



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ
การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม: กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

โดย รองศาสตราจารย์ ดร.อรรถัย ชวาลภาฤทธิ์ และคณะ

เมษายน 2558

อภิธานศัพท์และคำย่อ

คำย่อ	คำศัพท์	ความหมาย
AM	Approved Methodology	วิธีการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการอนุมัติแล้ว
BAU	Business As Usual	การดำเนินงานในภาวะปกติ
BE	Baseline Emission	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน
BUR	Biennial Update Report	การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นประจำทุก 2 ปี
CDM	Clean Development Mechanism	กลไกการพัฒนาที่สะอาด
EF	Emission Factor	ตัวคูณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ER	Emission Reduction	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
GWP	Global Warming Potential	ศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อน
IEA	International Energy Agency	องค์การพลังงานระหว่างประเทศ
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ISO	International Standard Organization	องค์กรมาตรฐานสากล
MRV	Measurement Reporting and Verification	การตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ
NAMAs	Nationally Appropriate Mitigation Actions	แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมระดับชาติ
PE	Project Emission	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีโครงการ
PTIT	Petroleum Institute of Thailand	สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย
TGO	Thailand Greenhouse gas Organization	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
TRF	Thailand Research Fund	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	สำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
UNEP	United Nation Environmental Program	โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ
WRI	World Resource Institute	สถาบันทรัพยากรโลก
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	สภากลุ่มธุรกิจชั้นนำของโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

สารบัญ

	หน้า
อภิธานศัพท์และคำย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iv
สารบัญรูป	v
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	vi
บทคัดย่อ	xvi
บทที่ 1 การดำเนินการศึกษา	
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1-1
1.2 การพิจารณาคัดเลือกโรงงานนำร่อง	1-5
1.3 แนวทางการพัฒนาระบบ MRV	1-5
บทที่ 2 ก๊าซเรือนกระจกในรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	
2.1 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย	2-1
2.2 สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย	2-2
2.3 สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย	2-6
2.4 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด	2-8
บทที่ 3 การตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (MRV)	
3.1 รูปแบบและองค์ประกอบระบบ MRV	3-2
3.2 หลักการพื้นฐานของระบบ MRV	3-6
3.3 กรณศึกษาระบบ MRV ของต่างประเทศ	3-7
บทที่ 4 แนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก	
4.1 ก๊าซเรือนกระจกรายสาขา	4-1
4.2 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	4-2
4.3 แนวทางการเก็บข้อมูล	4-3
4.4 หลักการประเมินก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานสากล	4-3
4.5 สรุปแนวทางการตรวจวัดสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม	4-7
บทที่ 5 แนวทางการรายงานผลก๊าซเรือนกระจก	
5.1 ระบบเมตริกการรายงานผล	5-1
5.2 หลักการรายงานก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานสากล	5-2
5.3 สรุปแนวทางการรายงานผลสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม	5-5

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 6 แนวทางการทวนสอบก๊าซเรือนกระจก	
6.1 องค์ประกอบของการทวนสอบ	6-1
6.2 หลักการทวนสอบก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานสากล	6-2
6.3 สรุปแนวทางการทวนสอบสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม	6-5
บทที่ 7 การเปรียบเทียบ T-MRV กับ CDM	
7.1 T-MRV-P1 vs. CDM-AM0017	7-3
7.2 T-MRV-P2 vs. CDM-AM0018	7-5
7.3 T-MRV-P3 vs. CDM-AM0048	7-7
7.4 T-MRV-P4 vs. CDM-AMS II.C	7-10
7.5 T-MRV-P5 vs. CDM-AMS III.Q	7-13
บทที่ 8 ดัชนี MRV	8-1
บทที่ 9 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้และข้อเสนอแนะสำหรับระบบ MRV ของการลด GHG ในระดับโครงการของกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	9-1
เอกสารอ้างอิง	xviii
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การประชุมรับฟังความคิดเห็น การเยี่ยมชมสำรวจโรงงาน และการจัดฝึกอบรม	ก-1
ภาคผนวก ข บทความสำหรับการเผยแพร่	ข-1
ภาคผนวก ค กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	ค-1
ภาคผนวก ง ผลสัมฤทธิ์การดำเนินโครงการ	ง-1

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1	1-1
ตารางที่ 1-2	1-7
ตารางที่ 2-1	2-7
ตารางที่ 2-2	2-9
ตารางที่ 3-1	3-2
ตารางที่ 3-2	3-8
ตารางที่ 3-3	3-15
ตารางที่ 4-1	4-8
ตารางที่ 7-1	7-1
ตารางที่ 7.1-1	7-3
ตารางที่ 7.1-2	7-4
ตารางที่ 7.2-1	7-5
ตารางที่ 7.2-2	7-6
ตารางที่ 7.3-1	7-7
ตารางที่ 7.3-2	7-9
ตารางที่ 7.4-1	7-11
ตารางที่ 7.4-2	7-11
ตารางที่ 7.5-1	7-13
ตารางที่ 7.5-2	7-14
ตารางที่ 8-1	8-2
ตารางที่ 8-2	8-3
ตารางที่ 8-3	8-5
ตารางที่ 8-4	8-6
ตารางที่ 8-5	8-6
ตารางที่ 9-1	9-4

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-1	กรอบแนวทางการดำเนินงาน MRV
รูปที่ 2-1	ภาพรวมอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย
รูปที่ 2-2	ความต้องการใช้พลังงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย
รูปที่ 2-3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย
รูปที่ 2-4	ผังการไหลของก๊าซเรือนกระจกและพลังงานของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในปีพ.ศ. 2548
รูปที่ 2-5	ตัวอย่างมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่ม อุตสาหกรรมปิโตรเคมีอย่างมีนัยสำคัญ
รูปที่ 3-1	ตัวอย่างกรอบแนวคิดการรายงานของ British Columbia
รูปที่ 3-2	ตัวอย่างระดับการทวนสอบสำหรับประเทศกำลังพัฒนา
รูปที่ 3-3	หลักการของกลไกตลาดคาร์บอนในสหภาพยุโรป
รูปที่ 4-1	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
รูปที่ 4-2	หลักการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกตาม CDM

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

1. ระบบการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ

ระบบการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) กลายเป็นประเด็นสำคัญเรื่องหนึ่งในการเจรจา ระหว่างประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหลังปี พ.ศ. 2555 ระบบ MRV ประกอบด้วย 3 ระบบย่อย ที่สำคัญ คือ

(1) ระบบตรวจวัด (Measurable; M) หมายถึง การหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ทั้งทางตรงโดยใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน และตรวจวัดทางอ้อมโดยใช้ การคำนวณตามหลักการทฤษฎี และอาศัยตัวชี้วัดต่างๆ เช่น ข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Activity Data) และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) เป็นต้น หลายประเทศทั่วโลก ได้มีการดำเนินงานเกี่ยวกับระบบบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่จะนำมาขยายผล สำหรับแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบต่างๆ ให้ครอบคลุมกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกที่มี ความหลากหลายมากขึ้น และหน่วยของการตรวจวัดที่เป็นที่ยอมรับ คือ ตันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า (tons of CO₂-equivalent; tCO₂e)

(2) ระบบรายงาน (Reportable; R) หมายถึง การนำเสนอรายละเอียดโครงการ วิธีการดำเนินงาน และผล จากการตรวจวัดที่เชื่อถือได้ มีความโปร่งใส สามารถเปรียบเทียบกันได้ ภายใต้รูปแบบที่ถูกต้องเป็น มาตรฐานสากล บัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติของประเทศกำลังพัฒนาสามารถใช้เป็นข้อมูลในการกำหนด นโยบายเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก และการตัดสินใจเลือกรายสาขาที่มีลำดับความสำคัญในการ ดำเนินการ

(3) ระบบทวนสอบ (Verifiable; V) หมายถึง การประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้เกิดความโปร่งใสของการตรวจวัดและการรายงาน โดยสามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ สามารถทวน สอบคุณภาพของการดำเนินงานโดยอ้างอิงมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (Quality Control) และการประกัน คุณภาพ (Quality Assurance) ซึ่งสามารถทำได้โดยการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหรือหน่วยงานที่ ได้รับการรับรอง (Accredited Entity) ซึ่งถือเป็นสิ่งที่สำคัญหากการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถ ทำได้จริงในระยะยาวและสามารถตรวจวัดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการขอรับความช่วยเหลือจาก ต่างประเทศ ทั้งในด้านการเงิน เทคโนโลยี และอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การทวนสอบอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่ง

ของการพิจารณาความเหมาะสมของโครงการ และความพร้อมของผู้ดำเนินโครงการ ดังนั้น กระบวนการทวนสอบอาจเป็นเพียงขั้นตอนในระดับชาติหรือกระทำโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียก็เป็นได้

หลักการพื้นฐานของมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีการดำเนินงานตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปจะเป็นไปตามหลักการ TACCC ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความโปร่งใส ความถูกต้อง ความสอดคล้อง ความสมบูรณ์ และความสามารถเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้น เพื่อให้โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ที่ดำเนินการภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติมีคุณภาพ เชื่อถือได้ และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน การดำเนินโครงการภายใต้ระบบ MRV จึงควรตั้งอยู่บนพื้นฐานหลักการ TACCC เช่นกัน

นานาประเทศทั่วโลกได้เริ่มมีการเสนอเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกต่อสำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (UNFCCC) แม้ว่าเป้าหมายที่แต่ละประเทศกำหนดจะมีความแตกต่างกันทั้งในเชิงของตัวชี้วัดและปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก แต่ทุกเป้าหมายอาศัยระบบ MRV เป็นหัวใจสำคัญสำหรับการควบคุมคุณภาพโครงการการลดก๊าซเรือนกระจกให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงแนวทางและวิธีการสำหรับระบบ MRV ของบางประเทศในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวทางและวิธีการระบบ MRV ของต่างประเทศ

ระบบ	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	ญี่ปุ่น	จีน
การตรวจวัด				
วิธีการตรวจวัด	Tier 1- 3	Tier 1- 3	Tier 1- 3	Tier 1- 3
วิธีการติดตาม	Tier 4 – CEMs	Tier 4 - CEMs	-	Tier 4 - CEMs
การประกันคุณภาพ	มี	มี (รักษา 10 ปี)	มี	มี
การรายงาน				
เกณฑ์การรายงาน	$\geq 25,000 \text{ tCO}_2\text{e}$	A : $\leq 50,000 \text{ tCO}_2\text{e}$ B : $50,000 - 500,000 \text{ tCO}_2\text{e}$ C : $\geq 500,000 \text{ tCO}_2\text{e}$	-	-
หน่วยงานรับผิดชอบ	US.EPA	EU.ETS	JBIC	NRDC
แหล่งกำเนิดก๊าซ	Direct Source, Indirect Source	Major Source, Minor Source, De-minimis Source	-	Direct Source, Indirect Source
ระบบการรายงาน	ออนไลน์	-	ออนไลน์	ออนไลน์
ความถี่การรายงาน	ปีละครั้ง	ปีละครั้ง	-	-
การทวนสอบ				
หน่วยงานทวนสอบ	US.EPA	บุคคลที่ 3	JBIC	หน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบโดยตรง
วิธีการทวนสอบ	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)

2. ระบบ MRV กับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

จากผลการศึกษาสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2548 - 2553 พบว่า อุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของคาร์บอนของกลุ่มผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีใกล้เคียงหรือต่ำกว่ากับรายงานการศึกษาในต่างประเทศ (Neelis, 2004; IPCC, 2006) เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและวัตถุดิบจากก๊าซธรรมชาติในการผลิต และพบว่ามีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 11 จากมาตรการประหยัดไฟฟ้า ใช้น้ำ และเชื้อเพลิง แม้ว่าโรงงานส่วนใหญ่มีการดำเนินการลดการใช้พลังงานต่างๆ แล้ว แต่เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีของประเทศไทยเทียบกับการใช้พลังงานของโรงงานปิโตรเคมีทั่วโลกหลังใช้แนวทางการอนุรักษ์พลังงานโดย BPT และ BAT แล้ว พบว่า ค่าความเข้มข้นพลังงานของโรงงานปิโตรเคมีของประเทศไทยมีค่าสูงกว่า ซึ่งคาดว่าจะการลดค่าความเข้มข้นพลังงานจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้มากเช่นกัน โดยเฉพาะมาตรการการใช้ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และการปรับปรุงเทคนิคกระบวนการผลิต เป็นต้น



รูปที่ 1 ตัวอย่างมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ (TRF, 2553)

ดังนั้น แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจกบนพื้นฐานของระบบ MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทยจึงควรพิจารณามาตรการอนุรักษ์พลังงานเป็นอันดับแรก เนื่องจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูง และการลดพลังงานยังส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการที่ลดลงด้วย

3. แนวทางการศึกษาระบบ MRV ที่เหมาะสมกับการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

จากการศึกษาภาพรวมและหลักการของระบบ MRV ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับชาติ (National-Based MRV) ระดับรายสาขา (Sector-Based MRV) และระดับโครงการ (Project-Based MRV) พบว่า ระบบ MRV สำหรับกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจัดเป็นระบบ MRV ในระดับโครงการ กล่าวคือ โครงการ/มาตรการอนุรักษ์พลังงานใดที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกควรดำเนินการภายใต้ระบบ MRV เพื่อให้เกิดความโปร่งใส น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับว่าการดำเนินการตามแนวทางของโครงการนั้นๆ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง

จากการวิเคราะห์แนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกภายใต้โครงการจากมาตรฐานสากลต่างๆ รวมถึงการศึกษาแนวทางการดำเนินงานระบบ MRV ของนานาชาติ พบว่า การตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางของกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) มีความเหมาะสม ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง จึงควรนำแนวทางดังกล่าวมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเป็นแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมต่อไป ดังนั้น ในการศึกษาแนวทางการตรวจวัดสำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะยึดแนวทางตาม CDM เป็นหลัก ในขณะที่การศึกษาแนวทางการรายงานผลและการทวนสอบสำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะยึดตามแนวทางของ ISO 14064-2, 14064-3 และ 14065 เป็นหลัก เนื่องจากเป็นหน่วยงานมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับในด้านก๊าซเรือนกระจกโดยตรง อีกทั้งปัจจุบันประเทศไทยมีคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการรับรองระบบ (National Accreditation System of Thailand : NAC) ซึ่งกำลังดำเนินการให้การรับรองผู้ทวนสอบภายใต้มาตรฐานระบบ ISO ดังนั้น สำหรับประเทศไทยจึงควรใช้ระบบดังกล่าวตาม ISO

4. แนวทางและวิธีการระบบ MRV ที่เหมาะสมสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

ผลการพัฒนาโครงการ T-MRV โดยบูรณาการมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีแนวคิดและหลักการคล้ายคลึงกัน เช่น CDM และ J-MRV มาประยุกต์สามารถเสนอแนะแนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกได้เป็น 5 ประเภทโครงการ/มาตรการ ดังแสดงในตารางที่ 2

องค์ประกอบของระบบ MRV จะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 5 ประเด็นหลัก คือ ขอบเขตการดำเนินงาน บุคลากร/องค์กรผู้รับผิดชอบ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ระยะเวลาการดำเนินงาน ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และระเบียบวิธี/ขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 โครงการ T-MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

Methodology Number	Methodology name	โครงการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานนำร่อง	Reference standards
T-MRV-P1	การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์กักไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่	Correct steam trap	AM0017
T-MRV-P2	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในระบบ	Optimize Energy from Super High Pressure Steam Optimize Deaerator Pressure Steam reduction at water stripping Thermo compressor Optimization steams	AM 0018
T-MRV-P3	ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้งานหลายราย	A combined heat and power (cogeneration) project	AM 0048
T-MRV-P4	การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	Changing Cooling Fan to more energy efficiency type Installation of Advance Process Control Changing Fluorescent tubes from T8 (36W) to T5 (28W) Installation of variable speed equipment at Centrifugal Fan Reduce %O ₂ in furnace	AMS-II.B AMS-II.C AMS-II.D AM0056 AM0060 J-MRV 2
T-MRV-P5	การนำพลังงานเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่	Flare Loss Management	ACM0012ver3.2 AM0024ver2.1 AM0066ver2 AMS-III.Qver3 J-MRV 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับระบบ MRV ภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

องค์ประกอบ	การตรวจวัด	การรายงานผล	การทวนสอบ
มาตรฐานอ้างอิง	CDM J-MRV	ISO 14064-2	ISO 14064-3 ISO 14065
ขอบเขต	Gate to Gate	แบ่งเป็น Direct Emission กับ Indirect Emission	ประเมินความสอดคล้องของการตรวจวัดและการรายงาน
บุคลากร/องค์กร	โรงงานควรเป็นผู้ตรวจวัด เนื่องจากมีความรู้ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน พร้อมระบุแหล่งที่มา/วิธีตรวจวัด	1)ผู้จัดทำรายงาน ควรเป็น พนักงานของโรงงาน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้มีอำนาจในโรงงานก่อน (QA/QC) 2)หน่วยงานผู้รับรายงาน ควรมีความเชี่ยวชาญทั้งในภาคอุตสาหกรรม และภาคก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนควรเป็นองค์กรที่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับการดำเนินกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือ กรมพลังงานทดแทน	อาจเป็นบุคคล ผู้เชี่ยวชาญอิสระ หน่วยงานจากทั้งในและต่างประเทศ หรือองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) เช่น สถาบันการศึกษาต่าง หรือ องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เป็นต้น

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

องค์ประกอบ	การตรวจวัด	การรายงานผล	การทวนสอบ
		และอนุรักษ์พลังงาน	
ข้อมูล	เก็บข้อมูลแบบ Bottom-Up	รายงานข้อมูลในหน่วย tCO ₂ eq/y พร้อมทั้งระบุรูปแบบการประเมิน Tier 1, 2, 3 ตาม IPCC	ประเมินความพร้อมของข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
ระยะเวลา	กิจกรรมมีดำเนินงานภายในระยะเวลา 3 เดือน 6 เดือน หรือ 1 ปี ขึ้นกับรูปแบบโครงการ	การรายงานผลควรจัดทำภายใน 1 ปี หลังการตรวจวัดตามรูปแบบของโครงการ	การทวนสอบควรจัดทำภายใน 6 เดือน หลังการรายงานผล
ขั้นตอน			
1.เงื่อนไขเบื้องต้น	-อธิบายเงื่อนไขการประยุกต์ใช้โครงการ T-MRV	-ระบุค่าอธิบายโครงการ	-ประเมินความสอดคล้องของมาตรการกับเงื่อนไขของโครงการ
2.ขอบเขตโครงการ	-จุดเริ่มต้น – สิ้นสุดโครงการ	-อธิบายกระบวนการที่เกี่ยวข้องในขอบเขตโครงการ	-ประเมินความครบถ้วนของเอกสารที่ระบุขอบเขตโครงการ
3.แหล่งกำเนิดก๊าซ	-รวบรวมกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ตารางที่ 4)	-ระบุแหล่งกำเนิดก๊าซ พร้อมชนิดของก๊าซ (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)	-ประเมินความถูกต้อง และความครบถ้วนของเอกสารที่ระบุกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งในกรณีฐานและจากโครงการ
4.ผลคำนวณกรณีฐาน (BE)	-แสดงวิธีการคำนวณทั้งแบบ Brown field และ Green field	-แสดงการปล่อยก๊าซกรณีฐาน	-ประเมินความถูกต้องกรณีฐาน
5.ผลคำนวณกรณีโครงการ (PE)	-แสดงวิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจกกรณีโครงการ	-แสดงการปล่อยก๊าซกรณีโครงการ	-ประเมินผลความถูกต้องกรณีโครงการ
6.ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (ER)	-แสดงวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก(สมการที่ 1) -สรุปตัวแปรและแหล่งที่มา	-แสดงการลดลงของก๊าซจากการดำเนินโครงการ	-ประเมินผลความถูกต้องการคำนวณ
7.สรุปข้อมูล		-สรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด	-ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ (สมการที่ 2)
8.การติดตามตรวจสอบ	-กำหนดแผนติดตามตรวจสอบข้อมูล	-ระบุแผนติดตามตรวจสอบและความถี่	-ประเมินความถูกต้องน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ติดตามตรวจสอบ -สรุปผลการประเมินทั้งหมด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (TRF, 2553)

อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	Direct GHG emission	Indirect GHG emission
ขั้นต้น	- การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง - การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เกิดจากกระบวนการผลิตเอง (Ethylene production) - ก๊าซที่เผาทั้ง (Flare และ Coke combustion)	❖ พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ
ขั้นกลาง	- การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง - ก๊าซที่ปล่อยทิ้ง (Vent)	❖ พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ
ขั้นปลาย	- การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง - ก๊าซที่เผาทั้ง (Flare)	❖ พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ

$$ER = BE - (PE + LE)$$

สมการที่ 1

โดยที่ ER คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (tCO₂e)
 BE คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (tCO₂e)
 PE คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงมีโครงการ (tCO₂e)
 LE คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากการดำเนินโครงการ (tCO₂e)

$$U_T = \sqrt{U_E^2 + U_M^2 + U_C^2 + U_H^2}$$

สมการที่ 2

โดยที่ U_T คือ ค่าความไม่แน่นอนรวม (%)
 U_E คือ ค่าความผิดพลาดจากเครื่องมือวัด (%)
 U_M คือ ค่าความผิดพลาดจากวิธีการตรวจวัด (%)
 U_C คือ ค่าความผิดพลาดจากการคำนวณ (%)
 U_H คือ ค่าความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน (%)

ตารางที่ 5 แบบสรุปผลการทวนสอบ

การให้ความเห็น	เงื่อนไข
สมเหตุสมผล	ค่าความไม่แน่นอนรวมต่ำกว่าเกณฑ์
เกือบจะสมเหตุสมผล	ค่าความไม่แน่นอนรวมสูงกว่าเกณฑ์ แต่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้
ไม่สมเหตุสมผล	ค่าความไม่แน่นอนรวมต่ำกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ
ไม่มีความเห็น	ข้อมูลไม่เพียงพอในการให้ความเห็น

5. แนวทางการพัฒนาระบบ T-MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

แนวทางและวิธีการในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี มีรายละเอียดการประยุกต์จากมาตรฐานสากลอื่นๆ วิเคราะห์ความเป็นไปในการเข้าถึงข้อมูล และสร้างสมการที่เหมาะสม ดังนี้

- i. ขั้นตอนการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระเบียบวิธี T-MRV ที่ทีมวิจัยพัฒนาขึ้น ตั้งอยู่บนหลักการเดียว กล่าวคือ แบ่งขั้นตอนการคำนวณออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ อย่างชัดเจน คือ
 - (1) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline Calculation)
 - (2) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีโครงการ (Project Calculation) และ
 - (3) การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (Emission Reduction) จากผลต่างของ (1) และ (2)ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำไปใช้ ในขณะที่การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในบางระเบียบวิธีของ CDM ไม่ได้แสดงสมการตั้งอยู่บนหลักการนี้เสมอไป ดังแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณในหัวข้อ **7.1 T-MRV-P1 vs. CDM-AM0017** และ **หัวข้อ 7.2 T-MRV-P2 vs. CDM-AM0018**
- ii. การบูรรวมสมการหรือตัวแปรในการคำนวณเพื่อให้ขั้นตอนการคำนวณลดลงโดยไม่สูญเสียความหมายทางวิศวกรรม ดังนั้น จะไม่มีความคลาดเคลื่อนระหว่างระเบียบวิธี T-MRV ที่พัฒนาขึ้นกับ ระเบียบวิธี CDM ดังเช่นการเปรียบเทียบใน **หัวข้อ 7.1, 7.3-7.5**
- iii. วิธีการคำนวณสำหรับโครงการ T-MRV พัฒนาขึ้นโดยบูรณาการมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีแนวคิดและหลักการคล้ายคลึงกัน เช่น CDM และ J-MRV มาประยุกต์และสร้างเป็นสมการเพื่อให้ครอบคลุมความหลากหลายของกิจกรรม/โครงการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมอย่างเหมาะสม ดังแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบการคำนวณในหัวข้อ **7.4 T-MRV-P4 vs. CDM-AMS II.C** และ **หัวข้อ 7.5 T-MRV-P5 vs. CDM-AMS III.Q**
- iv. การได้มาซึ่งข้อมูล/ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้/ความพร้อมของโรงงาน ทีมวิจัยพบว่า การเก็บข้อมูลแบบรายปีมีความเหมาะสมที่สุด และยังช่วยลดความยุ่งยากในการดำเนินงานของผู้ปฏิบัติการ อีกทั้งความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณข้อมูลแบบรายปีอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5) ดังตารางที่ 6
- v. สมบัติการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ทีมวิจัยกำหนดให้เลือกใช้ตามแหล่งที่มาของพลังงานหรือค่า Default หากไม่มีข้อมูล พร้อมทั้งระบุการได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการคำนวณเป็นตัวแทนที่สื่อถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จริงมากที่สุด

- vi. ค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หม้อไอน้ำ หรือ chiller ที่จำเป็นต่อการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่มิวิจียได้กำหนดค่า Default เตรียมไว้สำหรับใช้ในกรณีที่ผู้ประกอบการไม่มีข้อมูล ค่า Default ดังกล่าว ที่มิวิจียได้กำหนดอยู่บนหลักการอนุรักษ์นิยม (Conservative Approach) กล่าวคือ เมื่อคำนวณด้วยค่าดังกล่าวจะให้ผลค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้น้อยที่สุด

ตารางที่ 6 สรุปผลการคำนวณเปรียบเทียบตามระเบียบวิธี CDM และ T-MRV

T-MRV	ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณตามระเบียบวิธี CDM	หมายเหตุ
T-MRV-P1	0%	-
T-MRV-P2	0.02%	ความคลาดเคลื่อนเกิดจากขั้นตอนการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำของโครงการนี้มีผลกระทบต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น การคำนวณด้วยวิธี T-MRV-P2 จึงคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย ในขณะที่ผลการคำนวณตาม PDD ฉบับนี้ไม่มีการกล่าวอ้างถึง
T-MRV-P3	0%	-
T-MRV-P4	0%	-
T-MRV-P5	0%	-

6. ผลการทดลองใช้คู่มือ T-MRV กับโรงงานนําร่อง

จากการจัดทำคู่มือการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี และนำไปทดลองใช้กับโรงงานนําร่องที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 8 แห่ง พบว่า ระบบ T-MRV ที่สร้างขึ้นมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงตามแนวทางของมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่โรงงานอุตสาหกรรมมีการดำเนินงานในปัจจุบัน โดยมีจำนวนมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สอดคล้องกับโครงการ T-MRV แต่ละโครงการ ดังนี้

T-MRV-P1 มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานนําร่องที่นำมาทดลองใช้จำนวน 5 โครงการ

T-MRV-P2 มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานนําร่องที่นำมาทดลองใช้จำนวน 4 โครงการ

T-MRV-P3 มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานนําร่องที่นำมาทดลองใช้จำนวน 1 โครงการ

T-MRV-P4 มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานนําร่องที่นำมาทดลองใช้จำนวน 21 โครงการ

T-MRV-P5 มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานนำร่องที่นำมาทดลองใช้จำนวน 5 โครงการ

ภายหลังการทดลองใช้ร่างคู่มือระบบ MRV กับโรงงานนำร่อง ทีมวิจัยได้มีการจัดสัมมนาเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ และปรึกษากับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของการนำมาระบบ MRV ที่สร้างขึ้นมาใช้จริงกับภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่ให้ความรู้ด้านการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ทำให้ผู้ประกอบการเข้าใจและตระหนักในความสำคัญของเรื่องนี้ยิ่งขึ้น

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5530014

ชื่อโครงการ : แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม: กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ชื่อนักวิจัย : อรทัย ขวาลภาฤทธิ์¹ ชนาธิป ผาริโน¹ ธนาพล ตันติสัตยกุล²

และ ดร.เปรมฤดี กาญจนปิยะ³

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ³ MTEC, NSTDA

Email address : orathai.c@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : สิงหาคม 2555 – กรกฎาคม 2556

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเชิงระบบการดำเนินงานการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมีระดับโครงการ (Project level) ที่เป็นมาตรฐานเชื่อถือได้สอดคล้องกับความพร้อมและปัจจัยภายในประเทศ โดยคัดเลือกโรงงานนำร่องในแต่ละสายผลิตภัณฑ์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ และให้ครอบคลุมโรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ วิธีการศึกษาจะใช้หลักเกณฑ์ที่มีการดำเนินงานจากหน่วยงานที่เป็นสากลและมีระบบอ้างอิงให้เป็นมาตรฐานได้ โดยระบบการตรวจวัดจะอ้างอิงจากระเบียบวิธีของกลไกการพัฒนาที่สะอาดเป็นหลัก ในขณะที่ระบบการรายงานผลและการทวนสอบจะอ้างอิงตามมาตรฐานไอเอสโอเป็นหลัก ผลการวิจัย พบว่าแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (T-MRV) ประกอบด้วย (1) T-MRV-P1 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ดักไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ (2) T-MRV-P2 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในระบบ (3) T-MRV-P3 ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้งานหลายราย (4) T-MRV-P4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และ (5) T-MRV-P5 การนำพลังงานเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ ผลการทดลองใช้ระบบ T-MRV ทั้ง 5 วิธีกับโรงงานนำร่องที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 8 โรงงาน พบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ทางโรงงานอุตสาหกรรมมีการดำเนินงานอยู่มีความสอดคล้องกับระบบ T-MRV ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ได้จริงโดยมีจำนวนโครงการที่ทดลองใช้ทั้งสิ้น 32 โครงการ แบ่งเป็น T-MRV-P1 จำนวน 5 โครงการ T-MRV-P2 จำนวน 4 โครงการ T-MRV-P3 จำนวน 1 โครงการ T-MRV-P4 จำนวน 21 โครงการ และ T-MRV-P5 จำนวน 5 โครงการ

Abstract

Project Code : RDG5530014

Project Title: Measurement, Reporting and Verification (MRV) in Industries: Case Study
Petrochemical Sector

ชื่อนักวิจัย : Chavalparit O.¹, Parino C.¹, Tantisatayakul T.², Kanchanapiya P.³

¹ Faculty of Engineering, Chulalongkorn U., ² Faculty of Science and Technology, Thammasart U., ³ MTEC, NSTDA

Email address : orathai.c@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : August 2012 – July 2013

The objective of this study is aim to establish the appropriate guidance for Measurement, Reporting and Verification (MRV) in industries; case study Petrochemical sector. The mitigation actions in Petrochemical sector were sort out into the group of project-based of MRV level. The data was used in this study cover all three sector of Petrochemical industry; Upstream, Intermediate, Downstream. The methodology for MRV is developed by refer to international standard that relating in this sector; for instance, Clean Development Mechanism (CDM) for Measurement, and International Organization for Standardization (ISO) for Reporting and Verification. This study found that the appropriate guidance for Measurement, Reporting and Verification (MRV) in Petrochemical industries consist of (1) T-MRV-P1 Steam system efficiency improvements by replacing steam traps and returning condensate, (2) T-MRV-P2 Baseline methodology for steam optimization systems, (3) T-MRV-P3 New cogeneration facilities supplying electricity and/or steam to multiple customers, (4) T-MRV-P4 Demand-side energy efficiency activities for specific technologies, and (5) T-MRV-P5 Waste energy recovery (gas/heat/pressure). When apply the guidance with eight representative factories, the result showed that all five guidance can conform to the energy saving plan that is processed in factories in this moment including five, four, one, twenty-one, and five projects for T-MRV-P1 to T-MRV-P5 respectively.

