T-VER-METH-OTH-03

ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

สำหรับ

การใช้วัสดุทดแทนหรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

(Switching of Clinker or Decreasing the Blend in Cement Production)

(ฉบับที่ 02)

รายสาขา 04: Manufacturing industries

1. ชื่อระเบียบวิธีฯ (Methodology)	การใช้วัสดุทดแทนหรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ (Switching of Clinker or Decreasing the Blend in Cement Production)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	โครงการประเภทอื่นๆ
3. รายสาขา (Sector scope)	04 – Manufacturing industries
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	เป็นโครงการที่มีการใช้วัสดุทดแทน[1] หรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในการผลิตปูนซีเมนต์
5. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการใช้วัสดุทดแทน หรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ภายใต้เงื่อนไขคือต้องเป็นโรงงานที่มีการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก เพื่อจำหน่ายภายในประเทศเท่านั้น
6. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1. ใช้กับโรงงานปูนซีเมนต์ที่มีอยู่แล้วหรือเปิดดำเนินการใหม่ 2. ประเภทและคุณภาพของปูนซีเมนต์ที่ผลิตยังคงเดิมทั้งในกรณีฐานและกรณีดำเนินโครงการ และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2594-2556 3. หากระยะทางการขนส่งวัสดุทดแทนอยู่นอกรัศมี 200 กิโลเมตร ต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายนอกขอบเขตโครงการจากการขนส่งด้วย
7. หมายเหตุ	หากมีการเปลี่ยนเชื้อเพลิงในกิจกรรมของโครงการ จะพิจารณาเป็นการดำเนินกิจกรรมกรณีฐาน ดังนั้นจึงไม่มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระเบียบวิธีนี้ โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงของโครงการโดยใช้ระเบียบวิธีฯ ที่เกี่ยวข้อง เช่น T-VER-METH-AE-03 เป็นต้น

[1] วัสดุทดแทน (Substitution Materials) คือ วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ เช่น ส่วนประกอบแคลเซียม เถ้าลอย ปอซโซลาน กากถลุง เป็นต้น

รายละเอียดระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับ
การใช้วัสดุทดแทนหรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

1. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

เป็นโครงการที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้วัสดุทดแทนหรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ โดยขอบเขตโครงการจะประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรม พิจารณาครอบคลุมกระบวนการผลิตปูนเม็ด การเตรียมวัสดุทดแทนปูนเม็ดในการบดปูนซีเมนต์ ซึ่งจะพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปฏิกิริยาเคมีในเตาเผา การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตและการขนส่งวัสดุทดแทนที่มีที่มีระยะทางการขนส่งมากกว่า 200 กิโลเมตร รวมทั้งการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง และ/หรือไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน

2. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการผลิตปูนซีเมนต์ ที่มีการใช้ปูนเม็ดซึ่งเป็นวัสดุหลักที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตในปริมาณสูง โดยพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดสูง

3. กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	กระบวนการแคลซิเนชั่น (Calcination)	CO_2	ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการเผาไหม้วัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต
	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต
	การใช้พลังงานไฟฟ้า	CO_2	การใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต
การดำเนินโครงการ	กระบวนการแคลซิเนชั่น (Calcination)	CO_2	ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการเผาไหม้วัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้น การขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น และการเตรียมวัสดุทดแทน
	การใช้พลังงานไฟฟ้า	CO_2	การใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้น และการเตรียมวัสดุทดแทน
นอกขอบเขตโครงการ	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่ง	CO_2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งวัสดุทดแทนที่มีระยะทางการขนส่งมากกว่า 200 กิโลเมตร

4. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด และใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ด การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_y = BC_y \times C_{\mathrm{OPC},y} \times EF_{Clinker,y}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (tCO_2e)

BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตจากการดำเนินโครงการ ในปี y (t BC)

$C_{OPC,y}$ = สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในกรณีฐาน (t clinker/t BC)

$EF_{Clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด ในปี y (tCO_2/t clinker)

4.1 สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในปี y ($C_{OPC,y}$)

ระเบียบวิธีนี้จะพิจารณาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Ordinary Portland Cement: OPC) สำหรับสัดส่วนปริมาณปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์นั้น ผู้พัฒนาโครงการจะต้องพิจารณาข้อมูลภายใต้สถานการณ์การผลิตที่เป็นจริงและน่าเชื่อถือ ซึ่งต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบ ข้อบังคับ รวมถึงแนวปฏิบัติในการผลิตปูนซีเมนต์ที่มี ต้องได้รับการกำหนดอย่างชัดเจน และคุณภาพปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถกำหนดสัดส่วนของปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในกรณีฐาน ได้ดังนี้

