T-VER-P-METH-14-01

ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

สำหรับ

การดักจับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน

(CO_2 Capture and Storage in Geological Formation)

ฉบับที่ 01

Scope: 16 – Carbon capture and storage of CO_2 in geological formation

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 27 กันยายน 2566

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

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

1. ชื่อระเบียบวิธีฯ (Methodology)	การดักจับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน (CO_2 Capture and Storage in Geological Formation)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	การดักจับ กักเก็บ และ/หรือ การใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจก
3. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	กิจกรรมโครงการต้องมีวัตถุประสงค์ในการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ปล่อยออกจากแหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน (Point source) หรือการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ (Direct Air Capture: DAC) เพื่อมากักเก็บไว้ในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน
4. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	กิจกรรมโครงการต้องมีกระบวนการดักจับก๊าซจากแหล่งกำเนิดและแยกเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออก (Capture) การขนส่งคาร์บอนไดออกไซด์ (Transportation) และการอัดคาร์บอนไดออกไซด์ (Injection) เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน โดยที่ ▪ แหล่งกักเก็บต้องมีการตรวจสอบและป้องกันไม่ให้ CO_2 รั่วไหลและรั่วกลับสู่บรรยากาศตามมาตรฐานการกำกับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ▪ แหล่งกักเก็บต้องมีการแสดงขอบเขต ขนาด โครงสร้าง และคุณสมบัติในการกักเก็บ CO_2 โดยไม่รั่วไหลไปที่อื่นและต้องได้รับการอนุญาตจากหน่วยงานที่กำกับดูแล
5. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1) การดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ต้องเป็นการดักจับจากก๊าซที่เกิดจาก ▪ แหล่งกำเนิดที่มีจุดปล่อยแน่นอน (Point source) ได้แก่ ○ การผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ○ กระบวนการทางอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิล โรงงานปูนซีเมนต์ โรงงานเหล็ก กระบวนการผลิตไฮโดรเจนด้วยก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ ▪ บรรยากาศ 2) ชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดินสำหรับการกักเก็บ CO_2 ได้แก่ ▪ ชั้นหินแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมที่พร่องแล้ว (Depleted petroleum reservoir) ▪ ชั้นตะเข็บถ่านหินที่ไม่ผลิต (Unmineable coal seam) ▪ ชั้นหินอุ้มน้ำระดับลึก (Deep saline aquifer)

	3) รูปแบบการขนส่งคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้าข่าย คือทางท่อ รถไฟ รถบรรทุก และเรือ ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการกำกับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 4) กิจกรรมโครงการสามารถมีกระบวนการดักจับก๊าซจากแหล่งกำเนิดและแยกเอา CO_2 ออก (Capture) และกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บ (Storage) ลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดินที่ไม่ได้อยู่ร่วมกันหรือไม่อยู่ติดกันได้ โดยที่เจ้าของโครงการต้องมีสิทธิในการขนส่ง CO_2 อย่างถูกต้องตามกฎหมาย 5) กระบวนการดักจับก๊าซจากแหล่งกำเนิดและแยกเอา CO_2 ออก (Capture) เพื่อส่งไปกักเก็บในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดินต้องมีความเข้มข้นของ CO_2 ไม่น้อยกว่า 95% 6) CO_2 ที่จะกักเก็บภายใต้กิจกรรมโครงการสามารถนำไปใช้ในการผลิตน้ำมันขึ้นมาจากหลุมหลังจากที่ได้มีการผลิตตามธรรมชาติแล้ว (Enhanced Oil Recovery: EOR) ได้ 7) ผู้พัฒนาโครงการต้องมีการกระบวนการตรวจสอบ (วิธีการ/อุปกรณ์/ตำแหน่ง/ความถี่/ระยะเวลา) การรั่วไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน และการเคลื่อนไหลให้เป็นไปตามมาตรฐานการกำกับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
6. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date)	วันที่เจ้าของโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาจ้างก่อสร้างโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER
7. นิยามศัพท์	**Enhanced Oil Recovery (EOR)** หมายถึงวิธีการที่ช่วยในการผลิตน้ำมันขึ้นมาจากหลุมหลังจากที่ได้มีการผลิตตามธรรมชาติแล้ว ได้แก่การผลิตขั้นทุติยภูมิ (Secondary Recovery) และการผลิตขั้นตติยภูมิ (Tertiary Recovery) **Secondary Recovery** หมายถึงการผลิตที่มีการอัดน้ำหรือก๊าซเข้าไปในแหล่งกักเก็บเพื่อให้น้ำหรือก๊าซนี้ไปแทนที่น้ำมันดิบ ไล่น้ำมันดิบมาเข้าหลุมผลิต น้ำหรือก๊าซที่เข้าไปแทนที่น้ำมันนี้ไม่สามารถแทนที่น้ำมันได้หมดจะมีน้ำมันเหลืออยู่ในแหล่งกักเก็บหลังจากการผลิตขั้นทุติยภูมิได้สิ้นสุดลง **Tertiary Recovery** หมายถึงการผลิตขั้นตติยภูมิเมื่อมีการผลิตขั้นปฐมภูมิและขั้นทุติยภูมิแล้ว เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันดิบที่ผลิตได้ก็ยังไม่สูงมากนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันดิบชนิดหนักและชนิดปานกลาง ดังนั้นจึงมี

