

T-VER-P-METH-08-01

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จากวัสดุทางเลือก
(Cement Production from Alternative Materials)

ฉบับที่ 02

Scope: 04 - Manufacturing industries

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 23 กรกฎาคม 2569

1. ชื่อระเบียบวิธีการ	กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จากวัสดุทางเลือก (Cement production from alternative materials)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	การใช้วัสดุทดแทนปูนเม็ด
3. สาขาและขอบข่าย (Scope)	04 – Manufacturing industries
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	กิจกรรมโครงการต้องมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสัดส่วนวัสดุทางเลือกที่ลดการปล่อยเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตปูนเม็ด (Clinker) รวมถึงการเพิ่มสารเติมแต่งในปูนซีเมนต์
5. ลักษณะของกิจกรรม โครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการผลิตวัสดุทางเลือกจากวัตถุดิบทางเลือกที่ไม่มีองค์ประกอบของสารคาร์บอนเนตหรือมีสารคาร์บอนเนตต่ำในการผลิตปูนเม็ด รวมถึงการเพิ่มสัดส่วนสารเติมแต่งเพื่อลดสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์
6. เงื่อนไขของกิจกรรม โครงการ (Project Conditions)	1) การใช้วัสดุทางเลือกจะไม่เพิ่มกำลังการผลิตปูนเม็ดหรือเพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ 2) การใช้วัตถุดิบทางเลือกที่ไม่มีองค์ประกอบของสารคาร์บอนเนตหรือมีสารคาร์บอนเนตต่ำในการผลิตปูนเม็ด 3) การเพิ่มสัดส่วนวัตถุดิบทางเลือกที่ไม่มีองค์ประกอบของสารคาร์บอนเนตหรือสารเติมแต่งต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพปูนซีเมนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2594 4) วัตถุดิบทางเลือกยังไม่เคยถูกนำมาใช้ในการผลิตปูนเม็ดของผู้พัฒนาโครงการก่อนการดำเนินกิจกรรมโครงการ 5) ในกรณีผู้พัฒนาโครงการเลือกใช้มาตรการปรับเปลี่ยนประเภทเชื้อเพลิงร่วมด้วยจะไม่ถูกนำมาคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระเบียบวิธีฯ นี้ 6) ระเบียบวิธีฯ นี้ไม่สามารถนำไปใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์เพื่อส่งออกไปต่างประเทศได้
7. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date)	วันที่เจ้าของโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาจ้างก่อสร้างหรือติดตั้งโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER
8. นิยามศัพท์	ปูนเม็ด (Clinker) หมายถึง วัสดุหลักที่ใช้ผลิตปูนซีเมนต์ ที่ได้จากกระบวนการเผาวัตถุดิบตั้งต้น เช่น ดินเหนียว หินปูน ฯลฯ ที่อุณหภูมิสูง สารเติมแต่ง หมายถึง วัสดุอื่นๆ ที่ไม่ใช่ปูนเม็ด เช่น แก้วลอย ยิปซัม และตะกั่ว เป็นต้น ที่จะผสมกับปูนเม็ดเพื่อผลิตปูนซีเมนต์ประเภทต่างๆ

วัตถุดิบทางเลือกที่ไม่มีคาร์บอนเน็ตสำหรับผลิตปูนเม็ด หมายถึง แร่ธาตุ สารสังเคราะห์ หรือสารประกอบใดๆ ที่ไม่มีคาร์บอนเน็ตในองค์ประกอบทางเคมี ได้มาจากการทำเหมือง การแปรรูป หรือเป็นผลพลอยได้จาก กระบวนการอุตสาหกรรมอื่นๆ และทำปฏิกิริยาทางเคมีกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ดโดยทั่วไป วัตถุดิบทางเลือกเหล่านี้อาจรวมถึง ถ้ำเสียจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ตะกรันจากเตาเผาเหล็ก ยิปซัม แอนไฮไดรต์ ฟลูออไรด์ ฯลฯ ที่ไม่ได้ใช้ในการผลิตแบบเดิม ปูนซีเมนต์ หมายถึง ปูนซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของปูนเม็ดและสารเติมแต่ง ประเภทของปูนซีเมนต์ หมายถึง ปูนซีเมนต์แต่ละประเภทเป็นผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสารเติมแต่งและสัดส่วนของเม็ดปูนที่แตกต่างกัน และใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ปูนซีเมนต์จากกิจกรรมโครงการ หมายถึง ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากการใช้ปูนเม็ดผสมกับสารเติมแต่งภายใต้กิจกรรมโครงการ ปูนเม็ดจากกิจกรรมโครงการ หมายถึง ปูนเม็ดที่ผลิตจากวัตถุดิบทางเลือกที่ไม่มีคาร์บอนเน็ตภายใต้กิจกรรมโครงการ วัตถุดิบ หมายถึง วัตถุดิบที่นำมาแปรรูปในเตาเผาปูนซีเมนต์เพื่อผลิตปูนเม็ด เชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel : RDF) คือ ขยะมูลฝอยชุมชนที่ผ่านกระบวนการทางกายภาพ อาทิ การคัดแยก ร่อน การลดขนาด และการลดความชื้น เป็นต้น เพื่อให้ได้วัสดุที่สามารถเผาไหม้ได้ที่มีขนาดและคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรมหรือชุมชน หรือเชื้อเพลิงในเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน หรือโรงผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยชุมชน

**รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จากวัสดุทางเลือก**

1. กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของ ก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	เตาเผาปูนเม็ด	CO ₂	การเผาวัตถุดิบในเตาเผา
	การใช้ไฟฟ้า	CO ₂	การใช้ไฟฟ้าในเตาเผาปูนเม็ด รวมถึงการใช้ไฟฟ้าสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและการผลิตปูนซีเมนต์
	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ด รวมถึงการเตรียมวัตถุดิบ
	การใช้เชื้อเพลิงขยะ	CO ₂	การใช้เผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) ในเตาเผาปูนเม็ด
	การขนส่งปูนเม็ด	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์
การดำเนินโครงการ	เตาเผาปูนเม็ด	CO ₂	การเผาวัตถุดิบในเตาเผา
	การใช้ไฟฟ้า	CO ₂	การใช้ไฟฟ้าในเตาเผาปูนเม็ด รวมถึงการใช้ไฟฟ้าสำหรับเตรียมวัตถุดิบ/วัตถุดิบทางเลือกและการผลิตปูนซีเมนต์
	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ด รวมถึงการเตรียมวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก
	การใช้เชื้อเพลิงขยะ	CO ₂	การใช้เผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ด รวมถึงการเตรียมวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก
	การใช้ชีวมวลและชีวมวลเหลือทิ้ง	CO ₂ และ CH ₄	- การเพาะปลูกชีวมวลในพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะ - การขนส่งชีวมวล - การแปรรูปชีวมวล - การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี) - การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี)
	การขนส่งและเตรียมวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการขนส่งและการเตรียมวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก
	การขนส่งปูนเม็ด	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์

การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของ ก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
นอกขอบเขตโครงการ	การขนส่งและการได้มา วัตถุดิบและสารเติมแต่ง ทางเลือก	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่ง วัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือก
	การใช้ชีวมวลและ ชีวมวลเหลือทิ้ง	CO ₂ และ CH ₄	- การเพาะปลูกชีวมวลในพื้นที่ เพาะปลูกเฉพาะ - การขนส่งชีวมวล - การแปรรูปชีวมวล - การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี) - การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี)

2. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

โครงการที่มีกิจกรรมการเพิ่มสัดส่วนวัตถุดิบทางเลือกที่ไม่มีองค์ประกอบของสารคาร์บอนในการผลิตปูนเม็ดรวมถึงการเพิ่มสัดส่วนสารเติมแต่งในปูนซีเมนต์

ขอบเขตโครงการครอบคลุมหน่วยกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ หน่วยการผลิตปูนเม็ด และหน่วยการผลิตปูนซีเมนต์ เป็นต้น โดยรวมถึงการรับวัตถุดิบทางเลือก สารเติมแต่ง เชื้อเพลิงฟอสซิล และการส่งมอบปูนซีเมนต์

3. การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality)

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

4. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

เมื่อพิจารณาตามแนวทางการกำหนดข้อมูลกรณีฐานที่ต่ำกว่าการดำเนินงานปกติ (Below Business as Usual หรือ Below BAU) การผลิตปูนซีเมนต์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (อ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15-2562 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และสมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย) ซึ่งเป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 910 kgCO₂ ต่อตันปูนซีเมนต์ คือผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ดังนั้นข้อมูลกรณีฐาน คือการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่มีการปรับลดสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ลงร้อยละ 10 ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 871 kgCO₂ ต่อตันปูนซีเมนต์

5. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ดและปูนซีเมนต์ โดยกำหนดไว้ 2 กรณี ดังนี้

$$\text{กรณีที่ 1 } (BE_{\text{Clinker,BSL}} \times B_{\text{Blend,y}}) + BE_{\text{ele,ADD,BC}} + BE_{\text{FC,ADD,BC}} < 871 \text{ kgCO}_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$$

