

คำนำ

คู่มือการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรม
เหมืองแร่ที่จัดทำขึ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานในโครงการพัฒนา
อุตสาหกรรมเหมืองแร่สู่โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ซึ่ง
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ได้มอบหมายให้
มหาวิทยาลัยมหิดลเป็นที่ปรึกษาในการดำเนินโครงการ และจัดทำคู่มือ
ฉบับนี้ขึ้น โดยเนื้อหาสาระที่สำคัญในคู่มือประกอบด้วย หลักการ แนวคิด
การจัดเตรียมข้อมูล วิธีการคำนวณ รวมถึงการนำไปใช้ โดยคาดหวังว่า
ผู้ประกอบการเหมืองแร่ เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและ
ผู้สนใจทั่วไป จะสามารถนำเนื้อหาสาระไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้
ให้เหมาะสมและสอดคล้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตใน
ภาคอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ตลอดจนอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกันได้

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

พฤศจิกายน 2553

**คณะกรรมการดำเนินการจ้างที่ปรึกษาและคณะกรรมการตรวจสอบงาน
โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่สู่โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด**

1. คณะกรรมการดำเนินการจ้างที่ปรึกษา

- | | | |
|-------------------|---------------|------------------------------------|
| 1) นางดวงตา | ได้เจริญรัตน์ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ |
| 2) นางสาวศุภวรรณ | นิธิสมัย | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ |
| 3) นายอนวัต | นพชำนาญ | นายช่างเหมืองแร่ชำนาญงาน |
| 4) นางสุธิดา | มณีเอนกคุณ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ |
| 5) นางสาวธิดาภรณ์ | คู่อุดม | นักวิชาการพัสดุปฏิบัติการ |

2. คณะกรรมการตรวจสอบงาน

- | | | |
|-----------------|----------------|------------------------------------|
| 1) นางสาวณัฏฐา | ไชยสิงห์ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ |
| 2) นายชัยวิทย์ | อุดมศิริกุล | วิศวกรเหมืองแร่ชำนาญการพิเศษ |
| 3) นายสาริต | เทอดเกียรติกุล | วิศวกรโลหะการชำนาญการพิเศษ |
| 4) นายดุสิต | จันทร์กานต์ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ |
| 5) นางสาววรรณพร | ความสุข | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ |

คณะผู้ศึกษาวิจัย (ที่ปรึกษาโครงการ)

- | | | |
|-------------------|-----------------|--|
| 1) ดร.สุวลักษณ์ | สารุมนัสพันธ์ | ผู้จัดการโครงการ/
ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม |
| 2) นายพิเศษ | เสนางษ์ | รองผู้จัดการโครงการด้านวิชาการ/
ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม |
| 3) นางสาวอรนุช | ศิลป์มณีพันธ์ | รองผู้จัดการโครงการด้านฝึกอบรม/
ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม |
| 4) นายสัญชัย | สุติพันธุ์วิหาร | ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม |
| 5) ดร.ปัญญาพร | เวชยันตีวัฒน์ | ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกการพัฒนา
ที่สะอาด/การจัดการพลังงาน |
| 6) นายวสันต์ | กาบเกิด | ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเหมืองแร่ |
| 7) รศ.สยาม | อรุณศรีมรกต | ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม
อุตสาหกรรม |
| 8) นางสาวอุบล | ศิลป์มณีพันธ์ | นักวิชาการ |
| 9) นางสาวสกลวัลย์ | โพธิ์เยี่ยม | นักวิชาการ |

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. ความนำ	1
2. ความรู้พื้นฐานสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	2
3. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	4
3.1 วิธีการโดยทั่วไป	4
3.2 ข้อมูลสนับสนุน (Supporting data)	5
3.3 ขอบเขตของระบบ (System boundary) ใน การคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกของ กระบวนการผลิตเหมืองแร่	6
3.4 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการประเมิน	9
3.5 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับ อุตสาหกรรมเหมืองแร่	10
4. การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับ อุตสาหกรรมเหมืองแร่	15
4.1 การใช้วัตถุดิบ	16
4.2 การใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตและการขนส่ง ภายในเหมือง	16
4.3 การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิต และการขนส่งภายในเหมือง	18

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
5. ตัวอย่างการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกจาก การทำเหมืองแร่	20
5.1 กระบวนการผลิต	20
5.2 ขอบเขตการประเมิน	22
5.3 ข้อมูลปริมาณสารเข้า	23
5.4 การประเมินการระบายก๊าซเรือนกระจก	24
5.5 การประเมินและแปลผลการระบายก๊าซเรือนกระจก	29
6. ตัวอย่างการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน การเปลี่ยนแปลงการผลิต	32
7. ข้อเสนอแนะแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับ เหมืองแร่	44
เอกสารอ้างอิง	46

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
5-1	ผังกระบวนการทำเหมืองของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด 21
5-2	ขอบเขตการศึกษาเหมืองหินปูนบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด 22
5-3	บัญชีรายการรวมปริมาณสารเข้า-ออกที่ใช้ตลอดวัฏจักร เหมืองหินปูนบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด 23

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5-1 ผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกจากข้อมูล ตัวอย่างเหมืองหินปูน บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	29

1. ความนำ

กลไกการพัฒนาที่สะอาด

(Clean Development Mechanism: CDM) เป็นกลไกที่กำหนดขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ในการประชุมสมัยที่ 3 ของการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาฯ (COP3) ที่นครเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น ในปี พ.ศ.2540 เพื่อช่วยให้ประเทศอุตสาหกรรมที่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถบรรลุพันธกรณีได้และเพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศกำลังพัฒนา พิธีสารเกียวโตได้จำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศอุตสาหกรรมหรือเรียกว่าประเทศในกลุ่ม Annex I ให้อยู่ในระดับต่ำกว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน พ.ศ.2533 ประมาณ ร้อยละ 5 โดยจะต้องดำเนินการให้ได้ภายในช่วงปี พ.ศ.2551-2555 พิธีสารนี้มีผลบังคับใช้ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ประเทศไทยร่วมลงนามในพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 และให้สัตยาบันกับพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2545



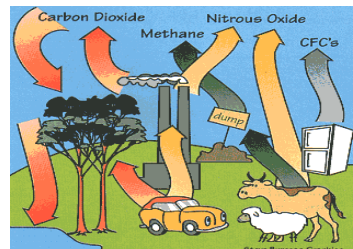
ระเบียบวิธีคำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Application of a baseline and monitoring methodology): (Section B) หรือ Methodology คือ แนวทางสำหรับคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กิจกรรมโครงการ CDM สามารถลดได้ ประกอบไปด้วย ข้อกำหนดของโครงการที่สามารถใช้ระเบียบวิธีนั้นๆ สมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกรณีฐาน (Baseline emissions) และที่เกิดจากกิจกรรมของโครงการ (Project emissions) และข้อมูลที่ต้องการการตรวจวัดเพื่อใช้ในการคำนวณดังกล่าว ทั้งนี้ โครงการ CDM แต่ละโครงการอาจใช้ระเบียบวิธีคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่า 1 วิธีการ เพื่อให้ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ของโครงการได้อย่างเหมาะสม โดยวิธีการที่นำมาใช้ต้องเป็นระเบียบวิธีคำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรองจาก CDM EB แล้ว (Approved methodologies)

สำหรับโครงการเหมืองแร่ในปัจจุบัน มี Methodology ที่ได้รับการเห็นชอบจาก CDM EB แล้ว คือสำหรับเหมืองถ่านหินใต้ดินที่มีการระบายมีเทนจำนวน 1 Methodology คือ ACM0008 (Consolidated methodology for coal bed methane, coal mine methane and ventilation air methane capture and use for power (electrical or motive) and heat and/or destruction through flaring or flameless oxidation) โดยทั่วโลกมีโครงการด้านเหมืองแร่ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ CDM จำนวน 26 โครงการ โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้อยู่ในช่วงระหว่าง 41,348 – 3,016,714 tCO₂e/y ส่วนใหญ่อยู่ในประเทศจีน (ข้อมูล ณ กันยายน 2553)

2. ความรู้พื้นฐานสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases : GHGs) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลก



ให้คงที่ เมื่อมีก๊าซเหล่านี้ในบรรยากาศมากขึ้น บรรยากาศโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิด เช่น ไอน้ำ โอโซน ถือเป็นกลุ่มก๊าซที่จะก่อให้เกิด

ภาวะเรือนกระจก ตามพิธีสารเกียวโตระบุก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญไว้ 6 ชนิด ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), มีเทน (CH₄), ไนตรัสออกไซด์ (N₂O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) ก๊าซแต่ละชนิดมีค่าGWP: Global Warming Potential หรือค่าระดับศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนขึ้นไม่เท่ากัน ค่านี้กำหนดโดย IPCC โดยเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งให้ค่าเท่ากับ 1 มีหน่วยเป็น CO₂e, CO₂-Eq : Carbon dioxide หรือค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่า ก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัมมีศักยภาพการทำให้โลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้น การปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ก๊าซเรือนกระจก	100-yr Global Warming Potential: GWP (CO ₂ - equivalent)
Carbon dioxide	1
Methane	21
Nitrous oxide	296
Hydrofluoro Carbons	150-11,700
Perfluoro Carbons	6,500-9,200
Sulphur hexafluoride	23,900

สิ่งที่สำคัญของ GWP นอกจากระดับศักยภาพคือ ค่าอายุคงอยู่ในชั้นบรรยากาศของก๊าซเรือนกระจกประเภทต่างๆ ในการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจก จะมีการพิจารณาในกรณีของ **Baseline** (กรณีฐาน) หมายถึง กรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสภาพปกติในกรณีที่ยังไม่มีโครงการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และกรณี **BE : Baseline Emission** (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน) พบในสมการคำนวณหาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นโครงการต่างๆ จากสมการ : $\text{Emission reduction (ER)} = \text{Baseline emission (BE)} - \text{Project emission (PE)}$

3. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.1 วิธีการโดยทั่วไป

การคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยทั่วไปมีวิธีการดังนี้

1. ข้อมูลทั้งปฐมภูมิและพหุภูมิต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณเข้ากับ emission factor ของประเภทวัสดุพลังงานหรือกระบวนการนั้นๆ และบันทึกในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต
2. แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการนำไปคูณกับค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด
3. ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดต้องอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย โดยอาจจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ

(3.1) การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต (รวมช่วงการใช้งาน) โดยให้ระบุแยกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงใช้งานด้วย ซึ่งควรระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือสมมุติฐานที่กำหนดขึ้น รวมถึงการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้บริโภคด้วย เช่น การจัดการของเสียหลังจากการใช้งานที่เหมาะสม เป็นต้น

(3.2) การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณการปล่อยก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต

4. ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกบางรายการได้ ควรประมาณค่าโดยใช้การวิเคราะห์แบบ High-level แล้ว เมื่อพบว่ารายการดังกล่าวมีส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ปล่อยออกจากผลิตภัณฑ์จะสามารถตัดออก (cut off) รายการดังกล่าวออกได้ และเมื่อตัดออกแล้วให้ทำการเพิ่มสัดส่วน (scale up) ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารขาออกรวมทุกรายการ โดยใช้ฐานเท่ากับร้อยละ 100

3.2 ข้อมูลสนับสนุน (Supporting data)

ข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถานประกอบการเบื้องต้น ควรประกอบด้วย ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ขอบเขตกระบวนการผลิต วัตถุดิบ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (emission factor) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดต้องได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี

3.3 ขอบเขตของระบบ (System boundary) ในการคำนวณการระบาย ก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเหมืองแร่

ในการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเหมืองแร่ต้องแสดงขอบเขตการศึกษาระบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการย่อย (Unit Process) สารขาเข้าและสารขาออกที่เกี่ยวข้อง โดยต้องกำหนดว่าในการดำเนินงานผลิตของเหมืองมีกระบวนการย่อยใดบ้างที่ต้องทำการประเมินอย่างละเอียด และกระบวนการย่อยใดที่สามารถใช้การประมาณการได้ รวมทั้ง กำหนดว่ากระบวนการย่อยใดที่ไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา ทั้งนี้ การกำหนดขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่ให้เป็นไปตามองค์ประกอบและเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

วัตถุดิบ ให้รวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากทุกกระบวนการที่ใช้วัตถุดิบ การใช้พลังงาน รวมทั้งแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบจะรวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมือง หรือของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบและอื่นๆ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับวัตถุดิบจะมีค่าเป็น 0 เมื่อวัตถุดิบนั้นๆ ไม่ได้ถูกผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก เช่น หินที่ยังไม่ถูกบดย่อยสินแร่เหล็กก่อนถูกถลุง เป็นต้น

2. พลังงาน

ให้นำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดหาและการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำเหมืองแร่มารวมกับการปล่อยก๊าซที่เกิดจากระบบการจัดหาพลังงานที่ใช้ในสถานประกอบการเหมืองแร่ด้วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานจะรวมถึงการปล่อยก๊าซที่เกิดจากวัฏจักรชีวิตของพลังงาน ซึ่งประกอบไปด้วย การปล่อย ณ แหล่งที่มีการใช้พลังงานจาก

การปล่อยก๊าซอันเนื่องมาจากการเผาถ่านหินและก๊าซ และการปล่อยก๊าซที่เกิดจากการจัดหาพลังงาน ประกอบด้วย การผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน การปล่อยก๊าซที่เกิดจากเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง และการปล่อยก๊าซต้นน้ำที่ได้แก่เหมืองแร่และการขนส่งเชื้อเพลิงไปยังแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าหรือเตาเผาอื่นๆ

3. การปฏิบัติงานในพื้นที่ (Operation of premises)

ให้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการปฏิบัติงานในพื้นที่ทั้งพื้นที่หน้าเหมือง ลานเก็บกอง อาคารสำนักงาน โรงโม่ บด ย่อย เส้นทางขนส่ง และพื้นที่อื่นในบริเวณสถานประกอบการเหมืองแร่ ซึ่งประกอบด้วยระบบแสงสว่าง ระบบความร้อน ระบบความเย็น การระบายอากาศ การควบคุมความชื้น และการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ณ สถานที่เหล่านั้น โดยใช้วิธีการปันส่วนที่เหมาะสม เช่น ในกรณีของลานเก็บกอง หรือคลังเก็บผลิตภัณฑ์ให้ปันส่วนโดยใช้ช่วงเวลาที่เกิดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเหมืองถูกเก็บ จำนวนผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ เป็นต้น ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงแต่งแร่ โรงโม่ โกดัง และแหล่งกระจายผลิตภัณฑ์

4. การขนส่ง

ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทั้งในการทำเหมืองและกระบวนการผลิตแร่ในเขตเหมือง และการขนส่งผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย โดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง โดยเรียงลำดับวิธีการที่ต้องใช้คำนวณก่อน ดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้

2) ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงให้ใช้ค่าเฉลี่ยของระยะทางคูณด้วยปริมาณสินค้าที่บรรทุก จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทรถที่ใช้ขนส่ง

3) หากไม่มีข้อมูลดังกล่าวให้คำนวณการขนส่งโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นคือ มีระยะทางการขนส่งเป็น 700 กิโลเมตร พิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ (เที่ยวไปคิดเป็นการขนส่งผลิตภัณฑ์เป้าหมายทั้งหมดส่วนขากลับคิดเดินทางกลับด้วยรถเปล่า) นำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรถบรรทุกทุกกิ่งฟ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน ทั้งนี้ หากเป็นการประเมินแบบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณจนถึง ณ จุดที่ออกจากโรงงาน หากเป็นการประเมิน แบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตให้คิดถึงจุดกระจายสินค้าหรือจุดขายหลัก

5. ประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบ

กิจกรรมที่ไม่ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่างๆ และ/หรือสำหรับการเตรียมกระบวนการ การเดินทางไป-กลับของลูกค้า ณ จุดขายปลีก และการเดินทางของพนักงานทั้งไปและกลับจากที่ทำงาน

6. กรณีที่ไม่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกบางชนิด

ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารขาเข้าหรือสารขาออกชนิดใด ให้พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออกที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาคำนวณแทน สำหรับวัตถุดิบหรือสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหรือหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้คำนวณได้ ให้นำค่าการปล่อยก๊าซสูงสุด (Highest emission factor) ของวัสดุหรือสารขาออกในช่วงวัฏจักรชีวิตนั้นๆ มาคำนวณแทน

3.4 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการประเมิน

1. การเลือกใช้ข้อมูลในการประเมิน

การจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิสำหรับนำมาใช้ประเมิน ให้รวบรวมข้อมูลโดยตรงจากทุกกระบวนการย่อยในระบบและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ใน การควบคุมของสถานประกอบการเหมืองแร่ ตัวอย่างเช่น ปริมาณการใช้พลังงาน การใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง เป็นต้น ในกรณีของก๊าซเรือนกระจกที่มีแหล่งปล่อยจากกระบวนการผลิตช่วงต้นน้ำ (upstream) ที่อาจไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซสำหรับกิจกรรมและกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงของสถานประกอบการเหมืองแร่เอง ให้ใช้ข้อมูล ทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยเรียงลำดับดังนี้

- (1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- (2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทยซึ่งผ่านการกรองแล้ว (peer-reviewed publications)
- (3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- (4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น สหประชาชาติ หรือ IPCC

2. ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันและเชื้อเพลิง

ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันและเชื้อเพลิง ประกอบด้วย (1) ปริมาณพลังงานที่ใช้ และ (2) ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซจาก ปริมาณน้ำมันและเชื้อเพลิงที่ใส่เข้าไป เช่น กิโกลกรัมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่ากับกิโกลกรัมเชื้อเพลิง เป็นต้น

3. การผลิตไฟฟ้าและความร้อน ณ สถานที่นั้น (on site)

ในกรณีที่มีการผลิตและใช้กระแสไฟฟ้าและ/หรือความร้อน ณ สถานที่นั้น ให้มีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนด้วย รวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream emission) ทั้งหมด

4. การผลิตไฟฟ้าและความร้อนนอกสถานที่ (off site)

ในกรณีที่มีการผลิตไฟฟ้า และ/หรือความร้อนนอกสถานที่ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้คำนวณควรประกอบด้วย

- กรณีของไฟฟ้าและความร้อนที่ถูกส่งมาจากแหล่งเพียงแหล่งเดียว (ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบส่งพลังงานที่ใหญ่กว่า) ให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับแหล่งนั้นๆ
- กรณีของไฟฟ้าและความร้อนที่ถูกส่งมาจากระบบพลังงานที่ใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อมูลยุติภูมิที่เจาะจงกับผลิตภัณฑ์นั้นมากที่สุด (เช่น ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่ใช้ไฟฟ้านั้น)

3.5 คำสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่

ในคู่มือนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประกอบการทำความเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ในเบื้องต้นสำหรับการประเมินการระบายก๊าซเรือนกระจก หรือการประเมินด้านภาวะโลกร้อน (Global Warming) ของกระบวนการต่างๆ ของการทำเหมือง ซึ่งจากลักษณะทั่วไปของทุกกระบวนการของการทำเหมืองนั้นส่วนใหญ่มักจะเป็นข้อมูลด้านการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ในขั้นตอนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเหมือง โดยจะเห็นได้ว่าพลังงานหลักจะเป็นน้ำมันดีเซล ซึ่ง

เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ รถชุด รถตัก รถเจาะ และรถบรรทุก ในกระบวนการชุด
 ขนและบัด พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการบัดทั้งหมด กระบวนการชะละลาย และ
 การใช้สารเคมีในกระบวนการชะละลาย กระบวนการระเหิด และก๊าซแอลพีจีใน
 กระบวนการผลิตสำหรับเหมืองที่ต้องมีการจับโลหะต่างๆ เช่น ทองคำและเงิน
 ในเบื้องต้นได้ทำการรวบรวมค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ
 Emission Factor สำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่ เพื่อใช้ในการประกอบการ
 คำนวณดังนี้

ตัวอย่าง Emission Factor ที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kg CO2e/หน่วย)	อ้างอิง
กลุ่มวัสดุและสินแร่จากธรรมชาติ			
ดินเหนียว (clay)	Kg.	0.0029	EcoInvent 2.0
แร่หินภูเขาไฟ (Feldspar)	Kg.	0.0037	EcoInvent 2.0
กลุ่มเคมี			
ปุ๋ยไนโตรเจน (Fertilizer N)	Kg.	2.6000	Japan CF
ปูนขาว หินปูน (lime, CaCO3)	Kg.	1.0676	JEMAI
โดโลไมต์ (dolomite) (ปุ๋ย Mg)	Kg.	0.0265	EcoInvent 2.0
พลังงาน			
ก๊าซโซลีน	Kg.	0.6890	BUWAL250
ก๊าซธรรมชาติ	MJ	0.0099	Ecoinvent 2.0
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	MJ	0.0612	Frankin US 98
ก๊าซหุงต้มอุตสาหกรรม	Kg.	0.2700	IDEMAT 2001, IPCC 2007 GWP 100a

ตัวอย่าง Emission Factor ที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kg CO2e/หน่วย)	อ้างอิง
ถ่านหิน	Kg.	0.0243	JEMAI, coal (electricity, IDN)
น้ำมันดีเซล	Kg.	0.52	BUWAL250
ดีเซล-การผลิต (low S)	Kg.	0.4980	Ecoinvent
ดีเซล-การผลิต (low S)	L	0.4293	IPCC 2007, DEDE
ดีเซล-การเผาไหม้	L	2.7080	IPCC 2007, DEDE
เบนซิน-การผลิต (unleaded)	Kg.	0.6790	at refinery/RER, Ecoinvent
เบนซิน-การผลิต (unleaded)	L	0.5093	IPCC 2007, DEDE
เบนซิน-การเผาไหม้	L	2.1896	IPCC
น้ำมันเตา-การผลิต	Kg.	0.4260	Ecoinvent
น้ำมันเตา	Kg.	0.6200	LCA DK
น้ำมันเตา	MJ	0.0926	EcoInvent 2.0
ไฟฟ้า	kWh	0.5610	TC Common data
กลุ่มรถกระบะบรรทุก			
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน Noload	Km	0.5429	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน 50% load	Ton-Km	0.0798	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน 75% load	Ton-Km	0.0552	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน fullload	Ton-Km	0.0425	TH database, classified and uncertified

ตัวอย่าง Emission Factor ที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kg CO2e/หน่วย)	อ้างอิง
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน Noload	Km	0.6160	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน 50% load	Ton- Km	0.1012	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน 75% load	Ton- Km	0.0719	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน fullload	Ton- Km	0.0555	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน Noload	Km	0.3270	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน 50% load	Ton- Km	0.2815	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน 75% load	Ton- Km	0.1920	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน fullload	Ton- Km	0.1472	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก 8.5 ตัน Noload	Km	0.4461	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก 8.5 ตัน 50% load	Ton- Km	0.1298	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก 8.5 ตัน 75% load	Ton- Km	0.0911	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก 8.5 ตัน fullload	Ton- Km	0.0705	TH database, classified and uncertified

ตัวอย่าง Emission Factor ที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kg CO2e/หน่วย)	อ้างอิง
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่11 ตัน Noload	Km	0.5139	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่11 ตัน 50% load	Ton- Km	0.1127	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่11 ตัน 75% load	Ton- Km	0.0800	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่11 ตัน fullload	Ton- Km	0.0639	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง18 ล้อ 32 ตัน Noload	Km	0.9065	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง18 ล้อ 32 ตัน 50 % load	Ton- Km	0.0830	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง18 ล้อ 32 ตัน 75 % load	Ton- Km	0.0588	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง18 ล้อ 32 ตัน Fullload	Ton- Km	0.0459	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง20 ล้อ 32 ตัน Noload	Km	0.8733	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง20 ล้อ 32 ตัน 50 % load	Ton- Km	0.0869	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง20 ล้อ 32 ตัน 75 % load	Ton- Km	0.0615	TH database, classified and uncertified

ตัวอย่าง Emission Factor ที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kg CO ₂ e/หน่วย)	อ้างอิง
รถกระบะบรรทุกพ่วง20 ล้อ 32 ตัน Fullload	Ton-Km	0.0464	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง22 ล้อ 32 ตัน Noload	Km	1.0655	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง22 ล้อ 32 ตัน 50 % load	Ton-Km	0.0896	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง22 ล้อ 32 ตัน 75 % load	Ton-Km	0.0618	TH database, classified and uncertified
รถกระบะบรรทุกพ่วง22 ล้อ 32 ตัน Fullload	Ton-Km	0.0475	TH database, classified and uncertified

ที่มา : แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2552

4. การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหมืองแร่

หากสถานประกอบการเหมืองแร่ไม่มีการตรวจวัดหรือวิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ การใช้ไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และการจัดการของเสียแยกตามประเภทสินค้า กำหนดให้คิดเทียบอัตราส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากน้ำหนัก ปริมาตร หรือมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากเหมืองแร่ทั้งหมดที่ผลิตจากสถานประกอบการเหมืองแร่นั้นๆ ณ ปีที่คิดคำนวณตามความเหมาะสม โดยการรายงานผลจะแสดงในรูปของปริมาณร้อยละที่ปลดปล่อย หรือร้อยละของการลดลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ หลักเกณฑ์การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในด้านต่างๆ จากกระบวนการผลิต มีดังนี้

4.1 การใช้วัตถุดิบ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบจะประเมินเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากตัววัตถุดิบเองในขั้นตอนการผลิตในเมืองแร่ เช่น การใช้วัตถุดิบระเบิดในกระบวนการเจาะระเบิด การเผาวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของสารประกอบคาร์บอนที่อุณหภูมิสูงในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และกระเบื้องเซรามิค ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบประเมินจากปริมาณและชนิดของสารประกอบคาร์บอนที่ใช้จริง ณ ปีที่คำนวณโดยดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปริมาณสารประกอบคาร์บอนจะมีค่าแตกต่างกันตามชนิดของสารประกอบคาร์บอน ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนมวลโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมวลโมเลกุลของสารประกอบคาร์บอนที่เกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาแคลเซียมคาร์บอเนต 1 กิโลกรัม จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.440 กิโลกรัม การเผาแมกนีเซียมคาร์บอเนต 1 กิโลกรัม จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.522 กิโลกรัม เป็นต้น

4.2 การใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตและการขนส่งภายในเมือง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าประเมินจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สถานประกอบการเมืองแร่ที่ซื้อมาจากหน่วยงานของรัฐหรือจากบริษัทเอกชนเพื่อนำมาใช้ในการบวนการผลิตและการขนส่งภายในเมืองแร่ ณ ปีที่คำนวณ แต่ไม่รวมปริมาณไฟฟ้าในส่วนของอาคารสำนักงาน หอพัก โรงอาหาร โดยดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (CO₂ Emission Factor) กำหนดให้ใช้ค่าคงที่จากการประเมินการผลิตไฟฟ้าสายส่งของประเทศ หากสถานประกอบการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตหรือการ

ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหากสถานประกอบการซื้อไฟฟ้าจากโรงงานเอกชน ภายนอกหรือมีระบบผลิตไฟฟ้าเองภายในโรงงานกำหนดให้ใช้ค่าคงที่จากการ ประเมินการผลิตไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้านั้นตามความเป็นจริง โดยกำหนดให้ ใช้ดัชนีค่าเดียวกันในการประเมินทั้งปีฐานและปีปัจจุบัน ซึ่งสามารถคำนวณ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากสูตร ดังนี้

$$\text{CO}_2 \text{ emission} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{yr}} \right) = \text{Electricity consumption} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{yr}} \right) \times \text{CO}_2 \text{ emission factor} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{kWh}} \right)$$

ทั้งนี้ ค่าดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (CO₂ Emission Factor: EF_{grid}) มีค่าเท่ากับ 0.5057 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง อ้างอิงจากข้อมูลการประเมินการผลิตไฟฟ้าสายส่ง ของประเทศโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2550

ในกรณีที่สถานประกอบเหมืองแร่มีการผลิตไฟฟ้าใช้เองโดยมีระบบผลิต ไฟฟ้าภายในเหมือง หากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิง ฟอสซิล การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจะถูกนำมารวมใน ผลการประเมินด้วย แต่หากเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นวัสดุชีวมวล (Biomass) เช่น แกลบ ฟางข้าว กากขานอ้อย หรือก๊าซชีวภาพ (Biogas) ที่ได้จากการจัดการของเสีย เช่น ก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียหรือระบบฝังกลบภายในโรงงาน จะไม่มีการ คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิงกลุ่มดังกล่าว