<u>กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ดำเนินการแล้ว</u> ให้พิจารณาจากข้อมูลสัดส่วนของปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เฉลี่ย 3 ปี ล่าสุด หรือจากข้อมูลอย่างน้อย 1 ปี ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ก่อสร้างใหม่ (Green field cement plant) สามารถเลือกใช้ข้อมูลได้จาก 3 แนวทาง

1) ค่ามาตรฐานสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซึ่งเป็นค่าที่มีการรายงานของประเทศ

2) ค่าเฉลี่ยจาก 5 โรงงาน ที่มีกำลังการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกเพื่อขายในประเทศมากสุด

3) ข้อมูลจากผู้ผลิตเทคโนโลยี หรือรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ที่ใช้สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างก่อสร้างโรงงาน เป็นต้น

4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด ($EF_{clinker,y}$)

$$EF_{Clinker,y} = CE_{Calcin} + CE_{FF} + CE_{EL,clinker,grid} + CE_{EL,clinker,sg}$$

โดยที่

$EF_{Clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)

CE_{Calcin} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต/แมกนีเซียมคาร์บอเนต (tCO_2/t clinker)

CE_{FF} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)

$CE_{EL,clinker,grid}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)

$CE_{EL,clinker,sg}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงานในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)

(1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต/แมกนีเซียมคาร์บอเนต (CE_{Calcin})

$$CE_{Calcin} = \frac{0.785 \times (OutCaO - InCaO) + 1.092 \times (OutMgO - InMgO)}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่

CE_{Calcin} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต/แมกนีเซียมคาร์บอเนต (tCO_2/t clinker)

0.785 = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้สมบูรณ์สำหรับ CaO (tCO_2/t CaO)

1.092 = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้สมบูรณ์สำหรับ MgO (tCO_2/t MgO)

InCaO = ปริมาณ CaO ในวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจาก $CaCO_3$ (t CaO)

OutCaO = ปริมาณ CaO ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (t CaO)

InMgO = ปริมาณ MgO ในวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจาก $MgCO_3$ (t MgO)

OutMgO = ปริมาณ MgO ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (t MgO)

$CLNK_{BL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

(2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (CE_{FF})

$$CE_{FF} = \frac{\sum (FC_{clinker,i} \times (NCV_i \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่

CE_{FF} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)

$FC_{Clinker,i}$ = ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (unit)

NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท I (MJ/Unit)

$EF_{CO2,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO_2/TJ)

$CLNK_{BL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

(3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด ($CE_{EL,grid}$)

$$CE_{EL,clinker,grid} = \frac{(EC_{clinker,grid} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่

$CE_{EL,clinker,grid}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)

$EC_{clinker,grid}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (kWh)

$EF_{EC,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)

$CLNK_{BL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

(4) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด ($CE_{EL,CLNK}$)

$$CE_{EL,clinker,sg} = \frac{(EC_{clinker,sg} - EC_{clinker,sg,RE}) \times 10^{-3} \times EF_{sg,FF,y}}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่

$BE_{EL,clinker,sg}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงานในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/ t clinker)

$EC_{clinker,sg}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด (kWh)

$EC_{clinker,sg,RE}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทน ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตปูน เป็นต้น (kWh)

$EF_{sg,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าเองในโรงงานโดยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (tCO_2/MWh)

$CLNK_{BL}$ = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

5. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้น จะพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่มีสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดลดลง และพิจารณาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด และใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ด รวมถึงการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล และการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการเตรียมวัสดุทดแทน (Substitution Materials) และการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น

สามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการโดยใช้สมการ ดังนี้

$$PE_y = (BC_y \times C_{HC,y} \times EF_{Clinker,y}) + PE_{Sub,y} + PE_{TR,clinker,y}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (tCO_2e/year)

BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตจากการดำเนินโครงการ ในปี y (t BC)

$C_{HC,y}$ = สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก จากการดำเนินโครงการ ในปี y (t clinker/t BC)

$EF_{Clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด ในปี y (tCO_2/t clinker)

$PE_{Sub,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO_2/year)

$PE_{TR,Clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น ในปี y (tCO_2/year)

5.1 สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก จากการดำเนินโครงการ ในปี y ($C_{HC,y}$)

การพิจารณาสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ผู้พัฒนาโครงการจะต้องพิจารณาข้อมูลภายใต้สถานการณ์การผลิตที่เป็นจริงและน่าเชื่อถือ ซึ่งต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบข้อบังคับ รวมถึงแนวปฏิบัติในการผลิตปูนซีเมนต์ที่มี ต้องได้รับการกำหนดอย่างชัดเจนและคุณภาพ

ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถกำหนดสัดส่วนของปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ได้ดังนี้