ให้ $(BE_{\text{Clinker,BSL}} \times B_{\text{Blend,y}}) + BE_{\text{ele,ADD,BC}} + BE_{\text{FC,ADD,BC}}$ เท่ากับผลลัพธ์ที่คำนวณได้

$$\text{กรณีที่ 2 } (BE_{\text{Clinker,BSL}} \times B_{\text{Blend,y}}) + BE_{\text{ele,ADD,BC}} + BE_{\text{FC,ADD,BC}} \geq 871 \text{ kgCO}_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$$

ให้ $(BE_{\text{Clinker,BSL}} \times B_{\text{Blend,y}}) + BE_{\text{ele,ADD,BC}} + BE_{\text{FC,ADD,BC}}$ เท่ากับ 871 kgCO₂/ตันปูนซีเมนต์

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_y = BC_y \times [(BE_{\text{Clinker,BSL}} \times B_{\text{Blend,y}}) + BE_{\text{ele,ADD,BC}} + BE_{\text{FC,ADD,BC}}] \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดยที่

BE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO ₂ /year)
BC_y	=	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)
$BE_{\text{Clinker,BSL}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันปูนเม็ดจากกรณีฐานในปี y (t CO ₂ /t clinker)
$B_{\text{Blend,y}}$	=	เกณฑ์มาตรฐานของสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ในปี y (t clinker/ตันปูนซีเมนต์)
$BE_{\text{ele,ADD,BC}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์ และการเตรียมสารเติมแต่งจากกรณีฐาน (t CO ₂ /ตันปูนซีเมนต์)
$BE_{\text{FC,ADD,BC}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่งจากกรณีฐาน (t CO ₂ /ตันปูนซีเมนต์)

5.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันปูนเม็ดจากกรณีฐาน ($BE_{\text{Clinker,BSL}}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันปูนเม็ดจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{\text{Clinker,BSL}} = BE_{\text{calcin}} + BE_{\text{FC}} + BE_{\text{ele,grid,CLNK}} + BE_{\text{ete,sg,CLNX}} + BE_{\text{Dust}} + BE_{\text{FC_Dry}} + BE_{\text{TR}} \quad \text{สมการที่ (2)}$$

โดยที่

$$BE_{\text{Clinker,BSL}} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO}_2\text{/t clinker)}$$

BE_{calcin}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตจากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)
BE_{FC}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)
$BE_{ele,grid,CLNK}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)
$BE_{ete,sg,CLNX}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)
BE_{Dust}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วยกำจัดฝุ่นจากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)
BE_{FC_Dry}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบจากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)
BE_{TR}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)

5.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนต (BE_{calcin})

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนต (ปฏิกิริยาแคลซิเนชัน) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{calcin} = \frac{0.785 \times (OutCaO - InCaO) + 1.092 \times (OutMgO - InMgO)}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (3)}$$

โดยที่

BE_{calcin}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตจากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)
0.785	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแคลเซียมออกไซด์ (t CO ₂ /t CaO)
1.092	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแมกนีเซียมออกไซด์ (t CO ₂ /t MgO)
InCaO	=	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอเนตในวัตถุดิบจากกรณีฐาน (t CaO)
OutCaO	=	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t CaO)
InMgO	=	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอเนตในวัตถุดิบจากกรณีฐาน (t MgO)
OutMgO	=	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t MgO)
$CLNK_{BSL}$	=	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t clinker)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

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

5.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ด (BE_{FC})

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{FC} = BE_{FC,FF} + BE_{FC,RDF} \quad \text{สมการที่ (4)}$$

โดยที่

BE_{FC} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)

$BE_{FC,FF}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)

$BE_{FC,RDF}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)

5.1.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน ($BE_{FC,FF}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ด คำนวณจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ด โดยผู้พัฒนาโครงการต้องมีข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทที่ใช้ในเตาเผาปูนเม็ดเดิมไม่น้อยกว่า 3 ปีก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโครงการและให้ประเมินเป็นค่าเฉลี่ย (ไม่รวมปีที่มีการใช้งานผิดปกติ) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{FC,FF} = \frac{\sum_i FC_{i,BSL} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6}}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (5)}$$

โดยที่

$BE_{FC,FF}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ด (t CO₂/t clinker)

$FC_{i,BSL}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i ในการผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน (unit)

NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i (GJ/unit)

$EF_{CO_2,i}$ = การปล่อยก๊าซ CO₂ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (kg CO₂/TJ)

$CLNK_{BSL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t clinker/year)

i = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

5.1.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน ($BE_{FC,RDF}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) ในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐานได้กำหนดแนวทางการคำนวณไว้จำนวน 2 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ขยะที่ถูกคัดแยกประเภท

$$BE_{FC,RDF} = \frac{EFF_{COM} \times (44/12) \times \sum_j Q_j \times FCC_j \times FFC_j}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (6)}$$

โดยที่

$BE_{FC,RDF}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)

EFF_{COM} = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (%)

44/12 = ค่าการแปลง (t CO₂ / t C)

Q_j = ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t)

FCC_j = สัดส่วนของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในขยะประเภท j จากกรณีฐานปี y (t C/t)

FFC_j = สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลในปริมาณคาร์บอนรวมของของเสียประเภท j จากกรณีฐาน (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)

i = ประเภทปูนเม็ด

j = ประเภทขยะ

1) ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (Q_j)

ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Q_j = Q_{waste} \times \frac{\sum_{n=1}^z P_{n,j}}{Z} \quad \text{สมการที่ (7)}$$

โดยที่

- Q_j = ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ด (t)
- Q_{waste} = ปริมาณการใช้ขยะอินทรีย์หรือ RDF ในเตาเผาปูนเม็ด (t)
- $P_{n,j}$ = สัดส่วนของของเสียประเภท j ในตัวอย่าง n (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)
- Z = จำนวนตัวอย่าง
- n = ตัวอย่างที่เก็บรวบรวม
- j = ประเภทขยะ

ทางเลือกที่ 2 ขยะที่ไม่ได้คัดแยกประเภท

$$BE_{FC,RDF} = \frac{\sum_i (44/12) \times FF_{COM} \times Q_{waste} \times FFC_{waste}}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (8)}$$

โดยที่

- $BE_{FC,RDF}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)
- Q_{waste} = ปริมาณการใช้ขยะหรือ RDF ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y (t)
- FFC_{waste} = สัดส่วนของคาร์บอนจากฟอสซิลในขยะหรือ RDF ที่ใช้ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y (t C / t)
- FF_{COM} = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาปูนเม็ดในปี y (%)
- $44/12$ = ค่าการแปลง (t CO₂ / t C)
- $CLNK_{BSL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t clinker/year)
- i = ประเภทปูนเม็ด

5.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ด ($BE_{ele,grid,CLNK}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ดสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{ele,grid,CLNK} = \frac{BE_{LE,grid,CLNK} \times EF_{EC,PJ,y}}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (9)}$$

โดยที่

$$\begin{aligned}
 BE_{ele,grid,CLNK} &= \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ด (t CO}_2\text{/t clinker)} \\
 BELE_{grid,CLNK} &= \text{ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน (MWh)} \\
 EF_{EC,PJ,y} &= \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในปี y (t CO}_2\text{/MWh)} \\
 CLNK_{BSL} &= \text{ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t clinker/year)}
 \end{aligned}$$

5.1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ด ($BE_{ete,sg,CLNX}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{ete,sg,CLNX} = \frac{\sum BELE_{sg,CLNK} \times EF_{sg,BSL}}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (10)}$$

โดยที่

$$\begin{aligned}
 BE_{ete,sg,CLNX} &= \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ด (t CO}_2\text{/t clinker)} \\
 BELE_{sg,CLNK} &= \text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองเพื่อผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน (MWh)} \\
 EF_{sg,BSL} &= \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองจากกรณีฐาน (t CO}_2\text{/MWh)} \\
 CLNK_{BSL} &= \text{ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t clinker)}
 \end{aligned}$$

5.1.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วยกำจัดฝุ่น (BE_{Dust})

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วยกำจัดฝุ่น สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{Dust} = \frac{\left[(C_{BSL} \times Bypass_{BSL}) + \left[\frac{C_{BSL} \times d_{BSL}}{(C_{BSL} \times (1 - d_{BSL}) + 1)} \right] \times CKD_{BSL} \right]}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (11)}$$

โดยที่

$$BE_{Dust} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วยกำจัดฝุ่น (t CO}_2\text{/t clinker)}$$

C_{BSL}	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปฏิกิริยาการกำจัดคาร์บอนและการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)
$Bypass_{BSL}$	=	ปริมาณฝุ่นละอองที่ออกจากระบบเตาเผา (t)
CKD_{BSL}	=	ปริมาณผลผลิตจากหน่วยบดและกำจัดฝุ่นจากกรณีฐาน (t)
d_{BSL}	=	อัตราการเผา CKD (CO ₂ ที่ปล่อยออกมาแสดงเป็นสัดส่วนของ CO ₂ คาร์บอนทั้งหมดในวัตถุดิบ)
$CLNK_{BSL}$	=	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (t clinker/year)