ในกรณีที่สถานประกอบการเหมืองแร่มีการผลิตหรือการใช้ สาธารณูปโภค เช่น ไฟฟ้า ไอน้ำ หรือลมร้อน จากแหล่งกำเนิดเดียวกันซึ่งมี ผลิตภัณฑ์ในรูปของพลังงานมากกว่า 2 รูปแบบขึ้นไป เช่น โรงงานที่มีการผลิต หรือซื้อไฟฟ้าและไอน้ำจากโรงงานผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม โรงงานที่มีการผลิต หรือซื้อไฟฟ้าและลมร้อนจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ เป็นต้น ดัชนีการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะถูกประเมินจากการปัน ส่วน ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิตได้ตามข้อมูลประสิทธิภาพการใช้ เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าและผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้านั้น หากทาง โรงไฟฟ้าไม่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าไว้ กำหนดให้ใช้ค่ากลางตามวิธีการคำนวณของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

4.3 การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตและการขนส่งภายในเหมือง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในสถาน ประกอบการเหมืองแร่ ประเมินจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เกิดขึ้นจริง ในกระบวนการผลิต ณ ปีที่คำนวณ โดยค่าดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าต่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจะแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยกำหนดให้ใช้ค่าดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเป็นค่า เดียวกันในการประเมินทั้งปีฐานและปีปัจจุบัน ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากสูตร ดังนี้

$$\text{CO}_2 \text{ emission} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{yr}} \right) = \text{Fuel consumption} \left(\frac{\text{unit}}{\text{yr}} \right) \times \text{Heating value} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{unit}} \right) \times \text{Emission factor} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{MJ}} \right)$$

การเลือกใช้ค่าความร้อน (Heating Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลแต่ละชนิด จะเลือกใช้ตามลำดับที่มาของข้อมูล โดยอันดับแรกจะเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าความร้อนของสถานประกอบการเหมืองแร่เอง หากไม่ได้ศึกษา จะเลือกใช้ข้อมูลค่าความร้อนจากการศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และสุดท้ายในกรณีที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนฯ ไม่มีข้อมูลค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ จะเลือกใช้ค่าความร้อนจากการศึกษาของ Intergovernmental Panel on Climate Change ส่วนค่าดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณความร้อน (Emission Factor) ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะเลือกใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ IPCC

ในกรณีที่สถานประกอบการเหมืองแร่มีการใช้ไม้และเศษไม้ วัสดุจากการเกษตร วัชพืชบกและวัชพืชน้ำ ผลิตภัณฑ์ที่มาจากพืช และสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตไฟฟ้าหรือไอน้ำร้อนใช้ในกระบวนการผลิตจะไม่คิดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิงชีวมวลนั้นๆ แต่จะทำการบันทึกปริมาณการใช้แยกไว้ต่างหาก

ในกรณีที่มีการผลิตหรือการใช้ไอน้ำหรือลมร้อน จากแหล่งเดียวกันซึ่งมีผลิตภัณฑ์ในรูปของพลังงานมากกว่า 2 รูปแบบขึ้นไปเช่นโรงงานที่มีการผลิตหรือซื้อไฟฟ้าและไอน้ำจากโรงงานผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม โรงงานที่มีการผลิตหรือซื้อไฟฟ้าและลมร้อนจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ เป็นต้น ดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณการใช้ไอน้ำหรือลมร้อนจะถูกประเมินโดยใช้วิธีเดียวกับการประเมินในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า

5. ตัวอย่างการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมืองแร่

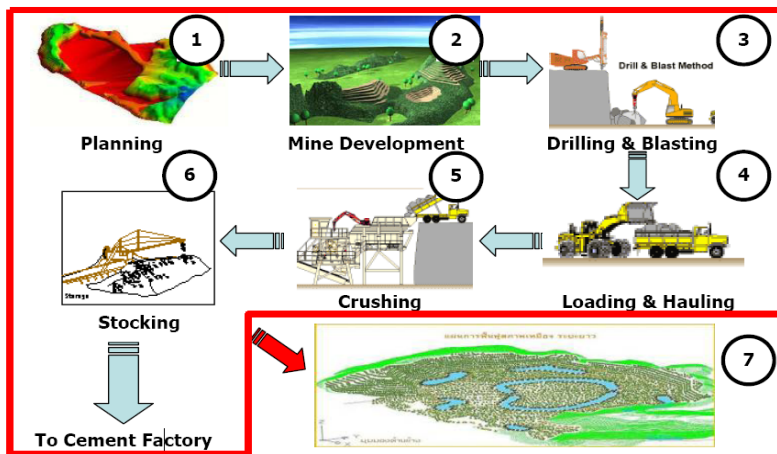
ในคู่มือนี้ได้นำตัวอย่างการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมืองหินปูนของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด ตำบลทับกวาง/ท่าคล้อ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่มีการผลิตหินปูนประมาณปีละ 7,200,000 ตัน จากการศึกษาของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (2553)

5.1 กระบวนการผลิต

ในขั้นต้นเป็นการเตรียมพื้นที่ก่อนการผลิตแร่ จะใช้รถบูลโดเซอร์ไถดิน ทำถนนภายในเหมืองการเตรียมปรับพื้นที่ หลังจากนั้นจึงเปิดเปลือกดินจนถึงชั้นแร่หินปูนและหินดินดานเพื่อเตรียมการผลิต การตัดถนนเพื่อการขนส่ง ในส่วนที่เป็นหินจำเป็นต้องมีการเจาะและระเบิดโดยรถเจาะตื้นตะขาบขนาดดอกเจาะ 3 นิ้ว เมื่อถึงบริเวณทำเหมืองจะทำการขยายหน้าเหมืองและทำชั้นเหมืองชั้นละประมาณ 12 เมตร

ขั้นตอนการผลิตแร่ สำหรับการผลิตหินปูนและหินดินดานจากการระเบิด หน้าผาของชั้นบันไดเหมืองจะใช้เครื่องเจาะโรตารี ขนาดดอกเจาะ $6\frac{1}{4}$ - $7\frac{7}{8}$ นิ้ว ออกแบบที่ความสูงของชั้นบันไดเหมืองประมาณ 12 เมตร รูเจาะตั้งหรือเอียงจากแนวตั้งไม่เกิน 15 องศา ลึกประมาณ 13-15 เมตร ระยะห่างหน้าผาหรือความหนาของการระเบิด (Burden) 4-6 เมตร ระยะห่างรูเจาะ (Spacing) 6-10 เมตร ระยะต่ำกว่าพื้น (Subdrill) 1-2 เมตร ระยะอัดปิดรู (Stemming) 4-6 เมตร จำนวนรูเจาะในการระเบิดประมาณ 40 รู 2-3 แถว ปริมาณหินแร่ต่อการระเบิดประมาณ 48,000 ตัน/ครั้งการระเบิด ปริมาณการใช้วัตถุระเบิดต่อรูประมาณ 130-300 กิโลกรัม/รู ใช้แท่งดินระเบิดสูงน้อยกว่าร้อยละ 10 ของแอนโฟโดย

น้ำหนักร ที่เหลือเป็นแอนโฟ (ANFO) ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างปุ๋ยแอมโมเนียกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 94 : 6 โดยน้ำหนักรวิธีการใช้วัตถุระเบิดเริ่มจากเสียบเก็บจังหวะถ่วง มลิลิวินาที่ชนิดไม่ใช่ไฟฟ้า (Non-Electric Detonator) ลงในแท่งดินระเบิดไว้ในบริเวณก้นรูเจาะ จากนั้นจึงอัดแอนโฟจนหมดแล้วอัดปิดรูระเบิดด้วยฝุ่นเจาะในแต่ละหลุมของแต่ละแถวจะวางเบอร์เก็บแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมเพื่อควบคุมหินปลิว การสั่นสะเทือนและเสียงดังจากการระเบิด กรณีที่มีหินก้อนหลังจากการระเบิดที่มีขนาดโตกว่า 1 ลบ.ม. โดยประมาณจะมีการทุบให้มีขนาดเล็กด้วยรถทุบระบบ HYD เป็นหลัก หรือในกรณีที่หินก้อนมีขนาดโตมาก อาจมีการเจาะระเบิดโดยรถเจาะดินตะขานขนาดดอกเจาะ 3 นิ้ว ซึ่งจะพิจารณาตามความเหมาะสม เพื่อย่อยหินให้มีขนาดเล็กลงตามความเหมาะสม จากนั้นจะใช้รถตักเอาแร่ใส่รถบรรทุกทำขนส่งแร่ไปยังโรงงานปูนซีเมนต์



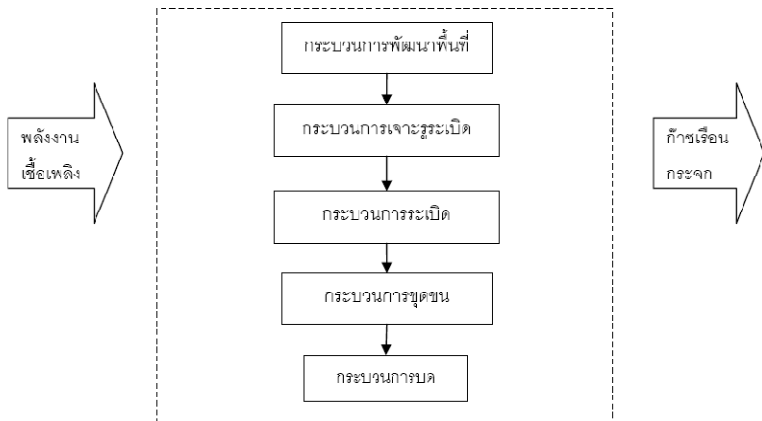
รูปที่ 5-1

ผังกระบวนการทำเหมืองของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด

ในขั้นตอนการแต่งแร่ แร่หินปูนจากหน้าเหมืองที่ผ่านการระเบิดและมีขนาดไต่่น้อยกว่า 1 ลบ.ม. จะถูกตักโดยรถตักขึ้นใส่รถบรรทุก โดยจะถูกนำมาเทที่โรงบดย่อยที่ 1-4 ทั้งนี้ การเดินโรงบดย่อยจะเดินพร้อมกัน 2-3 โรง และหินที่เทลง Hopper จะถูกป้อนโดย Apron Feeder เข้าสู่เครื่องย่อย จากนั้นหินที่ผ่านการย่อยจะถูกลำเลียงโดยสายพานไปเก็บไว้ที่ถังเก็บหินหลังจากชำระค่าภาคหลวงแร่แล้วจะถูกลำเลียงโดยสายพานลำเลียงเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ต่อไป