บทที่ 1

การดำเนินการศึกษา (Procedure)

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเชิงระบบการดำเนินงานการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมีระดับโครงการ (Project level) ที่เป็นมาตรฐานเชื่อถือได้สอดคล้องกับความพร้อมและปัจจัยภายในประเทศ และสามารถใช้ได้ในระดับสากลเพื่อเป็นเครื่องมือรองรับมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ รวมทั้งศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่ม/พื้นที่ศึกษา และหาต้นทุนสำหรับการดำเนินงานตรวจวัด รายงานและทวนสอบ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนนโยบายมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ภาคอุตสาหกรรมร่วมดำเนินการ และเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในระยะยาว

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรมต่างๆ ในงานวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย สรุปเป็นแผนงานดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 แผนกิจกรรมหลักที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง
1. เพื่อตรวจประเมิน มาตรการหรือ กิจกรรมในระดับ โครงการที่มีศักยภาพ ลดก๊าซเรือนกระจก (Project level) จาก รายสาขา อุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในประเทศไทย	1.1 ศึกษา รวบรวม ทบทวนข้อมูล รายงาน การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับมาตรการ หรือ กิจกรรมในระดับโครงการที่มีศักยภาพลด ก๊าซเรือนกระจก	○ เทคโนโลยีการผลิต การใช้พลังงาน แหล่งกำเนิด GHGs ปริมาณการปล่อยและมาตรการ หรือกิจกรรม การลด GHGs ○ แผนนโยบายระดับโรงงาน ระดับชาติ และระดับ นานาชาติที่เกี่ยวข้อง ○ มาตรฐานการจัดทำ MRV สำหรับภาคการผลิต
	1.2 กำหนดขอบเขตอุตสาหกรรม ปิโตรเคมีราย สาขา (Sector based) และระดับหรือหน่วย การผลิต (Sub-sector) ที่ต้องทำ MRV	○ คัดเลือก และสำรวจโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือน กระจก ที่อยู่ในขอบข่ายที่ต้องทำ MRVอย่างน้อย 4 โครงการ ครอบคลุมโรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ ○ ศึกษาปริมาณการใช้ และการลด พลังงาน จากแต่ละ โครงการ

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

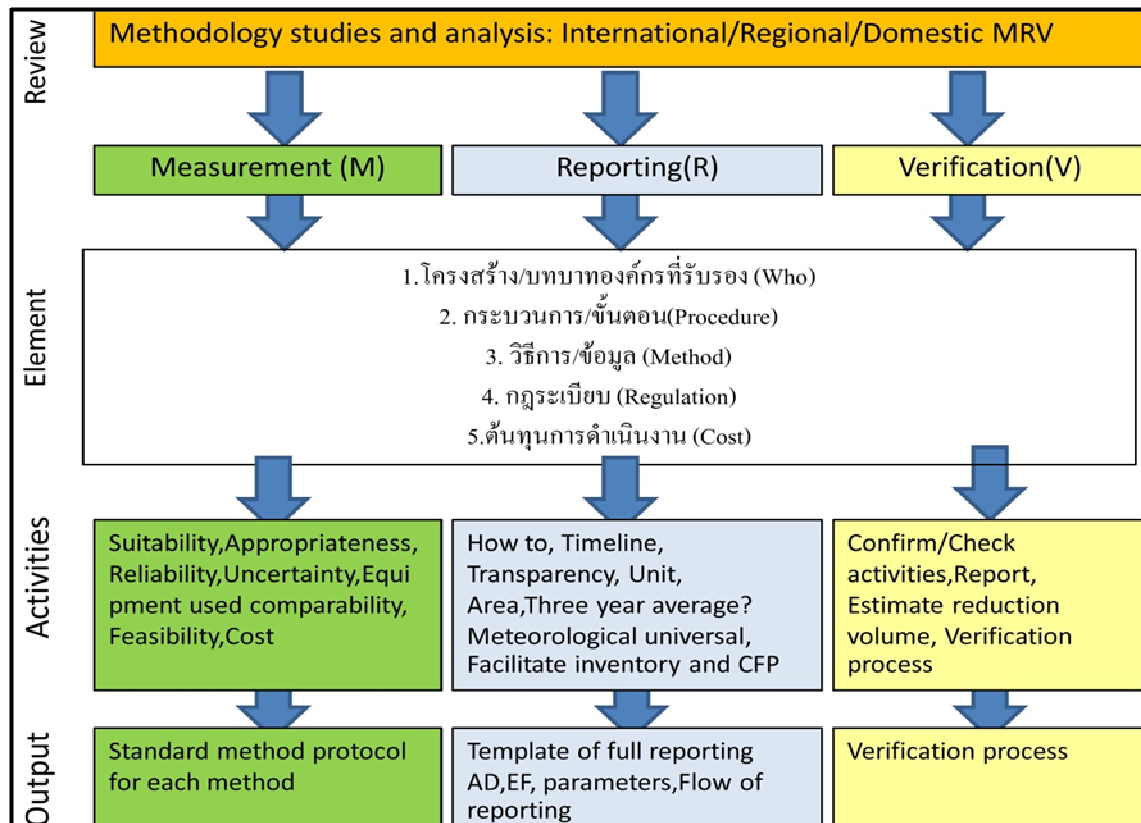
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง
	1.3 ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นและลดได้จากโครงการ	- ศึกษาเส้นฐานการปล่อย GHG จากโครงการ - ประเมินปริมาณ GHG ที่ลดได้จริงจากโครงการ
	1.4 จัดลำดับโครงการที่มีศักยภาพการลดGHG	- พิจารณาศักยภาพในการลด GHG จากแต่ละโครงการ - สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโรงงานพิจารณาคัดเลือกทางเลือกกิจกรรม
2. เพื่อศึกษา/วิเคราะห์รูปแบบองค์กร กระบวนการ/ขั้นตอน วิธีการ/ข้อมูล กฎระเบียบ สำหรับการพัฒนาระบบตรวจวัด รายงานและทวนสอบกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับประเทศไทย	2.1 พัฒนาศักยภาพการตรวจสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากโครงการการลด GHG	- กำหนดวิธีมาตรฐานสากลสำหรับการตรวจสอบ หรือการประเมิน (IPCC / CDM) ได้แก่ ผู้ตรวจสอบ วิธีการคำนวณ ค่า emission factors - จัดทำกฎระเบียบที่ใช้เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับวิธีการตรวจสอบ การประเมิน - ศึกษาความเป็นไปได้ / ความไม่แน่นอนของการตรวจสอบ
	2.2 พัฒนาแนวทางการรายงาน	- การสร้างกฎระเบียบ/รูปแบบองค์กรสำหรับรายงาน - กำหนดวิธีการ/ ข้อมูล emission factor, พารามิเตอร์และรูปแบบของรายงานตัวชี้วัดก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระดับโครงการ - กำหนดหน่วยการวัดเป็นปริมาณ (metric) - ข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ ได้แก่ นโยบาย สภาวะการดำเนินงาน เทคโนโลยี ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ ประเภทกิจกรรมการลด - ความถูกต้องของข้อมูลการเลือกใช้วิธีการประเมินการปรับปรุง
	2.3 พัฒนาแนวทางการทวนสอบ	- กำหนดองค์กรผู้ทวนสอบ และกฎระเบียบ - กำหนดกระบวนการทวนสอบที่เป็นมาตรฐาน - แนวทางการทวนสอบโครงการ รายงาน และการประเมินการลด GHG
3. เพื่อศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการทดลองใช้แนวทางที่พัฒนาขึ้นกับรายสาขา อุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็นกรณีศึกษา	3.1 จัดทำร่างคู่มือ MRV	จัดทำร่างคู่มือ MRV สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี
	3.2 การทดลองระบบ MRV ที่พัฒนาขึ้นกับโรงงานนำร่อง	เลือกโรงงานปิโตรเคมีที่เป็นตัวแทนเพื่อทดสอบใช้ MRV เพื่อทวนสอบความถูกต้องของข้อมูล
	3.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค	- วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค - จัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย - นำเสนอข้อเสนอแนะเพื่อการนำเสนอรูปแบบการดำเนินงาน

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง
4 วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี	วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี	○ วิเคราะห์ต้นทุนการตรวจสอบโครงการลดก๊าซเรือนกระจก อุปกรณ์การตรวจสอบ บุคลากรผู้ดำเนินงาน ○ วิเคราะห์ต้นทุนการรายงานผล การจัดเตรียมเอกสาร การนำเสนอโครงการ ○ วิเคราะห์ต้นทุนการทวนสอบโครงการ การจัดเตรียมข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญโครงการ

แนวทาง/ขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับสมมุติฐานการวิจัย พื้นที่ที่ศึกษา และวิธีการวางแผนการดำเนินงาน รวมทั้งวิธีดำเนินการวิจัยและวิธีการเก็บข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

- 1) วิธีการศึกษาจะใช้หลักเกณฑ์ที่มีการดำเนินงานจากหน่วยงานที่เป็นสากลและมีระบบอ้างอิงให้เป็นมาตรฐานได้ ซึ่งผู้วิจัยจะดำเนินการตามคู่มือต่างๆ ได้แก่ the International Organization for Standardization (ISO 14064-2, ISO 14064-3, ISO 14065, the GHG Protocol produced by the World Resources Institute (WRI), the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Technology for sustainable development and Best available technique for Petrochemical industry (IPPC), and Clean Development Mechanism (CDM), Chemical and petrochemical sector: Potential of best practice technology and other measures for improving energy efficiency-International Energy Association (IEA), British Columbia Reporting Regulation – Guidance Document to provide general responses to some of the more frequent questions from reporting facility owners and operators, consultants and verification bodies (BC), The Guidelines for Measurement, Reporting, and Verification of GHG Emission Reductions (JBIC).
- 2) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะรวบรวมจากรายงานการศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลจากการตรวจวิเคราะห์ของโรงงานในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ร่วมกับการใช้ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ สกว. และจะสำรวจและเก็บข้อมูลจากโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา
- 3) ทีมนักวิจัยจะดำเนินการจัดประชุมทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมรายสาขา NGO และสถาบันการศึกษา เพื่อรับฟังความคิดเห็นในการดำเนินงานเป็นระยะตามความเหมาะสม
- 4) กิจกรรมของการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบ อ้างอิงดังกรอบคิด ดังรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 กรอบแนวทางการดำเนินงาน MRV (ศิริลักษณ์, 2553)

5) ขั้นตอนการดำเนินงานมีรายละเอียด ดังนี้

- o ทบทวนเอกสารรายงานการศึกษาต่างๆ จากหน่วยงานของรัฐ และสถาบันการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ
- o พิจารณาคัดเลือกแนวทาง/มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ เกี่ยวกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี
- o พิจารณาคัดเลือกโรงงานที่เป็นตัวแทนในแต่ละสายผลิตภัณฑ์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ โดยครอบคลุมโรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ
- o ศึกษาสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่คัดเลือกสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรม/แหล่งกำเนิดที่ปล่อย GHG ในระดับโครงการ (Project base) โดยแบ่งเป็น direct GHG emissions และ indirect GHG emissions ได้แก่ ข้อมูลการใช้พลังงาน ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ ข้อมูลการปล่อย GHG จากการรายงาน แบบสอบถาม หรือ ข้อมูลการตรวจวัดของโรงงาน
- o ประเมินปริมาณ GHG ที่ลดลงตามวิธีที่เป็นมาตรฐานสากล (CDM) เพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำแนวคิดและวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากลมาปรับใช้กับประเทศไทยได้อย่างเหมาะสม

- o เสนอแนะแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับ มีความน่าเชื่อถือ และเหมาะสมกับประเทศไทย

1.2 การพิจารณาคัดเลือกโรงงานนำร่อง

การพิจารณาคัดเลือกโรงงานนำร่อง เป็นตัวแทนในการศึกษาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทย มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

- o เป็นโรงงานที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง เนื่องจากกลุ่มอุตสาหกรรมรายสาขาที่ควรจัดทำระบบ MRV จะต้องมีความสามารถในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า 10,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (BC, 2011)
- o เป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงและ/ หรือมีแนวโน้มการเพิ่มการผลิตในอนาคต
- o เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีสายการผลิตต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ เพื่อให้ครอบคลุมทุกกระบวนการที่มีการผลิตในประเทศไทย

โดยพิจารณาคัดเลือกโรงงานนำร่องทั้งจากโรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ กลางน้ำ และ ปลายน้ำ รวมกันให้ได้อย่างน้อย 4 โรงงาน เพื่อให้ได้แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมอย่างน้อย 4 โครงการ

1.3 แนวทางการพัฒนาระบบ MRV

1.3.1. ศึกษาและคัดเลือกวิธีการตรวจวัดและรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก

มาตรฐาน CDM

กลไกการพัฒนาที่สะอาดเป็นกลไกหนึ่งที่กำหนดขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโต ซึ่งได้มีการจัดทำระเบียบวิธีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการการลดก๊าซเรือนกระจกในหลายรายสาขา และเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก แนวทางการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกตามวิธี CDM จะแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง โดยเป็นการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีไม่มีโครงการ หรือกรณีฐาน (Baseline

Emission) ดังนั้น เพื่อให้ระเบียบวิธีของประเทศไทยเป็นที่ยอมรับ มีความเป็นมาตรฐานสากล ทีมวิจัยจึงนำแนวทางดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในพัฒนาระบบ MRV ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับประเทศไทยต่อไป

จากข้อมูลตามคู่มือระเบียบวิธีกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM Methodology Booklet) ของ UNFCCC พบว่า ระเบียบวิธีกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่เกี่ยวข้องมีจำนวน 2 ประเภทโครงการ คือ โครงการการใช้พลังงาน และโครงการอุตสาหกรรมเคมี ดังแสดงรายละเอียดใน **บทที่ 2 หัวข้อ 2.4 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด** ซึ่งสามารถนำแนวคิด หลักการ และวิธีการคำนวณ ของระเบียบวิธีที่มีความคล้ายคลึงกันมาพิจารณาและประยุกต์เป็นแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี ได้ 5 วิธี ดังตารางที่ **2-3 โครงการ T-MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี**

1.3.2. ศึกษาและคัดเลือกโรงงานนำร่อง

จากการรวบรวมข้อมูลรายงานการศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่าโรงงานปิโตรเคมีในประเทศไทย มีทั้งสิ้น 53 โรงงาน ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 31 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี แบ่งออกเป็น โรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ 8 โรงงาน (7 ผลิตภัณฑ์) กลางน้ำ 15 โรงงาน (11 ผลิตภัณฑ์) และปลายน้ำ 30 โรงงาน (13 ผลิตภัณฑ์) ดังมีรายละเอียดใน **บทที่ 2 หัวข้อที่ 2.1 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย**

ทั้งนี้ โรงงานอุตสาหกรรมที่จะเข้าร่วมเป็นโรงงานนำร่องจะต้องเป็นโรงงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า 10,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งผลการปฏิบัติงาน พบว่า ทีมวิจัยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ส่งผลให้มีโรงงานนำร่องที่เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 8 โรงงาน และสามารถเสนอแนะแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม: กรณีศึกษารายสาขาปิโตรเคมี ได้อย่างน้อย 5 วิธีการ (จากเป้าหมายที่ตั้งไว้ 4 โรงงาน 4 โครงการ) ดังแสดงรายละเอียดใน **คู่มือแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี**

ตารางที่ 1-2 รายชื่อโรงงานนำร่อง

ลำดับ	รายชื่อโรงงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์
1	โรงงานวินิไทย จำกัด (มหาชน)	ผลิตภัณฑ์ชั้นกลาง และชั้นปลาย
2	โรงงานไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน)	ผลิตภัณฑ์ชั้นกลาง และชั้นปลาย
3	โรงงานไทย เพ็ท เรซิน จำกัด	ผลิตภัณฑ์ชั้นปลาย
4	โรงงานพีพีซี เพสต์ เรซิน จำกัด	ผลิตภัณฑ์ชั้นปลาย
5	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)สาขา 2	ผลิตภัณฑ์ขั้นต้น และชั้นปลาย
6	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)สาขา 3	ผลิตภัณฑ์ขั้นต้น
7	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)สาขา 4	ผลิตภัณฑ์ขั้นต้น
8	บริษัทไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	ผลิตภัณฑ์ขั้นต้น ชั้นกลาง และชั้นปลาย

1.3.3. จัดทำร่างคู่มือระบบ MRV

แนวทางร่างคู่มือระบบ MRV จะจัดทำโดยอ้างอิงจากระเบียบวิธีกลไกการพัฒนาที่สะอาดของ UNFCCC ดังแสดงรายละเอียดใน**บทที่ 7** เพื่อนำไปใช้ทดลองใช้จริงกับโรงงานนำร่อง พร้อมทั้งศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ความพร้อมของข้อมูล ความถูกต้อง ปัญหา/อุปสรรค และความเหมาะสมในการใช้ระบบ MRV ตามแนวทาง CDM

1.3.4. พัฒนาแนวทางการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ ที่เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมไทย

การพัฒนาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมกับประเทศไทยจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลโรงงานนำร่อง มาสร้างเป็นระบบ MRV ใหม่ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมไทย พร้อมทั้งประเมินความคลาดเคลื่อนหรือไม่แน่นอนของระบบ MRV ที่สร้างขึ้นใหม่กับระบบ MRV ตามแนวทาง CDM ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์

1.3.5. วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการระบบ MRV

ต้นทุนการจัดทำระบบ MRV จะพิจารณาแยกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ต้นทุนการตรวจวัด พิจารณาจากเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่โรงงานจำเป็นต้องมีเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการในการคำนวณ โดยถือเสมือนว่า โรงงานไม่เคยมีเครื่องมือ/อุปกรณ์ ชนิดนั้นๆ ติดตั้งในโรงงานมาก่อน (2) ต้นทุนการรายงาน พิจารณาจากความละเอียดของข้อมูลที่ต้องใช้ในการรายงานผลโครงการแต่ละประเภท และ (3) ต้นทุนการทวนสอบ พิจารณาจากความจำเป็นในการจัดตั้งบุคคลหรือหน่วยงานผู้มีความเชี่ยวชาญ/ชำนาญการในการทวนสอบโครงการแต่ละประเภท

บทที่ 2

ก๊าซเรือนกระจกในรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (GHGs in Petrochemical Industry)

จากข้อมูลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมี โดยความร่วมมือของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บ่งชี้ว่า ในปี พ.ศ. 2548 – 2553 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในช่วง 10,000 – 15,000 ktCO₂e หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 3 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มปิโตรเคมีขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลายคิดเป็นร้อยละ 64, 21 และ 15 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการศึกษายังบ่งชี้ว่า สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานตัวแทนในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีมีประมาณ 972 ktCO₂e โดยมีสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย คิดเป็นร้อยละ 38, 37 และ 25 ตามลำดับ

2.1 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

ปิโตรเคมีเป็นสารอินทรีย์เคมีประเภทไฮโดรคาร์บอนที่ผลิตขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมเป็นวัตถุดิบ ปัจจุบันประมาณร้อยละ 95 ของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีทั้งหมดใช้น้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติเป็นสารตั้งต้นในการผลิตอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจัดเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมเคมี โดยอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะนำวัตถุดิบจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมไปผลิตต่อเนื่องจนเป็นเม็ดพลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ สารเคลือบผิว และกาวยาต่างๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถือเป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตเครื่องอุปโภคบริโภคพื้นฐานของมนุษย์ ตลอดจนอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในการประกอบอาชีพ รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ โครงสร้างของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อน เนื่องจากมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์และผลพลอยได้หลากหลายที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้อย่างหลากหลาย

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีสามารถจำแนกตามประเภทของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

- (1) อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น (Upstream Petrochemical Industry) เป็นอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีลำดับแรกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้น

ต่อเนื่องต่อไป โดยแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลที่แตกต่างกันได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอัลเคน (Alkane Group) กลุ่มโอเลฟินส์ (Olefins Group) และกลุ่มอะโรมาติกส์ (Aromatics Group)

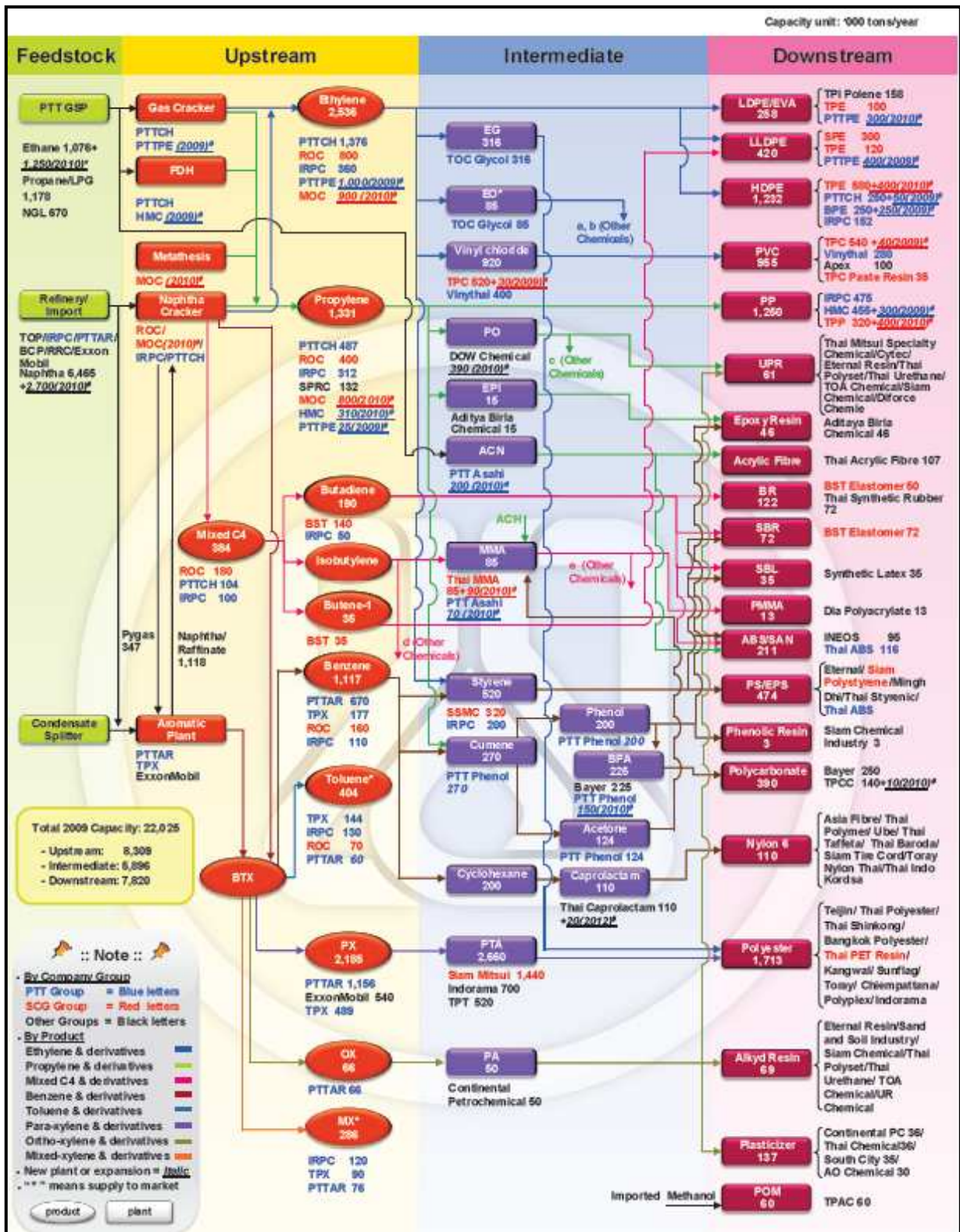
(2) อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลาง (Intermediate Petrochemical Industry) เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่ใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นต้นเป็นวัตถุดิบในการผลิต และจะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมขั้นปลายต่อไป โครงสร้างของผลิตภัณฑ์กลุ่มปิโตรเคมีขั้นกลางจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามโครงสร้างอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

(3) อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลาย (Downstream Petrochemical Industry) เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นและขั้นกลางมาเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายก่อนที่จะนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่อไป สามารถแบ่งเป็นกลุ่มหลักๆ ตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ กลุ่มพลาสติก กลุ่มเส้นใยสังเคราะห์ กลุ่มยางสังเคราะห์ และกลุ่มสารเคลือบผิวและผลิตภัณฑ์กาว

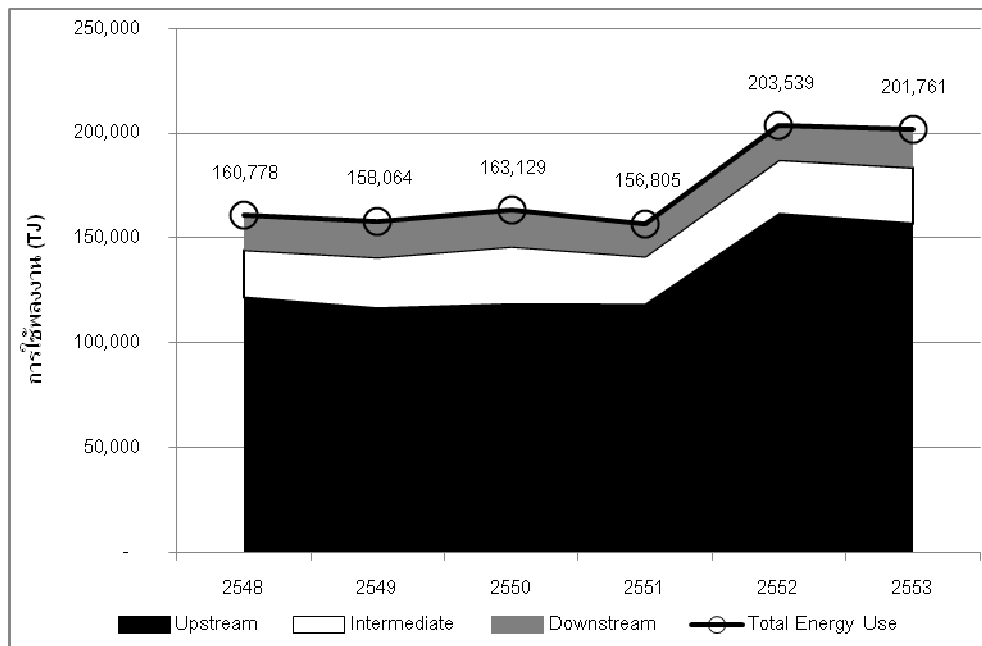
จากข้อมูลจากสถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (PTIT) ระบุว่า ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีประมาณ 72 โรงงาน โดยเป็นโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย ประมาณ 53 โรงงาน ภาพรวมของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทยดังรูปที่ 2-1

2.2 สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย (สกว, 2553)

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานต่อปีอยู่ในช่วงประมาณ 160,000 – 200,000 TJ ดังรูปที่ 2-2 การใช้พลังงานจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย แบ่งสัดส่วนเป็นร้อยละ 76, 14 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 6 – 7 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งประเทศ กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่เวียนใช้จากกระบวนการผลิตมากที่สุด (8,857 MJ/t) ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลางใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้เผาไหม้โดยตรงมากที่สุด (2,549 MJ/t) และกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด (1,226 MJ/t)



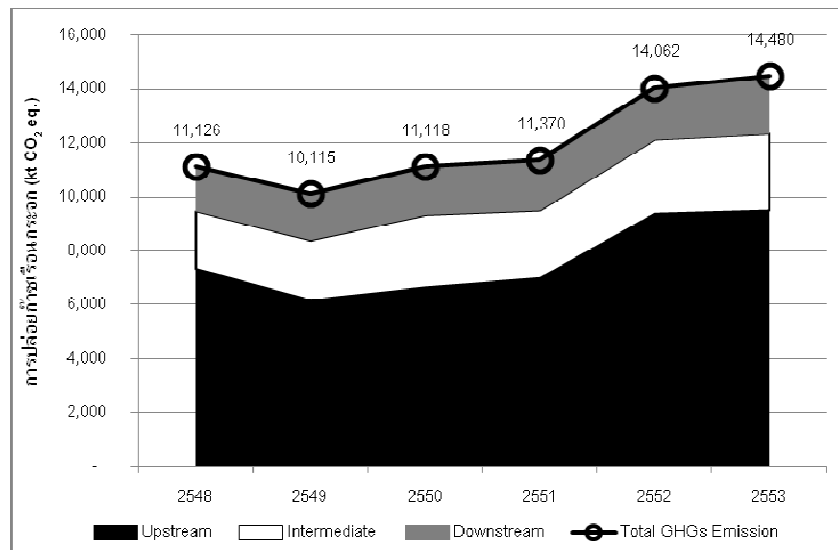
รูปที่ 2-1 ภาพรวมอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย (PTIT, 2552)



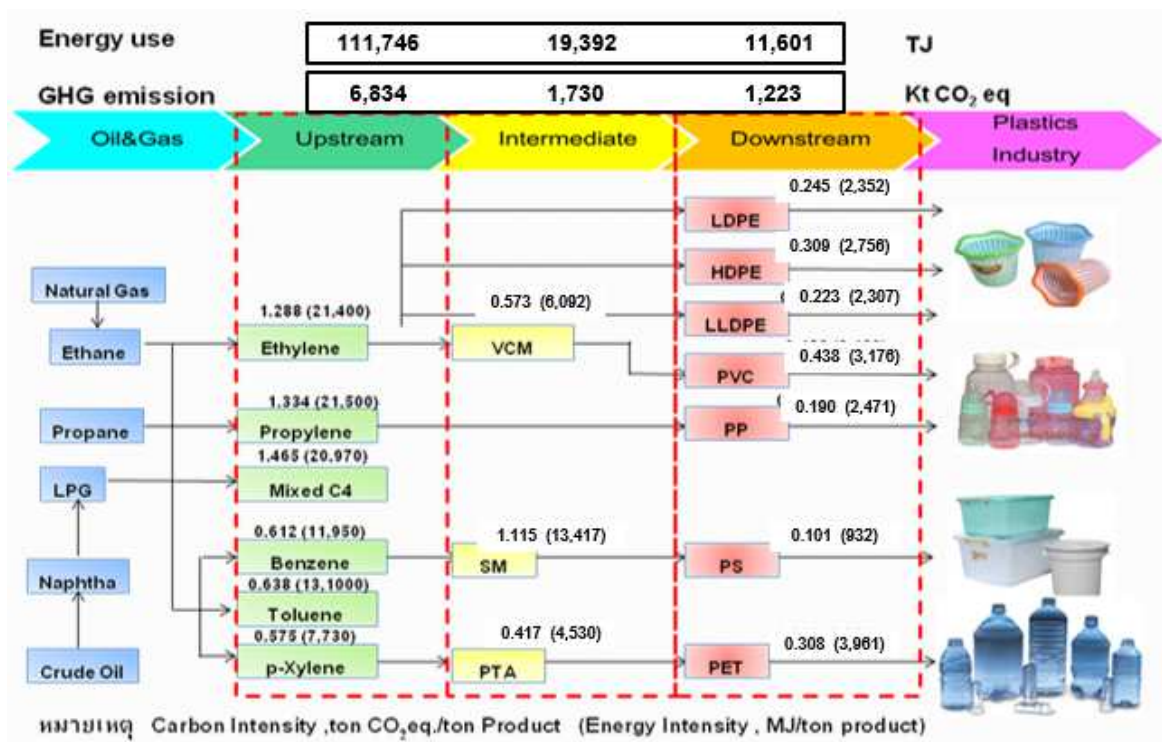
รูปที่ 2-2 ความต้องการใช้พลังงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย
(TRF, 2553)

ภาพรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในแต่ละปีอยู่ในช่วงระหว่าง 10,000 – 15,000 ktCO₂e. ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 3 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ดังรูปที่ 2-3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรายกลุ่มอุตสาหกรรมในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2553 ข้อมูลมีลักษณะค่อนข้างคงที่ โดยแบ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลายประมาณร้อยละ 64, 21 และ 15 ตามลำดับ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรายกลุ่มอุตสาหกรรมในช่วง 3 ปีแรกมีลักษณะไปในทิศทางเดียว โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกค่อนข้างคงที่ แต่เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจโลกชะลอตัวในปี พ.ศ. 2551 ส่งผลให้ปริมาณกำลังการผลิตผลิตภัณฑ์ทุกชนิดลดต่ำลงอย่างมากจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงด้วย แต่เมื่อสถานการณ์ต่างๆ กลับเข้าสู่สภาวะปกติในปี พ.ศ. 2552 – 2553 ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้มีการขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นในอัตราสูงเพื่อรองรับความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นทวีคูณ โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 30 จากปี พ.ศ. 2551

ผลการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณก๊าซเรือนกระจกของรายกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในปี พ.ศ. 2548 สามารถจัดทำผังการไหลของพลังงาน และผังการไหลของก๊าซเรือนกระจก ดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย
(TRF, 2553)



รูปที่ 2-4 พังการไหลของก๊าซเรือนกระจกและพลังงานของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในปีพ.ศ. 2548
(TRF, 2553)