	น้ำมันดิบเหลือพอที่จะกระตุ้นให้เกิดการใช้การผลิตขั้นตติยภูมิขึ้น การผลิตขั้นตติยภูมินี้อาจแบ่งเป็น 3 ชนิด คือชนิดที่ใช้กระบวนการความร้อน (Thermal process) ชนิดที่ใช้กระบวนการผสมตัว (Miscible process) และชนิดที่ใช้กระบวนการทางเคมี (Chemical process) **Independent Power Supply (IPS)** หมายถึงผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนที่ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองโดยไม่มีการจำหน่ายเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้าหรือจำหน่ายไฟฟ้าให้ลูกค้าตรง **Supercritical Fluid (ของไหลวิกฤตยิ่งยวด)** หมายถึงสารในสภาวะที่มีอุณหภูมิและความดันเหนือจุดวิกฤต (Critical point) ซึ่งทำให้สารมีความหนืดเหมือนแก๊สและความหนาแน่นเหมือนของเหลว **สภาวะมาตรฐาน (Standard Temperature and Pressure หรือ STP)** หมายถึงที่สภาวะที่อุณหภูมิ 288.15 K (15°C) และความดันสมบูรณ์ 100 kPa (1 bar)
8. หมายเหตุ	

รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับการดักจับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน
(CO_2 Capture and Storage in Geological Formation)

1. กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ 1 แหล่งกำเนิดและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

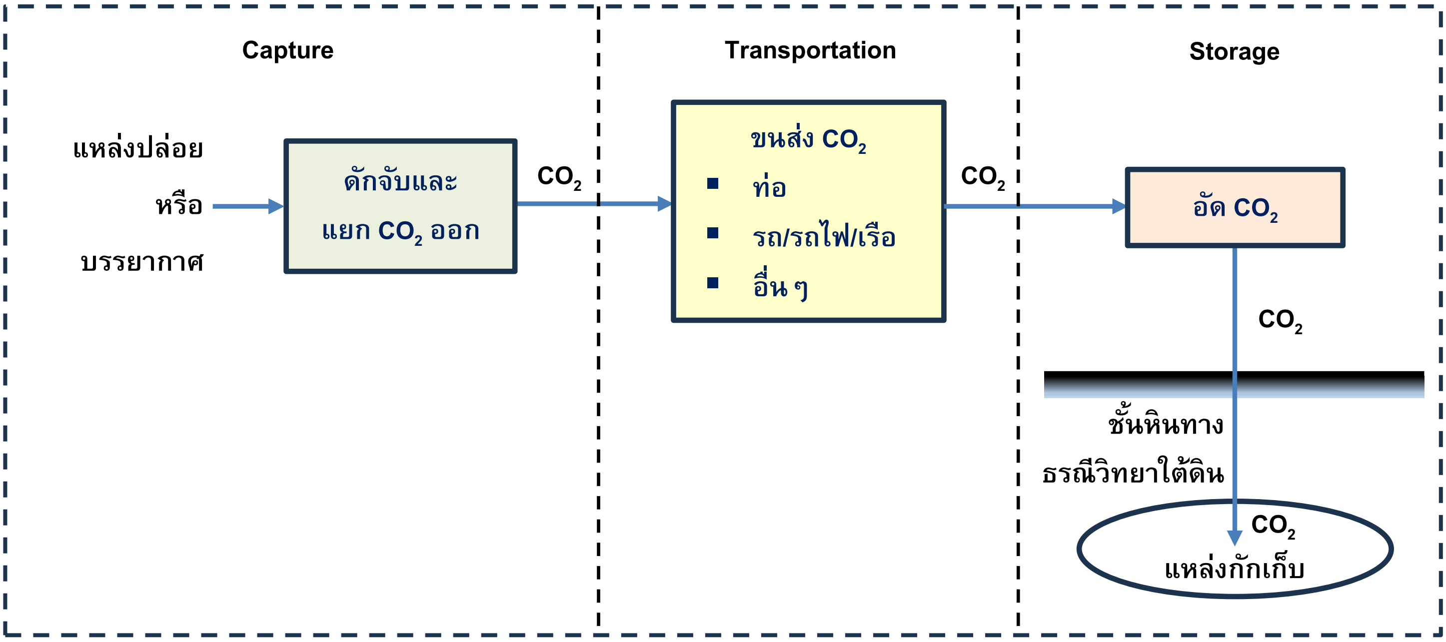
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	แหล่งกำเนิดที่มีจุดปล่อยที่แน่นอนหรือบรรยากาศ	CO_2	▪ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ▪ การเผาหินปูน ▪ น้ำมันและก๊าซที่ได้จากการขุดเจาะ
การดำเนินโครงการ			
การดักจับก๊าซและแยกเอา CO_2 ออก	การระบายออกหรือรั่วไหล	CO_2	เครื่องจักร/อุปกรณ์/ระบบท่อ
	การผลิตไฟฟ้าและความร้อนเพื่อใช้เอง	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงไฟฟ้าที่อยู่ในขอบเขตโครงการ
	การใช้ไฟฟ้าและพลังงานความร้อน (ที่ซื้อมาจากภายนอก) ในกระบวนการ	CO_2	▪ การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าในระบบสายส่ง ▪ การผลิตไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำของโรงไฟฟ้าประเภท IPS
การขนส่ง CO_2	การรั่วไหล	CO_2	เครื่องจักร/อุปกรณ์/ระบบท่อ
	การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงไฟฟ้าที่อยู่ในขอบเขตโครงการ
	การใช้ไฟฟ้า (ที่ซื้อมาจากภายนอก) ในกระบวนการหรือในยานพาหนะไฟฟ้า (ถ้ามี)	CO_2	การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าในระบบสายส่งหรือโรงไฟฟ้าประเภท IPS
	การขนส่งทางเรือ/รถ/รถไฟ	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง
การอัด CO_2 ลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน	การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงไฟฟ้าที่อยู่ในขอบเขตโครงการ
	การใช้ไฟฟ้า (ที่ซื้อมาจากภายนอก) ในกระบวนการ	CO_2	การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าในระบบสายส่งหรือโรงไฟฟ้าประเภท IPS