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ดำเนินการแล้ว ให้ใช้ค่าสัดส่วนปูนเม็ดเฉลี่ยต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกจากข้อมูลการผลิตย้อนหลัง 1 ปี

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ก่อสร้างใหม่ (Green field cement plant) สามารถเลือกใช้ข้อมูลได้จาก 3 แนวทาง

1) ค่ามาตรฐานสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกซึ่งเป็นค่าที่มีการรายงานของประเทศ

2) ค่าเฉลี่ยจาก 5 โรงงาน ที่มีกำลังการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกเพื่อขายในประเทศมากสุด

3) ข้อมูลจากผู้ผลิตเทคโนโลยี หรือรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ที่ใช้สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างก่อสร้างโรงงาน เป็นต้น

5.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($PE_{Sub,y}$)

$$PE_{Sub,y} = PE_{Sub,FF,y} + PE_{Sub,EL,y}$$

โดยที่

$PE_{Sub,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO_2/year)

$PE_{Sub,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO_2/year)

$PE_{Sub,EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO_2/year)

(1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($PE_{Sub, FF,y}$)

$$PE_{Sub,FF,y} = \sum (FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

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

$FC_{PJ,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)

$EF_{CO2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2$/TJ)

(2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($PE_{Sub,EL,y}$)

$$PE_{Sub,EL,y} = [(EC_{PJ,grid,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}] + [(EC_{PJ,sg,y} - EC_{PJ,sg,RE,y}) \times 10^{-3} \times EF_{sg,FF,y}]$$

โดยที่

$PE_{Sub, EL,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO_2/year)

$EC_{PJ,grid,y}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (kWh/year)

$EC_{PJ,sg,y}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงาน สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (kWh/year)

$EC_{PJ,sg,RE,y}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทน สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตปูน เป็นต้น (kWh/year)

$EF_{EC,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO_2/MWh)

$EF_{sg,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าเองในโรงงานโดยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (tCO_2/MWh)

5.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น

$$PE_{TR,clinker,y} = \sum (FC_{TR,clinker,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

$PE_{TR,clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น ในปี y (tCO_2/year)

$FC_{TR,clinker,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการขนส่งปูนเม็ด ในปี y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)

$EF_{CO2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2$/TJ)

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการขนส่งวัสดุทดแทนมายังโครงการ กรณีมีระยะทางการขนส่งอยู่นอกรัศมี 200 กิโลเมตร

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$LE_y = LE_{FF,y}$$

โดยที่

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2/year)

$LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2/year)

6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งวัสดุทดแทน

$$LE_{FF,y} = \sum (FC_{TR,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

$LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2/year)

$FC_{TR,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการขนส่งวัสดุทดแทน ในปี y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)

$EF_{CO2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2$/TJ)

7. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO_2e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO_2e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2e/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2e/year)

8. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

ข้อมูลและพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผลรวมถึงวิธีการตรวจวัด และการประเมิน ตามข้อกำหนดของ อบก.

8.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$C_{OPC,y}$
หน่วย	t clinker/t BC
ความหมาย	สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกหรือรายงานปริมาณปูนเม็ดที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพื่อจำหน่ายภายในประเทศก่อนเริ่มดำเนินโครงการ

พารามิเตอร์	InCaO
หน่วย	t CaO
ความหมาย	ปริมาณ CaO ในวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจาก $CaCO_3$
แหล่งข้อมูล	บันทึกหรือรายงานการผลิตปูนเม็ดของสถานประกอบการ

พารามิเตอร์	OutCaO
หน่วย	t CaO
ความหมาย	ปริมาณ CaO ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด
แหล่งข้อมูล	บันทึกหรือรายงานการผลิตปูนเม็ดของสถานประกอบการ

พารามิเตอร์	InMgO
หน่วย	t MgO
ความหมาย	ปริมาณ MgO ในวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจาก $MgCO_3$
แหล่งข้อมูล	บันทึกหรือรายงานการผลิตปูนเม็ดของสถานประกอบการ

พารามิเตอร์	OutMgO
หน่วย	t MgO
ความหมาย	ปริมาณ MgO ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด
แหล่งข้อมูล	บันทึกหรือรายงานการผลิตปูนเม็ดของสถานประกอบการ

พารามิเตอร์	$CLNK_{BL}$
หน่วย	t clinker
ความหมาย	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ ในปีฐาน
แหล่งข้อมูล	บันทึกหรือรายงานการผลิตปูนเม็ดเพื่อจำหน่ายภายในประเทศของสถานประกอบการ

พารามิเตอร์	$FC_{Clinker,i}$
หน่วย	unit/year (unit: Mass or Volume)
ความหมาย	ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด
แหล่งข้อมูล	บันทึกค่าหรือหลักฐานแสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ดของสถานประกอบการ

