน	อ้างอิงจากค่านำไปใช้
ความเห็นเพิ่มเติม	-

พารามิเตอร์	$FC_{i,BL,t}$
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ของระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t
หน่วย	unit
สมการที่ถูกอ้างอิง	(8)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	■ ตรวจวัด ☐ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	บันทึกปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของโรงงานผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐาน
การพิจารณาความไม่แน่นอน	อ้างอิงจากค่านำไปใช้
ความเห็นเพิ่มเติม	

พารามิเตอร์	NCV_i
ความหมาย	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i
หน่วย	GJ/Unit
สมการที่ถูกอ้างอิง	(8)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	■ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	ทางเลือกที่ 1 ข้อมูลจากผู้จัดหาเชื้อเพลิง โดยความหนาแน่นของเชื้อเพลิงควรถูกบันทึกสำหรับการจัดส่งเชื้อเพลิงแต่ละครั้ง โดยค่าที่ได้จากนั้นจะถูกนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักรายปี

	ทางเลือกที่ 2 การตรวจวัดโดยผู้พัฒนาโครงการ ควรดำเนินการตามมาตรฐานเชื้อเพลิงระดับชาติหรือนานาชาติ (ในกรณีที่ผู้จัดหาเชื้อเพลิงไม่ได้ระบุค่าของเชื้อเพลิง) ควรกำหนดค่า NCV ของเชื้อเพลิงสำหรับแต่ละครั้งที่จัดส่งเชื้อเพลิง จากนั้นจึงคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักรายปีจากค่าที่ได้ ทางเลือกที่ 3 ค่ามาตรฐานระดับภูมิภาคหรือระดับชาติ (ในกรณีค่าจากผู้จัดหาเชื้อเพลิงไม่สามารถใช้ได้ และใช้เฉพาะสำหรับเชื้อเพลิงเหลว) ค่าดังกล่าวควรได้รับการทบทวนทุกปี ทางเลือกที่ 4 อ้างอิงจากตาราง 1.2 ในบทที่ 1 ของเล่ม 2 ของเอกสาร 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories ค่า upper bound ของช่วงความเชื่อมั่น 95% โดยให้ใช้เป็นค่าเริ่มต้นในกรณีที่ข้อมูลจากผู้จัดหาเชื้อเพลิงไม่สามารถใช้ได้
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ตรวจสอบว่าค่าที่ระบุภายใต้ทางเลือกที่ 1 ทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 อยู่ภายในช่วงความไม่แน่นอนของค่ามาตรฐานของ IPCC ตามที่ระบุใน ตาราง 1.2 ในเล่มที่ 2 ของเอกสารปรับปรุงปี 2019 (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines) หรือไม่ ในกรณีค่าดังกล่าวต่ำกว่าช่วงนี้ ให้รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายสาเหตุของผลลัพธ์ หรือทำการวัดซ้ำเพิ่มเติม โดยห้องปฏิบัติการสำหรับทางเลือกที่ 1 ทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 จะต้องมีการรับรองมาตรฐาน ISO หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่เทียบเท่า
ความเห็นเพิ่มเติม	-

พารามิเตอร์	$EC_{H2,BL,t}$
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t
หน่วย	MWh
สมการที่ถูกอ้างอิง	(8)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	■ ตรวจวัด ☐ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	บันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐาน
การพิจารณาความไม่แน่นอน	อ้างอิงจากค่านำไปใช้
ความเห็นเพิ่มเติม	

พารามิเตอร์	$EF_{EF,BL,t}$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแหล่งไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t
หน่วย	tCO_2e/ MWh
สมการที่ถูกอ้างอิง	(8)

วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน □ การดำเนินโครงการ □ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	□ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจากประกาศค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/การใช้ไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของ อบก.
การพิจารณาความไม่แน่นอน	อ้างอิงจากค่านำไปใช้
ความเห็นเพิ่มเติม	

พารามิเตอร์	$EF_{CO2,i}$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i
หน่วย	tCO_2e/ GJ
สมการที่ถูกอ้างอิง	(8) และ (19)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ □ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	□ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	Table 1.4 of Volume 2, Chapter 1 of the IPCC (2006)
การพิจารณาความไม่แน่นอน	อ้างอิงจากค่านำไปใช้
ความเห็นเพิ่มเติม	

พารามิเตอร์	$EF_{CO2,TR,i}$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งไฮโดรเจน
หน่วย	gCO_2/t-km
สมการที่ถูกอ้างอิง	(21)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน □ การดำเนินโครงการ □ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	■ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	กรณีเลือกแหล่งที่มาของข้อมูลอื่น ๆ ให้ใช้ค่าดังนี้ 1) กรณีขนส่งโดยรถขนาดเล็กใช้ค่า 245 (gCO_2/t-km) 2) กรณีขนส่งโดยรถขนาดใหญ่ใช้ค่า 129 (gCO_2/t-km)
การพิจารณาความไม่แน่นอน	-
ความเห็นเพิ่มเติม	-

พารามิเตอร์	$M_{H2,BL,t}$
ความหมาย	ปริมาณไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฮโดรเจนจากกรณีฐานในปี t

หน่วย	tH_2
สมการที่ถูกอ้างอิง	(8)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	■ กรณีฐาน ☐ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-
แหล่งข้อมูล	■ ตรวจวัด ☐ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	-
การพิจารณาความไม่แน่นอน	ค่าความไม่แน่นอนให้อ้างอิงจากเครื่องมือตรวจวัด
ความเห็นเพิ่มเติม	-

พารามิเตอร์	PL_{H2}
ความหมาย	สัดส่วนการรั่วไหลของก๊าซไฮโดรเจนทางกายภาพจากการดำเนินโครงการ
หน่วย	%
สมการที่ถูกอ้างอิง	(23)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	5
แหล่งข้อมูล	☐ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	อ้างอิงจาก CDM: AM0124 Hydrogen production from electrolysis of water
การพิจารณาความไม่แน่นอน	-
ความเห็นเพิ่มเติม	-

พารามิเตอร์	GWP_{H2}
ความหมาย	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของไฮโดรเจน
หน่วย	tCO_2eq/tH_2
สมการที่ถูกอ้างอิง	(23)
วัตถุประสงค์ของข้อมูล	☐ กรณีฐาน ■ การดำเนินโครงการ ☐ นอกขอบเขตโครงการ
ค่าการนำไปใช้	5.8
แหล่งข้อมูล	☐ ตรวจวัด ■ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ
วิธีการและขั้นตอนการวัด	IPCC AR4 WG1 as under chapeter 2.10.3.6
การพิจารณาความไม่แน่นอน	-
ความเห็นเพิ่มเติม	-

10. เอกสารอ้างอิง

1) CDM : AM0124 Hydrogen production from electrolysis of water version 01.1
2) ARTICLE 6.4 MECHANISM : A6.4-AMM-001 Flaring or use of landfill gas.

บันทึกการแก้ไข T-VER-P-METH-01-08

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	-	24 กันยายน 2569	- การเริ่มใช้ครั้งแรก