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	การระบายออกหรือรั่วไหล	CO_2	เครื่องจักร/อุปกรณ์/ระบบท่อ
	การรั่วไหลที่บริเวณหลุมอัด	CO_2 และ CH_4	▪ แนวหลุมจนถึงแหล่งกักเก็บ ▪ มลสาร (Fugitive) ในน้ำมันดิบหรือก๊าซที่ผลิตได้จากหลุมกักเก็บ และน้ำกรณีที่มีการทำ EOR
	การไหลไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินอื่น	CO_2	CO_2 ที่อัดและช่วยให้เกิดการ EOR ไหลไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินอื่นที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ
	การรั่วไหลที่แหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดิน	CO_2	การรั่วไหลที่เกิดขึ้นในระหว่างการอัดและภายหลังการอัดเสร็จสิ้นแล้ว
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	ไม่เกี่ยวข้อง	-	-

2. ลักษณะของกิจกรรมและขอบเขตโครงการ (Applicability and Scope of Project)

กิจกรรมโครงการต้องมีวัตถุประสงค์ในการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่มีจุดปล่อยแน่นอนหรือบรรยากาศมากักเก็บไว้ในชั้นหินใต้ดินโดยที่

- แหล่งกักเก็บต้องมีการตรวจสอบและป้องกันไม่ให้คาร์บอนไดออกไซด์รั่วไหลและรั่วกลับสู่บรรยากาศตามมาตรฐานการกำกับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- แหล่งกักเก็บต้องมีการแสดงขอบเขต ขนาด โครงสร้าง และคุณสมบัติในการกักเก็บ CO_2 โดยไม่รั่วไหลไปที่อื่นและต้องได้รับการอนุญาตจากหน่วยงานที่กำกับดูแล



รูปที่ 1 กระบวนการดักจับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน

กิจกรรมโครงการต้องมีกระบวนการทั้งหมด 3 ส่วนดังรูปที่ 1 ได้แก่

- **การดักจับและแยก CO_2 ออก (Capture)** การแยก CO_2 ที่ดักจับได้จากแหล่งกำเนิดสามารถเลือกใช้กระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งตามด้านล่างนี้
    - การดูดซึม (Absorption)
    - การดูดซับ (Adsorption)
    - การแยกด้วยเยื่อบาง (Membrane separation)
    - การใช้ความเย็น (Cryogenic)
- **การขนส่ง CO_2 (Transportation)** การนำ CO_2 ที่แยกได้ส่งไปยังบริเวณที่จะกักเก็บสามารถใช้การขนส่งได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่
    - การขนส่งทางท่อ (Pipeline)
    - การขนส่งด้วยรถบรรทุก/รถไฟ/เรือ (Land transportation)
    - การขนส่งทางเรือ (Marine transportation)
- **การกักเก็บ CO_2 (Storage)** การนำ CO_2 ในสถานะแก๊สหรือของเหลวหรือของไหลวิกฤตยิ่งยวด (Supercritical fluid) ไปกักเก็บไว้ในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดินโดยที่จะต้องมีหลุมเจาะสำหรับอัด (Injection well)

โครงการต้องมีกระบวนการตรวจสอบการรั่วไหลของ CO_2 ในแหล่งกักเก็บตลอดระยะเวลาคิดเครดิตที่กำหนด และต่อเนื่องไปอีกเป็นเวลา 5 ปีภายหลังสิ้นสุดระยะเวลาคิดเครดิตเพื่อให้มั่นใจว่า CO_2 จะไม่รั่วไหลออกจากแหล่งกักเก็บในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ทั้งนี้หากพบการรั่วไหลในช่วงเวลาดังกล่าว ผู้พัฒนาโครงการต้องประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของ CO_2 ในแหล่งกักเก็บด้วย

3. การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality)

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

4. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

โครงการ CCS ที่เกิดขึ้นจะเป็นโครงการแห่งแรก (First of its kind) ในประเทศไทย ดังนั้นข้อมูลกรณีฐาน คือปริมาณ CO_2 ที่ถูกอัดลงสู่แหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดิน ณ สภาวะมาตรฐาน

หมายเหตุ หากประเทศไทยมีโครงการ CCS มากขึ้น อบก. จะพิจารณาทบทวนการกำหนดข้อมูลกรณีฐานให้เป็นไปตามแนวทางการกำหนดข้อมูลกรณีฐานต่ำกว่าการดำเนินงานปกติ (Below Business as Usual หรือ Below BAU) ต่อไป

5. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากแหล่งกำเนิดตามที่กำหนด โดยคิดจากปริมาณ CO_2 ที่ถูกอัดสู่แหล่งกักเก็บในชั้นดิน ณ สภาวะมาตรฐาน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\mathbf{BE_y = V_{Gas,INJ,y} \times \left(\%V/V_{CO2,INJ,y}\right) \times \rho_{CO2} \times AF}$$ สมการที่ (1)

โดยที่

BE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO_2e/year)
$V_{Gas,INJ,y}$	=	ปริมาตรก๊าซ ณ จุดที่อัดสู่แหล่งกักเก็บ (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y (m^3/year)
$\%V/V_{CO2,INJ,y}$	=	สัดส่วนโดยปริมาตรของ CO_2 ต่อปริมาตรก๊าซ ณ จุดที่อัดสู่แหล่งกักเก็บ (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)