2.3 สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

จากผลการศึกษาสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2548 - 2553 พบว่า อุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของคาร์บอนของกลุ่มผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีใกล้เคียงหรือต่ำกว่ากับรายงานการศึกษาในต่างประเทศ (Neelis, 2004; IPCC, 2006) เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและวัตถุดิบจากก๊าซธรรมชาติในการผลิต และพบว่ามีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 11 จากมาตรการประหยัดไฟฟ้า ใช้น้ำ และเชื้อเพลิง แม้ว่าโรงงานส่วนใหญ่มีการดำเนินการลดการใช้พลังงานต่างๆแล้ว แต่เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีของประเทศไทยเทียบกับการใช้พลังงานของโรงงานปิโตรเคมีทั่วโลกหลังใช้แนวทางการอนุรักษ์พลังงานโดย BPT และ BAT แล้ว พบว่า ค่าความเข้มข้นพลังงานของโรงงานปิโตรเคมีของประเทศไทยมีค่าสูงกว่าโดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น (โอลิฟินส์) ขั้นกลาง และขั้นปลาย ดังตารางที่ 2-1 ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับศักยภาพในการลดได้ทั้งหมดโดยใช้เทคโนโลยี BPT ดังกล่าวข้างต้น พบว่า อุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทยยังมีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานอีกมากโดยใช้มาตรการ BPT ดังกล่าว ซึ่งคาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้มากเช่นกัน โดยเฉพาะมาตรการการใช้ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และการปรับปรุงเทคนิคกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้โรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการผลิตได้เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ ผลการคำนวณสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกของโรงงานตัวแทนในปี พ.ศ. 2553 (TRF, 2553) พบว่า กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 972 ktCO₂e โดยมีสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย คิดเป็นร้อยละ 38, 37 และ 25 ตามลำดับ ทั้งนี้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะมีศักยภาพในการลดได้ทั้งหมดนั้นมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 11 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีตัวแทนปี พ.ศ. 2553 (8,824 ktCO₂e)

ตารางที่ 2-1 การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีหลังใช้แนวทางการอนุรักษ์พลังงาน (TRF, 2553)

ผลิตภัณฑ์	After applied BAT (GJ/ton) ¹⁾					After applied BPT (GJ/ton) ²⁾					ผลการศึกษา ³⁾		Reference ⁴⁾
	Electricity	Feedstock	Fuel	Steam	Energy Use	Electricity	Feedstock	Fuel	Steam	Energy Use	Energy Use (GJ/ton)	GHG (TCO ₂ eq/ ton product)	GHG (TCO ₂ eq/ ton product)
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นต้น													
Ethylene	0.2	47.2	12.8		60.20	0.3	45	13.1	-1.4	57.0	20.7-23.9*	1.188	1.73-2.45
Propylene	0.2	46.7	13.3		60.22	0.3	45	13.1	-1.4	57.0	21.5-24.1*	1.234	
p-Xylene	0.2		6.3	0.8	7.3						5.9-8.7	0.575	0.69
Toluene	0.1			2.0	2.1						5.1-14.3	0.508	
Benzene	0.3	0	13.1	-1.4	12.0						5.6-11.9	0.776	0.84
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นกลาง													
VCM	0.4		2.7		3.08	0.4		2.7		3.1	5.3-6.1	0.546	0.614
PTA	0.3			2.6	2.91	0.3			2.6	2.9	4.1-5.6	0.425	0.439
SM				3.6	3.64				7.74	7.74	9.3-13.9	1.104	0.802
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นปลาย													
HDPE	1.8			1.4	3.2	0.9			1.0	1.9	2.6-2.8	0.375	0.270
Polypropylene	0.4			1.4	1.8	0.9			0.1	1.0	2.1-2.7	0.240	0.298-0.310
LDPE						3.5			-2.1	1.4	1.8-2.5	0.217	0.610-0.787
LLDPE	3.4				3.37	0.4			1.6	2.0	1.6-2.3	0.28	0.270
Polyethylene	0.4		0.5		0.91	0.4		0.5		0.9	0.80-0.94	0.10	0.103-0.150
PVC	0.6			2.2	2.85	0.6		0.5	1.2	2.3	6.1-6.9	0.39	0.290-0.366
PET	0.7			4.1	4.75	0.7		4.1		4.75	3.5-3.9	0.36	0.450

หมายเหตุ: ¹⁾ BAT (Best available technology) value¹⁾ applied to Chemical and Petrochemical sector (Gielen et al, 2002)

²⁾ BPT (Best practice technology) (IEA,2009)

³⁾ โครงการการศึกษานี้

⁴⁾ Neelie (2004)

* การศึกษานี้ไม่รวมพลังงานเชื้อเพลิงจาก feedstock



รูปที่ 2-5 ตัวอย่างมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก
จากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีอย่างมีนัยสำคัญ
(TRF, 2553)

2.4 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด

กลไกการพัฒนาที่สะอาด หรือ Clean Development Mechanism (CDM) เป็นกลไกหนึ่งที่กำหนดขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโตเพื่อช่วยให้ประเทศอุตสาหกรรมซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 (Annex I countries) สามารถบรรลุพันธกรณีในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในช่วงปี พ.ศ.2551 – 2555 ให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2533 ประมาณร้อยละ 5 และเป็นกลไกที่เปิดโอกาสให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างประเทศกลุ่มภาคผนวกที่ 1 กับประเทศนอกกลุ่มภาคผนวกที่ 1 โดยให้ประเทศกลุ่มภาคผนวกที่ 1 ลงทุนพัฒนาโครงการเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศนอกกลุ่มภาคผนวกที่ 1 หรือซื้อคาร์บอนเครดิตที่ได้จากโครงการที่เรียกว่า Certified Emission Reduction (CERs) มีหน่วยเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ประเทศไทยถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศนอกกลุ่มภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex I Country) เช่นเดียวกับประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ จึงไม่มีพันธกรณีเชิงปริมาณให้จำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยสามารถร่วมดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยสมัครใจโดยการพัฒนาโครงการ CDM ซึ่งประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ ในโลกต่างก็มีการแข่งขันกันสูงเพื่อให้เกิดการพัฒนาโครงการ CDM ขึ้นในประเทศของตน ทั้งในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิก อเมริกาใต้ รวมทั้งแอฟริกา ปัจจุบันประเทศไทยมีโครงการที่ได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval: LoA) แล้วจำนวน 221 โครงการ คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้จากการดำเนินโครงการ 12,710,309 tCO₂e/y ในจำนวนนี้มีโครงการได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วจำนวน 125 โครงการ คิด

เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้จากการดำเนินโครงการ 6,123,393 tCO₂e/y และจากโครงการที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วนั้นมีจำนวน 24 โครงการที่ได้รับการออกหนังสือรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ซึ่งคิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ 2,517,289 tCO₂e

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดทั่วไปเป็นโครงการที่ประเทศภาคีภายใต้พิธีสารเกียวโตได้จัดทำขึ้น โดยประกอบด้วย 15 ประเภทโครงการ ในจำนวนนี้มีโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจำนวน 2 ประเภทโครงการ คือ โครงการการใช้พลังงานและโครงการอุตสาหกรรมเคมี ดังนี้

ตารางที่ 2-2 ระเบียบวิธี CDM ที่สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรม

Sector	Scope	Methodology		
Energy	Energy Efficiency for Industries	AM0014	AM0048	AM0049
		AM0054	AM0055	AM0056
		AM0076	AM0084	AM0095
		AM0098	AM0102	ACM0012
Energy	Energy Demand	AM0017	AM0018	AM0020
		AM0044	AM0060	AM0068
		AM0088	AMS-I.I	AMS-II.C
		AMS-II.F	AMS-II.G	AMS-II.L
		AMS-II.N		
Manufacturing and Chemical Industries	Energy Efficiency	AM0014	AM0049	AM0055
		AM0070	ACM0012	AMS-II.D
		AMS-II.H	AMS-II.I	AMS-III.P
		AMS-III.Q	AMS-III.V	AMS-III.Z
		AMS-III.AC	AMS-III.AJ	AMS-III.AS

บทที่ 3

การตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ

(Measurable, Reportable, and Verifiable : MRV)

ระบบตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) กลายเป็นประเด็นสำคัญเรื่องหนึ่งในการเจรจา ระหว่างประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหลังปี พ.ศ. 2555 ระบบ MRV ประกอบด้วยสามระบบย่อย ที่สำคัญ คือ (1) ระบบตรวจวัด (Measurable; M) เป็นการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรง โดยใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และทางอ้อมโดยใช้การคำนวณตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (2) ระบบรายงาน (Reportable; R) เป็นการรายงานผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้ง รายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับโครงการอื่นได้ และ (3) ระบบทวนสอบ (Verifiable; V) เป็นการประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลเพื่อให้เกิดความโปร่งใส ของการตรวจวัดและการรายงาน

ระบบ MRV เป็นเรื่องที่มีผลกระทบเกี่ยวโยงกับประเทศไทยโดยตรงทั้งในส่วนการจัดทำรายงาน ของประเทศเกี่ยวกับบัญชีก๊าซเรือนกระจก และการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ และหากกระบวนการเจรจาครั้งใหม่ในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ครั้งที่ 21 ในปี พ.ศ. 2558 ได้ผลสำเร็จตามที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจมีผลลัพธ์ออกมาในรูปของพิธีสาร ฉบับใหม่หรือตราสารกฎหมายภายใต้ระบอบระหว่างประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหลังปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยและกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาจะมีความรับผิดชอบในการจัดการแก้ไขปัญหาการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากขึ้น และเป็นที่แน่ชัดว่า ระบบ MRV จะเป็นกลไกที่กลายเป็นกฎกติกาใหม่ ภายใต้ระบอบนี้

นานาประเทศทั่วโลกได้เริ่มมีการเสนอเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกต่อสำนักงานเลขาธิการ อนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (UNFCCC) ดังแสดงในตารางที่ 3-1 ทั้งนี้เป้าหมายที่แต่ละ ประเทศกำหนดจะมีความแตกต่างกันทั้งในเชิงของตัวชี้วัดและปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก แต่ทุก เป้าหมายอาศัยระบบ MRV เป็นหัวใจสำคัญสำหรับการควบคุมคุณภาพโครงการการลดก๊าซเรือนกระจกให้ มีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (UNFCCC, 2011)

ประเทศ	เป้าหมาย	ปริมาณ
จีน	การปล่อย CO ₂ e/GDP	ภายในปี 2020 ลดลง 40-45% จากปี 2005
	สัดส่วนเชื้อเพลิงที่ไม่ใช่ฟอสซิลในพลังงาน ปรภูมิ	ภายในปี 2020 เพิ่มขึ้นประมาณ 15% จากปี 2005
	พื้นที่ป่าไม้	ภายในปี 2020 เพิ่มขึ้น 40 ล้านเฮกตาร์ จากปี 2005
	Forest Stock Volume	ภายในปี 2020 เพิ่มขึ้น 1.3 พันล้านลบ.ม. จากปี 2005
ชิลี	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ลดลง 20% จาก BAU ปี 2020 ที่คาดการณ์จากปี 2007
บราซิล	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ลดลง 36 – 39% จากที่คาดการณ์ในปี 2020
	ลดการทำลายป่าเมซอน	ในปี 2020 ลด 564 MtCO ₂ e
	ลดการทำลายป่าเซอราโด	ในปี 2020 ลด 104 MtCO ₂ e
	ฟื้นฟูพื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	ในปี 2020 ลด 83 – 104 MtCO ₂ e
	ประสิทธิภาพพลังงาน	ในปี 2020 ลด 12 – 15 MtCO ₂ e
	การเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ	ในปี 2020 ลด 48 – 60 MtCO ₂ e
	พลังงานโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ	ในปี 2020 ลด 79 – 99 MtCO ₂ e
	แหล่งพลังงานทดแทน	ในปี 2020 ลด 79 – 99 MtCO ₂ e
เม็กซิโก	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ลดลง 30% จาก BAU ปี 2020
อินเดีย	การปล่อย CO ₂ e/GDP (ไม่รวมภาค การเกษตร)	ภายในปี 2020 ลดลง 20-25% จากปี 2005
แอฟริกาใต้	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ลดลง 34% จาก BAU ปี 2020 และ 42% จาก BAU ปี 2025
อินโดนีเซีย	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ภายในปี 2020 ลดลง 26%

3.1 รูปแบบและองค์ประกอบระบบ MRV

เนื่องจากยังไม่มีข้อกำหนดรูปแบบและกระบวนการที่ชัดเจน ระบบ MRV เป็นเพียงการดำเนินงานภายใต้กลไก NAMAs องค์การสหประชาชาติจึงเสนอให้จำแนกการดำเนินงานของระบบ MRV สำหรับประเทศกำลังพัฒนาให้เป็นไปตามรูปแบบของ NAMAs โดยจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบตามแหล่งเงินทุนที่ให้การสนับสนุน ดังนี้

- **Unilateral NAMAs** เป็นการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนา โดยตนเองไม่ขอรับการสนับสนุนจากต่างประเทศ ดังนั้น การจัดทำระบบ MRV จึงให้กำหนดตามวิธีการของประเทศนั้นๆ – MRV ระดับชาติ (Domestic MRV)
- **Supported NAMAs** เป็นการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนาที่ขอรับการสนับสนุนทางการเงิน เทคโนโลยี และการเสริมสร้างศักยภาพของบุคลากรจากประเทศพัฒนาแล้ว ดังนั้น การจัดทำระบบ MRV จึงให้เป็นแบบ MRV ระดับนานาชาติ (International MRV) ซึ่งอาจกำหนดโดย UNFCCC

- **Credited NAMAs** เป็นการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนาที่สามารถได้รับคาร์บอนเครดิตและสามารถขายในตลาดคาร์บอนได้ ดังนั้น การจัดทำระบบ MRV จึงให้เป็นแบบ MRV ระดับนานาชาติ (International MRV) ตามกลไกของตลาดคาร์บอน

1) การตรวจวัด (Measurable)

การตรวจวัด หมายถึง การหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ทั้งทางตรงโดยใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน และตรวจวัดทางอ้อมโดยใช้การคำนวณตามหลักการทฤษฎี และอาศัยตัวชี้วัดต่างๆ เช่น ข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Activity Data) และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) เป็นต้น การตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญสำหรับการบรรเทาปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบต่างๆ หลายประเทศทั่วโลกได้มีการดำเนินงานเกี่ยวกับระบบบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่จะนำมาขยายผลให้กว้างขึ้น ครอบคลุมกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีความหลากหลายมากขึ้น และหน่วยของการตรวจวัดที่ยอมรับ คือ ตันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tons of CO₂-equivalent; t CO₂e) เป็นหน่วยในการตรวจวัด

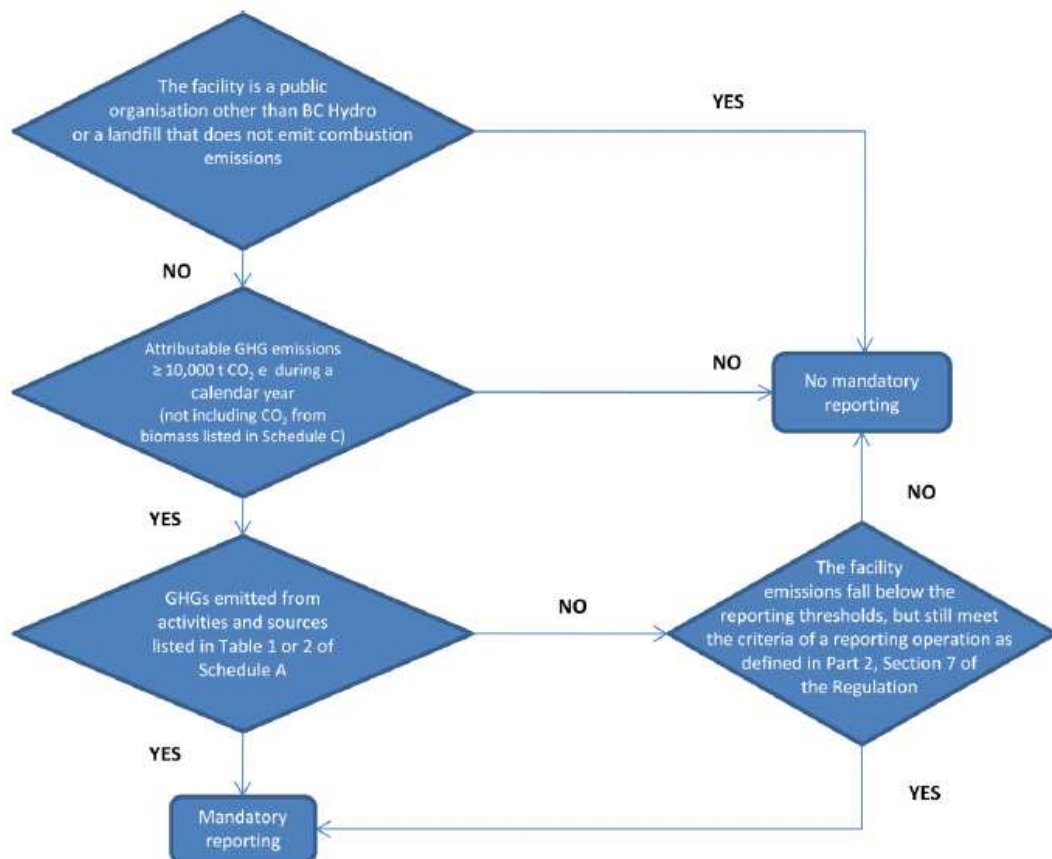
2) การรายงาน (Reportable)

การรายงาน หมายถึง การนำเสนอรายละเอียดโครงการ วิธีการดำเนินงาน และผลจากการตรวจวัดที่เชื่อถือได้ มีความโปร่งใส สามารถเปรียบเทียบกันได้ ภายใต้รูปแบบที่ถูกต้องเป็นมาตรฐานสากล การจัดทำบัญชีแห่งชาติของประเทศกำลังพัฒนามีจุดมุ่งหมายในการดำเนินการให้เป็นไปตามพันธกรณีของอนุสัญญาฯ ในขณะเดียวกันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายในการดำเนินการเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก และการตัดสินใจในการเลือกรายสาขาที่มีลำดับความสำคัญในการดำเนินการ การเปลี่ยนบัญชีแห่งชาติจึงส่งผลกระทบต่อการจัดการในหลายๆ ด้าน ระบบการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบจึงควรเป็นระบบที่สามารถจำแนกความชัดเจนในการดำเนินงานของระบบ รวมทั้งสามารถติดตามตรวจสอบได้ด้วย

ประเด็นสำคัญอีกประการในการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจก คือ อะไรที่สามารถรายงานได้จากนิยามของการรายงานดังกล่าวข้างต้น บ่งชี้ให้เห็นว่า จุดประสงค์ของการรายงานก็เพื่ออนุญาตให้บุคคลอื่นสามารถเข้าถึงข้อมูลก๊าซเรือนกระจก และเข้าใจกลไกการดำเนินงาน รวมถึงความสัมพันธ์ของกลไกต่างๆ ได้อย่างชัดเจน ดังนั้น วิธีการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลไกแต่ละประเภทจึงควรตั้งอยู่บนพื้นฐานความชัดเจนของข้อมูลที่แตกต่างกัน ในขณะที่วิธีการรายงานนั้น แม้จะมีหลายหน่วยงานที่จัดทำคู่มือการรายงาน แต่โดยทั่วไปมักอยู่บนพื้นฐานเดียวกัน กล่าวคือ วิธีการที่เป็นมาตรฐานควร

ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ จะต้องสามารถระบุข้อมูลที่สำคัญได้อย่างชัดเจน และจะต้องเป็นข้อมูลที่สามารถเปรียบเทียบและตรวจสอบได้ ทั้งนี้ UNFCCC ได้ระบุว่า รูปแบบและช่วงเวลาของการรายงานนั้นอาจจะแตกต่างกันได้ระหว่างประเทศสมาชิก ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของข้อตกลงและความสามารถในการรายงานได้ของประเทศนั้นๆ

รูปที่ 3-1 กรณีศึกษากฎระเบียบเรื่องการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ British Columbia ได้ระบุว่า รายงานสาขาที่คาดว่าจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหรือเท่ากับ 10,000 t CO₂e ต่อปี จะต้องจัดทำรายงานแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่อาจเกิดขึ้น ข้อมูลในรายงานให้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก โดยนำเสนอก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดในรูปของ t CO₂e



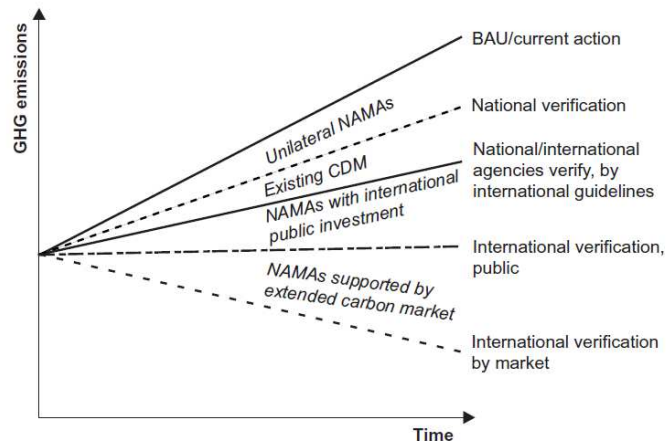
รูปที่ 3-1 ตัวอย่างกรอบแนวคิดการรายงานของ British Columbia
(Ministry of Environment, British Columbia., 2011)

3) การทวนสอบ (Verifiable)

การทวนสอบ หมายถึง การประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลเพื่อให้เกิดความโปร่งใสของการตรวจวัดและการรายงาน โดยสามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ สามารถทวนสอบคุณภาพของการดำเนินงานโดยอ้างอิงมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (Quality Control) และการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) ซึ่งสามารถทำได้โดยการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหรือหน่วยงานที่ได้รับการรับรอง (Accredited Entity) ซึ่งถือเป็นสิ่งที่สำคัญหากการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถทำได้จริงในระยะยาวและสามารถตรวจวัดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการขอรับความช่วยเหลือจากต่างประเทศ ทั้งในด้านการเงิน เทคโนโลยี และอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การทวนสอบอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการพิจารณาความเหมาะสมของโครงการ และความพร้อมของผู้ดำเนินโครงการ ดังนั้น กระบวนการทวนสอบอาจเป็นเพียงขั้นตอนในระดับชาติหรือกระทำโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียก็เป็นได้ ตัวอย่างระดับการทวนสอบสำหรับประเทศกำลังพัฒนา ดังรูปที่ 3-2

ประเด็นท้าทายเชิงนโยบายที่สำคัญสำหรับการทวนสอบของประเทศกำลังพัฒนา นั่นคือ กลไกการทวนสอบของประเทศกำลังพัฒนาควรจัดทำในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ การทวนสอบไม่ได้มุ่งหวังให้เป็นการตัดสินระบบโดยใช้ข้อกฎหมายระหว่างประเทศ แต่เป็นเพียงกระบวนการที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ที่แท้จริงได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ แม้กระทั่งพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) ขาดการประเมินเรื่องความถูกต้องของข้อมูล ส่งผลให้การดำเนินงานภายใต้ข้อตกลงร่วมกันต่างๆ ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ข้อควรพิจารณาที่สำคัญสำหรับการทวนสอบ คือ อะไรที่สามารถทวนสอบได้ ระดับหรือวิธีการทวนสอบเป็นอย่างไร และใครควรเป็นผู้ทวนสอบ

ข้อมูลที่น่ามาทวนสอบจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความพร้อมทั้งในเชิงของปริมาณและคุณภาพของข้อมูล อย่างไรก็ตามความพร้อมของหน่วยงานภายในของประเทศกำลังพัฒนาที่จะดำเนินการทั้งการตรวจวัดและการทวนสอบก็ถือเป็นสิ่งสำคัญ ความแตกต่างระหว่างปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้ทางทฤษฎีและที่สามารถลดได้จริงจะเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่การลงทุนหรือการจัดทำนโยบายต่างๆ ต่อไป การดำเนินงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในหลายประเทศได้มีการพัฒนาระบบการตรวจวัดให้สามารถทวนสอบระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ แต่ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังคงเป็นเรื่องยากที่จะสามารถทวนสอบได้ ส่วนบุคคลหรือหน่วยงานที่จะเป็นผู้ดำเนินการทวนสอบนั้นอาจเป็นบุคคลหรือหน่วยงานจากต่างประเทศ ผู้เชี่ยวชาญอิสระ บุคคลหรือหน่วยงานในระดับชาติ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ก็เป็นไปได้



รูปที่ 3-2 ตัวอย่างระดับการทวนสอบสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

(Ward et al., 2008)

ทางเลือกสำหรับการทวนสอบของประเทศกำลังพัฒนาควรดำเนินการเป็น 2 ระบบควบคู่กันไป กล่าวคือ การขอการสนับสนุนทางการเงิน เทคโนโลยี หรืออื่นๆ จากต่างประเทศ กลไกการดำเนินงาน ทวนสอบจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่นานาชาติให้การยอมรับ เพราะฉะนั้น แม้ว่าการดำเนินกิจกรรมการ ลดก๊าซเรือนกระจกจะเป็นการดำเนินการภายในประเทศภายใต้รูปแบบ MRV ระดับชาติ แต่กลไกในการ พัฒนาก็อาจจะยึดรูปแบบ MRV ระดับนานาชาติเป็นที่ตั้ง เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้โครงการ/กิจกรรมนั้น สามารถรับความช่วยเหลือจากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศได้ในเวลาเดียว จากรูปที่ 3-2 การทวน สอบระดับชาติสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมในระดับชาติเพื่อ ร้องรับการสนับสนุนจากภายในสำหรับประเทศกำลังพัฒนา และหากมีการดำเนินโครงการ CDM ร่วมด้วย การทวนสอบโครงการทั้งหมดสามารถกระทำโดยหน่วยงานระดับชาติหรือระดับนานาชาติก็ได้ แต่ต้อง ดำเนินภายใต้รูปแบบของ MRV ระดับนานาชาติ ส่วนโครงการหรือกิจกรรมที่ขอรับการสนับสนุนด้าน การเงินจากต่างประเทศหรือถูกนำเข้าสู่ตลาดคาร์บอนนั้น การทวนสอบควรเป็นระดับนานาชาติเท่านั้น

3.2 หลักการพื้นฐานของระบบ MRV

หลักการพื้นฐานของมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีการดำเนินงานตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ เกิดขึ้นโดยทั่วไปจะเป็นไปตามหลักการ TACCC ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความโปร่งใส ความถูกต้อง ความสอดคล้อง ความสมบูรณ์ และความสามารถเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้น เพื่อให้โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ที่ดำเนินการภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติมี คุณภาพ เชื่อถือได้ และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน การดำเนินโครงการภายใต้ระบบ MRV จึงควรตั้งอยู่บน พื้นฐานหลักการ TACCC เช่นกัน รายละเอียดของหลักการทั้ง 5 ประการมีดังนี้

- **ความโปร่งใส (Transparency; T)** ข้อมูลด้านการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งแหล่งกำเนิดก๊าซกำเนิดก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตและวิธีการประเมิน ควรมีการเปิดเผย ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอ เหมาะสม และสามารถตรวจสอบได้ เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการ ตัดสินใจด้วยความเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล
- **ความถูกต้อง (Accuracy; A)** เพื่อลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอนในการรวบรวมหรือ คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้มากที่สุด และต้องรักษาระดับความถูกต้อง ของข้อมูลให้อยู่ในระดับที่ต้องการเสมอ โดยต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจวัด การ รายงาน และการทวนสอบให้อยู่ในระดับที่ประหยัดมากที่สุด
- **ความสอดคล้อง (Consistency; C)** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมหรือคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้อาจไม่ขัดแย้งกัน รวมถึงทุกๆ การเปลี่ยนแปลงของ ข้อมูล ขอบเขต วิธีการ หรือปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องควรมีการติดตามข้อมูลและใช้ชุดข้อมูลใน แบบเดียวกัน
- **ความสมบูรณ์ (Completeness; C)** ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำการเก็บรวบรวม หรือประเมินได้ ควรเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมจากทุกกิจกรรมที่ เกิดขึ้นตามขอบเขตที่กำหนดไว้ รวมถึงการจัดทำเอกสารที่สมบูรณ์ทั้งรูปแบบการรายงาน ข้อมูลที่ครบถ้วน แหล่งอ้างอิงที่เหมาะสมพิสูจน์ได้
- **ความสามารถเปรียบเทียบกันได้ (Comparability; C)** ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณอยู่ในระดับ เดียวกัน ผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแม่นยำ เท่าเทียมสามารถ เปรียบเทียบกันได้ระหว่างรายผลิตภัณฑ์ หรือรายสาขาเดียวกัน เพื่อสะท้อนถึงปริมาณการ ปล่อยตามความสำคัญของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละแหล่งกำเนิด

3.3 กรณีศึกษาระบบ MRV ของต่างประเทศ

เป้าหมายหลักของการพัฒนาระบบ MRV ก็เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติสำหรับการลดก๊าซเรือน กระจกภายหลังปี พ.ศ. 2555 จึงมีความเป็นไปได้ที่ระบบ MRV จะถูกนำมาใช้กับกลไกต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการลดก๊าซเรือนกระจก แนวทางการนำระบบ MRV มาใช้ Ellis และ Moraf (2009) ได้สรุปไว้ดังตาราง ที่ 3-2

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ตารางที่ 3-2 แนวทางการพัฒนาระบบ MRV สำหรับใช้ร่วมกับกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกต่างๆ (Ellis and Moraf, 2009)

ข้อตกลง	เส้นฐาน	ระบบ		การทวนสอบ โดยบุคคลที่ 3	การแสดงผล ระบบ MRV	การเปรียบเทียบระบบ MRV กับ ต่างประเทศ	ผลที่ได้รับจากระบบ MRV
		ตรวจวัด	รายงาน				
ระดับชาติ	ไม่จำเป็น	ใช่	ใช่	ใช่	ผลการปล่อยก๊าซเรือน กระจก	ใช่ (สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซ) ไม่ (สำหรับปริมาณการลดก๊าซ)	แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือน กระจกมีความชัดเจนขึ้น
กลุ่มเป้าหมาย ระดับชาติ	ขึ้นอยู่กับ การแสดงผลเป็นไปใน รูปแบบใด	ใช่	ใช่	ใช่	สาเหตุหรือผลการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ไม่ ถ้าระบบ MRV ไม่มีความ แตกต่างกัน	ตัวชี้วัดปริมาณการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกแต่ละประเทศ
การปล่อยก๊าซราย สาขา	ขึ้นอยู่กับ การแสดงผลเป็นไปใน รูปแบบใด	ใช่	ใช่	ใช่	สาเหตุหรือผลการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ขึ้นอยู่กับ การแสดงผลเป็นไปใน รูปแบบใด หรือมีความแตกต่างกัน ระหว่างประเทศ	บัญชีรายชื่อสาขาที่มีศักยภาพใน การลดก๊าซเรือนกระจก
กลไกการพัฒนาที่ สะอาด	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	สาเหตุหรือผลการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ใช่	บัญชีสัดส่วนการลดก๊าซเรือน กระจกในระดับโครงการ
เชิงนโยบาย (PAM)	-	ขึ้นกับประเภท ของ PAM	ขึ้นกับประเภท ของ PAM	อาจจะ	สาเหตุหรือผลการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ไม่	-

3.3.1 ระบบ MRV ประเทศสหรัฐอเมริกา

U.S. Environmental Protection Agency - U.S.EPA ได้ประกาศกฎข้อบังคับสำหรับการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ภายในประเทศตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ซึ่งข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาตินี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอันจะนำไปสู่แนวทางการพัฒนาทั้งในเชิงนโยบายและโครงการในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อไป นอกจากนี้การเผยแพร่ข้อมูลยังเอื้อประโยชน์ให้ผู้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถติดตามข้อมูลของตนเองและสามารถเปรียบเทียบกับหน่วยงานที่มีการดำเนินงานในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน รวมทั้งช่วยในการบ่งชี้ความเป็นไปได้ด้านต้นทุนการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคตได้ด้วย

การตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้เป็นตามหลักเกณฑ์ของ IPCC 2006 โดยจำแนกตามประเภท Tier 1 – 3 และเพิ่มเติม Tier 4 – Continuous Emission Monitoring System (CEMS) สำหรับแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ (Stationary Combustion) ที่มีการติดตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกแบบต่อเนื่อง ผลการตรวจวัดจะต้องเป็นข้อมูลที่มีการควบคุมคุณภาพและประกันคุณภาพควบคู่กันไป หน่วยงาน/กิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างน้อย 25,000 t CO₂e ต่อปี จัดอยู่ในเกณฑ์บังคับต้องรายงานปริมาณก๊าซที่ปล่อยต่อ U.S.EPA โดยคาดว่าทั้งประเทศจะมีประมาณ 13,000 หน่วยงาน ซึ่งจะครอบคลุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณร้อยละ 85 – 90 ของทั้งประเทศ กิจกรรมที่อยู่ภายใต้เกณฑ์บังคับนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลักตามแหล่งกำเนิด และ 41 ประเภทย่อยตามกลุ่มอุตสาหกรรม ดังนี้