1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปฏิกิริยาการกำจัดคาร์บอนและการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด (C_{BSL})

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปฏิกิริยาการกำจัดคาร์บอนและการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$C_{BSL} = BE_{calcin} + BE_{FC} \quad \text{สมการที่ (12)}$$

โดยที่

C_{BSL}	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปฏิกิริยาการกำจัดคาร์บอนและการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)
BE_{calcin}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตจากกรณีฐาน (t CO ₂ /t clinker)
BE_{FC}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)

5.1.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบทางเลือกจากกรณีฐาน (BE_{FC_Dry})

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการเตรียมวัตถุดิบทางเลือกจากกรณีฐาน ให้ใช้การคำนวณจากหัวข้อ 5.1.2 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน โดยกำหนดให้ BE_{FC_Dry} เท่ากับ BE_{FC}

5.1.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบ (BE_{FC_Dry})

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบ คำนวณจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเผาไหม้สำหรับการเตรียมวัตถุดิบ โดยผู้พัฒนาโครงการต้องมี

ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลแต่ละประเภทที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ ไม่น้อยกว่า 3 ปีก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโครงการและให้ประเมินเป็นค่าเฉลี่ย (ไม่รวมปีที่มีการใช้งานผิดปกติ) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{FC_Dry} = \frac{\sum_i FC_{dry,i} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6}}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (13)}$$

โดยที่

- BE_{FC_Dry} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบ ($t\ CO_2 / t\ CLNK_{BSL}$)
- $FC_{dry,i}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการเตรียมวัตถุดิบจากกรณีฐาน (unit)
- NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (GJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kg\ CO_2/TJ$)
- $CLNK_{BSL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน ($t\ clinker/year$)
- i = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

5.1.8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (BE_{TR})

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{TR} = \frac{\sum_i FC_{TR,i} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6}}{CLNK_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (14)}$$

โดยที่

- BE_{TR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน ($tCO_2/year$)
- $FC_{TR,i}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในสำหรับการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (unit)
- NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i (GJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kg\ CO_2/TJ$)
- $CLNK_{BSL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน ($t\ clinker/year$)
- i = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

5.2 เกณฑ์มาตรฐานของสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ ($B_{Blend,y}$)

แนวทางการกำหนดค่า $B_{Blend,y}$ มีทั้งสิ้น 2 ทางเลือก โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ใช้ข้อมูลสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ของผู้พัฒนาโครงการไม่น้อยกว่า 3 ปีก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโครงการและให้ประเมินเป็นค่าเฉลี่ย (ไม่รวมปีที่มีการใช้งานผิดปกติ)

ทางเลือกที่ 2 ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ย้อนหลัง 3 ปี ก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโครงการ ให้ผู้พัฒนาโครงการใช้ข้อมูลที่มีสภาวะการทำงานที่เทียบเคียงได้ และมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือจากการสืบค้นข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถเรียงลำดับความสำคัญของชุดข้อมูลดังนี้

- (1) สัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ของบริษัทอื่นที่มีการดำเนินงานที่เทียบเคียงและมีการดำเนินงานพร้อมกับการดำเนินโครงการ
- (2) สถิติสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ภายในประเทศ
- (3) ข้อมูลสัดส่วนปูนเม็ดในปูนซีเมนต์จากต่างประเทศ

5.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง ($BE_{ele,ADD,BC}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่งจะคำนวณจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง ดังต่อไปนี้

$$BE_{ele,ADD,BC} = BE_{ele,grid,BC} + BE_{ele,SG,BC} + BE_{ele,grid,ADD} + BE_{ele,SG,ADD} \quad \text{สมการที่ (15)}$$

โดยที่

- $BE_{ele,ADD,BC}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)
- $BE_{ele,grid,BC}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)
- $BE_{ele,SG,BC}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)
- $BE_{ele,grid,ADD}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมสารเติมแต่ง ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)
- $BE_{ele,SG,ADD}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมสารเติมแต่ง ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)

5.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน ($BE_{ele,grid,BC}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{ele,grid,BC} = \frac{BELE_{grid,BC} \times EF_{EC,PJ,y}}{BC_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (16)}$$

โดยที่

- $BE_{ele,grid,BC}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $BELE_{grid,BC}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (MWh)
- $EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในปี y (t CO₂/MWh)
- BC_{BSL} = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (ตันปูนซีเมนต์)

5.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน ($BE_{ele,SG,BC}$)

$$BE_{ele,SG,BC} = \frac{BELE_{SG,BC} \times EF_{SG,BSL}}{BC_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (17)}$$

โดยที่

- $BE_{ele,SG,BC}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $BELE_{SG,BC}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน (MWh)
- $EF_{SG,BSL}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เอง (t CO₂/MWh)
- BC_{BSL} = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (ตันปูนซีเมนต์)

5.3.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมสารเติมแต่ง ($BE_{ele,grid,ADD}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมสารเติมแต่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{ele,grid,ADD} = \frac{BELE_{grid,ADD} \times EF_{EC,PJ,y}}{BC_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (18)}$$

โดยที่

- $BE_{ele,grid,ADD}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า สำหรับการเตรียมสารเติมแต่งจากกรณีฐาน (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $BELE_{grid,ADD}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมสารเติมแต่งจากกรณีฐาน(MWh)
- $EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในปี y (t CO₂/MWh)
- BC_{BSL} = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (ตันปูนซีเมนต์)

5.3.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมสารเติมแต่ง ($BE_{ele,SG,ADD}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมสารเติมแต่ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{ele,SG,ADD} = \frac{BELE_{SG,ADD} \times EF_{SG,BSL}}{BC_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (19)}$$

โดยที่

- $BE_{ele,SG,ADD}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมสารเติมแต่งจากกรณีฐาน (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $BELE_{SG,ADD}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมสารเติมแต่งจากกรณีฐาน(MWh)
- $EF_{SG,BSL}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองจากกรณีฐาน (t CO₂/MWh)
- BC_{BSL} = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (ตันปูนซีเมนต์)

5.3.4.1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองจากกรณีฐาน ($EF_{SG,BSL}$)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$EF_{SG,BSL} = \frac{\sum_{m,n} FC_{m,n,BSL} \times COEF_m}{\sum_n GEN_{n,BSL}} \quad \text{สมการที่ (20)}$$

โดยที่

$EF_{SG,BSL}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองจากกรณีฐาน (t CO ₂ /MWh)
$FC_{m,n,BSL}$	=	ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองจากแหล่ง n จากกรณีฐาน (unit)
n	=	แหล่งผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง
$COEF_m$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท m
$GEN_{n,BSL}$	=	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่ง n จากกรณีฐาน (MWh)

1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท m ($COEF_m$)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท m ให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

5.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง ($BE_{FC,ADD,BC}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง คำนวณจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเผาไหม้สำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง โดยผู้พัฒนาโครงการต้องมีข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ ไม่น้อยกว่า 3 ปีก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโครงการและให้ประเมินเป็นค่าเฉลี่ย (ไม่รวมปีที่มีการใช้งานผิดปกติ) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{FC,ADD,BC} = \frac{\sum FC_{add,bc,i} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6}}{BC_{BSL}} \quad \text{สมการที่ (21)}$$

โดยที่

$BE_{FC,ADD,BC}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมสารเติมแต่ง (t CO ₂ / t CLNK _{BSL})
$FC_{add,bc,i}$	=	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการเตรียมวัตถุดิบจากกรณีฐาน (unit)
NCV_i	=	ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (GJ/unit)
$EF_{CO_2,i}$	=	การปล่อยก๊าซ CO ₂ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (kg CO ₂ /TJ)
BC_{BSL}	=	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากกรณีฐาน (ตันปูนซีเมนต์)
i	=	ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ดและปูนซีเมนต์ โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_y = BC_y \times (PE_{clinker,y} \times P_{Blend,y} + PE_{ele,ADD,BC,y} + PE_{FC,ADD,BC,y} + PE_{TR,ADD,BC,y}) \quad \text{สมการที่ (22)}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂/year)

BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)

$PE_{clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/t clinker)

$P_{Blend,y}$ = สัดส่วนของปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ในปี y (t clinker/ตันปูนซีเมนต์)

$PE_{ele,ADD,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์และการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)

$PE_{FC,ADD,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)

$PE_{TR,ADD,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)

6.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{clinker,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{Clinker,y} = \sum_i (PE_{calcin,i,y} + PE_{FC,i,y} + PE_{ele,CLNK,i,y} + PE_{Dust,i,y} + PE_{FC_Dry,i,y} + PE_{TR,i,y}) \times P_{CLNK,i,y} \quad \text{สมการที่ (23)}$$

โดยที่

$PE_{Clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)

$PE_{calcin,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตของปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)

$PE_{FC,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)