5.2 ขอบเขตการประเมิน

จากผังกระบวนการผลิตกำหนดขอบเขตการประเมิน ได้ดังรูปที่ 5-2

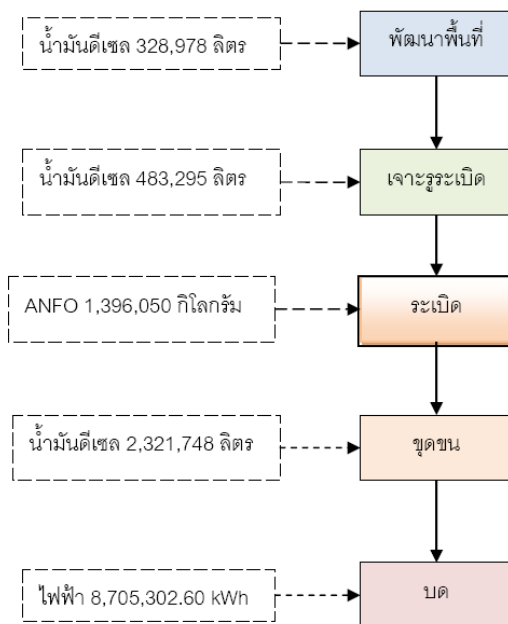


รูปที่ 5-2

ขอบเขตการศึกษาเหมืองหินปูนบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด

5.3 ข้อมูลปริมาณสารเข้า

การรวบรวมข้อมูลบัญชีสารเข้า (ตัวอย่างข้อมูลปี 2551) ดังแสดงในรูปที่ 5-3



รูปที่ 5-3
บัญชีรายการรวมปริมาณสารเข้า-ออกที่ใช้ตลอดวัฏจักร
เหมืองหินปูน บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณพลังงานเชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า และสารวัตรูป
ระเบิดที่เป็นข้อมูลสารเข้าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซเรือนกระจกใน
กระบวนการต่างๆจากการทำเหมือง พบว่า มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงชนิดน้ำมัน
ดีเซลในกระบวนการรวมทั้งสิ้น 3,134,021 ลิตร โดยใช้ในกระบวนการขุดชนมาก
ที่สุดคือ 2,321,748 ลิตร ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่ามีการใช้เพียง
กระบวนการบดโดยใช้รวมทั้งสิ้น 8,705,302.6 kWh และใช้วัตรูประเบิด ANFO
ปริมาณ 1,396,050 กิโลกรัม

5.4 การประเมินการระบายก๊าซเรือนกระจก

เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างของบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด แสดง
รายการคำนวณโดยมีสมการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
การคำนวณการระบายก๊าซจากการใช้ไฟฟ้า

$$\text{CO}_2 \text{ emission} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{yr}} \right) = \text{Electricity consumption} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{yr}} \right) \times \text{CO}_2 \text{ emission factor} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{kWh}} \right)$$

การคำนวณการระบายก๊าซจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

$$\text{CO}_2 \text{ emission} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{yr}} \right) = \text{Fuel consumption} \left(\frac{\text{unit}}{\text{yr}} \right) \times \text{Heating value} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{unit}} \right) \times \text{Emission factor} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{MJ}} \right)$$

ในการคำนวณนี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ดังนี้

CEF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 74,100 kgCO₂/GJ

MEF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทน 3 kgCH₄/GJ

NEF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ 0.6 kgN₂O/GJ

หมายเหตุอ้างอิงจาก CEF, MEF, and NEF are adopted from DEFAULT EMISSION FACTORS
FOR STATIONARY COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRIES AND
CONSTRUCTION, volume 2, chapter 2, IPCC 2006 guidelines)

ขั้นพัฒนาพื้นที่

ในกระบวนการพัฒนาพื้นที่นั้นทางเหมืองได้ใช้เครื่องเจาะดินตะขาบ 2 คัน รถดันดินตะขาบ 2 คัน และรถเกรดเดอร์ 1 คัน ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบคือ ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลของเครื่องจักรต่างๆ 328,978 ลิตร และการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลขณะใช้งาน จากการวิเคราะห์พบว่า การเผาไหม้น้ำมันดีเซลปลดปล่อย CO₂ มากที่สุด รองลงมาคือจากการใช้น้ำมันดีเซล โดยเทียบค่าความร้อนที่ 36.42 เมกะจูล/ลิตร แสดงรายการคำนวณได้ดังนี้

น้ำมันดีเซล	328,978	ลิตร
ค่าความร้อน	36.42	เมกะจูล/ลิตร
CEF	74,100	kgCO ₂ /TJ
MEF	3	kgCH ₄ /TJ
NEF	0.6	kgN ₂ O/TJ
Total energy	11.98	TJ
CO₂ emission = (328,978 x 36.42 x 74,100)/10⁻⁶ = 887,820.17 kgCO₂		
CH₄ emission = (328,978 x 36.42 x 3)/10⁻⁶ = 35.94 kgCH₄		
N₂O emission = (328,978 x 36.42 x 0.6)/10⁻⁶ = 7.19 kgN₂O		
ดังนั้น		
CO ₂ emission	887,820.17 x 1	kgCO ₂
CH ₄ emission	35.94 x 21	kgCO ₂
N ₂ O emission	7.19 x 296	kgCO ₂
Total emission	= 890,803.53	kgCO ₂ eq

ชั้นการเจาะระเบิด

ในกระบวนการเจาะระเบิดนั้นมีการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถเจาะระเบิด แสดงผลการคำนวณได้ดังนี้

น้ำมันดีเซล	483,295	ลิตร
ค่าความร้อน	36.42	เมกะจูล/ลิตร
CEF	74,100	kgCO ₂ /TJ
MEF	3	kgCH ₄ /TJ
NEF	0.6	kgN ₂ O/TJ
Total energy	17.60	TJ

$$\text{CO}_2 \text{ emission} = (483,295 \times 36.42 \times 74,100)/10^6 = 1,304,278.85 \text{ kgCO}_2$$

$$\text{CH}_4 \text{ emission} = (483,295 \times 36.42 \times 3)/10^6 = 52.80 \text{ kgCH}_4$$

$$\text{N}_2\text{O emission} = (483,295 \times 36.42 \times 0.6)/10^6 = 10.56 \text{ kgN}_2\text{O}$$

ดังนั้น

CO ₂ emission	1,304,278.85	x 1	kgCO ₂
CH ₄ emission	52.80	x 21	kgCO ₂
N ₂ O emission	10.56	x 296	kgCO ₂
Total emission	= 1,308,661.65		kgCO ₂ eq

ขั้นตอนการระเบิด

ในกระบวนการระเบิดนั้นจะมีการใช้สารเคมีเข้ามาช่วยในการระเบิด โดยมี ANFO เป็นการผสมระหว่างปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทและน้ำมันดีเซล มีสัดส่วน 94% และ 6% ตามลำดับ เมื่อ ANFO เกิดการระเบิดจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 54.74 กรัมต่อกิโลกรัม แสดงผลการคำนวณได้ดังนี้

ANFO	1,396,050	กิโลกรัม
ส่วนประกอบที่เป็นดีเซล	349,012.5	กิโลกรัม

ค่าความหนาแน่นดีเซล	0.84	กิโลกรัมต่อลิตร
ค่าความร้อน	36.42	เมกะจูล/ลิตร
CEF	74,100	kgCO ₂ /TJ
MEF	3	kgCH ₄ /TJ
NEF	0.6	kgN ₂ O/TJ
Total energy	60.53	TJ
$\text{CO}_2 \text{ emission} = ((349,012.5/0.84) \times 36.42 \times 74,100)/10^6 = 4,485,179.58 \text{ kgCO}_2$		
$\text{CH}_4 \text{ emission} = ((349,012.5/0.84) \times 36.42 \times 3)/10^6 = 181.59 \text{ kgCH}_4$		
$\text{N}_2\text{O emission} = ((349,012.5/0.84) \times 36.42 \times 0.6)/10^6 = 36.32 \text{ kgN}_2\text{O}$		
ดังนั้น		
CO ₂ emission	4,485,179.58	x 1 kgCO ₂
CH ₄ emission	181.59	x 21 kg CO ₂
N ₂ O emission	36.32	x 296 kg CO ₂
Total emission	= 4,500,251.24	kgCO ₂ eq

ขั้นตอนการขุดขน

ในกระบวนการขุดขนของเหมืองหินปูนส่วนใหญ่ประกอบด้วยการใช้รถตักและรถบรรทุก ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลเป็นจำนวนมาก แสดงผลการคำนวณได้ดังนี้