ρ_{CO2}	=	ความหนาแน่นของก๊าซ CO_2 ที่สภาวะมาตรฐาน = 0.00190 (tCO_2/m^3)
AF	=	ค่าปรับแก้ไขการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (ใช้ค่า AF = 1)

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการพิจารณาจาก 3 ขั้นตอนหลักของกิจกรรมโครงการ ได้แก่กระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ (Capture) กระบวนการขนส่ง CO_2 (Transportation) และกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในแหล่งกักเก็บใต้ดิน (Storage)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_y = PE_{CP,y} + PE_{TR,y} + PE_{ST,y}$$ สมการที่ (2)

โดยที่

PE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2e/year$)
$PE_{CP,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซในปี y ($tCO_2e/year$)
$PE_{TR,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการขนส่ง CO_2 ในปี y ($tCO_2e/year$)
$PE_{ST,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ในปี y ($tCO_2e/year$)

6.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_{CP,y} = PE_{CP,FF,y} + PE_{CP,Elec,y} + PE_{CP,IPS,y}$$ สมการที่ (3)

โดยที่

$PE_{CP,FF,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซในปี y ($tCO_2e/year$)
$PE_{CP,Elec,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซในปี y ($tCO_2e/year$)

$PE_{CP,IPS,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำจากโรงไฟฟ้าประเภท IPS มาใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซในปี y ($tCO_2e/year$)

6.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการดักจับและแยก CO2 ออกจากก๊าซ เช่น การผลิตความร้อนเพื่อใช้กระบวนการฟื้นสภาพของสาร (Regenerative) ที่ใช้ในการดูดซึมหรือดูดซับ การผลิตไฟฟ้าและความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ (ไม่ใช่การซื้อจากภายนอก) เป็นต้น ให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

6.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาจากโครงข่ายไฟฟ้าในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซดังกล่าวสามารถคำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/ใช้ไฟฟ้า และสัดส่วนกำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้า ดังสมการ

$$PE_{CP,Elec,y} = EC_{CP,PJ,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_y) \times 10^{-3}$$ สมการที่ (4)

โดยที่

$EC_{CP,PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y (kWh/year)

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

TDL_y = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดใช้ไฟฟ้าในปี y

6.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำจากโรงไฟฟ้าประเภท IPS มาใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำที่ซื้อมาจากโรงไฟฟ้าประเภท IPS เพื่อใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกพิจารณาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยใช้หลักการปันส่วนดังสมการที่ (5) และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

$$FC_{CP,IPS,y} = \left(1/\eta_{IPS,y}\right) \times TFC_{IPS,y} \times \left[\frac{\left(HC_{CP,y} + 3.6 \times EC_{CP,PJ,y}\right)}{\left(HG_{IPS,y} + 3.6 \times EG_{IPS,y}\right)}\right]$$ สมการที่ (5)

โดยที่

$FC_{CP,IPS,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนในส่วนที่ซื้อมาใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y (unit/year)

$TFC_{IPS,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งหมดของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำมาใช้ ในปี y (unit/year)

$HC_{CP,PJ,y}$ = ปริมาณความร้อนที่ใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y (MJ/year)

$EC_{CP,PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y (kWh/year)

$HG_{IPS,y}$ = ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำมาใช้ในปี y (MJ/year)

$EG_{IPS,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำมาใช้ ในปี y (kWh/year)

$\eta_{IPS,y}$ = ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีของโรงไฟฟ้าในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)

6.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการขนส่ง CO_2

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการขนส่ง CO_2 ที่ได้จากกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ (Capture) ไปยังกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน (Storage) สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_{TR,y} = PE_{TR,FF,y} + PE_{TR,Elec,y}$$ สมการที่ (6)

โดยที่

$PE_{TR,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการขนส่ง CO_2 ในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{TR,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องจักร/อุปกรณ์/ยานพาหนะสำหรับการขนส่ง CO_2 ในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{TR,Elec,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการขนส่ง CO_2 ผ่านท่อในปี y (tCO_2e/year)

6.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องจักร/อุปกรณ์/ยานพาหนะสำหรับการขนส่ง CO_2

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการขนส่ง CO_2 จะพิจารณาจากการใช้ในยานพาหนะต่างๆ สำหรับการขนส่ง CO_2 จากกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ (Capture) ไปยังกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน (Storage) รวมไปถึงการใช้ในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์สำหรับการเพิ่มความดัน (ถ้ามี) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้คำนวณโดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

6.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการขนส่ง CO_2 ผ่านท่อ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาจากโครงข่ายไฟฟ้าในกระบวนการขนส่ง CO_2 พิจารณาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์สำหรับการเพิ่มความดัน CO_2 ในสถานะก๊าซสำหรับการขนส่งผ่านท่อหรือการลดอุณหภูมิ CO_2 ให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวสำหรับการขนส่งด้วยยานพาหนะ รวมไปถึงการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า (Electric Vehicle หรือ EV) สำหรับการขนส่ง CO_2 (ถ้ามี) ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการ

$$PE_{TR,Elec,y} = EC_{TR,PJ,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_y) \times 10^{-3}$$ สมการที่ (7)

โดยที่

$EC_{TR,PJ,y}$	=	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการขนส่ง CO_2 ในปี y (kWh/year)
$EF_{Elec,y}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)
TDL_y	=	สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดใช้ไฟฟ้าในปี y

กรณีการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาจากโรงไฟฟ้าประเภท IPS การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าดังกล่าวพิจารณาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลของโรงไฟฟ้าโดยใช้หลักการปันส่วนดังสมการที่ (8) และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

$$FC_{TR,IPS,y} = (1/\eta_{IPS,y}) \times TFC_{IPS,y} \times \left[\frac{(3.6 \times EC_{TR,PJ,y})}{(HG_{IPS,y} + 3.6 \times EG_{IPS,y})}\right]$$ สมการที่ (8)

โดยที่

$FC_{TR,IPS,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตไฟฟ้าในส่วนที่ซื้อมาใช้ในกระบวนการขนส่ง CO_2 ในปี y (unit/year)

$TFC_{IPS,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งหมดของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ ในปี y (unit/year)

$EC_{TR,PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการขนส่ง CO_2 ในปี y (kWh/year)

$HG_{IPS,y}$ = ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ ในปี y (MJ/year)

$EG_{IPS,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ ในปี y (kWh/year)

$\eta_{IPS,y}$ = ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีของโรงไฟฟ้าในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)

6.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการอัด CO_2 ผ่านหลุมเจาะสำหรับอัด (Injection well) เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_{ST,y} = PE_{ST,FF,y} + PE_{ST,Elec,y} + PE_{ST,Fugtive,y} + PE_{ST,EOR,y} + PE_{ST,Leak,y} \quad \text{สมการที่ (9)}$$

โดยที่

$PE_{ST,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{ST,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดินในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{ST,Elec,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดินในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{ST,Fugtive,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 และ CH_4 ที่บริเวณหลุมเจาะสำหรับอัดในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{ST,EOR,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการไหลของ CO_2 ที่ใช้ในการทำ EOR ไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินที่อยู่นอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{ST,Leak,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 จากแหล่งกักเก็บภายใต้กิจกรรมโครงการสู่บรรยากาศในปี y (tCO_2e/year)

6.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์สำหรับการเพิ่มความดัน CO_2 สำหรับการอัด (ถ้ามี) ซึ่งคำนวณโดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

6.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาจากโครงข่ายไฟฟ้าในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์สำหรับการเพิ่มความดัน CO_2 สำหรับการอัด ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการ

$$PE_{ST,Elec,y} = EC_{ST,PJ,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_y) \times 10^{-3} \qquad \text{สมการที่ (10)}$$

โดยที่

$EC_{ST,PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ในปี y (kWh/year)

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

TDL_y = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดใช้ไฟฟ้าในปี y

กรณีการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาจากโรงไฟฟ้าประเภท IPS การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าดังกล่าวพิจารณาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลของโรงไฟฟ้าโดยใช้หลักการปันส่วนดังสมการที่ (11) และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

$$FC_{ST,IPS,y} = (1/\eta_{IPS,y}) \times TFC_{IPS,y} \times \left[\frac{(3.6 \times EC_{ST,PJ,y})}{(HG_{IPS,y} + 3.6 \times EG_{IPS,y})}\right] \qquad \text{สมการที่ (11)}$$

โดยที่

$FC_{ST,IPS,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตไฟฟ้าในส่วนที่ซื้อมาใช้ ในปี y (unit/year)

$TFC_{IPS,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งหมดของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ในปี y (unit/year)

$EC_{ST,PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ในปี y (kWh/year)

$HG_{IPS,y}$ = ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ ในปี y (MJ/year)

$EG_{IPS,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ ในปี y (kWh/year)

$\eta_{IPS,y}$ = ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีของโรงไฟฟ้าในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)

6.3.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 และ CH_4 ที่บริเวณหลุมเจาะสำหรับอัด

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการที่บริเวณหลุมเจาะสำหรับอัด (Injection well) จะพิจารณาออกเป็นสองส่วนดังสมการ

$$PE_{ST,Fugitive,y} = PE_{ST,Fugitive,Equip,y} + PE_{ST,Fugitive,EOR,y} \qquad \text{สมการที่ (12)}$$

โดยที่

$PE_{ST,Fugitive,Equip,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 ที่บริเวณหลุมเจาะสำหรับอัดในปี y (tCO_2e/year)

$PE_{ST,Fugitive,EOR,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 และ CH_4 จากน้ำมันดิบหรือก๊าซที่ผลิตได้จากหลุมกักเก็บกรณีที่มีการทำ EOR ในปี y (tCO_2e/year)

6.3.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 ที่บริเวณหลุมเจาะสำหรับอัด

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการที่บริเวณหลุมเจาะสำหรับอัดจะเกิดขึ้นระบบท่อหลังผ่านเครื่องจักรอุปกรณ์เพิ่มความดัน และแนวหลุมจนถึงแหล่งกักเก็บ ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$PE_{ST,Fugitive,Equip,y} = \sum_j \left(EF_{Well,j} \times h_{Well,j}\right) \times \left(\%V/V_{CO2,INJ,y}\right) \times \rho_{CO2} \times 10^{-3} \qquad \text{สมการที่ (13)}$$

โดยที่

$EF_{Well,j}$	=	ค่า Emission factor สำหรับการรั่วไหลที่หลุมเจาะสำหรับอัดที่ j (m^3/hour)
$h_{Well,j}$	=	เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับการอัด CO_2 ลงหลุมเจาะสำหรับอัดที่ j ในปี y (hours)
$\%V/V_{CO2,INJ,y}$	=	สัดส่วนโดยปริมาตรของ CO_2 ต่อปริมาตรก๊าซ ณ จุดที่อัดสู่แหล่งกักเก็บ (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
ρ_{CO2}	=	ความหนาแน่นของก๊าซ CO_2 ที่สภาวะมาตรฐาน = 0.00190 (tCO_2/m^3)
j	=	หลุมเจาะสำหรับอัดที่ j