พารามิเตอร์	$EC_{clinker,grid}$
หน่วย	kWh
ความหมาย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด
แหล่งข้อมูล	บันทึกค่าหรือหลักฐานแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งในการผลิตปูนเม็ด
พารามิเตอร์	$EC_{clinker,sg}$
หน่วย	kWh
ความหมาย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด
แหล่งข้อมูล	บันทึกค่าหรือหลักฐานแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด

พารามิเตอร์	$EC_{clinker,sg,RE}$
หน่วย	kWh
ความหมาย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทน ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตปูน เป็นต้น
แหล่งข้อมูล	บันทึกค่าหรือหลักฐานแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทนที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด

พารามิเตอร์	$EF_{sg,FF,y}$
หน่วย	tCO_2/ MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจากการผลิตไฟฟ้าเองในโรงงาน โดยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล
แหล่งข้อมูล	ใช้การคำนวณตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุดที่ อบก. ประกาศ

พารามิเตอร์	$EF_{CO2,i}$
หน่วย	$kgCO_2/TJ$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ตามที่ อบก. กำหนด
แหล่งข้อมูล	ตารางที่ 1.4 2006 IPCC Guidelinesfor National GHG Inventories

พารามิเตอร์	$NCV_{i,y}$
หน่วย	MJ/Unit
ความหมาย	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท i ในปี y
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ระบุในใบแจ้งหนี้ (Invoice) จากผู้ผลิตเชื้อเพลิง (Fuel Supplier) ทางเลือกที่ 2 จากการตรวจวัด ทางเลือกที่ 3 รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

8.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	BCy
หน่วย	ton
ความหมาย	ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตจากการดำเนินโครงการ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการผลิต
วิธีการติดตามผล	บันทึกหรือรายงานปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการและจำหน่ายภายในประเทศ ในปี y ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้บริหารของหน่วยงาน โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$C_{HC,y}$
หน่วย	t clinker/t BC
ความหมาย	สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก จากการดำเนินโครงการ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการผลิต
วิธีการติดตามผล	บันทึกหรือรายงานปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการ และจำหน่ายภายในประเทศ ในปี y ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้บริหารของหน่วยงาน โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$EF_{EC,y}$
หน่วย	tCO_2/MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในปี y
แหล่งข้อมูล	**<u>กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง</u>** ใช้ข้อมูลจากรายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากระบบสายส่งและจากการผลิตความร้อนสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก. **<u>กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่น ๆ</u>** ใช้การคำนวณตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด
วิธีการติดตามผล	**<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u>** – กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ใช้ค่า $EF_{EC,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ – กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ให้คำนวณค่า $EF_{EC,y}$ ตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด **<u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u>** – กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ให้ใช้ค่า $EF_{EC,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{EC,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{EC,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น – กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ให้คำนวณค่า $EF_{EC,y}$ ตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,grid,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน และมีการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดตามกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบของอุปกรณ์ ทางเลือกที่ 2 คำนวณจากค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตอุปกรณ์ และบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ โดยตรวจวัดชั่วโมงการทำงานต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล และรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,sg,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงาน สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน และมีการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดตามกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบของอุปกรณ์ ทางเลือกที่ 2 คำนวณจากค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตอุปกรณ์ และบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ โดยตรวจวัดชั่วโมงการทำงานต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล และรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,sg,RE,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทน สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตปูน เป็นต้น
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน และมีการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดตามกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบของอุปกรณ์ ทางเลือกที่ 2 คำนวณจากค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตอุปกรณ์ และบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ โดยตรวจวัดชั่วโมงการทำงานต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล และรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$FC_{PJ,i,y}$
หน่วย	Unit/year (unit: Mass or Volume)
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของโครงการ
วิธีการติดตามผล	บันทึกค่าหรือติดตามค่าจากหลักฐานแสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$FC_{TR,clinker,i,y}$
หน่วย	Unit/year (unit: Mass or Volume)
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการขนส่งปูนเม็ด ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของโครงการ
วิธีการติดตามผล	บันทึกค่าหรือติดตามค่าจากหลักฐานแสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$FC_{TR,i,y}$
หน่วย	Unit/year (unit: Volume or Weight)
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการขนส่งวัสดุทดแทน ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล
วิธีการติดตามผล	บันทึกค่าหรือติดตามค่าจากหลักฐานแสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

เอกสารอ้างอิง

1. CDM Methodology

1.1. ACM0005 : Increasing the blend in cement production

บันทึก T-VER-METH-OTH-03

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
02	1	4 ธันวาคม 2564	ระบุสาขาและขอบข่ายการตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบก๊าซเรือนกระจกระดับโครงการของระเบียบวิธีการ
01	-	19 สิงหาคม 2564	