น้ำมันดีเซล	2,321,748	ลิตร
ค่าความร้อน	36.42	เมกะจูล/ลิตร
CEF	74,100	kgCO ₂ /TJ
MEF	3	kgCH ₄ /TJ
NEF	0.6	kgN ₂ O/TJ
Total energy	84.56	TJ

$$\text{CO}_2\text{emission} = (6,265,752.41 \times 36.42 \times 74,100) / 10^6 = 6,265,752.41 \text{ kgCO}_2$$

$$\text{CH}_4\text{emission} = (6,265,752.41 \times 36.42 \times 3) / 10^6 = 253.67 \text{ kgCH}_4$$

$$\text{N}_2\text{Oemission} = (6,265,752.41 \times 36.42 \times 0.6) / 10^6 = 50.73 \text{ kgN}_2\text{O}$$

ดังนั้น

CO ₂ emission	6,265,752.41	x 1	kgCO ₂
CH ₄ emission	253.67	x 21	kgCO ₂
N ₂ O emission	50.73	x 296	kgCO ₂
Total emission	= 6,286,807.36		kgCO ₂ eq

ขั้นตอนการปลด

ในกระบวนการปลดของเหมืองหินปูนประกอบด้วยการใช้เครื่องปลดจากโรงโม่หิน เพื่อปลดย่อยแร่ให้มีขนาดเล็กมากที่สุด ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปลดต่างๆ แสดงผลการคำนวณได้ดังนี้

ไฟฟ้า	8,705,302.6	kWh
EF	0.566	kgCO ₂ /kWh
CO ₂ emission	= (8,705,302.6 x 0.566) kgCO ₂	
Total emission	4,927,201.27	kgCO ₂

Note: EF is adopted from EGAT website for year 2009.

5.5 การประเมินและแปรผลการระบายก๊าซเรือนกระจก

ผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกสรุปดังตารางที่ 5-1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาจากการดำเนินงานในเมืองหินปูนของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด รวมเป็นจำนวน 17,913.725 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยกระบวนการชุดชนมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดรองลงมาคือ กระบวนการบด กระบวนการระเบิด กระบวนการเจาะรูระเบิด และกระบวนการพัฒนาพื้นที่ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด

ตารางที่ 5-1

ผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกจากข้อมูลตัวอย่าง
เมืองหินปูน บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด

กระบวนการ	ค่าการระบายก๊าซเรือนกระจก kgCO ₂ eq			
	CO ₂ emission kgCO ₂	CH ₄ emission kgCH ₄	N ₂ O emission kgN ₂ O	Total emission kgCO ₂ eq
การพัฒนาพื้นที่	887,820.17	35.94	7.19	890,803.53
การเจาะรูระเบิด	1,340,278.85	52.80	10.56	1,308,661.65
การระเบิด	4,485,179.58	181.59	36.32	4,500,251.24
การชุดชน	6,265,752.41	253.67	50.73	6,286,807.36
การบด	4,927,201.27	-	-	4,927,201.27
	12,979,031.01	524.00	104.80	17,913,725.05

ในการประเมินการระบายก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมืองนั้นจะเป็นการวิเคราะห์รวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นคือ วัสดุที่ใช้จนกระทั่งการนำไปใช้ในงานนั้นๆ ซึ่งเป็นการประเมินด้านภาวะโลกร้อน (Global Warming) ดังนั้นข้อมูลที่น่าไปวิเคราะห์จึงได้จากในทุกกระบวนการของการทำเหมืองนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลด้านการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ในขั้นตอนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเหมืองโดยจะเห็นได้ว่าพลังงานหลักจะเป็นน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ รถชุด รถตัก รถเจาะ และรถบรรทุก ในกระบวนการขุดขนพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการบดทั้งหมด โดยกำหนดหน่วยของการประเมินเป็นหน่วยของการผลิตหินปูนใน 1 ปี และทำการวิเคราะห์ในแต่ละหน่วยย่อยหรือแต่ละกระบวนการทำเหมืองก่อนแล้วจึงนำมาแสดงภาพรวมทั้งหมดของเหมือง ซึ่งเป็นการรวมเอาทุกหน่วยที่วิเคราะห์ได้จากกระบวนการย่อยในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการพัฒนาพื้นที่ คิดเป็นวัตถุดิบและกรรมวิธีใช้วัตถุดิบสำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการพัฒนาพื้นที่คือ น้ำมันดีเซล ซึ่งผลกระทบที่เกิดจากภาพรวมกระบวนการผลิตหรือตัววัสดุของน้ำมันดีเซล ผลกระทบด้านกรรมวิธีใช้วัตถุดิบในที่นี้หมายถึงการเผาไหม้น้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ที่ใช้ในการพัฒนาพื้นที่ ผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 887,820.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซมีเทน 35.94 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 7.19 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ได้จากกระบวนการพัฒนาพื้นที่ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ ใน 1 ปี ตามลำดับ โดยมีค่าผลรวมการระบายก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 890.803 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ใน 1 ปี

กระบวนการเจาะและระเบิด ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน โดยมีการใช้ ANFO เป็นวัตถุระเบิดที่เกิดจากการผสมกันระหว่างปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทและน้ำมันดีเซลโดยสัดส่วน 94% และ 6% ตามลำดับ ซึ่ง ANFO เมื่อเกิดการระเบิดจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 54.74 กรัมต่อกิโลกรัม ผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกในช่วงการเจาะระเบิดมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1,340,278.85 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซมีเทน 52.80 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 10.56 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ได้จากกระบวนการพัฒนาพื้นที่ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ ใน 1 ปี ตามลำดับ โดยมีค่าผลรวมของการระบายก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 1,308.661 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ใน 1 ปี ส่วนผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกในช่วงการระเบิดมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4,485,179.58 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซมีเทน 181.59 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 36.32 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ได้จากกระบวนการพัฒนาพื้นที่ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ ใน 1 ปี ตามลำดับ โดยมีค่าผลรวมของการระบายก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 4,500.251 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ใน 1 ปี

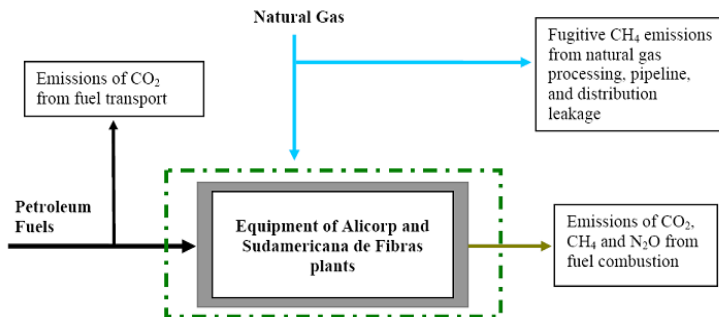
กระบวนการขุดขน ผลกระทบเกิดจากวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการขุดขนคือ น้ำมันดีเซล และจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ ผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 6,265,752.41 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซมีเทน 253.67 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 50.73 กิโลกรัม

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีค่าผลรวมของการระบายก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 6,286.807 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ใน 1 ปี

กระบวนการบด ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้าน การใช้ไฟฟ้าภายในประเทศซึ่งเกิดจากการการผสมผสานของไฟฟ้าจากโรงผลิตไฟฟ้าหลายๆกรรมวิธีเช่น โรงไฟฟ้าจากถ่านหิน โรงไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ โรงไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ถึงผลของการผลิตไฟฟ้าด้วยซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบไม่จำกัดเฉพาะเพียงใน همینเท่านั้น ผลการคำนวณการระบายก๊าซเรือนกระจกมีค่าผลรวมของการระบายก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 4,927.201 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ใน 1 ปี

6. ตัวอย่างการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเปลี่ยนแปลงการผลิต

ในตัวอย่างการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ใช้ในการอบรมทางวิชาการของโครงการ โดยได้นำหลักการของระเบียบวิธี AMS.III.B เวอร์ชัน 14 มาใช้เป็นตัวอย่าง ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร และปรับเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อทดลองวิธีการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม ในตัวอย่างนี้ ได้สมมติโจทย์เพื่อใช้ในการคำนวณให้ บริษัท B มีหน่วยการทำงาน 2 หน่วย ชื่อว่า Alicorp และ SdF โดยบริษัทต้องการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ที่ผลิตไอน้ำและก๊าซร้อนใหม่ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้จาก Residue 500 น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด และก๊าซหุงต้มมาเป็นก๊าซธรรมชาติ ซึ่งพบว่าทำให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานดังกล่าว



ในการฝึกการคำนวณนี้ ได้มีการตั้งสมมติฐานบางประการ อาทิ ปริมาณพลังงานความร้อนจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ (เช่น ไอน้ำและก๊าซร้อน) จากชุดอุปกรณ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หากเปรียบเทียบระหว่างก่อนการดำเนินโครงการ และเมื่อมีการดำเนินโครงการ และการดำเนินโครงการนี้เป็น การดำเนินโครงการที่เรียกว่า Programme of Activity (PoA) กล่าวคือ โครงการหลายๆ โครงการสามารถทำเรื่องขอขึ้นทะเบียนได้พร้อมกัน ในการนี้ส่งผลให้ต้องมีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหล(leakage) ออกนอกขอบเขตโครงการด้วย

ข้อมูลของบริษัทก่อนการดำเนินโครงการ

ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลต่อปีแสดงดังตารางข้างล่าง

Table 1: Average Fuel Consumption
(gal/year)

	Residual 500	Diesel	LPG	Kerosene
Alicorp	3,343,272	323,991	660,856	---
Sudamericana de Fibras	6,366,302	---	---	675,113
Total	9,709,574	323,991	660,856	675,113

โดยมีค่าความร้อน(NCV) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ (CEF) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทน (MEF) และ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NEF) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลแต่ละ ชนิดดังนี้