- **Upstream Sources** ประกอบด้วย Suppliers of Coal-based Liquid Fuels, Suppliers of Petroleum Products, Suppliers of Natural Gas and Natural Gas Liquids, Suppliers of Industrial GHGs, Suppliers of Carbon Dioxide, Suppliers of Coal
- **Downstream Sources** ประกอบด้วย General Stationary Fuel Combustion Sources, Electricity Generation, Adipic Acid Production, Aluminum Production, Ammonia Manufacturing, Cement Production, Electronics Manufacturing, Ethanol Production, Ferroalloy Production, Fluorinated GHG Production, Food Processing, Glass Production, HCFC-22 Production and HFC-23 Destruction, Hydrogen Production, Iron and steel Production, Lead Production, Lime Manufacturing, Magnesium Production, Miscellaneous Uses of Carbonates, Nitric Acid Production, Oil and Natural Gas Systems, Petrochemical Production, Petroleum Refineries, Phosphoric Acid Production, Pulp and Paper Manufacturing, Silicon Carbide Production, Soda Ash Manufacturing, SF₆ from Electrical

Equipment, Titanium Dioxide Production, Underground Coal Mines, Zinc Production, Industrial Landfills, Municipal Solid Waste Landfills, Manure Management, Wastewater Treatment

● **Mobile Sources** ประกอบด้วย Vehicles and engines outside of the light-duty sector

ทั้งนี้ การรายงานผลจะต้องจัดทำตามรูปแบบที่ทาง U.S.EPA กำหนด โดยรายงานผ่านระบบออนไลน์ เพื่อให้สะดวกแก่การเข้าถึง เพิ่มเติม หรือแก้ไขข้อมูล และจะต้องรายงานปีละครั้งภายในเดือนมีนาคมของทุกปี ข้อมูลที่รายงานทาง EPA จะทำหน้าที่ในการทวนสอบ ดังนั้น ผู้รายงานจะต้องจัดทำข้อมูลให้กระจ่างและรับรองข้อมูลต่างๆ เอง ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่ EPA จะทวนสอบอาจประกอบด้วย หน่วยของข้อมูล ข้อมูลการผลิต และข้อมูลการใช้วัตถุดิบ เป็นต้น

ตัวอย่างระบบ MRV สำหรับการกักเก็บ CO₂ ในดิน (Geologic Sequestration of Carbon Dioxide: Subpart RR) ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า โครงการนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องมีการวิเคราะห์หลักปฏิบัติ ติดตามตรวจสอบวิธีการ ทวนสอบการดำเนินงานและต้องสามารถบ่งชี้ได้ว่า โครงการสามารถดำเนินงานได้ในระยะยาว องค์ประกอบสำคัญของระบบ MRV ในกรณีนี้ ประกอบด้วย

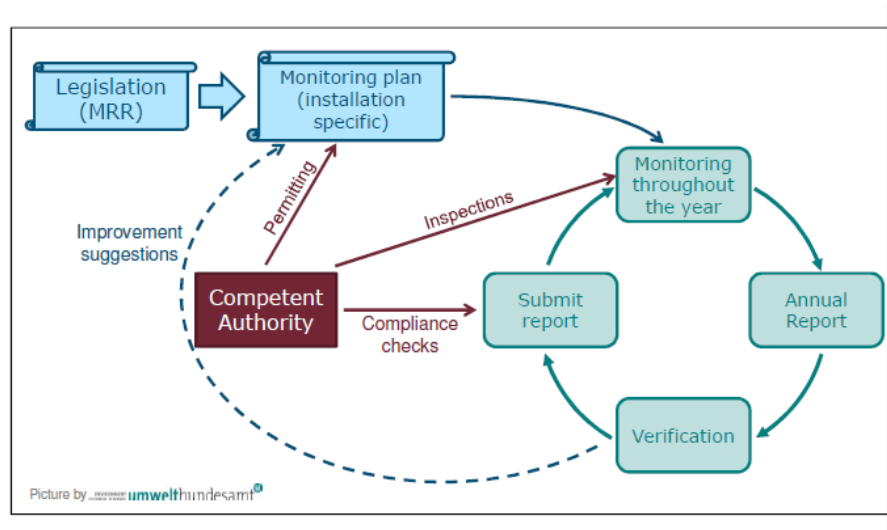
- o การบ่งชี้ศักยภาพการรั่วไหลของ CO₂ จากผิวในช่วงระยะเวลาที่ดำเนินโครงการ รวมทั้งสามารถประเมินขนาดและระยะเวลาที่จะรั่วไหลได้
- o การแบ่งแยกพื้นที่ที่ติดตามตรวจสอบ และพื้นที่เฝ้าระวังอย่างชัดเจน
- o แนวทางการตรวจจับและปริมาณการตรวจพบหากเกิดการรั่วไหล
- o แนวทางการคาดการณ์เส้นฐานการเฝ้าระวังการรั่วไหลที่อาจเกิดขึ้น
- o บทสรุปการคัดเลือกพื้นที่ และการคำนวณปริมาณ CO₂ ทั้งจากในพื้นที่ดินและแหล่งกำเนิด

ข้อมูลสำคัญที่จะต้องรายงาน ประกอบด้วย ปริมาณ CO₂ ที่จะกักเก็บในดินพร้อมระบุแหล่งที่มา ช่วงระยะเวลาการกักเก็บ แผนรายปี ปริมาตร CO₂ ที่กักเก็บและที่อาจรั่วไหลตลอดช่วงเวลาดำเนินโครงการ (ทั้งจากการคำนวณสมดุลมวลและการเฝ้าติดตามตรวจสอบ) จุดประสงค์โครงการ แหล่งและประเภทของเงินทุน และใบอนุญาตภายใต้โครงการ Underground Injection Control (UIC) เป็นต้น

3.3.2 ระบบ MRV สหภาพยุโรป

ระบบ MRV มีบทบาทสำคัญในตลาดคาร์บอน เป็นตัวช่วยให้เกิดความโปร่งใส และสามารถติดตามตรวจสอบได้ เนื่องจากทั้งผู้ซื้อและผู้ขายในตลาดล้วนต้องการความมั่นใจว่า ปริมาณ CO₂ ที่ปล่อย 1 tCO₂e จะมีค่าเท่ากับปริมาณ CO₂ 1 tCO₂e ที่ปรากฏอยู่ในรายงานอย่างแท้จริง ดังนั้น ทางสหภาพยุโรปจึงได้จัดทำข้อบังคับอันเป็นกลไกสำคัญในตลาดคาร์บอน โดยแบ่งเป็น 2 ฉบับ คือ Monitoring and Reporting Regulation – MRR และ Regulation for Verification and Accreditation of Verifiers – AVR

โดยมีกระบวนการติดตาม รายงาน และทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายปี ดังแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 หลักการของกลไกตลาดคาร์บอนในสหภาพยุโรป
(European Commission, 2012)

ความสำคัญของแผนการติดตามผล คือ การช่วยให้ผู้ทวนสอบและผู้รายงานมีความเข้าใจที่ตรงกัน ในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น แผนการติดตามผลจึงเป็นเสมือนคู่มือระบบจัดการคุณภาพ ซึ่งโดยทั่วไปควรจะประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล ตัวอย่างของวัตถุหรือเชื้อเพลิง ผลการวิเคราะห์เชิงปฏิบัติการ การบำรุงรักษาและปรับค่าความถูกต้องอุปกรณ์ สมการและวิธีการคำนวณ วิธีการได้มาซึ่งข้อมูล และกฎข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ทุกกระบวนการหรือกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจะต้องมีการติดตามและรายงานผล โดยในตลอดปีนั้นห้ามไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการติดตามผลนอกเหนือจากขั้นตอนที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ตรวจสอบแล้วเท่านั้น การเก็บและคำนวณข้อมูลจะต้องกระทำอย่างโปร่งใสเก็บรักษาไว้อย่างน้อยอย่างน้อยเป็นเวลา 10 ปี ผู้ดูแลจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอยู่เสมอ วิธีการติดตามและการจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพจะเป็นเครื่องประกันคุณภาพข้อมูลสำหรับผู้ทวนสอบได้อย่างมีเหตุผล สำหรับแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่มีการปล่อยก๊าซอย่างต่อเนื่องควรทำการตรวจวัดโดยใช้ระบบ CEMS และให้ทำการตรวจวัดทั้งในสภาวะการทำงานปกติ สภาวะการเปลี่ยนถ่ายระบบ หรือสภาวะหยุดเดินระบบชั่วคราว ทั้งนี้ วิธีการติดตามผลอาจใช้การคำนวณตามวิธีมาตรฐาน การคำนวณตามสมดุลมวล การตรวจวัดจริง การใช้วิธี non-tier/fall-back หรือใช้หลายวิธีร่วมกันก็ได้

ในส่วนของการรายงานผลจะต้องรายงานเป็นประจำทุกปีภายในเดือนมีนาคมของปีนั้นๆ โดยแบ่งระดับของการติดตามผลออกเป็น 3 กลุ่มตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ กลุ่ม A ปล่อยก๊าซ

น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50,000 tCO₂e/y กลุ่ม B ปลอยก๊าซมากกว่า 50,000 tCO₂e/y แต่ไม่เกิน 500,000 tCO₂e/y และกลุ่ม C ปลอยก๊าซมากกว่า 500,000 t CO₂e/y การรายงานจะต้องระบุแหล่งกำเนิดและวิธีการประเมินปริมาณก๊าซจากแต่ละแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามขนาดของก๊าซ ได้แก่ Major Source, Minor Source และ De-minimis Source

การทวนสอบควรเป็นการอธิบายลักษณะ ขอบเขต ช่วงเวลา และรูปแบบของกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการติดตามผลตามที่ได้จัดทำรายงาน โดยเป็นการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะงานและกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้ พร้อมทั้งควรมีการประเมินความเสี่ยงเพื่อเป็นการประกันคุณภาพข้อมูลด้วย ในขั้นตอนของการทวนสอบอาจมีการสำรวจภาคสนามเพื่อชี้จุดบกพร่องหรือประเด็นที่ไม่ชัดเจน อันจะนำไปสู่แนวทางการปรับแก้ที่เหมาะสมต่อไป

ตัวอย่างระบบ MRV ภายใต้โครงการ CDM สำหรับอุตสาหกรรมซีเมนต์ของสหภาพยุโรป โดย Cement Sustainability Initiative-CSI พบว่า โครงการนี้เป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตซีเมนต์ ซึ่งนำเสนอข้อมูลในหน่วยของ t CO₂e/t cement ควรมีการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดหลักที่สำคัญอย่างสม่ำเสมอ ข้อมูลที่จัดเก็บประกอบด้วย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกสุทธิและทั้งหมด ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน/พลังงานไฟฟ้า/เชื้อเพลิง กรรมวิธีการผลิต ตลอดจนอายุของอุปกรณ์เครื่องจักร

3.3.3 ระบบ MRV ประเทศญี่ปุ่น

รัฐบาลญี่ปุ่นได้ปรับปรุง the Japan Finance Corporation Act – JFC Act ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 เพื่อให้การสนับสนุนโครงการที่คาดว่าจะสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ โดยกำหนดให้ Japan Bank for International Cooperation – JBIC เป็นผู้ดูแลการจัดสรรงบประมาณโครงการต่างๆ สำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ระบบ MRV ของประเทศญี่ปุ่น หรือ J-MRV จึงเป็นระเบียบวิธีที่สำคัญในการอนุมัติโครงการต่างๆ ของ JBIC โดยมุ่งเน้นให้เป็นรูปแบบที่ไม่ยุ่งยาก ใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณาในรูปของ tCO₂e การประเมินจะพิจารณาในลักษณะของโครงการ โดยจะมีการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกก่อนดำเนินโครงการ (Baseline Emission) และหลังดำเนินโครงการ (Project Emission) ผลต่างของปริมาณก๊าซที่ตรวจวัดได้จากก่อน – หลังการดำเนินโครงการจึงถือเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (Emission Reduction) ลักษณะของโครงการจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณี A เป็นการปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องมือเก่าที่มีอยู่ให้ดีขึ้น และกรณี B เป็นการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือใหม่ สำหรับตัวคุณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานไฟฟ้า ทาง J-MRV ได้กำหนดไว้ 3 แนวทาง ประกอบด้วย ข้อมูลจากบัญชีก๊าซเรือนกระจกประเทศนั้นๆ ข้อมูลจากโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และข้อมูลจาก IEA ส่วนตัวคุณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิงให้อำนาจจาก

IPCC โครงการที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างน้อยร้อยละ 5 จึงจะถือเป็นโครงการที่มีนัยสำคัญ การพิจารณาการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจก (Leakage Emission) เนื่องจากการรั่วไหลโดยทั่วไปมักเกิดการกระบวนการผลิตต้นน้ำ (Upstream Emission) ทาง J-MRV จึงไม่นำมาพิจารณา แต่หากการรั่วไหลเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของกรณีโครงการ ทาง J-MRV จึงจะนำมาพิจารณาร่วมด้วยเป็นหลายกรณีไป

ปัจจุบันได้มีการจัดทำรูปแบบวิธีการสำหรับระบบ J-MRV ไว้สำหรับโครงการ 7 ประเภท ดังนี้

J-MRV No.1 Methodology for Renewable Energy Projects

J-MRV No.2 Methodology for Project Introducing Energy Efficiency Equipments/Facilities

J-MRV No.3 Methodology for Waste Energy Recovery Projects

J-MRV No.4 Methodology for Power Generation Projects Using Low-Carbon Technology for Fossil Fuel

J-MRV No.5 Methodology for Transport Projects in the Urban Area

J-MRV No.6 Methodology for Waste Management Projects

J-MRV No.7 Methodology for Water Projects

ตัวอย่างการศึกษาความเป็นไปได้ของการลดก๊าซเรือนกระจกจากระบบการขนส่งในประเทศ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวภายใต้ระบบ J-MRV พบว่า รัฐบาลลาวได้วางแผนยุทธศาสตร์การลดก๊าซเรือนกระจกไว้ 3 แนวทาง ประกอบด้วย การพัฒนาเครือข่ายเส้นทางคมนาคม การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ และการจัดการระบบการขนส่ง หลักการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจะแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจะใช้หลักการ “top-down” และการประเมินปริมาณการจราจรจะใช้หลักการ “bottom-up” ตัวคูณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพาหนะที่ใช้ในการคำนวณอ้างอิงจากข้อมูลของประเทศไทย ผลการคาดการณ์เบื้องต้นว่า แผนพัฒนาโครงการระบบการขนส่งของประเทศลาวสามารถลดก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2568 จากปีฐาน พ.ศ. 2550 ได้ 158,343 t CO₂e ต่อปี ข้อมูลที่ใช้ในระบบ เช่น จำนวนประชากร ข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคม และการคาดการณ์ความต้องการใช้ระบบขนส่งควรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกใหม่อยู่เสมอ ส่วนการรายงานและการทวนสอบให้ยึดตามแบบฟอร์มของกลไก CDM

ตัวอย่างการศึกษาความเป็นไปได้ของการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการพื้นที่ดินพรุอย่างยั่งยืนในประเทศอินโดนีเซียภายใต้ระบบ J-MRV พบว่า วิธีการจัดการพื้นที่ดินพรุอย่างยั่งยืนคือ การเพิ่มระดับน้ำในพื้นที่โครงการเพื่อลดการย่อยสลายโดยใช้อากาศในดินและเพื่อเพิ่มการเพาะปลูกในพื้นที่ ข้อมูลสำคัญในการพิจารณา ประกอบด้วย นโยบายรัฐบาลด้านการจัดการพื้นที่ดินพรุ ข้อมูลชีวมวลของดินพรุในประเทศอินโดนีเซีย ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของดินพรุ และข้อมูลการสำรวจพื้นที่เบื้องต้น การเฝ้าติดตามระดับน้ำและชีวมวลในดินมวลใช้ระบบแซทเทลไลต์ ผลการคาดการณ์เบื้องต้นว่า ในพื้นที่โครงการ

10,000 เฮกตาร์ มีปริมาณระดับน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.5 เมตร สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ 227,500 t CO₂e ต่อปี ภายในระยะเวลาดำเนินโครงการ 10 ปี เริ่มจากปี พ.ศ. 2553

3.3.4 ระบบ MRV ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

รัฐบาลจีนมีแนวนโยบายที่จะเสริมสร้างความร่วมมือกับนานาชาติประเทศหรือองค์กรต่างๆ ทั่วโลก เพื่อศึกษา แลกเปลี่ยนประสบการณ์การดำเนินงานภายใต้ระบบ MRV และลดข้อผิดพลาดของระบบที่อาจเป็นไปได้ เนื่องจากระบบ MRV ของประเทศจีนค่อนข้างมีความแตกต่างกับนานาชาติอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากความหลากหลายทางเทคโนโลยีหรือเชื้อเพลิงที่ใช้ซึ่งส่งต้องการตัวคูณก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันไป จากการประเมินของหน่วยงานด้านทรัพยากรธรรมชาติของประเทศจีน¹ พบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานคิดเป็น 1 ใน 3 ของสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ ระบบ MRV ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่ภาคอุตสาหกรรมที่คาดว่าจะมีความหลากหลายและความยากในการทำงานเป็นอย่างมาก โดยเริ่มให้มีการจัดเก็บ จัดการ และคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องรายงานแหล่งกำเนิดมลพิษที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ซึ่งคาดว่าจะครอบคลุมประมาณร้อยละ 85 ของปริมาณมลพิษทั้งหมดที่เกิดขึ้น ในส่วนของการทวนสอบส่วนใหญ่ได้มีการดำเนินการในรูปแบบเดียวกับโครงการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด

ตัวอย่างกรณีศึกษาระบบ MRV อุตสาหกรรมซีเมนต์ในประเทศจีน² พบว่า การดำเนินงานระบบ MRV เป็นไปภายใต้หลักการ TACCC ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะคำนวณจาก 4 กระบวนการหลักประกอบด้วย การทำเหมืองแร่ การเตรียมวัตถุดิบ การผลิตซีเมนต์ และการจัดการระบบ การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะแสดงผลการคำนวณปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกจากแต่ละกระบวนการย่อยใน 4 กระบวนการหลัก พร้อมทั้งแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจำแนกแหล่งกำเนิดทางตรงและทางอ้อมด้วย รัฐบาลจีนได้จัดทำโปรแกรมการคำนวณผ่านระบบออนไลน์เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถส่งผลการคำนวณได้โดยตรง และรายงานผลในคราวเดียวกัน การทวนสอบอาจดำเนินการโดยภาครัฐหรือภาคเอกชนที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังมีการจัดทำมาตรฐานเพื่อเชิดชูโรงงานที่สามารถควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในเกณฑ์ที่หน่วยงานราชการกำหนดไว้ สำหรับโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เสนอแนะไว้ อาทิเช่น การนำของเสียกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ การควบคุมระบบให้เหมาะสมที่สุด เป็นต้น โดยคาดว่าจะการนำขยะอุตสาหกรรมมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกประมาณ 5,000 – 6,000 พันตันต่อปีจะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ถึงประมาณ 24,000 ตันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

¹ ICAP, 2009

² CBMA, 2012

ตารางที่ 3-3 การเปรียบเทียบระบบ MRV ของต่างประเทศ

ระบบ	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	ญี่ปุ่น	จีน
การตรวจวัด				
วิธีการตรวจวัด	Tier 1- 3	Tier 1- 3	Tier 1- 3	Tier 1- 3
วิธีการติดตาม	Tier 4 - CEMs	Tier 4 - CEMs	-	Tier 4 - CEMs
การประกันคุณภาพ	มี	มี (รักษา 10 ปี)	มี	มี
การรายงาน				
เกณฑ์การรายงาน	$\geq 25,000 \text{ tCO}_2\text{e}$	A : $\leq 50,000 \text{ tCO}_2\text{e}$ B : $50,000 - 500,000 \text{ tCO}_2\text{e}$ C : $\geq 500,000 \text{ tCO}_2\text{e}$	-	-
หน่วยงานรับผิดชอบ	US.EPA	EU.ETS	JBIC	NRDC
แหล่งกำเนิดก๊าซ	Direct Source, Indirect Source	Major Source, Minor Source, De-minimis Source	-	Direct Source, Indirect Source
ระบบการรายงาน	ออนไลน์	-	ออนไลน์	ออนไลน์
ความถี่การรายงาน	ปีละครั้ง	ปีละครั้ง	-	-
การทวนสอบ				
หน่วยงานทวนสอบ	US.EPA	บุคคลที่ 3	JBIC	หน่วยงานภาครัฐที่ รับผิดชอบโดยตรง
วิธีการทวนสอบ	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)	ข้อมูลรายงาน, สำรวจภาคสนาม (อาจจะ)

บทที่ 4

แนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก (Measurement)

ระบบตรวจวัด (Measurable; M) หมายถึง การตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงโดยใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือทางอ้อมโดยใช้การคำนวณตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับทั้งภาคพลังงาน จากการนำแหล่งพลังงานต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการผลิต และภาคกระบวนการอุตสาหกรรม จากกระบวนการผลิตโดยตรง แนวทางในการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมจะพิจารณาขอบเขตการประเมินตามแหล่งที่มาของพลังงาน โดยมีก๊าซเรือนกระจกเพียง 3 ชนิด คือ CO₂, CH₄ และ N₂O ที่เกี่ยวข้องกับการอุตสาหกรรมปิโตรเคมีโดยตรง แนวทางการเก็บข้อมูลจากระดับล่างสู่ระดับบนซึ่งอ้างอิงตาม UNEP จะถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการ ส่วนขั้นตอนในการดำเนินการตรวจวัดปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการที่เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมจะอ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 14064-2 เป็นหลัก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ส่วน เพื่อให้ครอบคลุมการดำเนินงานในหลากหลายมิติที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกและการติดตามประเมินผล โดยใช้แนวทางการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีตามที่ระบุไว้ใน Chapter 3 Chemical Industry Emissions; 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories เป็นวิธีคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และใช้หลักการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางของโครงการ CDM โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ก๊าซเรือนกระจกรายสาขา

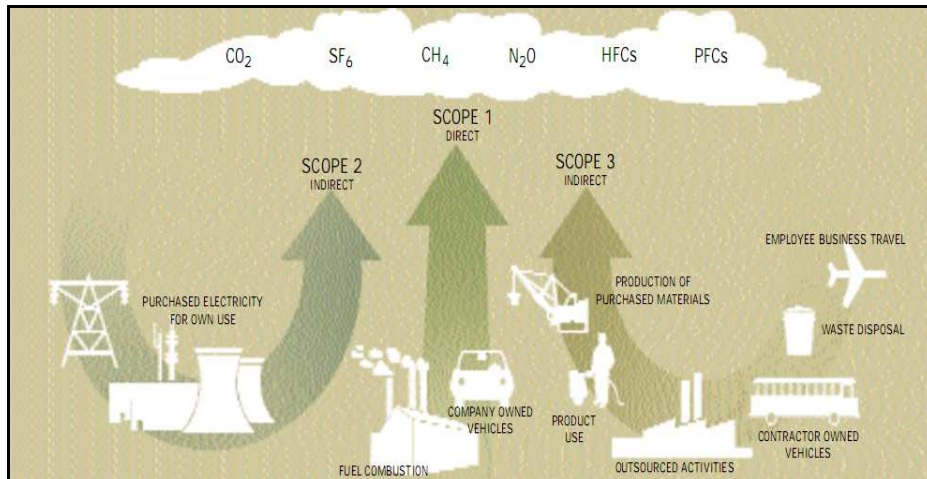
คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (IPCC, 1996) ได้กำหนดแนวทางการประเมินและรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับภาคภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Process) ดังนี้ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในกระบวนการอุตสาหกรรมเป็น by-product ที่เกิดจากการผลิต ไม่รวมถึงการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวได้รวมไว้ในภาคพลังงานแล้ว นอกจากนี้ยังไม่รวมถึง Non-methane Volatile Organic Compounds หรือ NMVOCs ที่เกิดขึ้นจากการใช้สารทำละลาย ถึงแม้ว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการอุตสาหกรรมก็ตาม โดย NMVOCs ที่เกิดขึ้นจากการใช้สารทำละลายจะรวมอยู่ในภาคตัวทำละลายและผลิตภัณฑ์อื่นๆ

โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตพิจารณาจากแนวทางการประเมินตาม IPCC พบว่า ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากอุตสาหกรรมมีส่วนเกี่ยวข้องกับทั้งภาคพลังงานและภาคกระบวนการอุตสาหกรรม กล่าวคือ ก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมจากภาคพลังงานเกิดจากการนำพลังงานเชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานไอน้ำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยตรง (Direct Energy) เพื่อการผลิต ในขณะที่ก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานเชื้อเพลิงโดยอ้อม (By-Product Energy) ก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยทิ้ง (Process Vent) และก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทิ้ง (Flare) นั้นเอง

4.2 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้างอิงจาก The Greenhouse Gas Protocol (World Resource Institute และ World Business Council for Sustainable Development, 2003) แบ่งออกเป็น 3 ขอบเขตตามแหล่งกำเนิด ดังรูปที่ 4-1 ดังนี้

- **ขอบเขตที่ 1** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct Greenhouse Gas Emission) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดที่ทางองค์กรเป็นเจ้าของหรือควบคุมโดยองค์กร
- **ขอบเขตที่ 2** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Greenhouse Gas Emission) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำพลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ หรือความร้อน เพื่อมาใช้ในองค์กร ซึ่งเป็นการผลิตมาจากที่อื่นโดยที่องค์กรอื่นเป็นผู้ควบคุม แม้ว่าก๊าซเรือนกระจกจะเกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรม แต่ก๊าซเหล่านั้นจะถูกรายงานในส่วนภาคพลังงาน
- **ขอบเขตที่ 3** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Greenhouse Gas Emission) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร แต่ทางองค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือองค์กรไม่ได้เป็นผู้ควบคุม และเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่นๆ นอกเหนือขอบเขตที่ 1 และ 2 ตัวอย่างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ เช่น การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การกำจัดของเสีย การขนส่ง เป็นต้น



รูปที่ 4-1 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
(WBCSD, 2003)

4.3 แนวทางการเก็บข้อมูล

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Program; UNEP) ร่วมกับสถาบันทรัพยากรโลก (World Resource Institute; WRI) ได้กำหนดพิธีสารระบบเมตริก (The UNEP-SBCI-WRI Metric & Protocol) สำหรับการตรวจวัดและการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้เป็นแนวทางและขั้นตอนการนำเสนอภาพรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณและรูปแบบการรายงานจะต้องสอดคล้องกับองค์ประกอบต่างๆ ของก๊าซเรือนกระจก ทั้งในเชิงของขอบเขต แหล่งกำเนิด และประเภทของก๊าซเรือนกระจก แนวทางการเก็บข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติหรือระดับโลกมักตั้งอยู่บนพื้นฐานการตรวจวัดตามแนวทาง Top - Down ในขณะที่การรวบรวมข้อมูลในระดับโครงการควรดำเนินการเก็บข้อมูลตามแนวทาง Bottom - Up ซึ่ง โครงการนี้เป็นการศึกษาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการ ดังนั้น แนวทางการเก็บข้อมูลที่จะมาใช้อ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นแนวทาง Bottom - Up

4.4 หลักการประเมินก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานสากล

การตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการเพื่อให้เป็นไปตามหลักการพื้นฐานของระบบ MRV จึงจำเป็นต้องมีการทบทวนถึงหลักการของมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีการดำเนินการเกี่ยวกับ

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำไปสร้างเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัด การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมต่อไป ทั้งนี้ มาตรฐานสากลที่สอดคล้องกับแนวทางการตรวจวัด ก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมมี 3 มาตรฐาน ดังนี้

4.4.1 IPCC

IPCC เป็นหน่วยงานกลางระดับนานาชาติด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดำเนินการจัดทำแนวทางการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีไว้ใน Chapter 3 Chemical Industry Emissions; 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีจะพิจารณาทั้งในส่วนของการและวัตถุดิบ วิธีการประเมินจะแบ่งออกเป็น 3 แนวทางหลัก การเลือกใช้แนวทางใด ขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูล และการนำไปใช้เป็นหลัก ดังนี้

- ⊗ **Tier 1 product – based emission factor method** เป็นการประเมินในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจำเพาะของโรงงานผลิตหรือไม่มีกิจกรรมที่แสดงการไหลของคาร์บอนในกระบวนการผลิต การประเมินอาศัยเพียงข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้เท่านั้น
- ⊗ **Tier 2 total feedstock carbon balance method** เป็นการประเมินในกรณีที่มีข้อมูลกิจกรรมทั้งในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้และกระบวนการที่เกิดขึ้น กิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องจะนำมาเชื่อมโยงกันเพื่อแสดงการไหลของคาร์บอน ผลต่างของปริมาณคาร์บอนที่เข้าสู่ระบบกับปริมาณคาร์บอนที่ออกจากระบบจะแสดงถึงปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ นั่นเอง
- ⊗ **Tier 3 direct estimate of plant-specific emission method** เป็นการใช้อยู่ข้อมูลจำเพาะของโรงงานผลิตเพื่อคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ผลการคำนวณที่ได้จึงเป็นข้อมูลจำเพาะของผลิตภัณฑ์ของโรงงานนั้นๆ การนำไปประยุกต์ใช้จึงต้องอ้างอิงถึงข้อมูลจำเพาะของโรงงานและวิธีการตรวจวัดของโรงงานประกอบด้วย การคำนวณก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีนี้จะแบ่งก๊าซออกเป็น 3 ประเภท ตามแหล่งกำเนิด คือ ก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์พลอยได้ ก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยทิ้ง และก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทิ้ง

4.4.2 ISO 14064-2

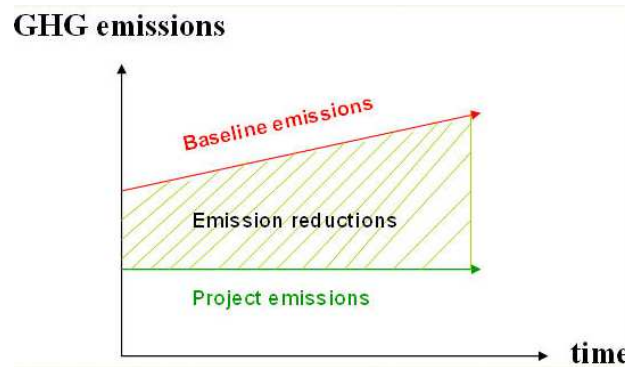
องค์การมาตรฐานสากล ซึ่งเป็นองค์กรระหว่างประเทศที่ออกมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจและอุตสาหกรรมได้ออกมาตรฐาน 14064-2:2006 ซึ่งเป็นข้อกำหนดและข้อเสนอแนะระดับโครงการสำหรับการวัดปริมาณ การติดตามตรวจสอบ และการรายงานผลการปล่อยหรือการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เพื่อใช้เป็นหลักการพื้นฐานที่สำคัญให้มั่นใจว่า ข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกจะมีความถูกต้องและ

มีเหตุผล ข้อกำหนดสำหรับโครงการเกี่ยวกับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระบุไว้ 13 ประเด็น ดังนี้

- ⊗ ข้อกำหนดทั่วไป
- ⊗ การอธิบายโครงการ
- ⊗ การระบุแหล่งกำเนิด แหล่งดูดซับ และแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของโครงการ
- ⊗ การพิจารณาภาวะอ้างอิงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่มีโครงการ
- ⊗ การระบุแหล่งกำเนิด แหล่งดูดซับ และแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของสถานะอ้างอิง
- ⊗ การพิจารณาเลือกแหล่งกำเนิด แหล่งดูดซับ และแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสำหรับการติดตามตรวจสอบ
- ⊗ การประมาณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- ⊗ การประมาณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก
- ⊗ การจัดการคุณภาพข้อมูล
- ⊗ การติดตามตรวจสอบโครงการ
- ⊗ การจัดทำเอกสารโครงการ
- ⊗ การทวนสอบโครงการ
- ⊗ การรายงานผลโครงการ