6.3.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 และ CH_4 จากน้ำมันดิบหรือก๊าซที่ผลิตได้จากหลุมกักเก็บ กรณีที่มีการทำ EOR

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 และ CH_4 จากน้ำมันดิบหรือก๊าซที่ผลิตได้จากหลุมกักเก็บ รวมไปถึง CO_2 และ CH_4 ที่ละลายในน้ำที่ออกมาพร้อมกับน้ำมันดิบหรือก๊าซ กรณีที่มีการทำ EOR คำนวณได้จากสมการ

$$\begin{aligned} PE_{ST,Fugitive,EOR,y} = {} & V_{Gas,y} \times \left[\left(\%V/V_{CO2,Gas,y}\right) \times \rho_{CO2} + \left(\%V/V_{CH4,Gas,y}\right) \times \rho_{CH4} \times GWP_{CH4} \right] \times 10^{-3} \\ & + m_{Water,y} \times \left[\left(\%W/W_{CO2,Water,y}\right) + \left(\%W/W_{CH4,Water,y}\right) \times GWP_{CH4} \right] \\ & + m_{Oil,y} \times \left[\left(\%W/W_{CO2,Oil,y}\right) + \left(\%W/W_{CH4,Oil,y}\right) \times GWP_{CH4} \right] \end{aligned}$$

สมการที่ (14)

โดยที่

$V_{Gas,y}$	=	ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า ในปี y (m^3/year)
$\%V/V_{CO2,Gas,y}$	=	สัดส่วนโดยปริมาตรของ CO_2 ต่อปริมาตรก๊าซที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
$\%V/V_{CH4,Gas,y}$	=	สัดส่วนโดยปริมาตรของ CH_4 ต่อปริมาตรก๊าซที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
ρ_{CO2}	=	ความหนาแน่นของก๊าซ CO_2 ที่สภาวะมาตรฐาน = 0.00190 (tCO_2/m^3)
ρ_{CH4}	=	ความหนาแน่นของก๊าซ CH_4 ที่สภาวะมาตรฐาน = 0.00717 (tCH_4/m^3)
GWP_{CH4}	=	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2/tCH_4)
$m_{Water,y}$	=	ปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้ำมันดิบหรือก๊าซจากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า ในปี y (m^3/year)

$\%W/W_{CO2,Water,y}$	=	สัดส่วนโดยน้ำหนักของ CO_2 ต่อน้ำหนักน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำ EOR ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
$\%W/W_{CH4,Water,y}$	=	สัดส่วนโดยน้ำหนักของ CH_4 ต่อน้ำหนักน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำ EOR ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
$m_{Oil,y}$	=	ปริมาณน้ำมันดิบที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้าในปี y (m^3/year)
$\%W/W_{CO2,Oil,y}$	=	สัดส่วนโดยน้ำหนักของ CO_2 ต่อน้ำหนักน้ำมันดิบที่ผลิตได้จากการทำ EOR ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
$\%W/W_{CH4,Oil,y}$	=	สัดส่วนโดยน้ำหนักของ CH_4 ต่อน้ำหนักน้ำมันดิบที่ผลิตได้จากการทำ EOR ในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)

6.3.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการไหลของ CO_2 ที่ใช้ในการทำ EOR ไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการไหลของ CO_2 ที่ใช้ในการทำ EOR ไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ คำนวณได้จากสมการ

$$PE_{ST,EOR,y} = V_{CO2,EOR,y} \times \rho_{CO2} \times 10^{-3} \qquad \text{สมการที่ (15)}$$

โดยที่

$V_{CO2,EOR,y}$	=	ปริมาตรของ CO_2 ที่นำมาใช้ในการทำ EOR และไหลไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ ณ สภาวะมาตรฐาน ในปี y (m^3/year)
ρ_{CO2}	=	ความหนาแน่นของก๊าซ CO_2 ที่สภาวะมาตรฐาน = 0.00190 (tCO_2/m^3)

6.3.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 จากแหล่งกักเก็บภายใต้กิจกรรมโครงการสู่บรรยากาศ

กรณีที่พบการรั่วไหลในแหล่งกักเก็บระหว่างการดำเนินกิจกรรมโครงการ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสำหรับการรั่วไหลของ CO_2 ในแหล่งกักเก็บจะพิจารณาออกเป็นสองช่วงเวลา คือการอัด CO_2 (Injection) และการอัด CO_2 เสร็จสิ้นแล้ว CO_2 (Post injection) รายละเอียดดังสมการ

$$PE_{ST,Leak,y} = m_{CO2,INJ,y} + m_{CO2,Post\text{-}INJ,y} \qquad \text{สมการที่ (16)}$$

โดยที่

$m_{CO2,INJ,y}$ = ปริมาณของ CO_2 ที่รั่วไหลจากแหล่งกักเก็บในช่วงระหว่างการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ณ สภาวะมาตรฐาน ในปี y (tCO_2/year)

$m_{CO2,Post\text{-}INJ,y}$ = ปริมาณของ CO_2 ที่รั่วไหลจากแหล่งกักเก็บหลังการอัด CO_2 เสร็จสิ้นแล้ว ณ สภาวะมาตรฐาน ในปี y (tCO_2/year)

7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

ไม่มีการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง

8. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad \text{สมการที่ (17)}$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO_2e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีy (tCO_2e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีy (tCO_2e/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2e/year)

9. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

9.1 ขั้นตอนการติดตามผล

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

2) ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมเป็นส่วนหนึ่งของการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งควรจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และมีระยะเวลาเก็บรักษาเป็นไปตามแนวทางที่ อบก. กำหนด

หรือตามระบบคุณภาพขององค์กรแต่มีระยะเวลาไม่น้อยกว่าที่ อบก. กำหนด และควรตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องตามวิธีการติดตามผลที่ระบุในพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลที่ระบุไว้ในตารางหัวข้อที่ 9.3

9.2 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$EF_{Well,j}$
หน่วย	m^3/hour
ความหมาย	ค่า Emission factor สำหรับการรั่วไหลที่หลุมเจาะสำหรับอัดที่ j
แหล่งข้อมูล	**ทางเลือกที่ 1** ค่าอ้างอิงจากกิจกรรมโครงการประเภท CCS ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนภายใต้กลไกคาร์บอนเครดิตอื่นๆ กรณีที่มีค่าอ้างอิงหลายค่าให้พิจารณาค่าอ้างอิงสูงสุด **ทางเลือกที่ 2** ค่าอ้างอิงจากบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และมีการประเมินบทความโดยผู้เชี่ยวชาญ (Peer review) หรือเอกสารของหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

9.3 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$V_{Gas,INJ,y}$
หน่วย	m^3/year
ความหมาย	ปริมาตรก๊าซ ณ จุดที่อัดสู่แหล่งกักเก็บ (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y
แหล่งข้อมูล	Flow meter
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาตรก๊าซอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของก๊าซเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรที่สภาวะมาตรฐาน โดยที่ Flow meter ต้องได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$\%V/V_{CO2,INJ,y}$
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนโดยปริมาตรของ CO_2 ต่อปริมาตรก๊าซ ณ จุดที่อัดสู่แหล่งกักเก็บ (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y
แหล่งข้อมูล	Gas Chromatography
วิธีการติดตามผล	วิเคราะห์สัดส่วนโดยปริมาตรอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของก๊าซเพื่อนำไปคำนวณหาสัดส่วนที่สภาวะมาตรฐาน โดยที่ Gas Chromatography ต้องได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$EC_{CP,PJ,y}$, $EC_{TR,PJ,y}$ และ $EC_{ST,PJ,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	$EC_{CP,PJ,y}$ คือปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y $EC_{TR,PJ,y}$ คือปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการขนส่ง CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y $EC_{ST,PJ,y}$ คือปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ในปี y
แหล่งข้อมูล	เครื่องมือวัดหรือรายงานการซื้อไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาณไฟฟ้าสำหรับใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องโดยใช้เครื่องมือตรวจวัด เช่น kWh meter ฯลฯ หรือบันทึกจากเอกสารการซื้อไฟฟ้ารายเดือน เช่น ใบเสร็จรับเงิน ฯลฯ ทั้งนี้เครื่องมือตรวจวัดต้องได้รับการสอบเทียบโดยหน่วยงานที่ได้รับการรับรองตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$EF_{Elec,y}$
หน่วย	tCO_2/MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/ใช้ไฟฟ้า ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/ใช้พลังงานไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	**สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ** ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ **สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** 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

พารามิเตอร์	TDL_y
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดใช้ไฟฟ้าในปี y
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 รายงานการตรวจวัด กรณีที่มีข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ออกจากผู้ผลิตและปริมาณไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับ ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่า Default Value เท่ากับ 0.03 (3%)
วิธีการติดตามผล	▪ ถ้าใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องมีการติดตามค่าดังกล่าวทุกปีตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ▪ ถ้าใช้ทางเลือกที่ 2 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องใช้ค่านี้ตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$TFC_{IPS,y}$
หน่วย	unit/year
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งหมดของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำมาใช้ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดและรายการบันทึกของโรงไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	วัดมวลหรือปริมาตรของเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดของโรงไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$HG_{IPS,y}$
หน่วย	MJ/year
ความหมาย	ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำมาใช้ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดและรายการบันทึกของโรงไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาณและค่าความดันของไอน้ำโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดของโรงไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$EG_{IPS,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้ของโรงไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าและ/หรือไอน้ำมาใช้ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดและรายการบันทึกของโรงไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาณไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดของโรงไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$\eta_{IPS,y}$
หน่วย	-
ความหมาย	ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีของโรงไฟฟ้าในปี y (ค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1)
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดและการทำดุลพลังงาน (Energy balance) ของโรงไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	วัดโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดของโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย ● ปริมาณไฟฟ้า ● ปริมาณและค่าความดันของไอน้ำ ● ปริมาณและอุณหภูมิของไอเสียจากปล่อง ● มวลหรือปริมาตรของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้

ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$HC_{CP,PJ,y}$
หน่วย	MJ/year
ความหมาย	ปริมาณความร้อนที่ใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดและรายการบันทึก
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาณและความดันไอน้ำสำหรับใช้ในกระบวนการดักจับและแยก CO_2 ออกจากก๊าซ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัด และคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน หรือบันทึกจากเอกสารการซื้อไอน้ำรายเดือน เช่น ใบเสร็จรับเงิน ฯลฯ ทั้งนี้เครื่องมือตรวจวัดต้องได้รับการสอบเทียบโดยหน่วยงานที่ได้รับการรับรองตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$h_{Well,j}$
หน่วย	hours
ความหมาย	เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับการอัด CO_2 ลงหลุมเจาะสำหรับอัดที่ j ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ตรวจสอบโดยตรงจากระยะเวลาทำงานหรือประมาณการจากบันทึกการหยุดทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์อัด CO_2 ลงหลุมเจาะ
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$V_{Gas,y}$
หน่วย	m^3/year
ความหมาย	ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า ในปี y
แหล่งข้อมูล	Flow meter
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาตรก๊าซอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของก๊าซเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรที่สภาวะมาตรฐาน โดยที่ Flow meter ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) และต้องได้รับการสอบเทียบตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$m_{Water,y}$ และ $m_{Oil,y}$
หน่วย	ton/year
ความหมาย	$m_{Water,y}$ คือปริมาณเชิงมวลน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้ำมันดิบหรือก๊าซจากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า ในปี y