	Residual 500	Diesel	LPG	Kerosene
CEF (kgCO ₂ /GJ)	77.37	74.07	63.07	71.87
MEF (kgCH ₄ /GJ)	0.003	0.0002	0.0011	0.0007
NEF (kgN ₂ O/GJ)	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004
NCV (MJ/gal)	173.5	151.2	112.0	148.1

ในส่วนของการขนส่งเชื้อเพลิงฟอสซิลแต่ละชนิดมายังบริษัทนั้น ใช้รถบรรทุกซึ่งใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเป็นพาหนะในการขนส่งซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 9 กิโลเมตร/แกลลอน และน้ำมันดีเซลมีค่าความร้อนเท่ากับ 0.1384 GJ/gal

	Residual 500	Diesel	LPG	Kerosene
ระยะทางแต่ละเที่ยว (km)	40	7	25	7
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ขนส่งในแต่ละรอบ (gal)	8100	5000	5000	9000

ข้อมูลเมื่อมีการดำเนินโครงการ

เมื่อมีการดำเนินโครงการ ทางบริษัทเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นก๊าซธรรมชาติซึ่งมีปริมาณการใช้ต่อปีเท่ากับ 2.0 ล้าน GJ และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CEF) เท่ากับ 56,100 kgCO₂/TJ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทน (MEF) เท่ากับ 0.0014 kgCH₄/GJ และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NEF) เท่ากับ 0.0023 kgN₂O/GJ อนึ่ง ในรายงานของIPCC 2006 กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากก๊าซธรรมชาติ (IPCC default methane emission factor of natural gas associated with fugitive emissions) เท่ากับ 0.23 kgCH₄/GJ

วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน: BE

คำนวณโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$BE = \sum_i BFC_i \times [CEF_i + MEF_i \times GWP (CH_4) + NEF_i \times GWP (N_2O)]$$

โดย	BE	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (tonCO ₂ eq/ปี)
	BFC _i	= ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง i ในกรณีฐาน วัดใน หน่วยพลังงาน (GJ)
	CEF	= ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (kgCO ₂ /GJ)

MEF	= ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทน (kgCH ₄ /GJ)
NEF	= ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (kgN ₂ O/GJ)
GWP(CH ₄)	= ค่าศักยภาพก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนของก๊าซ มีเทนเท่ากับ 21 tonCO ₂ eq/tonCH ₄
GWP(N ₂ O)	= ค่าศักยภาพก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนของก๊าซ ไนตรัสออกไซด์เท่ากับ 310 tonCO ₂ eq/tonN ₂ O

ชนิดเชื้อเพลิง: R-500

$$\begin{aligned}
 \text{BFC}_{\text{R-500}} &= 9,709,574 \text{ gal/yr} \times 173.5 \text{ MJ/gal} \times 0.001 \text{ GJ/MJ} \\
 &= 1,684,443.5 \text{ GJ/yr} \\
 \text{CEF} &= 77.37 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} \\
 \text{MEF} &= 0.003 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \\
 \text{NEF} &= 0.0003 \text{ kgN}_2\text{O/GJ} \\
 \text{BE}_{\text{R-500}} &= 1,684,443.5 \text{ GJ/yr} \times (77.37 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} + (0.003 \\
 &\quad \text{kgCH}_4/\text{GJ} \times 21 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonCH}_4) + (0.0003 \text{ kgN}_2\text{O/GJ} \times \\
 &\quad 310 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonN}_2\text{O})) \\
 &= 130,588,170 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 130,588.2 \text{ tonCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

ชนิดเชื้อเพลิง: ดีเซล

$$\begin{aligned}
 \text{BFC}_{\text{diesel}} &= 323,991 \text{ gal/yr} \times 151.2 \text{ MJ/gal} \times 0.001 \text{ GJ/MJ} \\
 &= 48,987.4 \text{ GJ/yr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CEF} &= 74.07 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} \\
 \text{MEF} &= 0.0002 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \\
 \text{NEF} &= 0.0004 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{GJ} \\
 \text{BE}_{\text{diesel}} &= 48,987.4 \text{ GJ/yr} \times (74.07 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} + (0.0002 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \times 21 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonCH}_4) + (0.0004 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{GJ} \times 310 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonN}_2\text{O})) \\
 &= 3,634,780 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 3,634.8 \text{ tonCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

ชนิดเชื้อเพลิง: LPG

$$\begin{aligned}
 \text{BFC}_{\text{LPG}} &= 660,856 \text{ gal/yr} \times 112.0 \text{ MJ/gal} \times 0.001 \text{ GJ/MJ} \\
 &= 74,015.9 \text{ GJ/yr} \\
 \text{CEF} &= 63.07 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} \\
 \text{MEF} &= 0.0011 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \\
 \text{NEF} &= 0.0004 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{GJ} \\
 \text{BE}_{\text{LPG}} &= 74,015.9 \text{ GJ/yr} \times (63.07 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} + (0.0011 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \times 21 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonCH}_4) + (0.0004 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{GJ} \times 310 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonN}_2\text{O})) \\
 &= 4,679,069 \text{ kgCO}_2/\text{yr} = 4,679.1 \text{ tonCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

ชนิดเชื้อเพลิง: Kerosene

$$\begin{aligned}
 \text{BFC}_{\text{kerosene}} &= 675,113 \text{ gal/yr} \times 148.1 \text{ MJ/gal} \times 0.001 \text{ GJ/MJ} \\
 &= 99,984.2 \text{ GJ/yr} \\
 \text{CEF} &= 71.87 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MEF} &= 0.0007 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \\
 \text{NEF} &= 0.0004 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{GJ} \\
 \text{BE}_{\text{kerosene}} &= 99,984.2 \text{ GJ/yr} \times (71.87 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} + (0.0007 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \\
 &\quad \times 21 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonCH}_4) + (0.0004 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{GJ} \times 310 \\
 &\quad \text{tonCO}_2\text{eq/tonN}_2\text{O})) \\
 &= 7,199,135 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 7,199.1 \text{ tonCO}_2/\text{yr} \\
 \text{BE} &= 130,588.2 + 3,634.8 + 4,679.1 + 7,199.1 \\
 &= 146,101.8 \text{ tonCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ: PE

คำนวณโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$E = \text{PFC}_{\text{NG}} \times [\text{CEF}_{\text{NG}} + \text{MEF}_{\text{NG}} \times \text{GWP}(\text{CH}_4) + \text{NEF}_{\text{NG}} \times \text{GWP}(\text{N}_2\text{O})]$$

โดย E = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (tonCO₂eq/ปี)

PFC_{NG} = ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในการดำเนินโครงการวัดในหน่วยพลังงาน (GJ)

CEF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (kgCO₂/GJ)

MEF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทน

$$\begin{aligned}
 & \text{(kgCH}_4\text{/GJ)} \\
 \text{NEF} &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์} \\
 & \text{(kgN}_2\text{O/GJ)} \\
 \text{GWP(CH}_4\text{)} &= \text{ค่าศักยภาพก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนของก๊าซ} \\
 & \text{มีเทนเท่ากับ 21 tonCO}_2\text{eq/tonCH}_4 \\
 \text{GWP(N}_2\text{O)} &= \text{ค่าศักยภาพก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนของ} \\
 & \text{ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 310 tonCO}_2\text{eq/tonN}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

ชนิดเชื้อเพลิง: NG

$$\begin{aligned}
 \text{PFC}_{\text{NG}} &= 2,000,000 \text{ GJ/yr} \\
 \text{CEF} &= 56.1 \text{ kgCO}_2\text{/GJ} \\
 \text{MEF} &= 0.0014 \text{ kgCH}_4\text{/GJ} \\
 \text{NEF} &= 0.0023 \text{ kgN}_2\text{O/GJ} \\
 \text{E}_{\text{NG}} &= 2,000,000 \text{ GJ/yr} \times (56.1 \text{ kgCO}_2\text{/GJ} + (0.0014 \text{ kgCH}_4\text{/GJ} \\
 & \times 21 \text{ tonCO}_2\text{eq/tonCH}_4) + (0.0023 \text{ kgN}_2\text{O/GJ} \times 310 \\
 & \text{tonCO}_2\text{eq/tonN}_2\text{O})) \\
 &= 113,684,800 \text{ kgCO}_2\text{/yr} \\
 &= 113,684.8 \text{ tonCO}_2\text{/yr}
 \end{aligned}$$

เนื่องจากโครงการนี้มีการดำเนินการแบบ PoA จึงต้องคำนวณปริมาณ
ก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหล (leakage) ออกนอกขอบเขตโครงการด้วย

วิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหล (Leakage): LE

ในระเบียบวิธี AMS.III.B เวอร์ชัน 14 กำหนดให้คำนวณโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$LE = PFC_{NG} \times FE_{NG} \times GWP(CH_4) - BTE_{truck\ i} \times EF_{diesel}$$

โดย LE = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลออกนอก ขอบเขต
โครงการ (tonCO₂eq/ปี)

PFC_{NG} = ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงใน
การดำเนินโครงการวัดในหน่วยพลังงาน (GJ)

FE_{NG} = ค่าสัมประสิทธิ์การรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากก๊าซ
ธรรมชาติมีเท่ากับ 0.23 kgCH₄/GJ

GWP(CH₄) = ค่าศักยภาพก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนของก๊าซ
มีเทนเท่ากับ 21 tonCO₂eq/tonCH₄

BTE_{truck i} = ปริมาณพลังงานจากน้ำมันดีเซลที่รถบรรทุกใช้เพื่อ
ขนส่งเชื้อเพลิง i (GJ)

EF_{diesel} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
จากน้ำมันดีเซล (kgCO₂/GJ)