4.4.3 CDM

หลักการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณาเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุมโดยพิธีสารเกียวโต 6 ชนิดดังกล่าวข้างต้น โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ CDM จะต้องแสดงให้เห็นว่า สามารถนำไปสู่การลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง นั่นคือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) น้อยกว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีไม่มีโครงการ หรือกรณีฐาน (Baseline Emission) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงดังแสดงในรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 หลักการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกตาม CDM
(TGO, 2012)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่โครงการ CDM สามารถลดได้เห็นได้ว่าเป็นปริมาณที่ลดลงจากกรณีฐาน ดังนั้น การกำหนดกรณีฐานที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญมาก โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- ⊗ **Brown field** การดำเนินโครงการจากระบบเดิม กล่าวคือ มีการดำเนินการผลิตหรือใช้พลังงานในระบบเดิมก่อนแล้ว ซึ่งระบบเดิมนั้นมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตอยู่ปริมาณหนึ่ง และหลังจากมีการนำโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้ามาดำเนินการในระบบเดิม ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมมีปริมาณลดลง แม้โครงการจะยังคงมีความต้องการใช้พลังงานอยู่ก็ตาม
- ⊗ **Green field** การดำเนินโครงการจากการสร้างระบบการผลิตใหม่ทั้งหมด กล่าวคือ ไม่มีการดำเนินการผลิตหรือใช้พลังงานในพื้นที่นั้นมาก่อน จึงไม่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่เพื่อให้เกิดการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานจึงควรพิจารณาจากค่ามาตรฐานกลางในระบบการผลิตเดียวกัน โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ตามประเภทโครงการ

4.5 สรุปแนวทางการตรวจวัดสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม

⊗ ขอบเขตการตรวจวัด

วิธีการที่เหมาะสมควรสำหรับกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกระดับโครงการสำหรับภาคอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมีควรคำนวณแบบ **Gate to Gate** เพื่อระบุขอบเขตของกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม/โครงการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างชัดเจน (กระบวนการที่เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของโครงการลดก๊าซเรือนกระจก) เพื่อป้องกันการทับซ้อนของกิจกรรมหรือการคำนวณซ้ำ

⊗ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัด

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการ ควรเป็น ผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ ดังนั้น การตรวจวัดจึงควรดำเนินการโดยพนักงาน หรือวิศวกรผู้ควบคุมระบบโดยตรง และควรระบุแหล่งที่มาของข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ เป็นที่ยอมรับได้

⊗ ข้อมูลการตรวจวัด

วิธีการเก็บข้อมูลสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมี ซึ่งจัดเป็นกิจกรรมในระดับโครงการ ควรดำเนินการตามแนวทาง Bottom – Up ดังที่ UNEP และ WRI ได้เสนอไว้

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโตที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งควรนำมาพิจารณาในการคำนวณมีเพียง 3 ชนิด คือ CO₂, CH₄ และ N₂O โดยก๊าซแต่ละชนิดมีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนอ้างอิงจาก IPCC 2007 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าซึ่งเป็นผลรวมของก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะอ้างอิงตามสมการของ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ซึ่งจะครอบคลุมแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2

⊗ ระเบียบวิธีการตรวจวัด

วิธีการตรวจวัดโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทได้ใช้แนวทางของ CDM นำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับโครงการด้านการอนุรักษ์พลังงานของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งระเบียบวิธีการตรวจวัดแบ่งออกเป็น 8 หัวข้อหลัก ได้แก่

(1) เงื่อนไขเบื้องต้นสำหรับการประยุกต์ใช้วิธีการนี้

อธิบายเกี่ยวกับเงื่อนไขของกิจกรรมหรือเทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับระเบียบวิธีการคำนวณในแต่ละประเภทโครงการ

(2) ขอบเขตโครงการ

กำหนดขอบเขตพื้นที่หรือกระบวนการผลิตที่มีความเกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการ ซึ่งเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ **Gate to Gate**

(3) แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่รวมอยู่ในขอบเขตของโครงการ

รวบรวมกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งในกรณีฐานและจากโครงการ รวมถึงชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกนำมาคำนวณในช่วงกรณีฐานและในช่วงมีโครงการ

ตารางที่ 4-1 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (TRF, 2553)

อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	Direct GHG emission	Indirect GHG emission
ขั้นต้น	☼ การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง ☼ การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เกิดจากกระบวนการผลิตเอง (Ethylene production) ☼ ก๊าซที่เผาทั้ง (Flare และ Coke combustion)	❖ พลังงานไฟฟ้า ไอ่น้ำ
ขั้นกลาง	☼ การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง ☼ ก๊าซที่ปล่อยทิ้ง (Vent)	❖ พลังงานไฟฟ้า ไอ่น้ำ
ขั้นปลาย	☼ การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง ☼ ก๊าซที่เผาทั้ง (Flare)	❖ พลังงานไฟฟ้า ไอ่น้ำ

(4) วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline emissions)

วิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกรณีฐานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ Brown field และ Green field ดังกล่าวในหัวข้อ 4.4.4 CDM ทั้งนี้ กรณีฐานสำหรับโครงการ CDM จะเป็นการเปรียบเทียบบนสมมติฐานที่ว่า หากไม่มีการดำเนินโครงการ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ข้อมูลที่นำมาคำนวณจึงต้องอ้างอิงทั้งข้อมูล ณ ปีที่ดำเนินโครงการ และข้อมูลก่อนการดำเนินโครงการมาพิจารณาร่วมกัน

(5) วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงมีโครงการ (Project emissions)

วิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในช่วงมีโครงการให้คำนวณตามระเบียบวิธีที่เกี่ยวข้องกับโครงการแต่ละประเภท (ด้านพลังงานเชื้อเพลิง, ด้านพลังงานไฟฟ้า, ด้านพลังงานไอน้ำ) และเพื่อให้การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

(6) วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (Emission reductions)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน โดยอาศัยหลักการคำนวณตามแนวทางมาตรฐานของโครงการ CDM มีการคำนวณดังสมการที่ 4-2

$$ER = BE - (PE + LE) \quad \text{สมการที่ 4-2}$$

โดยที่ ER คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (tCO₂e)
BE คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (tCO₂e)
PE คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงมีโครงการ (tCO₂e)
LE คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากการดำเนินโครงการ (tCO₂e)

(7) สรุประเบียบวิธีการตรวจวัด

สรุปสมการที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรที่ใช้ ค่าตัวคูณก๊าซเรือนกระจก และแหล่งที่มาของข้อมูล

(8) การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบและติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กำหนดแผนการในการติดตามและตรวจสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรจะเป็นแผนการตรวจสอบที่สอดคล้องกับวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อช่วยให้เกิดการควบคุมคุณภาพของข้อมูลและทำให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพสำหรับประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

บทที่ 5

แนวทางการรายงานผลก๊าซเรือนกระจก (Reporting)

ระบบรายงาน (Reportable; R) หมายถึง การรายงานผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับโครงการอื่นได้ การรายงานผล ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก ควรมีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกับการตรวจวัดปริมาณ การลดก๊าซเรือนกระจก ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมแบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ก๊าซ จากภาคพลังงานและก๊าซจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ดังนั้น แนวทางในการรายงานผลก๊าซเรือน กระจกในภาคอุตสาหกรรม ควรบ่งชี้ถึงแหล่งกำเนิดและชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และสอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับโครงการ ตามแนวทาง UNEP

เมื่อพิจารณาขั้นตอนในการดำเนินการรายงานปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการที่ เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน ISO 14064-2 ร่วมกับขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกสามารถตาม The Greenhouse Gas Protocol ผลปรากฏว่า แนวทางที่เหมาะสมในการ รายงานก๊าซเรือนกระจกสำหรับภาคอุตสาหกรรมควรจำแนกรายงานออกเป็น 2 ภาคส่วนอย่างชัดเจน คือ ก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานและก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรม เพื่อแสดงให้เห็น ถึงที่มาและความสำคัญของแหล่งกำเนิดก๊าซนั้นๆ อีกทั้งยังช่วยให้สามารถจัดการหรือกำหนดทิศทางใน การดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างสอดคล้องกับหลักความจริงได้ต่อไป โดยที่ก๊าซเรือนกระจกภาค พลังงานจะรายงานปริมาณก๊าซจากทั้งขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (การใช้เชื้อเพลิง ทางตรง) และขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (การใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานไอน้ำ) ในขณะที่ก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมจะรายงานเฉพาะขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือน กระจกทางตรงเท่านั้น (การใช้เชื้อเพลิงทางอ้อม การปล่อยทิ้ง และการเผาทิ้ง)

5.1 ระบบเมตริกการรายงานผล

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Program; UNEP) ร่วมกับสถาบันทรัพยากรโลก (World Resource Institute; WRI) ได้กำหนดพิธีสารระบบเมตริก (The UNEP-SBCI-WRI Metric & Protocol) สำหรับการตรวจวัดและการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อ

ใช้เป็นแนวทางและขั้นตอนการนำเสนอภาพรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณและรูปแบบการรายงานจะต้องสอดคล้องกับองค์ประกอบต่างๆ ของก๊าซเรือนกระจก ทั้งในเชิงของขอบเขต แหล่งกำเนิด และประเภทของก๊าซเรือนกระจก

ในส่วนของระบบเมตริกที่ใช้ในการรายงานผลการประเมินก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลการปล่อยและการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการ ซึ่งใช้หลักการของแนวทางการเก็บข้อมูลจากเบื้องล่างขึ้นสู่ข้างบน (Bottom – Up Approach) และเพื่อให้ผลที่ได้สามารถบอกประสิทธิภาพในแต่ละช่วงเวลา รวมทั้งสามารถใช้เปรียบเทียบกับค่า benchmark ได้ รูปแบบการรายงานผลที่เหมาะสมจึงควรประกอบด้วย ระบบความเข้มพลังงาน (Energy Intensity Metric) และระบบความเข้มข้นคาร์บอน (Carbon Intensity Metric) ควบคู่กัน

Energy Intensity

- = **Energy Consumption/ Products/ Year**
- = kWh/ton/year (kilo watt hours per ton per year) กรณีที่เป็นไฟฟ้า
- = MJ/ton/year (mega joule per ton per year) กรณีที่เป็นเชื้อเพลิงและไอน้ำ

Carbon Intensity

- = **Greenhouse Gas Emission/ Products/ Year**
- = kgCO₂e/ton/year (kilo grams carbon dioxide equivalent per ton per year)

5.2 หลักการรายงานก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานสากล

การรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการเพื่อให้เป็นไปตามหลักการพื้นฐานของระบบ MRV จึงจำเป็นต้องมีการทบทวนถึงหลักการของมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีการดำเนินการเกี่ยวกับการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำไปสร้างเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการรายงานการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมต่อไป ทั้งนี้ มาตรฐานสากลที่สอดคล้องกับแนวทางการรายงานก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมมี 3 มาตรฐาน ดังนี้

5.2.1 IPCC

ใน 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ได้มีการอ้างอิงแนวทางการประกันและการควบคุมคุณภาพการจัดทำบัญชีรายการ โดยระบุว่า เอกสารและการได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถแจกแจงเอกสารทุกชนิดในการรายงานบัญชีรายการได้ แต่เอกสารที่จะขาดไม่ได้ คือ ข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก และแหล่งอ้างอิงของข้อมูลที่ใช้เพื่อให้การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีความโปร่งใสและสามารถสืบค้นกลับไปยังขั้นตอนการคำนวณต่างๆ ได้ตามต้องการ ไม่ว่าแนวทางการประเมินก๊าซเรือนกระจกจะเป็นไปโดยวิธีใด การบ่งชี้แหล่งข้อมูลพลังงานที่ใช้และความครบถ้วนของกลุ่มข้อมูลถือเป็นสิ่งสำคัญ รูปแบบการรายงานของ IPCC ปัจจุบันพยายามที่จะแสดงให้เห็นถึงความสมดุลระหว่างความโปร่งใสของข้อมูลที่ต้องการและความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลอย่างแท้จริง

การรายงานผลตามแนวของ IPCC ต้องระบุแหล่งที่มาของสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างชัดเจน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของผลการคำนวณและการเปรียบเทียบกับพื้นฐานเดียวกันได้ ดังนี้

(1) Tier 1 product – based emission factor method

เป็นการประเมินในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจำเพาะของโรงงานผลิตหรือไม่มีกิจกรรมที่แสดงการไหลของคาร์บอนในกระบวนการผลิต การประเมินอาศัยเพียงข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้เท่านั้น

(2) Tier 2 total feedstock carbon balance method

เป็นการประเมินในกรณีที่มีข้อมูลกิจกรรมทั้งในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้และกระบวนการที่เกิดขึ้น กิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องจะนำมาเชื่อมโยงกันเพื่อแสดงการไหลของคาร์บอน ผลต่างของปริมาณคาร์บอนที่เข้าสู่ระบบกับปริมาณคาร์บอนที่ออกจากระบบจะแสดงถึงปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ นั่นเอง

(3) Tier 3 direct estimate of plant-specific emission method

เป็นการใช้ข้อมูลจำเพาะของโรงงานผลิตเพื่อคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ผลการคำนวณที่ได้จึงเป็นข้อมูลจำเพาะของผลิตภัณฑ์ของโรงงานนั้นๆ การนำไปประยุกต์ใช้จึงต้องอ้างอิงข้อมูลจำเพาะของโรงงานและวิธีการตรวจวัดของโรงงานประกอบด้วย การคำนวณก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีนี้จะแบ่งก๊าซ

ออกเป็น 3 ประเภท ตามแหล่งกำเนิด คือ ก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์พลอยได้ ก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยทิ้ง และก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทิ้ง

ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เชื้อเพลิงฟอสซิลขั้นต้นมักไม่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต แต่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบแทน การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขั้นต้นอาจจะรวมถึงการเผาไหม้สารที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเพื่อเพิ่มพลังงานความร้อน และการผลิตเชื้อเพลิงขั้นที่สอง ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซึ่งใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบจึงควรรายงานเป็นก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรม แต่หากเชื้อเพลิงเหล่านั้นถูกนำไปใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นนอกเหนือจากกระบวนการผลิต ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจะถูกรายงานในส่วนภาคพลังงาน

5.2.2 ISO 14064-2

วัตถุประสงค์ของการรายงานผลการปล่อยหรือการลดก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐาน ISO 14064-2:2006 ระบุไว้ คือ เพื่อบ่งชี้ถึงจุดประสงค์การดำเนินโครงการและความมุ่งมั่นของผู้ดำเนินโครงการ ดังนั้น รูปแบบการรายงานควรเข้าถึงได้ง่ายและมีเนื้อหาที่อธิบายสิ่งสำคัญของการดำเนินโครงการ

เอกสารโครงการควรจัดทำในรูปแบบที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ง่าย เพื่อป้องกันการอ้างสิทธิ์ที่ทับซ้อนกันของผู้ดำเนินโครงการแต่ละกิจกรรม ข้อกำหนดสำหรับการรายงานโครงการเกี่ยวกับการปล่อยหรือการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกอย่างน้อยควรประกอบด้วยประเด็นสำคัญต่างๆ 11 ประเด็น ดังนี้

- ⊗ ชื่อโครงการ
- ⊗ ประเภทโครงการก๊าซเรือนกระจก
- ⊗ รายการก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง
- ⊗ เอกสารการทวนสอบปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก
- ⊗ คำอธิบายโครงการ
- ⊗ เอกสารการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีโครงการ
- ⊗ เอกสารการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน
- ⊗ คำอธิบายกรณีฐาน
- ⊗ การประเมินประสิทธิผล
- ⊗ คำอธิบายข้อจำกัดและหลักการคำนวณ
- ⊗ วันที่รายงานและระยะเวลาการลดก๊าซเรือนกระจก

5.2.3 CDM

ในการพัฒนาโครงการ CDM ผู้ดำเนินโครงการจะต้องออกแบบลักษณะของโครงการและจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (Project Design Document: PDD) ซึ่งระบุรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมและขอบเขตของโครงการ วิธีการคำนวณ ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระยะเวลาคิดเครดิตของโครงการ การวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการต่อสิ่งแวดล้อม และการจัดรับฟังความคิดเห็นจากชุมชนที่อาจได้รับผลกระทบจากโครงการ โดยใช้แบบฟอร์มตามประเภทของโครงการตามที่ CDM EB กำหนด ดังนี้

1. โครงการทั่วไป
2. โครงการป่าไม้
3. โครงการทั่วไปขนาดเล็ก
4. โครงการป่าไม้ขนาดเล็ก

นอกจากนี้ ผู้พัฒนาโครงการต้องติดตามตัวแปรทุกตัวและรายงานปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่ระบุไว้ในส่วนที่ B.7 ของเอกสารประกอบโครงการ โดยต้องกำหนดขั้นตอนในการรับมือหากเกิดกรณีฉุกเฉิน เช่น เครื่องมือเสีย หรือพบข้อมูลผิดปกติ และอธิบายวิธีการควบคุม/ ประกันคุณภาพ ทั้งนี้ ผู้พัฒนาโครงการอาจจ้างบริษัทที่ปรึกษาให้เป็นผู้จัดทำรายงานหรือจัดทำรายงานเองก็ได้ การรายงานปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความสำคัญยิ่งเพราะหมายถึงปริมาณคาร์บอนเครดิตที่จะได้จากการทำโครงการ

5.3 สรุปแนวทางการรายงานผลสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมแบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ก๊าซจากภาคพลังงาน และก๊าซจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ดังนั้น แนวทางในการรายงานผลก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม ควรบ่งชี้ถึงแหล่งกำเนิดและชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และสอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับโครงการตามแนวทาง UNEP

⊗ ขอบเขตการรายงานผล

การรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ควรแสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (WRI และ WBCSD, 2003) ซึ่งในที่นี้ จะพิจารณาขอบเขตแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกเพียง 2 ขอบเขตเท่านั้น (1) ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct Greenhouse Gas Emission) และ (2) ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Greenhouse Gas Emission)

⊗ ระยะเวลาการรายงานผล

กิจกรรม/โครงการการลดก๊าซเรือนกระจกมักมีระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่ 3 เดือน 6 เดือน หรือ 1 ปี อีกทั้งรูปแบบในการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นที่ยอมรับในสากล อยู่ในรูป tCO_2e/y ดังนั้น ในการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการดำเนินโครงการ/กิจกรรมต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาการดำเนินงาน และเป็นไปในบรรทัดฐานเดียวกัน ทางผู้วิจัยเห็นชอบว่า ควรรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกภายในระยะเวลา 1 ปี หลังดำเนินโครงการ อีกทั้งเพื่อให้ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างน่าเชื่อถือ

⊗ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการรายงานผล

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการรายงานผลปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยงานที่เป็นผู้รายงานผล และหน่วยงานที่เป็นองค์กรรับผลการรายงาน หน่วยงานที่เหมาะสมจะเป็นผู้รายงานผล ควรเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะเช่นเดียวกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัด ซึ่งก็คือ พนักงาน หรือวิศวกรผู้ควบคุมระบบโดยตรง นั่นเอง ทั้งนี้ ผลการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้นั้น ควรผ่านความเห็นชอบหรืออนุมัติจากผู้อำนวยการในโรงงานนั้นๆ ก่อน เพื่อเป็นการประกันและควบคุมคุณภาพของข้อมูลจากภายใน (Quality Assurance and Quality Control)

ในขณะที่หน่วยงานที่เป็นองค์กรรับผลการรายงาน ทีมผู้วิจัยมีความเห็นชอบว่า ควรเป็นองค์กรที่มีความรู้ ความเข้าใจ และความเชี่ยวชาญทั้งในภาคอุตสาหกรรม และภาคก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนควรเป็นองค์กรมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับการดำเนินกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง อาทิเช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม หรือ กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อไม่เป็นการเพิ่มภาระงานแก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

⊗ ข้อมูลการรายงานผล

ข้อมูลในการรายงานผลควรแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการดำเนินโครงการอย่างชัดเจน ทั้งในเชิงของขอบเขต แหล่งกำเนิด และประเภทของก๊าซเรือนกระจก และที่สำคัญปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกควรนำเสนอในระบบความเข้มข้นคาร์บอน (Carbon Intensity Metric) ในหน่วย tCO_2e ต่อดัชนีผลิตภัณฑ์ต่อปี เพื่อให้ข้อมูลในรายงานสามารถเปรียบเทียบภายในโครงการเดียวกัน หรือเปรียบเทียบกับโครงการอื่นได้

นอกจากนี้ ต้องสามารถระบุได้ว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้นั้น ตั้งอยู่บนพื้นฐานการประเมินแบบ Tier 1, Tier 2 หรือ Tier 3 ตามแนวทางของ IPCC เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้เหมาะสม

๙ ระเบียบวิธีการรายงานผล

วิธีการรายงานโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทควรสอดคล้องกับวิธีการตรวจวัดโครงการ จึงแบ่งวิธีการรายงานออกเป็น 8 หัวข้อหลัก ดังนี้

(1) เงื่อนไขโครงการ

ระบุคำอธิบายโครงการ เพื่อตรวจสอบว่าเงื่อนไขกิจกรรมหรือเทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่ระบุไว้ในแต่ละประเภทโครงการนั้นสอดคล้องกับหรือเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการ/กิจกรรมของทางโรงงานหรือไม่

(2) ขอบเขตโครงการ

ระบุขอบเขตพื้นที่หรือกระบวนการผลิตที่ต้องการนำระเบียบวิธีการตรวจวัดมาประยุกต์ใช้กับการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของโครงการ

(3) แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่รวมอยู่ในขอบเขตของโครงการ

ระบุกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งในกรณีฐานและจากโครงการ รวมถึงชนิดของก๊าซเรือนกระจก (CO_2 , CH_4 , N_2O) และประเภทของแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก (Direct Emission, Indirect Emission) ที่ถูกนำมาคำนวณในช่วงกรณีฐานและในช่วงมีโครงการ

(4) วิธีการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline emissions)

แสดงวิธีการคำนวณ และผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในช่วงกรณีฐาน ตามระเบียบวิธีที่เกี่ยวข้องกับโครงการแต่ละประเภท (ด้านพลังงานเชื้อเพลิง, ด้านพลังงานไฟฟ้า, ด้านพลังงานไอน้ำ) ซึ่งทีมวิจัยได้จัดทำขึ้น พร้อมทั้งระบุแหล่งที่มาของข้อมูล และค่าตัวคูณต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

(5) วิธีการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงมีโครงการ (Project emissions)

แสดงวิธีการคำนวณ และผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในช่วงกรณีโครงการ ตามระเบียบวิธีที่เกี่ยวข้องกับโครงการแต่ละประเภท (ด้านพลังงานเชื้อเพลิง, ด้านพลังงานไฟฟ้า, ด้านพลังงานไอน้ำ) ซึ่งทีมวิจัยได้จัดทำขึ้น พร้อมทั้งระบุแหล่งที่มาของข้อมูล และค่าตัวคูณต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

(6) วิธีการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (Emission reductions)

แสดงวิธีการคำนวณ และผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน พร้อมทั้งระบุขอบเขตการรายงานอย่างชัดเจน เพื่อแสดงให้เห็นว่า ก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จัดเป็นแหล่งกำเนิดทางตรง หรือแหล่งกำเนิดทางอ้อมจากการดำเนินโครงการ

(7) สรุประเบียบวิธีการรายงาน

สรุปสมการที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรที่ใช้ ค่าตัวคูณก๊าซเรือนกระจก และแหล่งที่มาของข้อมูล พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลที่ใช้ในเชิงปริมาณ ผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน ผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกในช่วงมีโครงการ และผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้

(8) การรายงานข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบและติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ระบุแผนการในการติดตามและตรวจสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งระบุข้อมูลที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบ ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง วิธีการตรวจสอบ ความถี่ในการตรวจสอบ และรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล

บทที่ 6

แนวทางการทวนสอบก๊าซเรือนกระจก (Verification)

ระบบทวนสอบ (Verifiable; V) หมายถึง การประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้เกิดความโปร่งใสของการตรวจวัดและการรายงาน จากแนวทางการตรวจวัดและการรายงานผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมในภาคอุตสาหกรรม ดังกล่าวในบทที่ 4 และบทที่ 5 จะนำไปสู่ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จริง แต่ผลที่ได้นั้นยังขาดการรับรองความถูกต้อง ทั้งในด้านเอกสารหรือหลักฐานยืนยันการได้มาซึ่งข้อมูล ด้านวิธีการประเมินก๊าซเรือนกระจก และด้านผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง จึงต้องมีการทวนสอบเพื่อประเมินผลข้อมูลตามแนวทางการทวนสอบที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับทั้งภาคพลังงานและภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ดังนั้น เพื่อให้เกิดความชัดเจนและครอบคลุมทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องแนวทางในการทวนสอบก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมจะพิจารณาขอบเขตการประเมินตามแหล่งที่มาของพลังงานเพื่อทวนสอบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ดังระบุไว้ในรายงาน มีการตรวจวัดสอดคล้องกับหลักการและข้อกำหนดต่างๆ อย่างถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ โดยขั้นตอนในการดำเนินการทวนสอบปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการที่เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมอ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 14064-3 และ ISO 14065 เป็นหลัก

6.1 องค์ประกอบของการทวนสอบ

การทวนสอบรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น ผู้เข้าร่วมโครงการจำเป็นต้องทราบถึงองค์ประกอบของการทวนสอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และการทำงานที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้

6.1.1 ผู้ทวนสอบ

การทวนสอบควรต้องดำเนินการอย่างเป็นอิสระ โดยองค์กรกลางที่ไม่มีส่วนได้เสียกับการพัฒนาโครงการ ผู้ทวนสอบบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบในการดำเนินการทวนสอบและสรุปยืนยันข้อมูล

ตามรูปแบบรายงานการทวนสอบ ซึ่งเป็นการให้ความเห็นที่เป็นอิสระต่อข้อมูล หรือเอกสารหลักฐานของโครงการ และจะเผยแพร่ไปยังเฉพาะกลุ่มที่ได้ตกลงไว้กับผู้เข้าร่วมโครงการเท่านั้น

หน่วยงานทวนสอบจะต้องสร้างคณะผู้ทวนสอบ โดยการคัดเลือกบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ เกี่ยวข้องโดยตรงต่อประเภทของโครงการนั้นๆ เพื่อให้คณะผู้ทวนสอบซึ่งสามารถให้ความเห็นต่อโครงการได้อย่างเหมาะสม ดำเนินการทวนสอบอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลและสอดคล้องกับวิธีการทวนสอบ คุณสมบัติที่สำคัญของผู้ทวนสอบ คือ

- มีความรู้ ความสามารถ และมีความเป็นมืออาชีพในการทวนสอบ
- มีความรู้ ความสามารถ เกี่ยวข้องโดยตรงในประเด็นที่จะทวนสอบ
- มีความเป็นอิสระ ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนจากการดำเนินโครงการ

6.1.2 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการทวนสอบ

ในการทวนสอบ ความถูกต้อง ความโปร่งใส ความเพียงพอและความเหมาะสมของข้อมูล ความน่าเชื่อถือ และสามารถตรวจสอบได้ สิ่งเหล่านี้ถือเป็นหลักการพื้นฐานสำคัญในกระบวนการทวนสอบ ข้อมูลเอกสารหรือหลักฐานต่างๆ ควรมีค่าความไม่แน่นอนที่ระดับไม่เกิน 5% จึงจะถือได้ว่า ผ่านเกณฑ์พิจารณาที่ใช้ในการทวนสอบ ทั้งนี้ความไม่แน่นอนอาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ความผิดพลาดจากเครื่องมือวัด ความผิดพลาดจากวิธีการตรวจวัด ความผิดพลาดจากการคำนวณ และความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

ดังนั้น เพื่อให้ความผิดพลาดจากการทวนสอบมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ หน่วยงานทวนสอบควรต้องจัดทำแผนการทวนสอบโดยคำนึงถึงความมีสาระสำคัญ มีการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมและสภาพแวดล้อมของโครงการ และมีความเข้าใจในระบบและวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับโครงการแต่ละประเภท

6.2 หลักการทวนสอบก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานสากล

การทวนสอบปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการเพื่อให้เป็นไปตามหลักการพื้นฐานของระบบ MRV จึงจำเป็นต้องมีการทบทวนถึงหลักการของมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีการดำเนินการเกี่ยวกับการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำไปสร้างเป็นแนวทางที่เหมาะสม

สำหรับการทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมต่อไป ทั้งนี้ มาตรฐานสากลที่สอดคล้องกับ
แนวทางการทวนสอบก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมประกอบด้วย 2 มาตรฐานหลัก ดังนี้

6.2.1 ISO 14064 – 3 และ ISO 14065

องค์การมาตรฐานสากล ซึ่งเป็นองค์กรระหว่างประเทศที่ออกมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจ
และอุตสาหกรรมได้ออกมาตรฐาน 14064-3:2006 ว่าด้วยข้อกำหนดและข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจสอบ
ความใช้ได้และการทวนสอบก๊าซเรือนกระจก และมาตรฐาน 14065:2007 ว่าด้วยข้อกำหนดสำหรับ
หน่วยงานตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบก๊าซเรือนกระจก เพื่อใช้ในกิจกรรมการรับรองระบบงานหรือ
การยอมรับร่วมในรูปแบบอื่นๆ

ข้อกำหนดของการตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบตาม ISO 14064 – 3 ระบุไว้ 10
ประเด็น ดังนี้

- ⊗ ผู้ตรวจสอบความใช้ได้หรือผู้ทวนสอบ
- ⊗ กระบวนการตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบ
- ⊗ ระดับความเชื่อมั่น วัตถุประสงค์ เกณฑ์ และขอบข่ายของการตรวจสอบความใช้ได้และการ
ทวนสอบ
- ⊗ วิธีการตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบ
- ⊗ การประเมินระบบข่าวสารก๊าซเรือนกระจกและการควบคุม
- ⊗ การประเมินค่าก๊าซเรือนกระจก
- ⊗ ถ้อยแถลงการตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบ
- ⊗ บันทึกการตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบ
- ⊗ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบ

ข้อกำหนดสำหรับหน่วยงานตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบตาม ISO 14065 ระบุไว้ 8
ประเด็น ดังนี้

- ⊗ ข้อกำหนดทั่วไป
- ⊗ ความสามารถของบุคลากร
- ⊗ การสื่อสารและบันทึก
- ⊗ กระบวนการตรวจสอบความใช้ได้และกระบวนการทวนสอบ
- ⊗ การอุทธรณ์

- ⊗ ขั้วรองรับเรียน
- ⊗ การตรวจสอบความใช้ได้และการทวนสอบแบบพิเศษ
- ⊗ ระบบการจัดการ

6.2.2 CDM

การดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ผู้พัฒนาโครงการต้องจัดเตรียมเอกสารประกอบโครงการเสนอต่อหน่วยงานตรวจสอบ (Designated Operational Entity; DoE) ที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการบริหารกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM EB) ตรวจสอบความถูกต้องของโครงการและเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการตรวจสอบก็จะเสนอให้ CDM EB พิจารณาเพื่อขึ้นทะเบียนโครงการต่อไป และหลังจากที่โครงการได้ขึ้นทะเบียนแล้ว ผู้พัฒนาโครงการต้องทำการตรวจวัดและจัดทำรายงานปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจริงตามวิธีการที่ได้เสนอให้ DoE ทวนสอบปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แล้วจึงเสนอรายงานการทวนสอบให้ CDM EB พิจารณาให้การรับรองปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งก็คือ **คาร์บอนเครดิต** ที่สามารถซื้อขายได้นั่นเอง

คู่มือการตรวจสอบและทวนสอบ (Validation and Verification Manual; VVM) เป็นคู่มือที่ CDM EB ให้การรับรองเพื่อกำหนดแนวทางในการทำงานให้ DoE ปฏิบัติตาม เพื่อให้สามารถจัดเตรียมรายงานการตรวจสอบความถูกต้องและการทวนสอบที่มีคุณภาพ มั่นใจได้ว่า การกำหนดขอบเขตโครงการ การกำหนดกรณีฐาน การอธิบายส่วนเพิ่มเติม การตั้งข้อสมมติฐาน การเลือกใช้ตัวแปรและค่าในการวิเคราะห์ทางการเงิน สูตรและวิธีการในการคำนวณและติดตามปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ถูกต้องตามข้อกำหนดของ CDM EB