	$m_{Oil,y}$ คือปริมาณเชิงมวลน้ำมันดิบที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้าในปี y
แหล่งข้อมูล	Flow meter
วิธีการติดตามผล	วัดปริมาณอย่างต่อเนื่อง โดยที่ Flow meter ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) และต้องได้รับการสอบเทียบตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$\%V/V_{CO2,Gas,y}$ และ $\%V/V_{CH4,Gas,y}$
หน่วย	-
ความหมาย	$\%V/V_{CO2,Gas,y}$ คือสัดส่วนโดยปริมาตรของ CO_2 ต่อปริมาตรก๊าซที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y $\%V/V_{CH4,Gas,y}$ คือสัดส่วนโดยปริมาตรของ CH_4 ต่อปริมาตรก๊าซที่ผลิตได้จากการทำ EOR และจำหน่ายให้กับลูกค้า (ตรวจวัดที่สภาวะมาตรฐาน) ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบในห้องปฏิบัติการ
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$\%W/W_{CO2,Water,y}$, $\%W/W_{CH4,Water,y}$, $\%W/W_{CO2,Oil,y}$ และ $\%W/W_{CH4,Oil,y}$
หน่วย	-
ความหมาย	$\%W/W_{CO2,Water,y}$ คือสัดส่วนโดยน้ำหนักของ CO_2 ต่อน้ำหนักน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำ EOR ในปี y $\%W/W_{CH4,Water,y}$ คือสัดส่วนโดยน้ำหนักของ CH_4 ต่อน้ำหนักน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำ EOR ในปี y $\%W/W_{CO2,Oil,y}$ คือสัดส่วนโดยน้ำหนักของ CO_2 ต่อน้ำหนักน้ำมันดิบที่ผลิตได้จากการทำ EOR ในปี y $\%W/W_{CH4,Oil,y}$ คือสัดส่วนโดยน้ำหนักของ CH_4 ต่อน้ำหนักน้ำมันดิบที่ผลิตได้จากการทำ EOR ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบในห้องปฏิบัติการ
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	GWP_{CH4}
หน่วย	tCO_2/ tCH_4
ความหมาย	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน
แหล่งข้อมูล	ใช้ข้อมูลจากรายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC Assessment Report) ที่จัดทำโดยคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการ

	เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC) ที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	**สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ** ใช้ค่า GWP_{CH4} ล่าสุดตามที่ อบก. ประกาศ **สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** ใช้ค่า GWP_{CH4} ตามที่ อบก. สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$V_{CO2,EOR,y}$
หน่วย	m^3/year
ความหมาย	ปริมาตรของ CO_2 ที่นำมาใช้ในการทำ EOR และไหลไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ ณ สภาวะมาตรฐาน ในปี y
แหล่งข้อมูล	ผลการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
วิธีการติดตามผล	ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแหล่งกักเก็บร่วมกับข้อมูลจาก ▪ ความดันของ CO_2 ในแหล่งกักเก็บ ▪ การหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Well logging) ▪ ข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์โดยใช้การวัดคลื่นไหวสะเทือน (Seismic survey)
ความถี่ในการติดตามผล	ติดตามผลจนกระทั่งไม่พบการรั่วไหลของ CO_2 ไปยังแหล่งกักเก็บในชั้นใต้ดินที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ

พารามิเตอร์	$m_{CO2,INJ,y}$ และ $m_{CO2,Post\text{-}INJ,y}$
หน่วย	tCO_2/year
ความหมาย	$m_{CO2,INJ,y}$ คือปริมาณของ CO_2 ที่รั่วไหลจากแหล่งกักเก็บในช่วงระหว่างการอัด CO_2 เพื่อกักเก็บลงในชั้นหินทางธรณีวิทยาใต้ดิน ณ สภาวะมาตรฐาน ในปี y $m_{CO2,Post\text{-}INJ,y}$ คือปริมาณของ CO_2 ที่รั่วไหลจากแหล่งกักเก็บหลังการอัด CO_2 เสร็จสิ้นแล้ว ณ สภาวะมาตรฐาน ในปี y
แหล่งข้อมูล	ผลการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
วิธีการติดตามผล	ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแหล่งกักเก็บร่วมกับข้อมูลจาก ▪ ความดันของ CO_2 ในแหล่งกักเก็บ ▪ การหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Well logging) ▪ ข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์โดยใช้การวัดคลื่นไหวสะเทือน (Seismic survey)
ความถี่ในการติดตามผล	ติดตามผลจนกระทั่งไม่พบการรั่วไหลของ CO_2 ในแหล่งกักเก็บ

เอกสารอ้างอิง

1. American Carbon Registry
   Methodology for the quantification, monitoring, reporting and verification of greenhouse gas emissions reductions and removals from carbon capture and storage projects
   VERSION 1.1, September 2021
2. IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, 2005.

บันทึกการแก้ไข T-VER-P-METH-14-01

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	-	27 กันยายน 2566	การเริ่มใช้ครั้งแรก