ต้องคำนวณ BTE จากการขนส่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิด โดยใช้รถบรรทุกซึ่ง
ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเป็นพาหนะในการขนส่งซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลือง
เชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 9 กิโลเมตร/แกลลอน และน้ำมันดีเซลมีค่าความร้อนเท่ากับ
0.1384 GJ/gal

ชนิดเชื้อเพลิง: R-500

ปริมาณที่ขนส่งทั้งหมด	=	9,709,574 gal/yr
ความจุรถบรรทุก	=	8100 gal/รอบ
จำนวนรอบการบรรทุก	=	9,709,574 gal/yr / 8100 gal/รอบ
	=	1,199 รอบ/yr
ระยะทางบรรทุก	=	80 km/รอบ
ระยะทางทั้งหมด	=	1,199 รอบ/yr x 80 km/รอบ
	=	95,920 km/yr
จำนวนน้ำมันดีเซลที่ใช้	=	95,920 km/yr / 9 km/gal
	=	10,657.8 gal/yr
BTE _{truck R-500}	=	10657.8 gal/yr x 0.1384 GJ/gal
	=	1,475.0 GJ/yr

ชนิดเชื้อเพลิง: Diesel

ปริมาณที่ขนส่งทั้งหมด	=	323,991 gal/yr
ความจุรถบรรทุก	=	5000 gal/รอบ
จำนวนรอบการบรรทุก	=	323,991 gal/yr / 5000 gal/รอบ
	=	65 รอบ/yr
ระยะทางบรรทุก	=	14 km/รอบ
ระยะทางทั้งหมด	=	65 รอบ/yr x 14 km/รอบ
	=	910 km/yr
จำนวนน้ำมันดีเซลที่ใช้	=	910 km/yr / 9 km/gal
	=	101.1 gal/yr
BTE _{truck diesel}	=	101.1 gal/yr x 0.1384 GJ/gal
	=	14.0 GJ/yr

ชนิดเชื้อเพลิง: LPG

ปริมาณที่ขนส่งทั้งหมด	=	660,856 gal/yr
ความจุรถบรรทุก	=	5000 gal/รอบ
จำนวนรอบการบรรทุก	=	660,856 gal/yr / 5000 gal/รอบ
	=	133 รอบ/yr
ระยะทางบรรทุก	=	50 km/รอบ
ระยะทางทั้งหมด	=	133 รอบ/yr x 50 km/รอบ
	=	6,650 km/yr
จำนวนน้ำมันดีเซลที่ใช้	=	6,650 km/yr / 9 km/gal
	=	738.9 gal/yr
$BTE_{truck\ LPG}$	=	738.9 gal/yr x 0.1384 GJ/gal
	=	102.3 GJ/yr

ชนิดเชื้อเพลิง: Kerosene

ปริมาณที่ขนส่งทั้งหมด	=	675,113 gal/yr
ความจุรถบรรทุก	=	9000 gal/รอบ
จำนวนรอบการบรรทุก	=	675,113 gal/yr / 9000 gal/รอบ
	=	75 รอบ/yr
ระยะทางบรรทุก	=	14 km/รอบ
ระยะทางทั้งหมด	=	75 รอบ/yr x 14 km/รอบ
	=	1,050.2 km/yr
จำนวนน้ำมันดีเซลที่ใช้	=	1,050.2 km/yr / 9 km/gal
	=	116.7 gal/yr
$BTE_{truck\ kerosene}$	=	116.7 gal/yr x 0.1384 GJ/gal
	=	16.1 GJ/yr

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น } \sum \text{BTE}_{\text{truck } i} &= 1,475.0 + 14.0 + 102.3 + 16.2 \\
 &= 1,607.4 \text{ GJ/yr} \\
 \sum \text{BTE}_{\text{truck } i} \times \text{EF}_{\text{diesel}} &= 1,607.4 \text{ GJ/yr} \times 74.07 \text{ kgCO}_2/\text{GJ} \\
 &= 119,060.1 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 119.1 \text{ tonCO}_2/\text{yr} \\
 \text{จาก PFC}_{\text{NG}} &= 2,000,000 \text{ GJ/yr} \\
 \text{และ FE}_{\text{NG}} &= 0.23 \text{ kgCH}_4/\text{GJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \\
 \text{LE} &= (2,000,000 \text{ GJ/yr} \times 0.23 \text{ kgCH}_4/\text{GJ} \times 21 \\
 &\quad \text{kgCO}_2\text{eq/kgCH}_4) - 119,060.1 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 9,660,000 \text{ kgCO}_2/\text{yr} - 119,060.1 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 9,541,013 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \\
 &= 9,541 \text{ tonCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการเนินโครงการ (ER) เท่ากับ

$$\begin{aligned}
 \text{ER} &= \text{BE} - \text{PE} - \text{LE} \\
 &= 146,101.8 \text{ tonCO}_2/\text{yr} - 113,684.8 \text{ tonCO}_2/\text{yr} - 9,541 \text{ tonCO}_2/\text{yr} \\
 &= 22,876 \text{ tonCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณดังกล่าว มีข้อสังเกต คือ ปัจจัยที่ทำให้ผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจมีความแตกต่างกันระหว่างตัวอย่างในหัวข้อที่ 5 ที่ผ่านมากับตัวอย่างการคำนวณในหัวข้อที่ 6 นี้ ซึ่งมีหลายปัจจัย เช่น การเลือกใช้สัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงที่ต่างกัน

โดยปกติการเรียงลำดับการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว คือ เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นตัวแทนของโรงงานก่อน หากไม่มีจึงเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นตัวแทนของประเทศและค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นค่า default ในรายงานของ IPCC assessment report ตามลำดับ ดังนั้นในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการที่คล้ายกันอาจจะมีการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่างกันตามความเหมาะสม เนื่องจากบางประเทศมีงานวิจัยที่ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในประเทศของตน จึงมิได้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นค่า default ตามรายงานของ IPCC assessment report

อย่างไรก็ตาม แม้ในการคำนวณนั้นจะเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงที่เป็นค่า default แต่ก็ยังพบอีกว่าค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ขึ้นอยู่กับประเภทของเทคโนโลยีประเภทของลักษณะการใช้งานหรือประเภทของกิจกรรมอีกด้วย เช่น การเผาไหม้น้ำมันดีเซลเพื่อการคมนาคมขนส่งจะมีค่า default ของสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์แตกต่างจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซลในหม้อต้มไอน้ำ และการที่หม้อต้มไอน้ำต่างเทคโนโลยีกันก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์นี้แตกต่างกัน เป็นต้น

7. ข้อเสนอแนะแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับเมืองแร่

จากการศึกษา พบว่ากิจกรรมในการทำเหมืองแร่ที่สามารถช่วยลดการระบายก๊าซเรือนกระจกได้ ประกอบด้วย การปลูกต้นไม้และฟื้นฟูพืชพรรณเพื่อปกคลุมพื้นที่หน้าเหมืองและโดยรอบ การใช้มาตรการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเพื่อลด การ

ปล่อยมลพิษ การนำก๊าซมีเทนจากแหล่งถ่านหินมาใช้ใหม่เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การพัฒนาและเลือกใช้พลังงานทดแทน และพลังงานหมุนเวียน การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และการออกแบบอาคารในพื้นที่โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน

ในการดำเนินงานสู่ CDM ของเมืองในประเทศไทยน่าจะมีโอกาสเป็นไปได้ยาก เนื่องจากกิจกรรมในการระบายก๊าซเรือนกระจกค่อนข้างน้อย แต่หากพิจารณาถึงการลดการระบายก๊าซคาร์บอนรูปแบบอื่นๆ นับว่ามีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการ นอกจากการดำเนินการ CDM ที่เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกแล้ว กลไกอื่นๆ ที่ช่วยขับเคลื่อนการลดก๊าซเรือนกระจกในการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Carbon Reduction Label ซึ่งผลิตภัณฑ์จากเมืองแร่สามารถเข้าร่วมโครงการนี้ได้ และในปัจจุบันแนวโน้มเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำการค้าของกลุ่มธุรกิจที่มีนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงการสร้างภาพลักษณ์การลดโลกร้อน ผลิตภัณฑ์ประเภทแร่ที่ส่งเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมที่มีนโยบายเชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม หรือเป็นคู่ค้ากับกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปหรือ EU หรือหินอุตสาหกรรมก่อสร้างหรือหินประดับที่จะต้องเข้าสู่กระแส GREEN BUILDING ที่กำลังเข้มข้นในปัจจุบัน ที่วัสดุหรืออุปกรณ์ก่อสร้างจะต้องมีส่วนช่วยสร้างภาพลักษณ์ในการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ในหลายประเทศเริ่มมีการนำคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาใช้กันแล้ว ทั้งในอังกฤษ ฝรั่งเศส สวิตเซอร์แลนด์ แคนาดา ญี่ปุ่น และเกาหลี เป็นต้น และมีการเรียกร้องให้สินค้าที่นำเข้าจากประเทศไทยต้องติดเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วย ซึ่งผลิตภัณฑ์แร่ หรือผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องจากเมืองแร่ ในกระแสสิ่งแวดล้อมในอนาคต มีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการเพื่อเป็นฐานข้อมูลให้กับผู้ประกอบการที่นำผลิตภัณฑ์จากเมืองแร่ไปเป็นวัตถุดิบด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการกำหนดแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่สู่โครงการกลไกพัฒนาที่สะอาด. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. โครงการจัดทำยุทธศาสตร์การผลิตที่ยั่งยืน. บริษัท เทลโก้ จำกัด, 2552

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). คู่มือการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) เพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับผู้ประกอบการ, 2553

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553

<http://www.tgo.or.th/>