DoE สามารถตั้งประเด็นคำถามหากพบว่าผู้พัฒนาโครงการดำเนินโครงการผิดพลาด ไม่สามารถทำให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จริง หรือไม่สามารถรายงานหรือคำนวณค่าปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ DoE สามารถขอข้อมูลชี้แจงเพิ่มเติมหากข้อมูลไม่ชัดเจนหรือไม่เพียงพอ และหากระหว่างการตรวจสอบความถูกต้องของโครงการ

DoE ต้องใช้เทคนิคมาตรฐานในการตรวจสอบเอกสารและทวนสอบโครงการ เพื่อประเมินคุณภาพของข้อมูลที่ได้รับ และเพื่อให้มั่นใจได้ว่า โครงการดำเนินการตามแผนการติดตาม มีวิธีการประเมินผลที่เชื่อถือได้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมีความถูกต้อง เทียบตรง

6.3 สรุปแนวทางการทวนสอบสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม

⊗ ขอบเขตการทวนสอบ

ขอบเขตของข้อมูลในการทวนสอบควรต้องสอดคล้องกับขอบเขตการตรวจวัด (ขอบเขตโครงการ) และขอบเขตการรายงาน (ขอบเขตการประเมิน) ดังกล่าวข้างต้น เพื่อผู้พัฒนาโครงการและผู้ทวนสอบมีความเห็นพ้องต้องกันในวัตถุประสงค์ ขอบข่าย และหลักเกณฑ์การประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโครงการอย่างแท้จริง

⊗ ระยะเวลาการทวนสอบ

การทวนสอบควรดำเนินการภายในระยะเวลา 6 เดือน หลังจากผู้พัฒนาโครงการได้มีการรายงานผลไปยังหน่วยงานผู้รับผิดชอบ เพื่อให้ข้อมูลดังที่ระบุในการตรวจวัดหรือการรายงานผลการดำเนินโครงการคงไว้ซึ่งความถูกต้อง โปร่งใส การทวนสอบ อีกทั้งยังช่วยให้การสืบค้นข้อมูลที่จำเป็นในการทวนสอบ ไม่ว่าจะเป็นการทวนสอบภาคสนาม หรือการทวนสอบเอกสาร สามารถทำได้ง่าย มีแนวโน้มที่จะดำเนินการได้สูง

⊗ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทวนสอบ

การทวนสอบควรเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวข้องโดยตรงในประเด็นที่จะทวนสอบ ความเป็นมืออาชีพในการทวนสอบ และควรต้องดำเนินการอย่างเป็นอิสระ ไม่มีส่วนได้เสียกับการพัฒนาโครงการ ดังนั้นบุคคลหรือหน่วยงานที่จะเป็นผู้ดำเนินการทวนสอบ อาจเป็นบุคคล ผู้เชี่ยวชาญอิสระ หน่วยงานจากทั้งในและต่างประเทศ หรือองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ก็ได้ อาทิเช่น สถาบันการศึกษาต่าง หรือองค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เป็นต้น

⊗ ข้อมูลการทวนสอบ

ข้อมูลที่น่ามาทวนสอบจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความพร้อมทั้งในเชิงของปริมาณและคุณภาพของข้อมูล หลักการพื้นฐานสำคัญในกระบวนการทวนสอบควรต้องประกอบด้วย ความถูกต้อง ความโปร่งใส ความเพียงพอและความเหมาะสมของข้อมูล ความน่าเชื่อถือ และสามารถตรวจสอบได้ ข้อมูล เอกสารหรือหลักฐานต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินก๊าซเรือนกระจกควรมีค่าความไม่แน่นอนที่ระดับไม่เกิน 5% จึงจะถือได้ว่าผ่านเกณฑ์พิจารณาที่ใช้ในการทวนสอบ ทั้งนี้ความไม่แน่นอนอาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ความผิดพลาดจากเครื่องมือวัด ความผิดพลาดจากวิธีการตรวจวัด ความผิดพลาดจากการคำนวณ และความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

๙ ระเบียบวิธีการทวนสอบ

วิธีการทวนสอบโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทควรสอดคล้องกับวิธีการตรวจวัดและวิธีการรายงานโครงการ เพื่อให้มั่นใจได้ว่า การอธิบายโครงการ การกำหนดขอบเขตโครงการ สูตรและวิธีการในการคำนวณทั้งกรณีฐานและกรณีโครงการ และผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่ผู้พัฒนาโครงการได้รายงานนั้น มีความถูกต้องตรงตามข้อกำหนดของระเบียบการตรวจวัดโครงการแต่ละประเภท ทั้งในแง่ของการทวนสอบภาคสนาม หรือการทวนสอบเอกสาร ดังนั้น ระเบียบการทวนสอบจึงแบ่งออกเป็น 9 หัวข้อหลัก ได้แก่

(1) เงื่อนไขโครงการ

ประเมินความถูกต้องของคำอธิบายโครงการ ว่าตรงตามเงื่อนไข/วัตถุประสงค์ของกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่ระบุไว้ในระเบียบวิธีการตรวจวัดหรือไม่

(2) ขอบเขตโครงการ

ประเมินความครบถ้วนของเอกสาร/หลักฐาน ที่ระบุขอบเขตพื้นที่หรือกระบวนการผลิตที่ต้องการนำระเบียบวิธีการตรวจวัดมาประยุกต์ใช้กับการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของโครงการอย่างชัดเจน

(3) แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่รวมอยู่ในขอบเขตของโครงการ

ประเมินความถูกต้อง และความครบถ้วนของเอกสารที่ระบุกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งในกรณีฐานและจากโครงการ

(4) วิธีการทวนสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline emissions)

ประเมินความถูกต้องของวิธีการคำนวณ ความครบถ้วนของเอกสารแสดงแหล่งที่มาของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในช่วงกรณีฐาน

(5) วิธีการทวนสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงมีโครงการ (Project emissions)

ประเมินความถูกต้องของวิธีการคำนวณ ความครบถ้วนของเอกสารแสดงแหล่งที่มาของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในช่วงกรณีโครงการ

(6) วิธีการทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (Emission reductions)

ประเมินความถูกต้องของวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน

(7) สรุปผลการทวนสอบ

ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ ทั้งนี้ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทั้งจากเครื่องมือวัด จากวิธีการตรวจวัด จากการคำนวณ และจากผู้ปฏิบัติงาน รวมกันไม่ควรเกินร้อยละ 5 โดยมีวิธีการคำนวณดังสมการที่ 6-1

$$U_T = \sqrt{U_E^2 + U_M^2 + U_C^2 + U_H^2}$$

สมการที่ 6-1

โดยที่	U_T	คือ	ค่าความไม่แน่นอนรวม (%)
	U_E	คือ	ค่าความผิดพลาดจากเครื่องมือวัด (%)
	U_M	คือ	ค่าความผิดพลาดจากวิธีการตรวจวัด (%)
	U_C	คือ	ค่าความผิดพลาดจากการคำนวณ (%)
	U_H	คือ	ค่าความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน (%)

(8) การทวนสอบข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบและติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ประเมินความถูกต้อง น่าเชื่อถือของข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบและติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

(9) สรุปผลการทวนสอบ

ผู้ทวนสอบจะต้องสรุปการให้ความคิดเห็นต่อการดำเนินโครงการว่า ผู้พัฒนาโครงการจัดทำรายงานและเอกสารหลักฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับเงื่อนไขตามแนวทางการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบหรือไม่

บทสรุปของผู้ทวนสอบในการรายงานผลการทวนสอบควรจัดทำให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ว่า การดำเนินการทวนสอบนั้นเป็นไปอย่างสมเหตุสมผล สามารถเชื่อถือได้ และควรระบุผลการทวนสอบอย่างชัดเจนให้เป็นไปในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ดังนี้

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

การให้ความเห็น	เงื่อนไข
สมเหตุสมผล	ค่าความไม่แน่นอนรวมต่ำกว่าเกณฑ์
เกือบจะสมเหตุสมผล	ค่าความไม่แน่นอนรวมสูงกว่าเกณฑ์ แต่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้
ไม่สมเหตุสมผล	ค่าความไม่แน่นอนรวมต่ำกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ
ไม่มีความเห็น	ข้อมูลไม่เพียงพอในการให้ความเห็น

บทที่ 7

การเปรียบเทียบ T-MRV กับ CDM (T-MRV vs CDM)

จากผลการศึกษาและสำรวจสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทยในปีพ.ศ. 2548–2553 (TRF, 2553) ดังแสดงรายละเอียดใน **บทที่ 2 หัวข้อ 2.3 สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย** และการศึกษาระเบียบวิธีสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ดังแสดงรายละเอียดใน **บทที่ 2 หัวข้อ 2.4 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด** ส่งผลให้สามารถพัฒนาโครงการ T-MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทยได้ดังนี้

ตารางที่ 7-1 โครงการ T-MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

Methodology Number	Methodology name	โครงการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานนําร่อง	Reference standards
T-MRV-P1	การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ดักไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่	Correct steam trap	AM0017
T-MRV-P2	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในระบบ	Optimize Energy from Super High Pressure Steam	AM 0018
		Optimize Deaerator Pressure	
		Steam reduction at water stripping	
		Thermo compressor	
		Optimization steams	
T-MRV-P3	ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้งานหลายราย	A combined heat and power (cogeneration) project	AM 0048
T-MRV-P4	การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	Changing Cooling Fan to more energy efficiency type	AMS-II.B
		Installation of Advance Process Control	AMS-II.C
		Changing Fluorescent tubes from T8 (36W) to T5 (28W)	AMS-II.D
		Installation of variable speed equipment at Centrifugal Fan	AM0056
		Reduce %O2 in furnace	AM0060
T-MRV-P5	การนำพลังงานเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่	Flare Loss Management	J-MRV 2
			ACM0012ver3.2
			AM0024ver2.1
			AM0066ver2
			AMS-III.Qver3
			J-MRV 3

ทั้งนี้ ในการนำ T-MRV ทั้ง 5 วิธีข้างต้น มาประยุกต์ใช้กับมาตรการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานนําร่อง ทีมวิจัยได้มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลต่างของปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการคำนวณตามระเบียบวิธี CDM และจากการคำนวณตามวิธี T-MRV เพื่อให้มั่นใจว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีความแม่นยำอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5)

แนวทางและวิธีการในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี มีรายละเอียดการประยุกต์จากมาตรฐานสากลอื่นๆ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการเข้าถึงข้อมูล และสร้างสมการที่เหมาะสม ดังนี้

- i. ขั้นตอนการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระเบียบวิธี T-MRV ที่ทีมวิจัยพัฒนาขึ้น ตั้งอยู่บนหลักการเดียว กล่าวคือ แบ่งขั้นตอนการคำนวณออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ อย่างชัดเจน ดังนี้

- (1) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline Calculation)
- (2) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีโครงการ (Project Calculation)
- (3) การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (Emission Reduction) จากผลต่างของ (1) และ (2)

ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำไปใช้ ในขณะที่การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในบางระเบียบวิธีของ CDM ไม่ได้แสดงสมการตั้งอยู่บนหลักการนี้เสมอไป ดังแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณใน **หัวข้อ 7.1 T-MRV-P1 vs. CDM-AM0017** และ **หัวข้อ 7.2 T-MRV-P2 vs. CDM-AM0018**

- ii. การยุบรวมสมการหรือตัวแปรในการคำนวณเพื่อให้ขั้นตอนการคำนวณลดลงโดยไม่สูญเสียความหมายทางวิศวกรรม ดังนั้น จะไม่มีความคลาดเคลื่อนระหว่างระเบียบวิธี T-MRV ที่พัฒนาขึ้นกับ ระเบียบวิธี CDM ดังเช่นการเปรียบเทียบใน **หัวข้อ 7.1, 7.3-7.5**
- iii. วิธีการคำนวณสำหรับโครงการ T-MRV พัฒนาขึ้นโดยบูรณาการมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีแนวคิดและหลักการคล้ายคลึงกัน เช่น CDM และ J-MRV มาประยุกต์และสร้างเป็นสมการเพื่อให้ครอบคลุมความหลากหลายของกิจกรรม/โครงการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมอย่างเหมาะสม ดังแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบการคำนวณใน **หัวข้อ 7.4 T-MRV-P4 vs. CDM-AMS II.C** และ **หัวข้อ 7.5 T-MRV-P5 vs. CDM-AMS III.Q**
- iv. การได้มาซึ่งข้อมูล/ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้/ความพร้อมของโรงงาน ทีมวิจัยพบว่า การเก็บข้อมูลแบบรายปีมีความเหมาะสมที่สุด และยังช่วยลดความยุ่งยากในการดำเนินงานของผู้ปฏิบัติการ อีกทั้งความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณข้อมูลแบบรายปีอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ ความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5
- v. สมบัติประสิทธิภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ทีมวิจัยกำหนดให้เลือกใช้ตามแหล่งที่มาของพลังงานหรือค่า Default หากไม่มีข้อมูล พร้อมทั้งระบุการได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการคำนวณเป็นตัวแทนที่สื่อถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จริงมากที่สุด
- vi. ค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หม้อไอน้ำ หรือ chiller ที่จำเป็นต่อการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก ทีมวิจัยได้กำหนดค่า Default เตรียมไว้สำหรับใช้ในกรณีที่ผู้ประกอบการไม่มีข้อมูล ค่า Default ดังกล่าว ทีมวิจัยได้กำหนดอยู่บนหลักการอนุรักษ์นิยม (Conservative Approach) กล่าวคือ เมื่อคำนวณด้วยค่าดังกล่าวจะให้ผลค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้น้อยที่สุด

7.1 T-MRV-P1 vs. CDM-AM0017

โครงการ T-MRV-P1 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ต้กไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ ประยุกต์วิธีการคำนวณจากระเบียบวิธี AM0017 ของ CDM การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังตารางที่ 7.1-1

ตารางที่ 7.1-1 การเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ T-MRV-P1 กับ CDM-AM0017

	CDM-AM0017	T-MRV-P1
ER Formula	$ER_y = ER_{steam,y} \cdot ER_{electricity,y}$ $ER_{steam,y} = EF_{CO2,fuel} \frac{(\Delta L_{steam\ trap,y} + \Delta L_{condensate,y}) \cdot h_{steam,y}}{\epsilon_{boiler}}$ $ER_{electricity} = -\Delta EL_y \cdot EF_{electricity} \cdot \frac{1}{1000}$ $EF_{electricity,y} = \frac{\sum_i F_{i,y} \cdot NCV_i \cdot EF_{CO2,i}}{\sum_i GEN_{i,y} (1 - TD_{loss})} \cdot 1000$	$ER = BE - PE$
BE Formula	-	$BE = BE_{steam} + BE_{elec}$ $BE_{steam} = EF_{fuel} \cdot \frac{((\sum L_{t,BL} \cdot 10^{-3}) + (l_{condensate,BL} \cdot m_{steam,P})) \cdot h_{steam,P}}{\epsilon_{boiler}} \cdot 10^{-12}$ $BE_{elec} = EC_{BL} \cdot EF_{elec}$
PE Formula	-	$PE = PE_{steam} + PE_{elec}$ $PE_{steam} = EF_{fuel} \cdot \frac{((\sum L_{t,P} \cdot 10^{-3}) + (l_{condensate,P} \cdot m_{steam,P})) \cdot h_{steam,P}}{\epsilon_{boiler}} \cdot 10^{-12}$ $PE_{elec} = EC_P \cdot EF_{elec}$
LE Formula	N/A	N/A
คำอธิบาย 1) การคำนวณปริมาณไอน้ำสูญเสียตัวที่ t ใช้สมการเดียวกัน คือ $\sum L_t = \sum \left[\frac{1 \text{ kg}}{2.2046 \text{ lbs}} \cdot FT_t \cdot FS_t \cdot CV_t \cdot h_t \cdot \sqrt{(P_{in,t} - P_{out,t}) + (P_{in,t} + P_{out,t})} \right]$ 2) การคำนวณปริมาณคอนเดนเสทที่นำกลับมาใช้ใหม่ ใช้สมการเดียวกัน คือ $l_{condensate} = \frac{(h_{condensate} - h_{makeupwater}) \cdot m_{condensate}}{h_{steam} \cdot m_{steam}}$ 3) $EF_{electricity}$ สำหรับ T-MRV-P1 ให้อ้างอิงตามแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า ถ้าไม่ทราบค่าให้อ้างอิงค่าจาก Grid หรือ TGO ณ ปีนั้น 4) CDM คำนวณ ER จากปริมาณไอน้ำและไฟฟ้าที่ลดลงจากการดำเนินโครงการ ในขณะที่ T-MRV-P1 คำนวณ ER จากผลต่างของ GHG จากการใช้น้ำและไฟฟ้าในกรณีฐานและกรณีโครงการ		

ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณวิธี T-MRV-P1 เปรียบเทียบกับ CDM-AM0017 โดยใช้ข้อมูลจาก PDD ของ AM0017 โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำในโรงกลั่นน้ำมันฟุซุน ประเทศจีน (Steam system efficiency improvements in refineries in Fushun, China) เป็นต้นแบบในการประยุกต์ดังแสดงในตารางที่ 7.1-2

ตารางที่ 7.1-2 ความคลาดเคลื่อนการคำนวณตามวิธี T-MRV-P1 เทียบกับ CDM-AM0017

CDM-AM0017				T-MRV-P1			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
BE	-	-	-	BE	16,242	tCO ₂ /y	-
				BE _{steam}	16,242	tCO ₂ /y	-
				EF _{Fuel}	101,200	kgCO ₂ /TJ	Annually
$\sum L_{t,BL}$	45,000,000	kg/y	Monthly	$\sum L_{t,BL}$	45,000,000	kg/y	Annually
I _{condensate,BL}	0	kg/y	Monthly	I _{condensate,BL}	0	kg/y	Annually
				h _{steam,P}	2,675	kJ/kg	Annually
				ϵ_{boiler}	75	-	Annually
				BE _{elec}	0	tCO ₂	-
PE	-	-	-	PE	-23,461	tCO ₂	-
				PE _{steam}	-23,461	tCO ₂	-
				EF _{Fuel}	101,200	kgCO ₂ /TJ	Annually
$\sum L_{t,P}$	0	kg/y	Monthly	$\sum L_{t,P}$	0	kg/y	Annually
I _{condensate,P}	65,000,000	kg/y	Monthly	I _{condensate,P}	-65,000,000	kg/y	Annually
				h _{steam,P}	2,675	kJ/kg	Annually
				ϵ_{boiler}	75	-	Annually
				PE _{elec}	0	tCO ₂	-
ER	39,703	tCO ₂ /y	-	ER	39,703	tCO ₂ /y	-
ER _{steam,y}	39,703	tCO ₂ /y	-				
EF _{CO2,Fuel}	101,200	kgCO ₂ /TJ	Monthly				
$\Delta L_{steam\ traps}$	45,000	t/y	Monthly				
$\Delta L_{condensate}$	65,000	t/y	Monthly				
h _{steam,P}	2,675	kJ/kg	Monthly				
ϵ_{boiler}	75	%	Monthly				
ER _{electricity}	0	tCO ₂ /y	-				
Error = 0%							

7.2 T-MRV-P2 vs. CDM-AM0018

โครงการ T-MRV-P2 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในระบบ ประยุกต์วิธีการคำนวณจากระเบียบวิธี AM0018 ของ CDM การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังตารางที่ 7.2-1

ตารางที่ 7.2-1 การเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ T-MRV-P2 กับ CDM-AM0018

	CDM-AM0018	T-MRV-P2
ER Formula	$ER_y = \sum_D ER_D - PE_{EC,y} - PE_{FC,y}$ $ER_D = E_{in,d} \cdot \sum (CE_{fuel} \cdot H_{fuel,d})$ $E_{in,d} = \frac{E_{net,d}}{\eta_b}$ $E_{net,d} = S_{net,d} \cdot E_{s,d}$ $S_{net,d,y} = SSCR_{diff,d,y} \cdot P_{act,PR,d}$ $SSCR_{diff,d,y} = SSCR_{avg,BL} - SSCR_{PR,d,y}$	$ER = BE - PE$
BE Formula	$P_{rep,BL,d} = \frac{(P_{1,BL,\frac{s}{b}} + P_{2,BL,\frac{s}{b}} \dots + P_{n,BL,\frac{s}{b}})}{n_d} \cdot A$ $S_{rep,BL,d} = \frac{(S_{1,BL,\frac{s}{b}} + S_{2,BL,\frac{s}{b}} \dots + S_{n,BL,\frac{s}{b}})}{n_d} \cdot A$ $SSCR_{BL,d} = \frac{S_{rep,BL,d}}{P_{rep,BL,d}}$	$BE = E_{in,BL} \cdot EF_{Fuel}$ $E_{in,BL} = \frac{S_{BL} \cdot \Delta h_b}{\varepsilon_b}$ $S_{BL} = SSCR_{BL} \cdot P_{act,P}$ $SSCR_{BL} = \frac{S_{act,BL}}{P_{act,BL}}$
PE Formula	$P_{rep,PR,d} = \frac{(P_{1,PR,\frac{s}{b}} + P_{2,PR,\frac{s}{b}} \dots + P_{n,PR,\frac{s}{b}})}{n_d} \cdot A$ $S_{rep,PR,d} = \frac{(S_{1,PR,\frac{s}{b}} + S_{2,PR,\frac{s}{b}} \dots + S_{n,PR,\frac{s}{b}})}{n_d} \cdot A$ $SSCR_{PR,d} = \frac{S_{rep,PR,d}}{P_{rep,PR,d}}$	$PE = PE_{Steam} + PE_{Elec} + PE_{FC}$ $PE_{Steam} = E_{in,P} \cdot EF_{fuel}$ $E_{in,P} = \frac{S_P \cdot \Delta h_b}{\varepsilon_b}$ $PE_{Elec} = \Delta EC \cdot EF_{Elec}$ $\Delta EC = EC_P - EC_{BL} \cdot \frac{P_{act,P}}{P_{act,BL}}$ $PE_{FC} = \sum_i (FC_i \cdot EF_{Fuel})$
LE Formula	N/A	N/A
คำอธิบาย 1) $EF_{electricity}$ สำหรับ T-MRV-P2 ให้อ้างอิงตามแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า ถ้าไม่ทราบค่าให้อ้างอิงค่าจาก Grid หรือ TGO ณ ปีนั้น 2) CDM คำนวณปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้และปริมาณไอน้ำที่ใช้จากข้อมูลรายวัน ในขณะที่ T-MRV-P2 คำนวณปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้และปริมาณไอน้ำที่ใช้จากข้อมูลรายปี 3) CDM คำนวณ ER จากปริมาณไอน้ำและไฟฟ้าที่ลดลงจากการดำเนินโครงการ ในขณะที่ T-MRV-P2 คำนวณ ER จากผลต่างของ GHG จากการใช้น้ำและไฟฟ้าในกรณีฐานและกรณีโครงการ		

ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณวิธี T-MRV-P2 เปรียบเทียบกับ CDM-AM0018 โดยใช้ข้อมูลจาก PDD ของ AM0018 โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยปรับปรุงระบบการกำจัด CO₂ ของโรงงานผลิตแอมโมเนียเพื่อลดปริมาณการใช้ไอน้ำ (Energy efficiency project by modification of CO₂

removal system of Ammonium Plant to reduce steam consumption)เป็นต้นแบบในการประยุกต์ ดังแสดงในตารางที่ 7.2-2

ตารางที่ 7.2-2 ความคลาดเคลื่อนการคำนวณตามวิธี T-MRV-P2 เทียบกับ CDM-AM0018

CDM-AM0018				T-MRV-P2			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
BE	-	-	-	BE	52,683	tCO ₂ /y	-
				E _{in,BL}	757,695,896	MJ/y	Annually
				S _{BL}	241,592,314	kg/y	Annually
SSCR _{avg,BL}	0.822	kg/Nm ³	-	SSCR _{BL}	0.822	kg/Nm ³	Annually
S _{rep,BL,d}	721,120 (237,969,600)	kg/d (kg/y)	Daily	S _{act,BL}	237,969,600	kg/y	Annually
P _{rep,BL,d}	876,441 (289,225,530)	Nm ³ /d (Nm ³ /y)	Daily	P _{act,BL}	289,225,530	Nm ³ /y	Annually
				P _{act+P}	292,650,546	Nm ³ /y	Annually
				Δh _b	2,895	kJ/kg	Annually
				ε _b	92	%	Annually
				EF _{fuel}	69,500	kgCO ₂ /TJ	Annually
PE	-	-	-	PE	28,152	tCO ₂ /y	-
				PE _{Steam}	27,353	tCO ₂ /y	Annually
				E _{in,P}	393,395,998	MJ/y	-
				S _P	125,017,036	kg/y	Annually
				Δh _b	2,895	kJ/kg	Annually
				ε _b	92	%	Annually
				EF _{fuel}	69,500	kgCO ₂ /TJ	Annually
				PE _{Elec}	799	tCO ₂ /y	Annually
				ΔEC	2,110,180	kWh/y	Annually
				EC _P	3,168,000	kWh/y	Annually
				EC _{BL}	1,045,440	kWh/y	Annually
				P _{act+P}	292,650,546	Nm ³ /y	Annually
				P _{act,BL}	289,225,530	Nm ³ /y	Annually
				EF _{Elec}	0.3786	kgCO ₂ /kWh	Annually
				PE _{FC}	0	tCO ₂ /y	Annually
S _{rep,PR,d}	380,105.52	kg/d	Daily				
P _{rep,PR,d}	889,783.44	Nm ³ /d	Daily				
SSCR _{PR,d,y}	0.427	kg/Nm ³	Daily				

CDM-AM0018				T-MRV-P2			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
ER	74.32 (24,526)	tCO ₂ /d tCO ₂ /y	- -	ER	24,531	tCO ₂ /y	-
ER _D	76.75	tCO ₂ /d	-				
E _{in,d}	1,104.08	GJ/d	-				
E _{net,d}	1,015.75	GJ/d	-				
S _{net,d}	350,820.02	kg/d	-				
SSCR _{diff,d,y}	0.395	kg/Nm ³	-				
P _{act,PR,d}	886,819.84	Nm ³ /d	Daily				
E _{s,d}	2,895	kJ/kg	Daily				
η _b	92	%	Annually				
Σ(CEF _{fuel} × H _{fuel,d})	69.53	kCO ₂ /GJ	Daily				
PE _{EC,y}	2.43	tCO ₂ /d	-				
EF _{Elec}	0.3786	kgCO ₂ /kWh	Annually				
EC _{PJ,y}	6,432	kWh/d	Daily				
EG _{Tut,PR}	9,600	kWh/d	Daily				
EG _{Tut,BL}	3,168	kWh/d	Daily				
PE _{FC}	0	tCO ₂ /y	-				
Error = 0.02%							

*หมายเหตุ ความคลาดเคลื่อน 0.02% เกิดจากขั้นตอนการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำของโครงการนี้มีผลกระทบต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น การคำนวณด้วยวิธี T-MRV-P2 จึงคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย ในขณะที่ผลการคำนวณตาม PDD ฉบับนี้ไม่มีการกล่าวอ้างถึง

7.3 T-MRV-P3 vs. CDM-AM0048

โครงการ T-MRV-P3ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้งานหลายราย ประยุกต์วิธีการคำนวณจากระเบียบวิธี AM0048 ของ CDM การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังตารางที่ 7.3-1

ตารางที่ 7.3-1 การเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ T-MRV-P3กับ CDM-AM0048

	CDM-AM0048	T-MRV-P3
ER Formula	$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$	$ER = BE - PE - LE$
BE Formula	$BE_y = BE_{IC,y} + BE_{HT,y} + BE_{GR,y}$ $BE_{IC,y} = \sum_j \sum_i (EL_{BL,j,i,y} \cdot EEF_{BL,i,y})$	$BE = BE_{Elec} + BE_{Heat} + BE_{Grid}$ $BE_{Elec} = \sum_i (EC_{i,BL} \cdot EF_{Elec})$

	CDM-AM0048	T-MRV-P3
	$EL_{BL,j,i,y} = \min(EL_{PJ,j,i,y}, EL_{MG,i} - EL_{PCSG,i,y})$ $EL_{MG,i} = \frac{\sum_n GC_{EL,i,n}(8760 - MDH_{EL,i,n})}{J_{EL,i,y}}$ $EEF_{BL,i,y} = w_{SG,i} \cdot EF_{PCSG,i,y} + w_{GR,i} \cdot EF_{PC,GR,i,y}$ $w_{SG,i} = \frac{\sum_k EL_{SG,i,k}}{EL_{TC,i}}$ $w_{GR,i} = \frac{EL_{GR,i}}{EL_{TC,i}}$ $EF_{PCSG,i,y} = \frac{\sum_k (CEF_{i,k} \cdot FC_{SG,i,k})}{\sum_k EL_{SG,i,k}}$ $FC_{SG,i,k} = F_{SG,i,k} \cdot NCV_{i,k} = \frac{EL_{SG,i,k}}{\eta_{SG,i,k}}$ $BE_{HT,y} = \sum_j \sum_i (SC_{BL,j,i,y} \cdot SEF_{BL,i,y})$ $SC_{BL,j,i,y} = \min(SC_{PJ,j,i,y}, SC_{MG,i} - SC_{PCSG,i,y})$ $SC_{PJ,j,i,y} = S_{PJ,j,i,y} \cdot EN_{P,i}$ $SC_{MG,i} = \frac{\sum_m GC_{ST,i,m}(8760 - MDH_{EL,i,P}) \cdot EN_{BL,i,m}}{J_{ST,i,y}}$ $SEF_{BL,i,y} = \frac{\sum_k (CEF_{i,k} \cdot FC_{ST,i,k})}{\sum_k HT_{ST,i,k}}$ $HG_{ST,i,k} = H_{ST,i,k} \cdot EN_{BL,i}$ $FC_{ST,i,k} = F_{ST,i,k} \cdot NCV_{i,k} = \frac{HG_{ST,i,k}}{\eta_{ST,i,k}}$ $BE_{HT,y} = \sum_j \sum_i (HWC_{BL,j,i,y} \cdot HWEF_{BL,i,y})$ $HWC_{BL,j,i,y} = \min(HWC_{PJ,j,i,y}, HWC_{MG,i} - HWC_{PCSG,i,y})$ $HWC_{MG,i} = \frac{\sum_p GC_{HW,i,p}(8760 - MDH_{HW,i,P}) \cdot TH_{BL,i,p}}{J_{HW,i,y}}$ $HWEF_{BL,i,y} = \frac{\sum_k (CEF_{i,k} \cdot FC_{HW,i,k})}{\sum_k HG_{HW,i,k}}$ $HG_{HW,i,k} = H_{HW,i,k} \cdot TH_{BL,i}$ $FC_{HW,i,k} = F_{HW,i,k} \cdot NCV_{i,k} = \frac{HG_{HW,i,k}}{\eta_{HW,i,k}}$ $BE_{GR,y} = \sum_j (EL_{PF,GR,j,y} \cdot EF_{PF,GR,j,y})$	$EC_{BL} = \min(EC_{PC,P}, EC_{TC,BL} - EC_{G,P})$ $BE_{Heat} = \sum_i (SC_{BL} \cdot EF_{steam})$ $BE_{Heat} = \sum_i (HWC_{BL} \cdot EF_{Heat})$ $SC_{BL} = \min(SC_{PC,P}, SC_{TC,BL} - SC_{G,P})$ $SC_{PC,P} = S_{PC,P} \cdot h_p$ $HWC_{BL} = \min(HWC_{PC,P}, HWC_{TC,BL} - HWC_{G,P})$ $BE_{Grid} = EL_{Grid} \cdot EF_{Elec}$
PE Formula	$PE_y = \sum_i (FC_{i,y} \cdot COEF_{i,y})$	$PE = \sum_i (FC_i \cdot EF_{Fuel})$ $FC = F \cdot MD$
LE Formula	$LE_{CH_4,y} = GWP_{CH_4} \cdot \sum_j \sum_k (FC_{PJ,PF,j,k,y} \cdot NCV_{j,k} \cdot EF_{CH_4,ups,k})$	$LE = FC_i \cdot EF_{Fuel,CH_4} \cdot GWP_{CH_4}$
คำอธิบาย 1) $EF_{electricity}$ สำหรับ T-MRV-P3 ให้อ้างอิงตามแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า ถ้าไม่ทราบค่าให้อ้างอิงค่าจาก Grid หรือ TGO ณ ปีนั้น 2) พลังงานความร้อนที่กล่าวถึงในการคำนวณครอบคลุมทั้งพลังงานไอน้ำและพลังงานน้ำร้อน		

ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณวิธี T-MRV-P3เปรียบเทียบกับ CDM-AM0048 โดยใช้ข้อมูล PDD ของ AM0048 ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมใหม่ซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้พลังงานหลายราย (New cogeneration project activities supplying electricity and heat to multiple costumers)เป็นต้นแบบในการประยุกต์ ดังแสดงในตารางที่ 7.3-2

ตารางที่ 7.3-2 ความคลาดเคลื่อนการคำนวณตามวิธี T-MRV-P3 เทียบกับ CDM-AM0048

CDM-AM0048				T-MRV-P3			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
BE	1,379,289.11	tCO ₂ /y	-	BE	1,379,289.11	tCO ₂ /y	-
BE _{IC,y}	490,452.26	tCO ₂ /y	-	BE _{Elec}	490,452.26	tCO ₂ /y	-
EL _{BL,i,y}	890,113	MWh/y	-	EC _{BL}	890,113	MWh/y	-
EL _{PJ,i,y}	1,696,437	MWh/y	Monthly	EC _{PC,BL,y}	890,113	MWh/y	Annually
EL _{MG,i}	890,113	MWh/y	Annually	EC _{TC,BL}	1,696,437	MWh/y	Annually
EL _{PCSG,i,y}	0	MWh/y	Monthly	EC _{G,P,y}	0	MWh/y	Annually
EEF _{BL,i,y}	0.551	tCO ₂ /MWh	Annually	EF _{Elec}	0.551	tCO ₂ /MWh	Annually
BE _{ST,y}	618,630	tCO ₂ /y	-	BE _{Heat}	618,630	tCO ₂ /y	-
SC _{BL,j,i,y}	7,549	TJ/y	-	SC _{BL}	7,549	TJ/y	-
SC _{PJ,j,i,y}	7,549	TJ/y	Monthly	SC _{PC,BL,y}	7,549	TJ/y	Annually
S _{PJ,j,i,y}	2,696,087	t/y	Annually	S _{PC,BL}	2,696,087	t/y	Annually
EN _{PJ,i}	2,8x10 ⁻³	TJ/t	Monthly	h _P	2,8x10 ⁻³	TJ/t	Annually
SC _{MG,i}	9,421	TJ/y	Annually	SC _{TC,BL}	9,421	TJ/y	Annually
SC _{PCSG,i,y}	0	TJ/y	Monthly	SC _{G,P}	0	TJ/y	Annually
SEF _{BL,i,y}	81,95	tCO ₂ /TJ	Annually	EF _{steam}	81,950	kgCO ₂ /TJ	Annually
FC _{ST,i,k}	5,858.2	TJ/y	Annually				
F _{ST,i,k}	145,006	t/y	Annually				
NCV _{i,k}	0.0404	TJ/t	Annually				
CEF _{i,k}	77,400	kgCO ₂ /TJ	Annually	EF _{Fuel}	-		Annually
HG _{ST,i,k}	5,533.1	TJ/y	Annually				
H _{ST,i,k}	1,976,108	t/y	Annually				
EN _{BL,i}	2,8x10 ⁻³	TJ/t	Annually				
η _{ST,i,k}	-	TJ/TJ	Annually				
BE _{HT,y}	-	tCO ₂ /y	-	BE _{Heat}	0	tCO ₂ /y	-
HWC _{BL,j,i,y}	-	TJ/t	-	HWC _{BL}	-	TJ/y	-
HWEF _{BL,i,y}	-	tCO ₂ /TJ	Annually	EF _{BL,i,y}	-	kgCO ₂ /TJ	Annually
HWC _{PJ,j,i,y}	-	TJ/y	Annually	HWC _{PC,BL}	-	TJ/y	Annually
HWC _{MG,i}	-	TJ/y	Annually	HWC _{TC,BL}	-	TJ/y	Annually
HWC _{PCSG,i,y}	-	TJ/y	Monthly	HWC _{G,P}	-	TJ/y	Annually
GCH _{W,i,p}	-	m ³ /hour	Annually				
MDH _{HW,i,p}	-	m ³ /hour	Annually				
TH _{BL,i,p}	-	TJ/m ³	Annually				
J _{HW,i,y}	-	number	-				

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

CDM-AM0048				T-MRV-P3			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
$FC_{HW,i,k}$	-	TJ/y	Annually				
$HG_{HW,i,k}$	-	TJ/y	Annually				
$H_{HW,i,k}$	-	m ³ /y	Annually				
$F_{HW,i,k}$	-	Kg or m ³	Annually				
$\eta_{HW,i,k}$	-	TJ/TJ	Annually				
$EL_{PF,GR,j,y}$	-	MWh/y	Monthly				
$EF_{PF,GR,j,y}$	-	tCO ₂ /MWh	Annually				
$BE_{Grid,y}$	270,207	tCO ₂ /y	-	BE_{Grid}	270,207	tCO ₂ /y	-
$EL_{PF,GR,j,y}$	490,393	MWh/y	Monthly	EL_{Grid}	490,393	MWh/y	Annually
PE	863,816.58	tCO₂/y	-	PE	863,816.58	tCO₂/y	-
FC	15,397.8	TJ	Annually	FC	15,397.8	TJ/y	Annually
F	2.33	TJ/hr	Annually	F	2.33	TJ/hr	Annually
MD	6600	hr	Annually	MD	6600	hr	Annually
EF_{fuel}	56.1	tCO ₂ /TJ	Annually	EF_{fuel}	56,100	kgCO ₂ /TJ	Annually
ER	419,759.81	tCO₂/y	-	ER	419,759.81	tCO₂/y	-
$LE_{CH4,y}$	95,712.72	tCO ₂ /y	-	LE	95,712.72	tCO ₂ /y	-
$EF_{CH4,ups,k}$	296	tCH ₄ /PJ	Annually	$EF_{Fuel,CH4}$	296	tCH ₄ /PJ	Annually
GWP_{CH4}	21	tCO ₂ /tCH ₄	Annually	GWP_{CH4}	21	tCO ₂ /tCH ₄	Annually
$NCV_{jk} \cdot FC_{PJ,PF,jk,y}$	15,397.8	TJ	Annually	FC_i	15,397.8	TJ/y	Annually
$LE_{LNG,CO2,y}$		tCO ₂ /y	-				
$FC_{LNG,j,y}$		ton	Annually				
$NCV_{j,LNG}$		TJ/ton	Annually				
$EF_{CO2,ups,LNG}$		tCO ₂ /TJ	Annually				
Error = 0%							

7.4 T-MRV-P4 vs. CDM-AMS II.C

โครงการ T-MRV-P4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ประยุกต์วิธีการคำนวณจากระเบียบวิธี AMS II.C ของ CDM การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังตารางที่ 7.4-1

ตารางที่ 7.4-1 การเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ T-MRV-P4 กับ CDM-AMS II.C

	CDM-AMS II.C	T-MRV-P4
ER Formula	$ER_y = (BE_y - PE_y) - LE_y$	$ER = BE - PE - LE$
BE Formula	$BE_y = E_{BL,y} \cdot EF_{CO2,ELEC,y} + Q_{ref,BL} \cdot GWP_{ref,BL}$ $E_{BL,y} = \sum_i (n_i \cdot p_i \cdot o_i / (1 - l_y))$ $E_{BL,y} = \sum_i (n_i \cdot kWh_i / (1 - l_y))$ $E_{BL,y} = \sum_i (EER_i \cdot Q_{i,y} / (1 - l_y))$	$BE = EC_{BL} \cdot EF_{Elec}$ $BE = \sum_i FC_{i,BL} \cdot NCV_i \cdot EF_{Fuel,i}$ $EC_{BL} = \sum_i (n_{i,BL} \cdot p_{i,BL} \cdot o_{i,P}) / (1 - l_{BL})$ $p_{i,BL} = \varepsilon_{Chiller,BL} \cdot TR_{BL}$ $TR_{BL} = m_{t,BL} \cdot c_p \cdot (T_{o,BL} - T_{i,BL}) / 3025$
PE Formula	$PE_y = EP_{PJ,y} \cdot EF_{CO2,y} + PE_{ref,y}$ $EP_{PJ,y} = \sum_i (n_i \cdot p_i \cdot o_i / (1 - l_y))$ $PE_{ref,y} = Q_{ref,PJ,yL} \cdot GWP_{ref,PJ}$	$PE = EC_P \cdot EF_{Elec}$ $BE = \sum_i FC_{i,P} \cdot NCV_i \cdot EF_{Fuel,i}$ $EC_P = \sum_i (n_{i,P} \cdot p_{i,P} \cdot o_{i,P}) / (1 - l_P)$ $p_{i,P} = \varepsilon_{Chiller,P} \cdot TR_P$ $TR_P = m_{t,P} \cdot c_p \cdot (T_{o,P} - T_{i,P}) / 3025$
LE Formula	N/A	N/A
คำอธิบาย 1) $EF_{electricity}$ สำหรับ T-MRV-P4 ให้อ้างอิงตามแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า ถ้าไม่ทราบค่าให้อ้างอิงค่าจาก Grid หรือ TGO ณ ปีนั้น 2) การเพิ่มประสิทธิภาพที่กล่าวถึงให้ครอบคลุมทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน 3) CDM ไม่มีการคำนวณในกรณีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อน ในขณะที่ T-MRV-P4 มีการคำนวณ และหากไม่ทราบปริมาณเชื้อเพลิงและค่าความร้อน อาจใช้ปริมาณความร้อนในการคำนวณแทนได้		

ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณวิธี T-MRV-P4 เปรียบเทียบกับ CDM-AMS II.C โดยใช้ข้อมูล PDD ของ AMS-II.C โครงการติดตั้งหลอดไฟถนนที่มีประสิทธิภาพโดย AEL ประเทศอินเดีย (Bundled Street Lighting Energy Efficiency Projects implemented by AEL in India) เป็นต้นแบบในการประยุกต์ ดังแสดงในตารางที่ 7.4-2

ตารางที่ 7.4-2 ความคลาดเคลื่อนการคำนวณตามวิธี T-MRV-P4 เทียบกับ CDM-AMS II.C

CDM-AMS II.C				T-MRV-P4			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่การตรวจวัด
BE	4,471	tCO ₂ /y	-	BE	4,471	tCO ₂ /y	-
E _{BL}	5,323	MWh	Annually	EC _{BL}	5,323	MWh	Annually
n _i	9,273	-	-	n _{i,BL}	9,273	-	-
	183	-	-		183	-	-
	97	-	-		97	-	-
	1,485	-	-		1,485	-	-
	1,965	-	-		1,965	-	-
p _i	50	MW	Annually	p _{i,BL}	50	MW	Annually
	82	MW	Annually		82	MW	Annually

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

CDM-AMS II.C				T-MRV-P4			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
	145	MW	Annually		145	MW	Annually
	175	MW	Annually		175	MW	Annually
	285	MW	Annually		285	MW	Annually
				$\varepsilon_{\text{Chiller,BL}}$	-	MW/TR	
				TR_{BL}	-	TR	
				$m_{t,\text{BL}}$	-	Kg/h	
				c_p	-	kcal/kg °C	
				$T_{o,\text{BL}}$	-	°C	
				$T_{i,\text{BL}}$	-	°C	
o_i	3650	hr	Annually	$o_{i,P}$	3650	hr	Annually
EF_{Elec}	0.84	tCO ₂ /MWh	Annually	EF_{Elec}	0.84	tCO ₂ /MWh	Annually
				$FC_{i,\text{BL}}$	-	ton	Annually
				NCV_i	-	TJ/ton	Annually
				$EF_{\text{fuel},i}$	-	tCO ₂ /TJ	Annually
l_y	0.1		Annually	l_y	0.1	-	Annually
$Q_{\text{ref, BL}}$	0	t/y	Annually				
$GWP_{\text{ref, BL}}$	0	tCO ₂ /t ref	Annually				
PE	1,844	tCO₂/y	-	PE	1,844	tCO₂/y	-
E_{PJ}	2,195	MWh	Annually	EC_P	2,195	MWh	Annually
n_i	9,273	-	-	$n_{i,P}$	9,273	-	-
	183	-	-		183	-	-
	97	-	-		97	-	-
	1,485	-	-		1,485	-	-
	1,965	-	-		1,965	-	-
p_i	28	MW	Annually	$p_{i,P}$	28	MW	Annually
	28	MW	Annually		28	MW	Annually
	48	MW	Annually		48	MW	Annually
	56	MW	Annually		56	MW	Annually
	96	MW	Annually		96	MW	Annually
				$\varepsilon_{\text{Chiller,P}}$	-	MW/TR	
				TR_P	-	TR	
				$m_{t,P}$	-	kg/h	
				c_p	-	kcal/kg °C	
				$T_{o,P}$	-	°C	
				$T_{i,P}$	-	°C	
o_i	3,650	hr	Annually	$o_{i,P}$	3,650	hr	Annually
EF_{Elec}	0.84	tCO ₂ /MWh	Annually	EF_{Elec}	0.84	tCO ₂ /MWh	Annually
				$FC_{i,P}$	-	ton/year	Annually
				NCV_i	-	TJ /ton	Annually

CDM-AMS II.C				T-MRV-P4			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
				$EF_{fuel,i}$	-	tCO_2/TJ	Annually
I_y	0.1		Annually	I_y	0.1	-	Annually
$Q_{ref, PJ}$	0	tonnes/year	Annually				
$GWP_{ref, PJ}$	0	$tCO_2/t\ ref$	Annually				
ER	2,627	tCO_2/y	-	ER	2,627	tCO_2/y	-
LE	0	tCO_2/y	Annually	LE	0	tCO_2/y	Annually
Error = 0%							

7.5 T-MRV-P5 vs. CDM-AMS III.Q

โครงการ T-MRV-P5 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ประยุกต์วิธีการคำนวณจากระเบียบวิธี AMS III.Q ของ CDM การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังตารางที่ 7.5-1

ตารางที่ 7.5-1 การเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ T-MRV-P5 กับ CDM-AMS III.Q

	CDM-AMS III.Q	T-MRV-P5
ER Formula	$ER_y = (BE_y - PE_y) - LE_y$	$ER = BE - PE - LE$
BE Formula	$BE_{Elec,y} = f_{cap} \cdot f_{wcm} \cdot \sum_j \sum_i (EG_{i,j,y} \cdot EF_{Elec,j,i,y})$ $BE_{Ther,y} = f_{cap} \cdot f_{wcm} \cdot \sum_j \sum_i \left(\frac{MG_{i,j,y,mot}}{\eta_{mech,mot,i,j}} \cdot EF_{Elec,j,i,y} \right)$ $BE_{Ther,y} = f_{cap} \cdot f_{wcm} \cdot \sum_j \sum_i \left(HG_{j,y} + \frac{MG_{i,j,y,mot}}{\eta_{mech,mot,i,j}} \right) \cdot EF_{Heat,j,y}$ $BE_{En,y} = f_{cap} \cdot f_{wcm} \cdot \sum_j \left(\frac{HG_{j,y} + \left(\frac{MG_{j,y,tur}}{\eta_{turb,tur}} \right) + \left(EG_{j,y} + \frac{MG_{j,y,mot}}{\eta_{mech,mot}} \right) \cdot 0.0036}{\eta_{Cogen}} \right) \cdot EF_{CO2,Cogen}$	$BE = BE_{WER,BL} + BE_{Flare,BL}$ $BE_{WER,BL} = BE_{WE,BL} + BE_{WH,BL}$ $BE_{WER,BL} = \sum_i \left[\left(\frac{HG_i + \frac{MC_{tur,BL}}{\epsilon_{tur}}}{\epsilon_{CHP}} \right) + \left(\left(EC + \frac{MC_{mot,BL}}{\epsilon_{mot}} \right) \cdot 0.0036 \right) \right] \cdot EF_{CHP}$ $BE_{WE,BL} = \sum_i EC_i \cdot EF_{Elec}$ $BE_{WE,BL} = \sum_i \frac{MC_{i,mot,BL}}{\epsilon_{i,mot}} \cdot EF_{Elec}$ $BE_{WH,BL} = \sum_i HG_i \cdot EF_{Heat}$ $BE_{WH,BL} = \sum_i \frac{MC_{i,tur,BL}}{\epsilon_{i,tur}} \cdot EF_{Heat}$ $BE_{Flare,BL} = \sum_i E_{Flare,i} \cdot EF_{Fuel,i}$
PE Formula	$PE_y = PE_{AF,y} + PE_{EL,y}$	$PE = PE_{AF} + PE_{Elec}$ $PE_{AF} = FC_{Flare} \cdot EF_{Fuel}$ $PE_{Elec} = EC \cdot EF_{Elec}$
LE Formula	N/A	N/A
คำอธิบาย 1) $EF_{electricity}$ สำหรับ T-MRV-P5 ให้อ้างอิงตามแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า ถ้าไม่ทราบค่าให้อ้างอิงค่าจาก Grid หรือ TGO ณ ปีนั้น 2) CDM จะไม่มีการคำนวณระบบ Flare ในขณะที่ T-MRV-P5 ระบบ Flare จะถูกนำมาคำนวณด้วย		

ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณวิธี T-MRV-P5เปรียบเทียบกับ CDM-AMS III.Q โดยใช้ข้อมูล PDD ของ AMS-III.Q โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเหลือทิ้งของโรงงานซีเมนต์ Kampot (Kampot Cement Waste Heat Power Generation Project) เป็นต้นแบบในการประยุกต์ ดังแสดงในตารางที่ 7.5-2

ตารางที่ 7.5-2 ความคลาดเคลื่อนการคำนวณตามวิธี T-MRV-P5 เทียบกับ CDM-AMS III.Q

CDM-AMS III.Q				T-MRV-P5			
สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ความถี่ การตรวจวัด
BE	17,107	tCO ₂ /y	-	BE	17,107	tCO ₂ /y	-
				BE _{WER,BL}	17,107	tCO ₂	-
BE _{elec,y}	17,107	tCO ₂ /y	-	BE _{WE,BL}	17,107	tCO ₂	-
EG _i	28,733	MWh	Annually	EC _i	28,733	MWh	Annually
EF _{Elec}	0.5954	tCO ₂ /MWh	Annually	EF _{Elec}	0.5954	tCO ₂ / MWh	Annually
MG _{i,mot,BL}	-	MWh	Annually	MC _{i,mot,BL}	-	MWh	Annually
η _{mech,i,mot}	-	%	%	ε _{i,mot}	-	%	Annually
BE _{Ther,y}	-	tCO ₂ /y	-	BE _{WH,BL}	-	tCO ₂	-
HG _i	-	TJ	Annually	HG _i	-	TJ	Annually
EF _{Heat}	-	tCO ₂ /TJ	Annually	EF _{Heat}	-	tCO ₂ / TJ	Annually
MC _{i,tur,BL}	-	TJ	Annually	MC _{i,tur,BL}	-	TJ	Annually
η _{mech,tur}	-	%	Annually	ε _{i,tur}	-	%	Annually
η _{cogen}	-	%	Annually	ε _{CHP}	-	%	Annually
EF _{CO2,COGEN}	-	tCO ₂ /TJ	Annually	EF _{CHP}	-	tCO ₂ / TJ	Annually
				BE _{Flare,BL}	0	tCO ₂	-
				E _{Flare,i}	0	TJ	Annually
				EF _{Fuel,i}	-	tCO ₂ / TJ	Annually
PE	0	tCO ₂ /y	-	PE	0	tCO ₂ /y	-
PE _{AF,y}	0	tCO ₂	-	PE _{AF}	0	tCO ₂	-
				FC _{Flare}	-	TJ	Annually
				EF _{fuel}	-	tCO ₂ / TJ	Annually
PE _{EL,y}	0	tCO ₂	-	PE _{Elec}	0	tCO ₂	-
				EC	-	MWh	Annually
				EF _{Elec}	-	tCO ₂ / MWh	Annually
ER	17,107	tCO ₂ /y	-	ER	17,107	tCO ₂ /y	-
LE	0	tCO ₂ /y	Annually	LE	0	tCO ₂ /y	Annually
Error = 0%							

บทที่ 8

ต้นทุนระบบ MRV (MRV Cost)

จากการศึกษาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี พบว่า ในเบื้องต้นสามารถพัฒนาและกำหนดรูปแบบการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกได้ 5 วิธี โดยอ้างอิงหลักคิดและวิธีการจาก CDM และ J-MRV ประกอบกับมาตรการ/โครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นไปได้สำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ดังแสดงรายละเอียดใน **คู่มือแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี** ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบ T-MRV สมฤทธิ์ผล การประเมินค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการดำเนินระบบก็เป็นส่วนที่สำคัญ หากการดำเนินงานมีความยุ่งยาก ซับซ้อน ต้องมีการลงทุนสูง อาจทำให้เกิดเป็นข้อด้อยเหมือนโครงการ CDM ได้ และท้ายที่สุดโครงการ T-MRV ก็จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริง

การประเมินต้นทุนระบบ MRV แบ่งเป็น 3 ระบบย่อยเพื่อให้เกิดความชัดเจน คือ ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนการรายงานผล และต้นทุนการทวนสอบ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวិเคราะห์รูปแบบการรายงานผลและการทวนสอบ พบว่า ยังไม่มีความชัดเจนที่เป็นรูปธรรมเกี่ยวกับขั้นตอนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบการรายงานผลและการทวนสอบ ส่งผลให้การประเมินต้นทุนการรายงานผลและต้นทุนการทวนสอบเป็นไปได้ยาก ทีมวิจัยจึงนำเสนอเพียงขั้นตอนหรือวิธีการที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่านั้น ในขณะที่ต้นทุนการตรวจสอบ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์การตรวจวัดตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ จึงสามารถวิเคราะห์และประเมินต้นทุนการตรวจสอบในรายการได้ ดังนี้

ต้นทุนการตรวจสอบ ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายสำหรับบุคลากรผู้ตรวจวัด เนื่องจากกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีค่อนข้างมีความซับซ้อนและเป็นความลับของผู้ค้า ทีมวิจัยจึงเสนอแนะให้ผู้ตรวจวัด คือ บุคลากรผู้ดำเนินงานที่มีความเชี่ยวชาญของโรงงานเอง ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จึงไม่เกิดขึ้น
- ค่าใช้จ่ายสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูล/ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น การวิเคราะห์ห้องประกอบของเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น ไม่สามารถดำเนินการโดยบุคลากรของโรงงาน จึงอาจมีความจำเป็นต้องว่าจ้างหน่วยงานภายนอกในการวิเคราะห์ข้อมูล

นอกจากนี้ เพื่อให้ความยุ่งยากซับซ้อน และภาระค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดหรือติดตามตรวจสอบ
น้อยลง ทีมวิจัยจึงกำหนดให้ใช้ข้อมูลแบบรายปีในการคำนวณแทนข้อมูลแบบรายวันตามที่ระบุใน
CDM

- ค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องมือ/อุปกรณ์ตรวจวัด แยกตามรายการโครงการ T-MRV-P1 ถึง T-MRV-P5 มี
เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ตารางที่ 8-1 ต้นทุนการตรวจวัดตามแนวทาง T-MRV-P1

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Steam Flow Meter		วัดอัตราการไหลของไอน้ำ ในเชิงปริมาณ	50,000 (ขนาดท่อ 2") 100,000 (ขนาดท่อ 8")	ราคาขึ้นกับขนาด ของท่อ
Orifice plate Flow Meter		วัดอัตราการไหลของไอน้ำ ในเชิงปริมาณ	55,000 (ขนาดท่อ 2")	ราคาถูก และ สามารถใช้งาน ร่วมกับอุปกรณ์วัด Differential Pressure ได้
Ultrasonic Flow Meter		วัดค่าเฉลี่ยความเร็วการ ไหล ซึ่งทำงานด้วยการส่ง คลื่น Ultrasonic ในปัจจุบัน ใช้หลักการทำงานแบบ Transit-Time	150,000 (แบบพกพา) 95,000 (ขนาดท่อ 2")	
Thermocouple		วัดอุณหภูมิของไอน้ำ โดย อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิหรือความร้อนเป็น แรงเคลื่อนไฟฟ้า	20,000	
		เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอิน ฟราเรดแบบพกพา วัด อุณหภูมิได้ถึงประมาณ 850 C	30,000	
Kilowatt Hour Meter		วัดพลังงานไฟฟ้า มีหน่วย เป็น KWh หรือ Unit	10,000 -15,000	

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Flow Meter		วัดอัตราการไหลของน้ำ และคอนเดนเสทในเชิง ปริมาณ	60,000 (ขนาดท่อ 2") 100,000 (ขนาดท่อ 8")	
Pressure Gauge		วัดความดันก๊าซและ ของเหลว โดยทั่วไปนิยมใช้ แบบ Bourdon Tube	5,000	
Oval Gear Flow Meter		วัดอัตราการไหลชนิด ฟันเฟือง (Oval Gear) สำหรับน้ำมัน น้ำมันเตา น้ำมันเครื่อง หรือ ของเหลวที่มีความหนืดสูง	95,000 (ขนาดท่อ 2") 800,000 (ขนาดท่อ 8")	
Gas Flow Meter		วัดอัตราการไหลของก๊าซ ต่าง ๆ เช่น LPG, Natural, Gas Biogas	150,000	
		เครื่องวัดความเข้มข้นของ ก๊าซจากการเผาไหม้	300,000 (แบบพกพา) 500,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด CO) 180,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด O ₂)	

ตารางที่ 8-2 ต้นทุนการตรวจวัดตามแนวทาง T-MRV-P2

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Steam Flow Meter		วัดอัตราการไหลของไอน้ำ ในเชิงปริมาณ	50,000 (ขนาดท่อ 2") 100,000 (ขนาดท่อ 8")	ราคาขึ้นกับขนาด ของท่อ

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Orifice plate Flow Meter		วัดอัตราการไหลของไอน้ำ ในเชิงปริมาณ	55,000 (ขนาดท่อ 2")	ราคาถูก และ สามารถใช้งาน ร่วมกับอุปกรณ์วัด Differential Pressure ได้
Thermocouple		วัดอุณหภูมิของไอน้ำ โดย อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิหรือความร้อนเป็น แรงเคลื่อนไฟฟ้า	20,000	
		เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอิน ฟราเรดแบบพกพา วัด อุณหภูมิได้ถึงประมาณ 850 C	30,000	
Kilowatt Hour Meter		วัดพลังงานไฟฟ้า มีหน่วย เป็น KWh หรือ Unit	10,000 -15,000	
Flow Meter		วัดอัตราการไหลของน้ำ และคอนเดนเสทในเชิง ปริมาณ	60,000 (ขนาดท่อ 2") 100,000 (ขนาดท่อ 8")	
Gas Flow Meter		เครื่องวัดความเข้มข้นของ ก๊าซจากการเผาไหม้	300,000 (แบบพกพา) 500,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด CO) 180,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด O ₂)	

ตารางที่ 8-3 ต้นทุนการตรวจวัดตามแนวทาง T-MRV-P3

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Thermocouple		วัดอุณหภูมิของไอน้ำ โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า	20,000	
		เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดแบบพกพา วัดอุณหภูมิได้ถึงประมาณ 850 C	30,000	
Kilowatt Hour Meter		วัดพลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น KWh หรือ Unit	10,000-15,000	
Flow Meter		วัดอัตราการไหลของน้ำและคอนเดนเสทในเชิงปริมาณ	60,000 (ขนาดท่อ 2") 100,000 (ขนาดท่อ 8")	
Pressure Gauge		วัดความดันก๊าซและของเหลว โดยทั่วไปนิยมใช้แบบ Bourdon Tube	5,000	
Oval Gear Flow Meter		วัดอัตราการไหลชนิดฟันเฟือง (Oval Gear) สำหรับน้ำมัน น้ำมันเตา น้ำมันเครื่อง หรือของเหลวที่มีความหนืดสูง	95,000 (ขนาดท่อ 2") 800,000 (ขนาดท่อ 8")	
Gas Flow Meter		วัดอัตราการไหลของก๊าซต่างๆ เช่น LPG, Natural, Gas Biogas	150,000	

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
		เครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซจากการเผาไหม้	300,000 (แบบพกพา) 500,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด CO) 180,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด O ₂)	

ตารางที่ 8-4 ต้นทุนการตรวจวัดตามแนวทาง T-MRV-P4

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Kilowatt Hour Meter		วัดพลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น KWh หรือ Unit	10,000 -15,000	
Oval Gear Flow Meter		วัดอัตราการไหลชนิดฟันเฟือง (Oval Gear) สำหรับน้ำมัน น้ำมันเตา น้ำมันเครื่อง หรือของเหลวที่มีความหนืดสูง	95,000 (ขนาดท่อ 2") 800,000 (ขนาดท่อ 8")	
Gas Flow Meter		วัดอัตราการไหลของก๊าซต่างๆ เช่น LPG, Natural, Gas Biogas	150,000	

ตารางที่ 8-5 ต้นทุนการตรวจวัดตามแนวทาง T-MRV-P5

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Steam Flow Meter		วัดอัตราการไหลของไอน้ำในเชิงปริมาณ	50,000 (ขนาดท่อ 2") 100,000 (ขนาดท่อ 8")	ราคาขึ้นกับขนาดของท่อ

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ชื่ออุปกรณ์	รูปอุปกรณ์	การใช้งาน	ราคา	หมายเหตุ
Orifice plate Flow Meter		วัดอัตราการไหลของไอน้ำ ในเชิงปริมาณ	55,000 (ขนาดท่อ 2")	ราคาถูก และ สามารถใช้งาน ร่วมกับอุปกรณ์วัด Differential Pressure ได้
Thermocouple		วัดอุณหภูมิของไอน้ำ โดย อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิหรือความร้อนเป็น แรงเคลื่อนไฟฟ้า	20,000	
		เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอิน ฟราเรดแบบพกพา วัด อุณหภูมิได้ถึงประมาณ 850 C	30,000	
Kilowatt Hour Meter		วัดพลังงานไฟฟ้า มีหน่วย เป็น KWh หรือ Unit	10,000 -15,000	
Oval Gear Flow Meter		วัดอัตราการไหลชนิด ฟันเฟือง (Oval Gear) สำหรับน้ำมัน น้ำมันเตา น้ำมันเครื่อง หรือ ของเหลวที่มีความหนืดสูง	95,000 (ขนาดท่อ 2") 800,000 (ขนาดท่อ 8")	
Gas Flow Meter		วัดอัตราการไหลของก๊าซ ต่างๆ เช่น LPG, Natural, Gas Biogas	150,000	
		เครื่องวัดความเข้มข้นของ ก๊าซจากการเผาไหม้	300,000 (แบบพกพา) 500,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด CO) 180,000 (แบบติดตั้งที่ปล่อง วัด O ₂)	

ต้นทุนการรายงานผล ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายสำหรับบุคลากรผู้รายงานผล เช่นเดียวกับบุคลากรผู้ตรวจสอบ ควรเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ ซึ่งก็คือ พนักงาน หรือ วิศวกรผู้ควบคุมระบบโดยตรง นั่นเอง ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จึงไม่เกิดขึ้น
- ค่าใช้จ่ายสำหรับการรายงานผล การรายงานผลอาจจัดทำในรูปแบบระบบออนไลน์หรือระบบรายงาน ซึ่งในการจัดทำเล่มรายงาน ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น อาทิเช่น กระดาษ เครื่องเขียน หมึกพิมพ์ และการจัดทำรูปเล่ม เป็นต้น
- ค่าใช้จ่ายสำหรับหน่วยงานผู้รับรายงานผล หน่วยงานที่รับรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจกอาจมีการจัดเก็บค่าลงทะเบียนในการรายงานผล เพื่อเป็นการประกันความเชื่อมั่นในระดับหนึ่งว่า รายงานการลดก๊าซเรือนกระจกได้จัดทำอย่างถูกต้อง มีการประกันและควบคุมคุณภาพของข้อมูลจากภายใน (Quality Assurance and Quality Control)

ต้นทุนการทวนสอบ ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายสำหรับหน่วยงานผู้ทวนสอบ บุคคลหรือหน่วยงานที่จะเป็นผู้ดำเนินการทวนสอบ อาจเป็น บุคคล ผู้เชี่ยวชาญอิสระ หน่วยงานจากทั้งในและต่างประเทศ หรือองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ก็ได้ ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จึงมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก
- ค่าใช้จ่ายสำหรับการทวนสอบ ในขั้นตอนการทวนสอบ จำเป็นต้องมีการจัดทำทั้งรูปเล่มรายงานผลการลดก๊าซเรือนกระจก และเอกสารที่แสดงการได้มาซึ่งข้อมูล/ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น อาทิเช่น กระดาษ เครื่องเขียน หมึกพิมพ์ และการจัดทำรูปเล่ม เป็นต้น
- ค่าใช้จ่ายสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ในกรณีที่เอกสารที่แสดงที่มาของข้อมูล/ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณไม่มีความชัดเจน หน่วยงานผู้ทวนสอบอาจมีการร้องขอให้มีการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม
- ค่าใช้จ่ายสำหรับสถานที่ในการทวนสอบ เนื่องจากข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างเป็น ความลับทางการค้า และเพื่อให้การทวนสอบดำเนินไปได้ด้วยดีหากจำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูล เพิ่มเติมหน้างาน ดังนั้น การทวนสอบจึงควรดำเนินการ ณ โรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จึงไม่เกิดขึ้น