$PE_{ele,grid,CLNK,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการ

	ผลิตปูนเม็ดประเภท i (t CO ₂ /t clinker)
PE _{ete,sg,CLNX,i,y}	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการ (t CO ₂ /t clinker)
PE _{Dust,i,y}	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วยกำจัดฝุ่นของการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการ (t CO ₂ /t clinker)
PE _{FC_Dry,i,y}	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบของการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการ (t CO ₂ /t clinker)
PE _{TR,i,y}	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ (t CO ₂ /t clinker)
P _{CLNK,i,y}	= สัดส่วนของปูนเม็ดประเภท i ต่อปริมาณปูนเม็ดทั้งหมดในปี y (t clinker / t clinker)
i	= ประเภทปูนเม็ด

6.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตของปูนเม็ดประเภท i จากดำเนินโครงการ (PE_{calcin,i,y})

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตของปูนเม็ด (ปฏิกิริยาแคลซิเนชัน) จากดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{calcin,i,y} = \frac{0.785 \times (OutCaO_{i,y} - InCaO_{i,y}) + 1.092 \times (OutMgO_{i,y} - InMgO_{i,y})}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (24)}$$

โดยที่

PE _{calcin,i,y}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตของปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการ (t CO ₂ /t clinker)
0.785	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแคลเซียมออกไซด์ (t CO ₂ /t CaO)
1.092	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแมกนีเซียมออกไซด์ (t CO ₂ /t MgO)
InCaO _{i,y}	=	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอเนตในปูนเม็ดประเภท i ในวัตถุดิบในปี y (t CaO)
OutCaO _{i,y}	=	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t CaO)
InMgO _{i,y}	=	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอเนตในปูนเม็ดประเภท i ในวัตถุดิบในปี y (t MgO)
OutMgO _{i,y}	=	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t MgO)
CLNK _{i,y}	=	ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)

6.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC,i,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในผลิตปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{FC,i,y} = PE_{FC,FF,i,y} + PE_{FC,RDF,i,y} + PE_{biomass,i,y} \quad \text{สมการที่ (25)}$$

โดยที่

- $PE_{FC,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)
- $PE_{FC,FF,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)
- $PE_{FC,RDF,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)
- $PE_{FC,biomass,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)
- i = ประเภทเชื้อเพลิง

หมายเหตุ ให้ผู้พัฒนาโครงการนำปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC,i,y}$) ที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและเชื้อเพลิงทดแทนในกรณีฐาน (BE_{FC}) และพิจารณาการใช้ค่าดังนี้

- ถ้า $PE_{FC,i,y} > BE_{FC}$ ให้ใช้ค่า $PE_{FC,i,y}$
- ถ้า $PE_{FC,i,y} \leq BE_{FC}$ ให้ใช้ค่า $PE_{FC,i,y} = BE_{FC}$

6.1.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC,FF,i,y}$)

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{FC,FF,i,y} = \frac{\sum_i FC_{i,y} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (26)}$$

โดยที่

- $PE_{FC,FF,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด (t CO₂/t clinker)
- $FC_{i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i ในการผลิตปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการในปี y (unit)
- NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i (GJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i (kgCO₂/TJ)
- $CLNK_{i,y}$ = ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)

6.1.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) ในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC,RDF}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) ที่มีองค์ประกอบเป็นคาร์บอนฟอสซิลในเตาเผาปูนเม็ดมีแนวทางการคำนวณไว้ 2 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ขยะที่ถูกคัดแยกประเภท

$$PE_{FC,RDF,i,y} = \frac{EFF_{COM,y} \times (44/22) \times \sum_j Q_{j,y} \times FCC_{j,y} \times FFC_{j,y}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (27)}$$

โดยที่

- $PE_{FC,RDF,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)
- $EFF_{COM,y}$ = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาจากการดำเนินโครงการในปี y (%)
- $44/22$ = ค่าการแปลง (t CO₂ / t C)
- Q_j = ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการในปี y (t)
- $FCC_{j,y}$ = สัดส่วนของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในขยะประเภท j จากการดำเนินโครงการในปี y (t C/t)
- $FFC_{j,y}$ = สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลในปริมาณคาร์บอนรวมของของเสียประเภท j จากการดำเนินโครงการในปี y (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)
- i = ประเภทปูนเม็ด
- j = ประเภทขยะ

1) ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($Q_{j,y}$)

ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Q_{j,y} = Q_{waste,y} \times \frac{\sum_{n=1}^Z P_{n,j,y}}{Z} \quad \text{สมการที่ (28)}$$

โดยที่

- $Q_{j,y}$ = ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y (t)
- $Q_{waste,y}$ = ปริมาณการใช้ขยะอินทรีย์หรือ RDF ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y (t)
- $P_{n,j,y}$ = สัดส่วนของของเสียประเภท j ในตัวอย่าง n (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)
- Z = จำนวนตัวอย่าง
- n = ตัวอย่างที่เก็บรวบรวม
- j = ประเภทขยะ

ทางเลือกที่ 2 ขยะที่ไม่ได้คัดแยกประเภท

$$PE_{FC,RDF,i,y} = \frac{\sum_i (44/22) \times FF_{COM,y} \times Q_{waste,y} \times FFC_{waste,y}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (29)}$$

โดยที่

- $PE_{FC,RDF,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/t clinker)
- $Q_{waste,y}$ = ปริมาณการใช้ขยะหรือ RDF ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y (t)
- $FFC_{waste,y}$ = สัดส่วนของคาร์บอนจากฟอสซิลในขยะหรือ RDF ที่ใช้ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y (t C / t)
- $FF_{COM,y}$ = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาปูนเม็ดในปี y (%)
- 44/22 = ค่าการแปลง (t CO₂ / t C)
- i = ประเภทปูนเม็ด

6.1.2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{biomass,i,y}$)

กรณีที่กิจกรรมโครงการใช้ชีวมวลหรือชีวมวลเหลือทิ้งเป็นเชื้อเพลิง ผู้พัฒนาโครงการต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการโดยใช้เครื่องมือการคำนวณ T-VER-P-TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ตามกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

- 1) การเพาะปลูกชีวมวลในพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะ
- 2) การขนส่งชีวมวล
- 3) การแปรรูปชีวมวล
- 4) การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี)
- 5) การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี)

โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{biomass,i,y} = \frac{PE_{BC,y} + PE_{BT,y} + PE_{BRT,y} + PE_{BP,y} + PE_{BRP,y}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (30)}$$

โดยที่

- $PE_{biomass,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)
- $PE_{BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพาะปลูกชีวมวลในพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะ ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BT,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งชีวมวล ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BRT,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งชีวมวลส่วนเหลือ ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BP,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการแปรรูปชีวมวล ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BRP,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง ในปี y (t CO₂)
- $CLNK_{i,y}$ = ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)

6.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ด ($PE_{ele,grid,CLNK,i,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ele,grid,CLNK,i,y} = \frac{PELE_{grid,CLNK,i,y} \times EF_{EC,PJ,y}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (31)}$$

โดยที่

- $PE_{ele,grid,CLNK,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการผลิตปูนเม็ด (t CO₂/t clinker)
- $PELE_{grid,CLNK,i,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (MWh)
- $EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในปี y (t CO₂/MWh)
- $CLNK_{i,y}$ = ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)

6.1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ด ($PE_{ete,sg,CLNX,i,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ete,sg,CLNX} = \frac{PELE_{sg,CLNK,i,y} \times EF_{sg,i,y}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (32)}$$

โดยที่

- $PE_{ete,sg,CLNX}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองได้สำหรับการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/t clinker)
- $PELE_{sg,CLNK,i,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองเพื่อผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินงานในปี y (MWh)
- $EF_{sg,i,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองเพื่อผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินงานในปี y (t CO₂/MWh)
- $CLNK_{i,y}$ = ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)

6.1.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วยกำจัดฝุ่นจากการดำเนินโครงการ ($PE_{Dust,i,y}$)

$$PE_{Dust,i,y} = \frac{\left[(C_{i,y} \times Bypass_{i,y}) + \left[\frac{C_{i,y} \times d_{i,y}}{(C_{i,y} \times (1 - d_{i,y}) + 1)} \right] \right] \times CKD_{i,y}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (33)}$$

โดยที่

- $PE_{Dust,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฝุ่นละอองที่ถูกทิ้งผ่านบายพาสและหน่วย

	กำจัดฝุ่น (t CO ₂)
$C_{i,y}$	= ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)
$Bypass_{i,y}$	= ปริมาณฝุ่นละอองที่ออกจากระบบเตาเผาในปี y (t)
$CKD_{i,y}$	= ปริมาณผลผลิตจากหน่วยขายพาสและกำจัดฝุ่นจากการดำเนินโครงการ (t)
$d_{i,y}$	= อัตราการเผา CKD (CO ₂ ที่ปล่อยออกมาแสดงเป็นสัดส่วนของ CO ₂ คาร์บอนทั้งหมดในวัตถุดิบ)
$CLNK_{i,y}$	= ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)
i	= ประเภทปูนเม็ด

6.1.5.1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด ($C_{i,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$C_{i,y} = PE_{calcin,i,y} + PE_{FC,i,y} \quad \text{สมการที่ (34)}$$

โดยที่

$C_{i,y}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เนื่องจากปฏิกิริยาการกำจัดคาร์บอนและการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตปูนเม็ด (t CO ₂ /t clinker)
$PE_{calcin,i,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตในปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO ₂ /t clinker)
$PE_{FC,i,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO ₂ /t clinker)

6.1.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมวัตถุดิบจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC-Dry,i,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการเตรียมวัตถุดิบจากการดำเนินโครงการให้ใช้การคำนวณจากหัวข้อ 6.1.2 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ โดยกำหนดให้ $PE_{FC-Dry,i,y}$ เท่ากับ $PE_{FC,FF,i,y}$

6.1.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ($PE_{TR,i,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในสำหรับการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{TR,i,y} = \frac{D_{i,y} \times Q_{CLNK,i,y} \times EF_{CO_2,j} \times 10^{-6}}{CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (35)}$$

โดยที่

- $PE_{TR,i,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ t clinker)
- $D_{i,y}$ = ระยะทางไปกลับระหว่างโรงงานผลิตปูนเม็ดประเภท i กับโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในปี y (km)
- $Q_{CLNK,i,y}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ถูกขนส่งในปี y (t clinker)
- $EF_{CO_2,j}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท j สำหรับขนส่งปูนเม็ด (g CO₂/tkm)
- $CLNK_{i,y}$ = ปริมาณปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y (t clinker)
- i = ประเภทปูนเม็ด
- j = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

6.1.8 สัดส่วนปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ($P_{CLNK,i,y}$)

สัดส่วนปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_{CLNK,i,y} = \frac{CLNK_{i,y}}{\sum_i CLNK_{i,y}} \quad \text{สมการที่ (36)}$$

โดยที่

- $P_{CLNK,i,y}$ = สัดส่วนปูนซีเมนต์ประเภท i ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t clinker/t clinker)
- $CLNK_{i,y}$ = ปริมาณการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินงานในปี y (t clinker)

6.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์ และการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ ($PE_{ele,ADD,BC,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์ และการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ele,ADD,BC,y} = PE_{ele,grid,BC,y} + PE_{ele,SG,BC,y} + PE_{ele,grid,ADD,y} + PE_{ele,SG,ADD,y} \quad \text{สมการที่ (37)}$$

โดยที่

- $PE_{ele,ADD,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์ และการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $PE_{ele,grid,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $PE_{ele,SG,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $PE_{ele,grid,ADD,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $PE_{ele,SG,ADD,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)

6.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ($PE_{ele,grid,BC,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ele,grid,BC,y} = \frac{PELE_{grid,BC,y} \times EF_{EC,PJ,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (38)}$$

โดยที่

- $PE_{ele,grid,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $PELE_{grid,BC,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนิน

โครงการในปี y (MWh)

$EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในปี y ($t\ CO_2/MWh$)

BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)

6.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ($PE_{ele,SG,BC,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ele,SG,BC,y} = \frac{PELE_{SG,BC,y} \times EF_{SG,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (39)}$$

โดยที่

$PE_{ele,SG,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)

$PELE_{SG,BC,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการบดปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (MWh)

$EF_{SG,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เอง ($t\ CO_2/MWh$)

BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)

6.2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือก ($PE_{ele,grid,ADD,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือก สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ele,grid,ADD,y} = \frac{PELE_{grid,ADD,y} \times EF_{EC,PJ,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (40)}$$

โดยที่

$PE_{ele,grid,ADD,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)

$PELE_{grid,ADD,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการในปี y (MWh)

$$\begin{aligned} EF_{EC,PJ,y} &= \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในปี } y \text{ (t CO}_2\text{/MWh)} \\ BC_y &= \text{ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศในปี } y \text{ (ตันปูนซีเมนต์)} \end{aligned}$$

6.2.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ ($PE_{ele,SG,ADD,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{ele,SG,ADD,y} = \frac{PELE_{SG,ADD,y} \times EF_{SG,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (41)}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} PE_{ele,SG,ADD,y} &= \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ (t CO}_2\text{/ตันปูนซีเมนต์)} \\ PELE_{SG,ADD,y} &= \text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองสำหรับการเตรียมวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกจากการดำเนินโครงการ (MWh)} \\ EF_{SG,y} &= \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เอง (t CO}_2\text{/MWh)} \\ BC_y &= \text{ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้และจำหน่ายภายในประเทศในปี } y \text{ (ตันปูนซีเมนต์)} \end{aligned}$$

6.2.4.1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เอง ($EF_{SG,y}$)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เอง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$EF_{SG,y} = \frac{\sum_{k,j} FC_{k,j,y} \times COEF_k}{\sum_j GEN_{j,y}} \quad \text{สมการที่ (42)}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} EF_{SG,y} &= \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เอง (t CO}_2\text{/MWh)} \\ FC_{k,j,y} &= \text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท } k \text{ ในการผลิตไฟฟ้าแหล่ง } j \text{ ในปี } y \text{ (unit)} \\ j &= \text{แหล่งผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง} \\ COEF_k &= \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท } k \\ GEN_{j,y} &= \text{ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่ง } j \text{ ในปี } y \text{ (MWh)} \end{aligned}$$

1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท k (COEF_k)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท k ให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

6.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (PE_{FC,ADD,BC,y})

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{FC,ADD,BC,y} = PE_{FC,ADD,FF,BC,y} + PE_{FC,ADD,RDF,BC,y} + PE_{FC,ADD,biomass,BC,y} \quad \text{สมการที่ (43)}$$

โดยที่

PE_{FC,ADD,BC,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ ตันปุ๋ยซีเมนต์)

PE_{FC,ADD,FF,BC,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ ตันปุ๋ยซีเมนต์)

PE_{FC,ADD,RDF,BC,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) สำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ ตันปุ๋ยซีเมนต์)

PE_{FC,ADD,biomass,BC,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลสำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ ตันปุ๋ยซีเมนต์)

i = ประเภทเชื้อเพลิง

6.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (PE_{FC,ADD,FF,BC,y})

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการบำบัดปุ๋ยซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{FC,ADD,FF,BC,y} = \frac{\sum_i FFC_{ADD,i,y} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (44)}$$

โดยที่

- $PE_{FC,ADD,FF,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการ
การบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่ง
จากการดำเนินโครงการ ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)
- $FFC_{ADD,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i สำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิต
วัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการใน
ปี y (unit)
- NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i (GJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i
($kgCO_2/TJ$)
- BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้และจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตัน
ปูนซีเมนต์)

6.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) สำหรับการบด ปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนิน โครงการ ($PE_{FC,ADD,RDF,BC,y}$)

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) ที่มี
องค์ประกอบเป็นคาร์บอนฟอสซิลสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียม
สารเติมแต่งกำหนดแนวทางการคำนวณไว้ 2 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ขยะที่ถูกคัดแยกประเภท

$$PE_{FC,ADD,RDF,BC,y} = \frac{EFF_{COM,y} \times (44/22) \times \sum_j Q_{ADD,j,y} \times FCC_{j,y} \times FFC_{j,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (45)}$$

โดยที่

- $PE_{FC,ADD,RDF,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF)
สำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียม
สารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ ($t\ CO_2/\text{ตันปูนซีเมนต์}$)
- $EFF_{COM,y}$ = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาจากการดำเนินโครงการในปี y (%)

44/22	=	ค่าการแปลง ($t \text{ CO}_2 / t \text{ C}$)
$Q_{\text{ADD},j,y}$	=	ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการในปี y (t)
$FCC_{j,y}$	=	สัดส่วนของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในขยะประเภท j จากการดำเนินโครงการในปี y ($t \text{ C/t}$)
$FFC_{j,y}$	=	สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลในปริมาณคาร์บอนรวมของของเสียประเภท j จากการดำเนินโครงการในปี y (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)
BC_y	=	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้และจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)
i	=	ประเภทปูนเม็ด
j	=	ประเภทขยะ

1) ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ ($Q_{\text{ADD},j,y}$)

ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Q_{\text{ADD},j,y} = Q_{\text{wasteADD},y} \times \frac{\sum_{n=1}^Z P_{n,j,y}}{Z} \quad \text{สมการที่ (46)}$$

โดยที่

$Q_{\text{ADD},j,y}$	=	ปริมาณการใช้ขยะประเภท j ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งในปี y (t)
$Q_{\text{waste},\text{ADD},y}$	=	ปริมาณการใช้ขยะอินทรีย์หรือ RDF ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งในปี y (t)
$P_{n,j,y}$	=	สัดส่วนของของเสียประเภท j ในตัวอย่าง n (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)
Z	=	จำนวนตัวอย่าง
n	=	ตัวอย่างที่เก็บรวบรวม

j = ประเภทขยะ

ทางเลือกที่ 2 ขยะที่ไม่ได้คัดแยกประเภท

$$PE_{FC,ADD,RDF,BC,y} = \frac{\sum_i (44/22) \times FF_{COM,y} \times Q_{waste,ADD,y} \times FFC_{waste,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (47)}$$

โดยที่

$PE_{FC,ADD,RDF,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) สำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ ตันปูนซีเมนต์)

$Q_{waste,ADD,y}$ = ปริมาณการใช้ขยะอินทรีย์หรือ RDF ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งในปี y (t)

$FFC_{waste,y}$ = สัดส่วนของคาร์บอนจากฟอสซิลในขยะหรือ RDF ที่ใช้ในเตาเผาในปี y (t C / t)

$FF_{COM,y}$ = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาจากการดำเนินโครงการในปี y (%)

44/22 = ค่าการแปลง (t CO₂ / t C)

i = ประเภทปูนเม็ด

6.3.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC,ADD,biomass,BC,y}$)

กรณีที่กิจกรรมโครงการใช้ชีวมวลหรือชีวมวลเหลือทิ้งเป็นเชื้อเพลิง ผู้พัฒนาโครงการต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการโดยใช้เครื่องมือการคำนวณ T-VER-P-TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ตามกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

- 1) การเพาะปลูกชีวมวลในพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะ
- 2) การขนส่งชีวมวล
- 3) การแปรรูปชีวมวล
- 4) การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี)
- 5) การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง (ถ้ามี)

โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{FC,ADD,biomass,BC,y} = \frac{PE_{BC,y} + PE_{BT,y} + PE_{BRT,y} + PE_{BP,y} + PE_{BRP,y}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (48)}$$

โดยที่

- $PE_{biomass,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลในเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (t CO₂/t clinker)
- $PE_{BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาปลุกชีวมวลในพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะในปี y (t CO₂)
- $PE_{BT,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งชีวมวล ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BRT,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งชีวมวลส่วนเหลือ ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BP,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการแปรรูปชีวมวล ในปี y (t CO₂)
- $PE_{BRP,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง ในปี y (t CO₂)
- BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้และจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)

6.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกไปยังโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ($PE_{TR,ADD,BC,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในสำหรับการขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกไปยังโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{TR,ADD,BC,y} = \frac{\sum_i D_{ADD,i,y} \times Q_{ADD,TR,i,y} \times EF_{CO_2,j} \times 10^{-6}}{BC_y} \quad \text{สมการที่ (49)}$$

โดยที่

- $PE_{TR,ADD,BC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกไปยังโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ (t CO₂/ตันปูนซีเมนต์)
- $D_{ADD,i,y}$ = ระยะทางไปกลับระหว่างโรงงานผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกประเภท i กับโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในปี y (km)
- $Q_{ADD,TR,i,y}$ = ปริมาณวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกที่ถูกขนส่งในปี y (tons)
- $EF_{CO_2,j}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท j สำหรับขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก (gCO₂/tkm)
- BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ในปี y (ตันปูนซีเมนต์)
- i = ประเภทวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก
- j = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

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

7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการพิจารณาจากการขนส่งวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือก การเปลี่ยนเส้นทางของวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่มีอยู่เดิม และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลและ/หรือชีวมวลเหลือทิ้งที่สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$LE_y = LE_{TR,y} + LE_{ADD,y} + LE_{biomass,y} \quad \text{สมการที่ (50)}$$

โดยที่

LE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการรวมในปี y (tCO ₂ /year)
$LE_{TR,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกนอกขอบเขตโครงการในปี y (t CO ₂ /year)
$LE_{ADD,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนเส้นทางของวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่มีอยู่เดิมในปี y (t CO ₂ /year)
$LE_{biomass,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการชีวมวลและ/หรือชีวมวลเหลือทิ้งนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (t CO ₂ /year)

7.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกนอกขอบเขตโครงการ ($LE_{TR,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกนอกขอบเขตโครงการสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$LE_{TR,y} = \sum_f D_{f,y} \times Q_{ADD,y} \times EF_{CO_2,f} \times 10^{-6} \quad \text{สมการที่ (51)}$$

โดยที่

$LE_{TR,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกนอกขอบเขตโครงการในปี y (t CO ₂ /year)
$D_{f,y}$	=	ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกประเภท f ในปี y (km)
$Q_{ADD,y}$	=	ปริมาณสารเติมแต่งส่วนเพิ่มที่ถูกขนส่งในปี y (t additives)
$EF_{CO_2,f}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งสารเติมแต่งส่วนเพิ่มประเภท f (gCO ₂ /tkm)
f	=	ประเภทสารเติมแต่ง

7.1.1 ปริมาณสารเติมแต่งส่วนเพิ่มที่ถูกขนส่ง ($Q_{ADD,y}$)

ปริมาณสารเติมแต่งส่วนเพิ่มที่ถูกขนส่ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Q_{ADD,y} = (A_{pj,Blend,y} - A_{BSL,Blend,y}) \times BC_y \quad \text{สมการที่ (52)}$$

โดยที่

- $Q_{ADD,y}$ = ปริมาณสารเติมแต่งส่วนเพิ่มที่ถูกขนส่งในปี y (t additives)
- $A_{pj,Blend,y}$ = สัดส่วนของสารเติมแต่งในปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t additives/ตันปูนซีเมนต์)
- $A_{BSL,Blend,y}$ = สัดส่วนของสารเติมแต่งในปูนซีเมนต์จากกรณีฐานในปี y (t additives/ตันปูนซีเมนต์)
- BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้และถูกจำหน่ายภายในประเทศ ในปี y (ตันปูนซีเมนต์)

7.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนเส้นทางของวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่มีอยู่เดิม ($LE_{ADD,y}$)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนเส้นทางของวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่มีอยู่เดิม สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$LE_{ADD,y} = (BE_y - PE_y) \alpha_y \quad \text{สมการที่ (53)}$$

โดยที่

- $LE_{ADD,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนเส้นทางของวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่มีอยู่เดิมในปี y (t CO₂/year)
- BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (t CO₂/year)
- PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (t CO₂/year)
- α_y = ค่าปรับแก้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (%)

7.2.1 ค่าปรับแก้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (α_y)

ค่าปรับแก้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\alpha_y = \frac{ADD_{NS,y}}{ADD_y} \quad \text{สมการที่ (54)}$$

โดยที่

- α_y = ค่าปรับแก้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (%)
- $ADD_{NS,y}$ = ปริมาณวัตถุดิบและ/หรือสารเติมแต่งทางเลือกที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ซึ่งผู้เข้าร่วมโครงการไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นส่วนเกินในปี y

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

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

(t additives)

ADD_y = ปริมาณวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y (t additives)

7.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการชีวมวลและ/หรือชีวมวลเหลือทิ้งนอกขอบเขตโครงการ ($LE_{biomass,y}$)

ผู้พัฒนาโครงการต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการโดยให้ใช้เครื่องมือการคำนวณ T-VER-P-TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ในประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมก่อนมีโครงการไปเป็นการเพาะปลูกชีวมวลในพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะ
- 2) การนำชีวมวลส่วนเหลือจากกิจกรรมโครงการไปใช้งานอื่น ๆ ที่อยู่นอกขอบเขตโครงการ
- 3) การแปรรูปของชีวมวลส่วนเหลือที่เพิ่มขึ้นจากการมีกิจกรรมโครงการ
- 4) การขนส่งชีวมวลส่วนเหลือ

8. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad \text{สมการที่ (55)}$$

โดยที่

- ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO₂e/year)
- BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO₂e/year)
- PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂e/year)
- LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO₂e/year)

9. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

9.1 แนวทางการติดตามผล

- 1) ให้ผู้พัฒนาโครงการอธิบายและระบุขั้นตอนการติดตามผลข้อมูลกิจกรรมโครงการ (Activity data) หรือตรวจสอบผลการตรวจวัดทั้งหมดในเอกสารข้อเสนอโครงการ รวมถึงประเภทของเครื่องมือตรวจวัดที่ใช้ ผู้รับผิดชอบในการติดตามผลและตรวจสอบข้อมูล การสอบเทียบเครื่องมือวัด (ถ้ามี) และขั้นตอนการรับประกันและควบคุมคุณภาพ ในกรณีที่วิธีการมีตัวเลือกที่

แตกต่างกัน เช่น การใช้ค่าเริ่มต้นหรือการตรวจวัดที่หน้างาน ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุว่าใช้ตัวเลือกใด นอกจากนี้การติดตั้ง ดูแลรักษา และสอบเทียบเครื่องมือตรวจวัดควรดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์และเป็นไปตามมาตรฐานภายในประเทศ หรือมาตรฐานสากล เช่น IEC, ISO

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

9.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	BC_y
หน่วย	ตันปูนซีเมนต์
ความหมาย	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศในปี y (ตันปูนซีเมนต์)
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดจากเครื่องชั่งน้ำหนักของโครงการ
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$P_{blend,y}$
หน่วย	t clinker/ตันปูนซีเมนต์
ความหมาย	สัดส่วนของปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$InCaO_{i,y}$
หน่วย	t CaO
ความหมาย	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอนเตชันในปูนเม็ดประเภท i ในวัตถุดิบในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$\text{OutCaO}_{i,y}$
หน่วย	t CaO
ความหมาย	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$\text{InMgO}_{i,y}$
หน่วย	t MgO
ความหมาย	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอนเตในปูนเม็ดประเภท i ในวัตถุดิบในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$\text{OutMgO}_{i,y}$
หน่วย	t MgO
ความหมาย	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดประเภท i ที่ผลิตได้ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$Q_{rm,y}$
หน่วย	ตัน (วัตถุดิบ)
ความหมาย	ปริมาณวัตถุดิบสำหรับผลิตปูนเม็ดในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดจากเครื่องชั่งน้ำหนักของโครงการ
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$\text{CLNK}_{i,y}$
หน่วย	t clinker
ความหมาย	ปริมาณการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินงานในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ

วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดจากเครื่องชั่งน้ำหนักของโครงการ
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$FC_{i,y}$
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i ในการผลิตปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกการตรวจวัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$FFC_{ADD,i,y}$
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลชนิด i สำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกการตรวจวัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่ง
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$PELE_{grid,CLNK,i,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$PELE_{sg,CLNK,i,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองเพื่อผลิตปูนเม็ดประเภท i จากการดำเนินงานในปี y
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	ADD_y
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณวัตถุดิบและสารเติมแต่งทางเลือกที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	เครื่องชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$ADD_{NS,y}$
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณวัตถุดิบและ/หรือสารเติมแต่งทางเลือกที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ ซึ่งผู้เข้าร่วมโครงการไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นส่วนเกินในปี y
แหล่งข้อมูล	อ้างอิงจากข้อมูลต่างประเทศหรือบันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$PELE_{grid,BC,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	มิเตอร์ไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$PELE_{sg,BC,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองในการผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	มิเตอร์ไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$PELE_{grid,ADD,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการเตรียมวัตถุดิบทางเลือกและสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการในปี y

แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	มิเตอร์ไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$PELE_{sg,ADD,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองในการเตรียมวัตถุดิบทางเลือกและสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	มิเตอร์ไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$FC_{k,j,y}$
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท k ในการผลิตไฟฟ้าแหล่ง j ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	เครื่องชั่งน้ำหนักหรือปริมาตร
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$GEN_{j,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	การใช้ไฟฟ้าจากแหล่ง j ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	มิเตอร์ไฟฟ้า
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$A_{PJ,blend,y}$
หน่วย	t additives/ตันปูนซีเมนต์
ความหมาย	สัดส่วนของสารเติมแต่งในปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$A_{BSL,blend,y}$
หน่วย	t additives/ตันปุ๋ยซีเมนต์
ความหมาย	สัดส่วนของสารเติมแต่งในปุ๋ยซีเมนต์จากกรณีฐานในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$TEMP_{CLNK,i}$
หน่วย	°C
ความหมาย	อุณหภูมิการเผาแคลซิเนชันของเตาเผาเพื่อผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$ByPass_y$
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณฝุ่นละอองที่ออกจากระบบเตาเผาปูนเม็ด
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	เครื่องชั่งน้ำหนักหรือสายพานชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	CKD_y
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณผลผลิตจากหน่วยบดและกำจัดฝุ่น
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	เครื่องชั่งน้ำหนักหรือสายพานชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	d_y
หน่วย	%
ความหมาย	อัตราการเผา CKD (CO_2 ที่ปล่อยออกมาแสดงเป็นสัดส่วนของ CO_2 คาร์บอนทั้งหมดในวัตถุดิบ)
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ

วิธีการติดตามผล	การสุ่มตัวอย่าง
ความถี่ในการติดตามผล	มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$EF_{EC,PJ,y}$
หน่วย	tCO ₂ /MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการใช้ไฟฟ้าในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากการผลิตไฟฟ้าในโรงข่ายไฟฟ้าและจากการผลิตความร้อนสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u> ให้ใช้ค่า $EF_{EC,PJ,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ <u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u> ให้ใช้ค่า $EF_{EC,PJ,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{EC,PJ,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{EC,PJ,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$EFF_{COM,y}$ และ $FF_{COM,y}$
หน่วย	%
ความหมาย	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาจากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลเฉพาะโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดโดยใช้วิธีการตามมาตรฐานที่ยอมรับในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์
ความถี่ในการติดตามผล	ทำการตรวจสอบปีละ 1 ครั้ง

พารามิเตอร์	$P_{n,j,y}$
หน่วย	สัดส่วนโดยน้ำหนัก
ความหมาย	สัดส่วนของของเสียประเภท j ในตัวอย่าง n ที่เก็บรวบรวมในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดของผู้พัฒนาโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	ตรวจวัดอย่างน้อย 3 ตัวอย่างทุกๆ 3 เดือน โดยรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยรายปี

พารามิเตอร์	$Q_{waste,y}$
หน่วย	tons
ความหมาย	ปริมาณการใช้ขยะอินทรีย์หรือ RDF ในเตาเผาปูนเม็ดในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดของผู้พัฒนาโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก

ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน
----------------------	---

พารามิเตอร์	$Q_{waste,ADD,y}$
หน่วย	tons
ความหมาย	ปริมาณการใช้ขยะอินทรีย์หรือ RDF ในเตาเผาสำหรับการบดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดของผู้พัฒนาโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$Q_{ADD,TR,i,y}$
หน่วย	tons
ความหมาย	ปริมาณวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกที่ถูกขนส่งในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดของผู้พัฒนาโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$D_{i,y}$
หน่วย	km
ความหมาย	ระยะทางไปกลับระหว่างโรงงานผลิตปูนเม็ดประเภท i กับโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกการเดินทางและเส้นทางการขนส่งของผู้พัฒนาโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	เมื่อเริ่มต้นการคำนวณคาร์บอนเครดิต

พารามิเตอร์	$D_{ADD,i,y}$
หน่วย	km
ความหมาย	ระยะทางไปกลับระหว่างโรงงานผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกประเภท i กับโรงงานผลิตปูนซีเมนต์
แหล่งข้อมูล	บันทึกการเดินทางและเส้นทางการขนส่งของผู้พัฒนาโครงการ
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	เมื่อเริ่มต้นการคำนวณคาร์บอนเครดิต

9.3 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$EF_{CO_2,i}$
หน่วย	t CO ₂ /unit
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (t CO ₂ /t unit)
แหล่งข้อมูล	ตารางที่ 1.4 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$EF_{CO_2,j}$ และ $EF_{CO_2,f}$
หน่วย	gCO ₂ /tkm
ความหมาย	$EF_{CO_2,j}$ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท j สำหรับขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก $EF_{CO_2,f}$ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งสารเติมแต่งส่วนเพิ่มประเภท f
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดจากการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงฟอสซิลของยานพาหนะ ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่าคงที่
ค่าการนำไปใช้	กรณีใช้ทางเลือกที่ 2 ให้ใช้ค่าดังนี้ 1) กรณีขนส่งโดยรถยนต์เล็กใช้ค่า 245 (gCO ₂ /tkm) 2) กรณีขนส่งโดยรถยนต์ใหญ่ใช้ค่า 129 (gCO ₂ /tkm)

พารามิเตอร์	InCaO
หน่วย	t CaO
ความหมาย	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอนเตในวัตถุดิบจากกรณีฐาน (t CaO)
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถแสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่ใช้ไม่มีคาร์บอนเต เช่น ยิปซัม แอนไฮไดรต์ และฟลูออไรต์ เป็นต้น ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถใช้ค่าเริ่มต้นร้อยละ 2 สำหรับปริมาณ CaO ที่ไม่มีคาร์บอนเตในวัตถุดิบ

พารามิเตอร์	OutCaO
หน่วย	t CaO
ความหมาย	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	InMgO
หน่วย	t MgO
ความหมาย	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอนเตในวัตถุดิบจากกรณีฐาน

แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีที่มีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	OutMgO
หน่วย	t MgO
ความหมาย	ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ในปูนเม็ดที่ผลิตได้จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีที่มีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	Q_{rm}
หน่วย	tons (วัตถุดิบ)
ความหมาย	ปริมาณวัตถุดิบสำหรับผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีที่มีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	CLNK _{BSL}
หน่วย	t clinker
ความหมาย	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ต่อปีจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	การบันทึกข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีที่มีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	FC _{i,BSL}
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	การบันทึกข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักหรือเครื่องมือตรวจวัดที่เกี่ยวข้อง โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีที่มีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	BELE _{grid,CLNK}
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีที่มีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี

ค่าการนำไปใช้	-
---------------	---

พารามิเตอร์	BELE _{SG,CLNK}
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองในการผลิตปูนเม็ดจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	BC _{BSL}
หน่วย	t cement
ความหมาย	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	การบันทึกข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	BELE _{SG,BC}
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองในการบดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	BELE _{grid,BC}
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการบดปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	BELE _{grid,ADD}
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในการบดสารเติมแต่งจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$BELE_{SG,ADD}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองในการบดสารเติมแต่งจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$GEN_{n,BSL}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่ง n จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงตามบันทึกประวัติของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$FC_{m,n,BSL}$
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองจากแหล่ง n จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	การบันทึกข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักหรือเครื่องมือตรวจวัดที่เกี่ยวข้อง โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$FC_{add,bc,i}$
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการเตรียมวัตถุดิบจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	การบันทึกข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักหรือเครื่องมือตรวจวัดที่เกี่ยวข้อง โดยอ้างอิงตามบันทึกข้อมูลย้อนหลังของโรงงานในปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ในกรณีมีข้อมูลหลายปีก่อนเริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$FC_{TR,i}$
หน่วย	unit
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในสำหรับการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกการตรวจวัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในยานพาหนะสำหรับการขนส่งปูนเม็ดไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	NCV _i
หน่วย	GJ/unit
ความหมาย	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ระบุในใบแจ้งหนี้ (Invoice) จากผู้ผลิตเชื้อเพลิง (Fuel Supplier) ทางเลือกที่ 2 จากการตรวจวัด ทางเลือกที่ 3 รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ทางเลือกที่ 4 ค่าอ้างอิงจาก IPCC ตารางที่ 1.2 of Chapter 1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	TEMP _{CLNK}
หน่วย	°C
ความหมาย	อุณหภูมิการเผาแคลซิเนชันของเตาเผาเพื่อผลิตปูนเม็ดจากถ่านหิน
แหล่งข้อมูล	บันทึกการตรวจวัดจากโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	ByPass _{BSL}
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณฝุ่นละอองที่ออกจากระบบเตาเผา
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักหรือสะพานชั่งน้ำหนัก ย้อนหลัง 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	CKD _{BSL}
หน่วย	m/s ²
ความหมาย	ปริมาณผลผลิตจากหน่วยบายพาสและกำจัดฝุ่นจากถ่านหิน
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักหรือสะพานชั่งน้ำหนัก ย้อนหลัง 3 ปี
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	d _{BSL}
หน่วย	%
ความหมาย	อัตราการเผา CKD (CO ₂ ที่ปล่อยออกมาแสดงเป็นสัดส่วนของ CO ₂ คาร์บอนेटทั้งหมดในวัตถุดิบ)
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลจากโครงการ ย้อนหลังอย่างน้อย 3 ปี ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	d _{i,y}
หน่วย	%

ความหมาย	อัตราการเผา CKD (CO_2 ที่ปล่อยออกมาแสดงเป็นสัดส่วนของ CO_2 คาร์บอนทั้งหมดในวัตถุดิบ)
แหล่งข้อมูล	บันทึกการตรวจวัดจากโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$\text{FC}_{\text{Dry},i}$
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักหรือสะพานชั่งน้ำหนักหรือรายงานสินค้าคงคลังในปีที่ผ่านมา
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$\text{D}_{f,y}$
หน่วย	km
ความหมาย	ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งสินค้า f ในช่วงเวลา y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	$\text{Q}_{\text{ADD},y}$
หน่วย	t additives
ความหมาย	ปริมาณสารเติมแต่งส่วนเพิ่มที่ถูกขนส่งในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมโครงการ
ค่าการนำไปใช้	-

พารามิเตอร์	EFF_{COM}
หน่วย	%
ความหมาย	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บทที่ 2 เล่มที่ 2 ของ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
ค่าการนำไปใช้	ใช้ค่าเท่ากับ 1

พารามิเตอร์	$\text{FFC}_{j,y}$				
หน่วย	% โดยน้ำหนัก				
ความหมาย	สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลในปริมาณคาร์บอนรวมของของเสียประเภท j จากการดำเนินโครงการในปี y				
แหล่งข้อมูล	ตารางที่ 2.4 บทที่ 2 เล่มที่ 5 ของแนวทาง IPCC 2006				
ค่าการนำไปใช้	สำหรับ MSW อาจใช้ค่า default สำหรับขยะประเภท j ดังนี้ <table> <tr> <th>ขยะประเภท j</th><th>ค่า</th></tr> <tr> <td>กระดาษ/กระดาษแข็ง</td><td>5</td></tr> </table>	ขยะประเภท j	ค่า	กระดาษ/กระดาษแข็ง	5
ขยะประเภท j	ค่า				
กระดาษ/กระดาษแข็ง	5				

สิ่งทอ	50
เศษอาหาร	-
ไม้	-
สวนและขยะในสวน	0
ผ้าอ้อม	10
ยางและหนัง	20
พลาสติก	100
โลหะ*	NA
แก้ว*	NA
อื่นๆ, ของเสียเฉื่อย	100

1) โลหะและแก้วมีคาร์บอนจากแหล่งกำเนิดฟอสซิล การเผาไหม้ของแก้วหรือโลหะจำนวนมากไม่ปกติ

2) ในกรณีประเภทขยะไม่สามารถเทียบเคียงได้กับประเภทที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 หรือไม่ สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าเป็นการรวมกันที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 หรือในกรณีผู้พัฒนาโครงการต้องการตรวจวัดค่า $FFC_{j,y}$ ผู้พัฒนาโครงการจะต้องตรวจวัดค่า $FFC_{j,y}$ โดยใช้มาตรฐานระดับชาติหรือนานาชาติหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

2.1) ASTM D6866: " Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis";

2.2) ASTM D7459: " Standard Practice for Collection of Integrated Samples for the Speciation of Biomass (Biogenic) and Fossil Carbon Dioxide Emitted from Stationary Emissions Sources "

3) ตรวจวัดอย่างน้อย 4 ครั้งต่อปี แล้วใช้เป็นค่าเฉลี่ยรายปี

พารามิเตอร์	$FCC_{j,y}$
หน่วย	t C/t
ความหมาย	สัดส่วนของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในของเสียประเภท j ในปี y
แหล่งข้อมูล	ตารางที่ 2.4 บทที่ 2 เล่มที่ 5 ของแนวทาง IPCC 2006

ค่าการนำไปใช้	สำหรับ MSW อาจใช้ค่า default สำหรับขยะประเภท j ดังนี้ ตารางที่ 2 ค่า default สำหรับ $FCC_{j,y}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>ขยะประเภท j</th><th>ค่า</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>กระดาษ/กระดาษแข็ง</td><td>50</td></tr> <tr> <td>สิ่งทอ</td><td>50</td></tr> <tr> <td>เศษอาหาร</td><td>50</td></tr> <tr> <td>ไม้</td><td>54</td></tr> <tr> <td>สวนและขยะในสวน</td><td>55</td></tr> <tr> <td>ผ้าอ้อม</td><td>90</td></tr> <tr> <td>ยางและหนัง</td><td>67</td></tr> <tr> <td>พลาสติก</td><td>85</td></tr> <tr> <td>โลหะ*</td><td>NA</td></tr> <tr> <td>แก้ว*</td><td>NA</td></tr> <tr> <td>อื่น ๆ ของเสียเฉื่อย</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> *โลหะและแก้วมีคาร์บอนบางส่วนจากแหล่งกำเนิดฟอสซิล การเผาไหม้ของแก้วหรือโลหะจำนวนมากไม่ปกติ	ขยะประเภท j	ค่า	กระดาษ/กระดาษแข็ง	50	สิ่งทอ	50	เศษอาหาร	50	ไม้	54	สวนและขยะในสวน	55	ผ้าอ้อม	90	ยางและหนัง	67	พลาสติก	85	โลหะ*	NA	แก้ว*	NA	อื่น ๆ ของเสียเฉื่อย	5
ขยะประเภท j	ค่า																								
กระดาษ/กระดาษแข็ง	50																								
สิ่งทอ	50																								
เศษอาหาร	50																								
ไม้	54																								
สวนและขยะในสวน	55																								
ผ้าอ้อม	90																								
ยางและหนัง	67																								
พลาสติก	85																								
โลหะ*	NA																								
แก้ว*	NA																								
อื่น ๆ ของเสียเฉื่อย	5																								

10. เอกสารอ้างอิง

1) Clean Development Mechanism (CDM)

- AM0121 Large-scale Methodology Emission reduction from partial switching of raw materials and increasing the share of additives in the production of blended cement
- ACM0022: Alternative waste treatment processes Version 3.0
- TOOL12 Project and leakage emissions from transportation of freight

2) สมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย www.thaicma.or.th

บันทึก T-VER-P-METH-08-01

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
02	1	23 กรกฎาคม 2569	- เพิ่มวิธีการเปรียบเทียบผลการคำนวณการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดจากการดำเนินโครงการ ($PE_{FC,i,y}$) กับค่าที่คำนวณได้ในกรณีฐาน - เพิ่มสมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับสำหรับการบำบัดปูนซีเมนต์ การผลิตวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือก และการเตรียมสารเติมแต่งจากการดำเนินโครงการ - เพิ่มสมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ/วัสดุทางเลือกไปโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จากการดำเนินโครงการ - เพิ่มการใช้ค่าเริ่มต้นสำหรับพารามิเตอร์ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาปูนเม็ดจากกรณีฐาน (EFF_{com}) - เพิ่มเติมรายละเอียดการติดตามสำหรับพารามิเตอร์ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาจากการดำเนินโครงการในปี y ($EFF_{com,y}$ และ $FF_{com,y}$)
01	-	23 กรกฎาคม 2568	การเริ่มใช้ครั้งแรก