บทที่ 9

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้และข้อเสนอแนะสำหรับระบบ MRV ของการลด GHG ในระดับโครงการของกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

งานวิจัยมีจุดประสงค์หลักสำคัญในหาแนวทางและวิเคราะห์ความเหมาะสมเพื่อจัดทำแนวทางสำหรับการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการหรือมาตรการสำหรับลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีนั้น ในบทที่ผ่านมา ทีมวิจัยได้นำเสนอรายละเอียดของแนวทางในการดำเนินการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบที่ได้มีหน่วยงานต่างๆ ได้ดำเนินงานอยู่ในปัจจุบันทั้งในและต่างประเทศ ในงานศึกษาทางที่ทีมวิจัยได้คัดเลือกแนวทางจากมาตรการต่างๆ ทั้งตามมาตรการสมัครใจ, ระบบมาตรฐาน ISO และระบบ CDM ซึ่งวิเคราะห์แล้วเห็นว่าการดำเนินการ MRV ตามแนวทาง CDM สำหรับมาตรการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโครงการเป็นระบบที่ได้รับการยอมรับเป็นสากล และมีขั้นตอนการดำเนินงานเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้ในงานวิจัยได้มีการดำเนินการขอข้อมูลและความร่วมมือจากโครงการนำร่องที่จะใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อหาแนวทางการพัฒนาระบบ MRV ที่เหมาะสมในการใช้งานจริงมากที่สุด

จากผลการศึกษาและการจัดประชุมร่วมกับผู้ประกอบการและผู้ที่มีหน้าที่ตรวจวัดและรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโรงงานปิโตรเคมีที่เข้าร่วมโครงการนั้น ทีมวิจัยสามารถวิเคราะห์และสรุปประเด็นที่จะนำเสนอในการพัฒนาระบบ MRV สำหรับโครงการต่อไปในอนาคตได้ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 9-1)

1. ผู้รับผิดชอบดำเนินการ: การตรวจวัด (M) และการรายงาน (R) นั้น ควรดำเนินการโดยผู้ประกอบการหรือโรงงาน โดยมีการกำหนดขั้นตอนการดำเนินการสำหรับตรวจวัดหรือข้อมูลพื้นฐานขั้นต่ำที่จำเป็นในการประกอบการรายงาน ที่ใช้สำหรับมาตรการต่างๆหรือโครงการประเภทต่างๆ (ดูรายละเอียดที่ได้นำเสนอในโครงการนำร่องประกอบ) และสำหรับการทวนสอบ (V) นั้น ควรดำเนินงานโดยบุคคลภายนอก (Third Party) ที่ผ่านการรับรองคุณสมบัติว่าสามารถดำเนินหน้าที่ทวนสอบได้อย่างมีคุณภาพและเป็นมาตรฐานเดียวกัน ในปัจจุบันองค์กรหรือหน่วยงานที่สามารถทวนสอบได้ตามข้อกำหนดของโครงการ CDM คือ DoE นั้นมีอยู่หลายบริษัทในประเทศแต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องจำนวน ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงหากโรงงานต้องดำเนินการโดยอาจจะไม่ได้รับผลตอบแทนหากไม่ได้โครงการ CDM หรือไม่คุ้มค่าที่จะดำเนินโครงการ CDM ดังนั้น การดำเนินการทวนสอบอาจจะนำแนวทาง ISO 14064-

3:2006, 14065:2006 มาอ้างอิงและสร้างข้อกำหนดสำหรับที่ใช้สำหรับประเทศไทย ในอนาคตควรมีการพัฒนาองค์กรหรือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติเป็นผู้ทวนสอบได้ อาจจะมีการตั้งข้อกำหนดให้ทางโรงงานที่ทำการตรวจวัดและรายงาน ต้องได้รับการทวนสอบจากผู้ที่มีคุณสมบัติที่มีรายชื่ออยู่ในระบบทะเบียนของหน่วยงานกลางที่ให้การรับรองการเป็นผู้ทวนสอบได้ ซึ่งหน่วยงานนี้หน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ซึ่งอาจจะเป็น สมอ. หรือ อบก. เป็นต้น สามารถกำหนดคุณสมบัติรวมทั้งกระบวนการคัดเลือกและการขึ้นทะเบียนผู้ทวนสอบเพื่อให้ทางผู้ประกอบการสามารถเข้ามาศึกษาหาข้อมูลและใช้บริการต่อไปได้

2. **หลักการในการดำเนินการ:** ในการตรวจวัด (M) ควรดำเนินการโดยลักษณะที่ใช้ข้อมูลปฐมภูมิเป็นหลัก (Bottom up) มีการวัดการปล่อยจากแหล่งกำเนิดหรือการใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง หรือหากไม่สามารถวัดได้โดยตรงก็มีการกำหนดวิธีการประเมินที่มีมาตรฐานยอมรับได้ เช่นตามแนวทางวิธีการประเมินของโครงการ CDM (รายละเอียดในบทที่ การตรวจวัด) และในการรายงาน (R) นั้นควรรายงานดำเนินการตามหลักการ TACCC (Transparency, Accuracy, Consistency, Completeness, Comparability) ส่วนการทวนสอบ (V) นั้นควรยึดแนวทางตามหลักการตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและการประกันคุณภาพ (QA/QC) โดยทางที่วิจัยได้เสนอรูปแบบของการรายงานไว้โดยละเอียดแล้ว

3. **ขอบเขตในการดำเนินการ:** สำหรับการตรวจวัดเสนอโครงการที่มีปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 0.5% ของปริมาณ GHG ที่ปล่อยทั้งหมดจากโรงงาน หรือ โครงการที่มีปริมาณการลดได้มากกว่า 200 ton CO₂e อย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ทำการตรวจวัดเพื่อจัดทำรายงานการลดของโครงการต่อไป โดยมีการตรวจวัดครอบคลุมขอบเขต Gate-to-Gate และรายงานทั้งการปล่อย GHG แบบทางตรงและทางอ้อม โดยมีผู้ประกอบการบางรายสนใจที่จะให้มีการจัดทำตรวจวัดและรายงานสำหรับทุกโครงการและกิจกรรมที่มีการลด ถึงแม้ว่าปริมาณการลดจะน้อยกว่าที่เสนอ ซึ่งทางผู้วิจัยเสนอว่า หากผู้ประกอบการสมัครใจจะทำการตรวจวัดสำหรับโครงการขนาดเล็กหรือลดได้น้อยกว่าปริมาณขั้นต่ำที่เสนอให้ควรมีการตรวจวัดและรายงาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการมีส่วนร่วมในการลด GHG ก็ให้สามารถทำได้ตามความสมัครใจไม่ถือเป็นการบังคับ สำหรับความถี่ในการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากโครงการนั้น เสนอให้โรงงานที่ดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกมีการรายงานโครงการที่มีการลด GHG ทุกโครงการหลังจากได้ดำเนินโครงการแล้ว 1 ปี

4. กระบวนการและวิธีการในการตรวจวัดและรายงาน: ทางผู้วิจัยได้จัดทำเป็นคู่มือแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานและทวนสอบ ที่แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการนำร่องของภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมี พร้อมทั้งได้แสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินการตามมาตรการนำร่องทั้ง 5 มาตรการ และรายงานผลตามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ (ดูเอกสารคู่มือประกอบ)
5. ด้านต้นทุนการดำเนินงานของระบบ MRV
 - a. ต้นทุนในการดำเนินการตรวจวัด ทางโรงงานและผู้ประกอบการเป็นผู้รับผิดชอบ ทางผู้วิจัยได้รวบรวมค่าใช้จ่ายด้านเครื่องมือตรวจวัดเพื่อแสดงให้เห็นต้นทุนที่ผู้ประกอบการต้องเตรียมพร้อมในเบื้องต้นสำหรับที่จะสามารถดำเนินการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากโครงการได้ตามแนวทางที่ได้เสนอไปแล้ว ซึ่งบริษัทอาจจะจำเป็นต้องลงทุนไว้ในระยะยาวหากราคาไม่สูงมากนัก หรือจ้างให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีเครื่องมือมาทำการตรวจวัดให้
 - b. สำหรับต้นทุนในการทำรายงานและจัดส่งรายงานพร้อมทำฐานข้อมูลสำหรับใช้ในอนาคต ทางโรงงานและผู้ประกอบการเป็นผู้รับผิดชอบ ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้อาจจะเป็นของเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมของโรงงานที่ต้องดำเนินการตามหน้าที่
 - c. สำหรับต้นทุนในการทวนสอบ ค่าใช้จ่ายเป็นไปได้ใน 2 ลักษณะคือถ้าไม่ได้รับผลประโยชน์ในการสนับสนุนโครงการลดก๊าซเรือนกระจก ภาครัฐหรือหน่วยงานกลาง จำเป็นต้องจัดทำงบประมาณจ้างทีมผู้เชี่ยวชาญในการทวนสอบเพื่อเข้าไปทำหน้าที่ในการควบคุมและประกันคุณภาพของการตรวจวัดและรายงานผลจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ที่รายงานเข้ามา อีกลักษณะที่โครงการจะได้รับเงินสนับสนุนในการลดก๊าซเรือนกระจก (คล้ายคลึงเช่นเดียวกับโครงการ CDM) ผู้ประกอบการจำเป็นต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้ทวนสอบเพื่อรับรองปริมาณการลด GHG จากการดำเนินโครงการ ซึ่งทางภาครัฐเห็นควรที่จะดำเนินการอย่างไรอาจจำเป็นต้องหารือร่วมกับหลายๆ ฝ่ายให้รอบคอบอีกครั้ง

ตารางที่ 9-1 บทสรุปข้อเสนอแนะระบบ MRV จากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกของกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

องค์ประกอบ	M (Measure)	R (Report)	V (Verify)
องค์กร/ ผู้รับผิดชอบ	โรงงานผู้ประกอบการ	โรงงานผู้ประกอบการ	หน่วยงานราชการ/ สถาบันการศึกษา/ผู้ที่ขึ้น ทะเบียนกับหน่วยงานกลาง
หลักการ	Bottom - Up (ประยุกต์ตามแนวทาง CDM)	TACCC (ประยุกต์ตามแนวทาง ISO- 14064-2)	QA/QC (ประยุกต์ตามแนวทาง ISO- 14064-3, ISO-14065)
ขอบเขต	≥0.5% ของปริมาณ GHGs ที่ ปล่อย หรือลดได้ ≥ 200 tCO ₂ e	ภายใน 1 ปี หลังจากการ ดำเนินโครงการ หรือ ทุกระยะ 1 ปี	N/A
กระบวนการ/ วิธีการ	1.กำหนดเงื่อนไขโครงการ 3.ชนิด/แหล่งกำเนิด GHG (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) 5.การคำนวณ GHG กรณีโครงการ 7.ตารางสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	2.ขอบเขตโครงการ (gate to gate) 4.การคำนวณ GHG กรณีฐาน 6.การคำนวณ GHG ที่ลดได้ 8.แนวทางการติดตามตรวจสอบ	
ต้นทุน (ผู้รับผิดชอบ)	เครื่องมือตรวจวัด (ผู้ประกอบการ)	บุคลากร ระบบเอกสาร (ผู้ประกอบการ)	ผู้เชี่ยวชาญในการทวนสอบ (รัฐ หรือ ผู้ประกอบการ)

เอกสารอ้างอิง

- วารุณี เตีย, สิรินทรเทพ เต้าประยูร, และ สิริลักษณ์ เจียรกร. 2555. ระบบ MRV: กติกาใหม่ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ชุดโครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ความตกลงพหุภาคีด้านสิ่งแวดล้อม. สกว. กรุงเทพมหานคร.
- สกว. - สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย. 2553. โครงการการศึกษาดัชนีชี้วัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2552. โครงการจัดทำข้อมูลอุตสาหกรรมเชิงเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน สาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ระยะที่ 2. สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สิริลักษณ์ เจียรกร, สิรินทรเทพ เต้าประยูร, วารุณี เตีย, และ ปพนธน์ นันทขวาลกุล. 2555. แนวทางในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ ตามกรอบอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. มหกรรมวิชาการ สกว.
- อบก. – องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2554. พื้นฐานกลไกการพัฒนาที่สะอาด. สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- API. 2009. *Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry*. U.S.
- British Columbia. 2011. *British Columbia Reporting Regulation – Guidance Document*. Ministry of Environment. Victoria, B.C.
- CBMA. 2012. MRV Construction of CO2Emission for China Cement Industry. US-China MRV workshop Washington D.C., USA. China Building Materials Academy.
- Clare Breidenich. 2009. *Measurement, Reporting and Verification in a Post-2012 Climate Agreement*. Pew Center on Global Climate Change, U.S.A.
- ECOFYS. 2012. *NAMA database*. Available from http://nama-database.org/index.php/Global_overview.
- Ellis, J., and Moraf, S. 2009. GHG Mitigation Actions: MRV Issues and Options. OECD/IEA Information Paper, Paris.

- Ellis, J., Moraf, S., and J. A. Kim. 2009. *Reporting and Recording Post -2012 GHG Mitigation Commitments, Actions and Support*. OECD/IEA Information Paper, Paris.
- EUROPEAN COMMISSION. 2012. *The Monitoring and Reporting Regulation – General guidance for installations*. Guidance Document.
- EUROPEAN COMMISSION. 2012. *The Accreditation and Verification Regulation - Objective and scope of verification*. Guidance Document.
- Fransen, T. 2009. *Enhancing Today's MRV Framework to Meet Tomorrow's Needs: The Role of National Communications and Inventories*. WRI Working Paper. Washington, DC.
- HARALD WINKLER. 2008. *Measurable, reportable and verifiable: the keys to mitigation in the Copenhagen deal*. CLIMATE POLICY 8 (2008) 534–547.
- IGES. 2010. *Measurable, Reportable and Verifiable (MRV): Trends and Developments in Climate Change Negotiations*. Institute for Global Environmental Strategies. Japan.
- International Carbon Action Partnership. 2009. *Summary Report of the China Conference on Greenhouse Gas Emissions Data Management in Energy Intensive Industries and the Power Sector*. Beijing, China.
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy. Chapter 2: Stationary Combustion*. Switzerland.
- ISO. 2006. *ISO 14064-2 Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements*. Switzerland.
- ISO. 2006. *ISO 14064-3 Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions*. Switzerland.
- ISO. 2007. *ISO 14065 Greenhouse gases: Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition*. Switzerland.
- Jan Corfee-Morlot, Bruno Guay (OECD) and Kate M. Larsen (IEA). 2009. *Financing Mitigation Support: Towards a framework for measurement, reporting and verification*. France.
- JBIC – Japan Bank for International Cooperation. 2011. *The Guidelines for Measurement, Reporting and Verification of GHG Emission Reductions in JBIC's GREEN (the "J-MRV Guidelines")*. Japan.

- Jeremy Schreifels. 2009. *Measuring, Reporting & Verifying GHG Emissions under US EPA's Mandatory GHG Reporting Rule*. ICAP China Conference on GHG Emissions Data Beijing, 12-13 October 2009. Office of Atmospheric Programs, US EPA.
- Ministry of National Development Planning. 2011. *Guideline for Implementing Green House Gas Emission Reduction Action Plan*. Republic of Indonesia.
- Ministry of the Environment, Japan (MOEJ) and Global Environment Centre Foundation (GEC). 2011. *Japan's Initiative toward Establishment of New Mechanisms - Lessons Learnt from Case Studies 2010*. Japan.
- Neelis, M.L., Patel, M., Blok, K., and Bach, P.W. 2007. *Approximation of theoretical energy saving potentials for the petrochemical industry using energy balance for 68 key processes*. *Energy*. 32 : 1104 – 1123.
- Tilburg, X., Röser, F., Hänsel, G., Cameron, L., and Escalante, D. 2012. *Status Report on Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs)*. Mid-year update May 2012, ECOFYS.
- UNEP, UNEP-SBCI, WRI. 2010. *Protocol for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations*.
- UNFCCC. 2010. *Clean Development Mechanism Validation and Verification Manual – EB55*. Germany.
- UNFCCC. 2011. *Compilation of information on nationally appropriate mitigation actions to be implemented by Parties not included in Annex I to the Convention*. Note by the Secretariat, 18 March 2011.
- UNFCCC. 2012. *Clean Development Mechanism - CDM Methodology Booklet*. Germany.
- U.S.EPA. 2011. *Fact Sheet - Mandatory Reporting of Greenhouse Gases*. The Greenhouse Gas Reporting Program.
- U.S.EPA. 2011. *Geologic Sequestration of Carbon Dioxide: Subpart RR*. The Greenhouse Gas Reporting Program.
- Ward, M., Streck, C., Winkler, H., Jung, M., Hagemann, M., Höhne, N., O'Sullivan, R., 2008, The role of Sector No-Lose Targets in Scaling up Finance for Climate Change Mitigation Activities in Developing Countries, International Climate Division of UK-DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), London.
- WRI and WBCSD. 2003. *The Greenhouse Gas Protocol. A corporate accounting and reporting standard*.

WRI. 2009. *Mitigation Actions in China: Measurement, Reporting and Verification*. WRI Working Paper.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การประชุมรับฟังความคิดเห็น การเยี่ยมชมสำรวจโรงงาน และการจัดฝึกอบรม

ภาคผนวก ข

บทความสำหรับเผยแพร่

ภาคผนวก ค

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

ภาคผนวก ง

ผลสัมฤทธิ์การดำเนินโครงการ

ภาคผนวก ก

การประชุมรับฟังความคิดเห็น การเยี่ยมชมสำรวจโรงงาน และการจัดฝึกอบรม

คณะวิจัยได้ดำเนินการจัดประชุมทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานราชการ สถาบัน การศึกษา รวมทั้งผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อรับฟังความคิดเห็นในการดำเนินงาน ขอความร่วมมือในการเข้าเยี่ยมชมและสำรวจเอกสาร รายงานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีผลการดำเนินงานในตารางที่ ก-1 ดังนี้

ตารางที่ ก-1 ผลการดำเนินการ

ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	หน่วยงาน	กิจกรรม
หน่วยงานราชการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ	แนวทางการจัดทำ MRV ด้านพลังงานและการลดการใช้พลังงาน
NGO	กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	ขอความร่วมมือด้านข้อมูล และการเข้าเยี่ยมชมสำรวจโรงงานปิโตรเคมีที่เป็นสมาชิก
โรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมี	โรงงานนำร่องในโครงการจำนวน 8 โรงงาน ➢ โรงงานไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) ➢ โรงงานที่พีซี เพสต์ เรซิน จำกัด ➢ โรงงานไทย เพ็ท เรซิน จำกัด ➢ โรงงานวินไทย จำกัด (มหาชน) ➢ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 2 ➢ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 3 ➢ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 4 ➢ บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	เข้าเยี่ยมชมและสำรวจข้อมูลในโรงงาน รายละเอียดกระบวนการผลิต ○ ชื่อมาตรการ ○ ผังการผลิตที่เกี่ยวข้องโครงการ ○ แนวคิดและหลักการดำเนินการ ○ ข้อมูลที่เก็บบันทึก ก่อน และหลังดำเนินโครงการ ○ การคำนวณการประหยัดพลังงาน
โรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมี	โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เข้าร่วมการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ จำนวน 34 คน	อบรมให้ความรู้ด้านวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการโดยใช้โมเดลที่ทีมวิจัยจัดทำ
โรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมี	โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เข้าร่วมการสัมมนาให้ความคิดเห็น จำนวน 24 คน	ประชุมให้ความคิดเห็นคู่มือแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ(MRV) การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ก.1 ความร่วมมือกับกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

คณะวิจัยได้เข้าประชุมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2555 เวลา 13.00 – 16.00 น. ห้องประชุม ส.อ.ท. 1 สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ชั้น 4 โซนซี ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร เพื่อประชาสัมพันธ์โครงการพร้อมทั้งขอความร่วมมือทางด้านข้อมูลและการเข้าเยี่ยมชม สํารวจโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งทางคณะวิจัยได้นำเสนอวัตถุประสงค์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย วัตถุประสงค์ของโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี และผลที่คาดว่าจะได้รับหลังจากดำเนินโครงการเสร็จสิ้น

ผลการปรึกษาหารือได้ข้อสรุปว่า ทางกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมียินดีให้ความร่วมมือกับทางโครงการ และจะแนะนำสมาชิกภายในกลุ่มให้เข้าร่วมให้ข้อมูล พร้อมทั้งให้เข้าเยี่ยมชม สํารวจโรงงานเพื่อหาข้อมูลในการทำวิจัยภายในโรงงาน ทั้งนี้ ระหว่างการประชุมผู้เข้าร่วมประชุมได้แสดงความคิดเห็นต่อโครงการเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ พร้อมทั้งซักถามข้อสงสัยกับคณะวิจัย ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นประเด็นดังนี้

- ✓ ประโยชน์ต่อผู้ประกอบการจากการเข้าร่วมโครงการ
- ✓ แหล่งที่มาของข้อมูลที่น่ามาใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์
- ✓ กรณีศึกษาระบบ MRV ของต่างประเทศ – U.S., EU, Japan, China

ก.2 การเยี่ยมชมและการสำรวจโรงงาน

คณะวิจัยได้ประสานงานกับโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็นตัวแทนในการศึกษาได้เข้าเยี่ยมชมกระบวนการผลิตและขอข้อมูลต่างๆ ประกอบด้วย

- 1) แบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน
- 2) รายงานการจัดการพลังงาน
- 3) ชื่อมาตรการ เทคโนโลยี หรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกที่ทางโรงงานดำเนินการตั้งแต่ ปี 2553 – ปัจจุบัน
- 4) ผังการผลิตที่เกี่ยวข้องโครงการ
- 5) แนวคิดและหลักการดำเนินการ
- 6) ข้อมูลที่เก็บบันทึก ก่อน และหลังดำเนินโครงการ
- 7) การคำนวณการประหยัดพลังงาน

โดยกำหนดการศึกษาตามประเภทของกลุ่มผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ดังนี้ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี
ขั้นต้น อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลาง และอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลาย และได้ทำการเยี่ยมชม สํารวจ
และขอข้อมูลโรงงานรวม 8 แห่ง ตั้งแต่วันที่ 4 ตุลาคม 2555 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2556 หลังจากที่มีวิจัย
ได้จัดทำร่างคู่มือแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ(MRV) การลด
ก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการส่งร่างคู่มือฯ
และนำผลการคำนวณจากมาตรการของโรงงานอุตสาหกรรม ปิโตรเคมีต้นแบบแต่ละโรงงานให้กับโรงงาน
ที่เข้าร่วมนำร่องโครงการ โดยเข้าไปขอรับฟังความคิดเห็นในแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ตั้งแต่
วันที่ 2 พฤษภาคม 2556 ถึงวันที่ 28 มิถุนายน 2556

รายชื่อผู้เข้าร่วมสำรวจและเก็บข้อมูลภายในโรงงาน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อรรถัย ขวาลภาฤทธิ์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน
3. ดร.เปรมฤดี กาญจนปิยะ
4. ดร.ธนาพล ตันติสตัยกุล
5. นางสาวนันทมล ลิ้มปัทม์พงษ์
6. นางสาวปรียาภัทร บุญมา
7. นางสาวจินดาพร สุนทโรทัย
8. นางสาวกฤษฎาภรณ์ รักษ์วงศ์
9. นายภาณุวัฒน์ อู่สําห์เพียร
10. นางสาวเนตรชนก ศรีแสง

รายละเอียดกำหนดการการเยี่ยมชมและการสำรวจรวมทั้งส่งผลการคำนวณและรับฟังความคิดเห็น
โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีดังตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 โรงงานที่เข้าสำรวจและเก็บข้อมูล

ลำดับ	รายชื่อโรงงาน	ผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ติดต่อ	กำหนดการ	รูปภาพ
1	โรงงานวินไทย จำกัด (มหาชน) 2 ถ.ไอ-3 ต.มาบตา พุด อ.เมือง จ. ระยอง 21150	VCM, PVC	คุณชัยวัฒน์ พุทธานันท์เดช (วิศวกร)	2-4 ตุลาคม 2555 2-4 พฤษภาคม 2556	

ลำดับ	รายชื่อโรงงาน	ผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ติดต่อ	กำหนดการ	รูปภาพ
2	โรงงานไทย พลาสติกและ เคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) 8 นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ถ.ไอ-หนึ่ง ต.มาบ ตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง 21150	VCM, PVC	นางสาวเวพุกา รัตนวราหะ (วิศวกรลิง แวลล่อม)	8-9 ตุลาคม 2555 15-17 พฤษภาคม 2556	
3	โรงงานไทย เพ็ท เรซิน จำกัด 18 ซอยจี 2 ปกธน์ สงเคราะห์ราษฎร์ ตำบลห้วยโป่ง อ. เมืองระยอง จ.ระยอง 21150	PET	นายสิทธิพัฒน์ เหลืองอร่ามศรี (ผู้จัดการส่วนฝั่ง ปฏิบัติการ)	11-12 ตุลาคม 2555 20-22 พฤษภาคม 2556	
4	โรงงานทีพีซี เพสต์ เรซิน จำกัด 16 นิคม อุตสาหกรรมมาบ ตาพุด ต.มาบตาพุด อ. เมือง จ.ระยอง 21150	PVC	นางสาวพัชวีณ์ (ผู้จัดการด้าน สิ่งแวดล้อม)	13-15 พฤศจิกายน 2555 30-31 พฤษภาคม 2556	
5	บริษัท พีทีที โกล บอล เคมีคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 2 14 นิคม อุตสาหกรรมมาบ ตาพุด ถ.ไอ-หนึ่ง ต.มาบตาพุด อ. เมือง จ.ระยอง 21150	ETH, Propylene, HDPE	นายกิตติพงษ์ ประยูรกุลนก (วิศวกร)	12-13 ธันวาคม 2555 5-6 มิถุนายน 2556	

ลำดับ	รายชื่อโรงงาน	ผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ติดต่อ	กำหนดการ	รูปภาพ
6	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 4 9 ถ.ไอ-สี่ นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง 21150	ETH, Propylene	นายวิโรจน์ สัมฤทธิ์เปี่ยม (วิศวกร สิ่งแวดล้อม)	20-21 ธันวาคม 2555 10-11 มิถุนายน 2556	
7	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 3 4 ถ.ไอ-2 ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง 21150	PX	นางสาววรรณพร คำคำ (วิศวกร กระบวนการผลิต)	22-23 มกราคม 2556 17-18 มิถุนายน 2556	
8	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) 299 หมู่ที่ 5 เขตประกอบการฯ ที่ 11 อ.สุขุมวิท เชียงใหม่ เมืองระยอง ระยอง 21000	Ethylene propylene HDPE PP, PS, MC4, BZ, TOL และ SM	นายทวีศักดิ์ เตชะโกสยะ (ฝ่ายคุณภาพ ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและ สิ่งแวดล้อม)	30-31 มกราคม 2556 24-25 มิถุนายน 2556	

ก.3 การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ โครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม: กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ก.3-1 หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยถูกจัดอันดับเป็นประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับ 22 ของโลกจากสถาบันทรัพยากรโลก ในปี 2552 แม้ว่าประเทศไทยจะไม่ได้ถูกจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้พิธีสารเกียวโตภายในระยะเวลาที่กำหนด แต่ก็มีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นเนื่องจากการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังนั้นประเทศไทยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมข้อมูลสำหรับการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมีแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซ

เรือนกระจกที่เหมาะสมอย่างชัดเจนเพื่อพัฒนาเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) ต่อไป
อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นรายสาขาที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและมีบทบาทในการพัฒนาและ
ยกระดับฐานะทางเศรษฐกิจของประเทศ

จากเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณากลุ่มอุตสาหกรรมรายสาขาที่ควรจัดทำการตรวจวัด การ
รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) ต้องมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า 10,000 ตัน
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (BC, 2011) ดังนั้นการศึกษาการตรวจวัดการรายงานผลและการทวน
สอบของอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมีจึงถือเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญ เนื่องจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี
เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมอันดับต้นๆ ของสาขาการผลิตที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากและมีแนวโน้มกำลังขยาย
ตัวสูง ซึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่จะทำการศึกษานี้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 10,000-13,000
ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ในช่วงปี พ.ศ.2548-2553 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งยัง
เป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้สูง

ก.3-2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจประเมินมาตรการหรือกิจกรรมต่างๆ ในระดับโครงการ (Project base) ที่มี
ศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกจากรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษา/วิเคราะห์รูปแบบองค์กร กระบวนการ/ขั้นตอน วิธีการ ข้อมูล และกฎระเบียบ
สำหรับการพัฒนาระบบตรวจวัด การรายงานผลและการทวนสอบกิจกรรมการลดก๊าซเรือน
กระจกที่เหมาะสมกับประเทศไทย
3. เพื่อศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรค และ
ข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็น
กรณีศึกษา

ก.3-3 กลุ่มเป้าหมาย

การจัดอบรมในครั้งนี้มีความประสงค์เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้รับรู้และ
เข้าใจถึงการศึกษานโยบายการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบระดับประเทศ (Domestic MRV)
สำหรับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อันจะนำไปสู่ความร่วมมือในการประสานงานกับโรงงาน
อุตสาหกรรมเพื่อขอความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลที่สำคัญต่อการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้
จากกิจกรรมการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกสาขาการผลิตปิโตรเคมีพร้อมทั้งจำแนกบทบาทหน้าที่ผู้มีส่วน
ร่วมในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมคาร์บอนต่ำ รวมทั้งการขอเข้าเยี่ยมชมเพื่อสำรวจ เก็บ
รวบรวมข้อมูล และศึกษาการใช้มาตรการประหยัดพลังงานในโรงงาน จะทำให้ทราบถึงศักยภาพในการให้
คำปรึกษา แนะนำภาคอุตสาหกรรมในการอนุรักษ์พลังงานและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้

นอกจากนี้การจัดอบรมยังมีความประสงค์ให้บุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมและ/หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าร่วม เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปทั้งนี้ คณะทำงานได้ตั้งเป้าหมายผู้เข้าร่วมอบรมเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 30 คน

ก.3-4 ระยะเวลา/ สถานที่อบรม

การสัมมนาเชิงปฏิบัติการโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงานผล และ ทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี วันอังคารที่ 18 ธันวาคม 2555 ณ ห้องประชุมเสม็ด 1 โรงแรมคามิโอเอ๊าส์ จังหวัดระยอง

ก.3-5 ขอบเขตการอบรม

ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ วิธีการดำเนินงาน ความคาดหวังจากโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม วิธีการตรวจวัดและคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) กำหนดการอบรมให้ความรู้ แสดงไว้ใน ตารางที่ ก.3-1

ตารางที่ ก.3-1 กำหนดการการสัมมนาเชิงปฏิบัติการโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร
8.30 – 9.00	ลงทะเบียน	
9.00 – 9.15	กล่าวเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ	รศ.ดร. อรทัย ขวาลภาฤทธิ์
9.15 – 9.30	ความรู้เบื้องต้น การตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบ (Measurable, Reportable and Verifiable : MRV)	รศ.ดร. อรทัย ขวาลภาฤทธิ์
9.30 – 10.30	วิธีการตรวจวัดและคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) กรณีศึกษา AM 0017 วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ ดักไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ AM 0018 วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ AM 0060 วิธีการประหยัดไฟฟ้าจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ AM II.C. วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานจากการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	ดร.ธนาพล ตันติสติกกุล
10.30 – 10.45	Coffee Break	

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร
10.45 – 12.00	Workshop	
12.00 – 13.00	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 – 14.00	กรณีศึกษา โครงการ CDM : โครงการผลิตพลังไอน้ำและไฟฟ้าร่วม	คุณศิริเมธ ลีภากรณ์ (IRPC)
14.00 – 14.15	Coffee Break	
14.15 – 15.15	การตรวจวัด รายงานผล การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี	ดร.ธนาพล ตันติสตัยกุล
15.15 – 16.00	Workshop	
16.00 - 16.30	สรุปผลการจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ	ดร.ธนาพล ตันติสตัยกุล
16.30	กล่าวปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ	

ก.3-6 ผลการดำเนินการจัดอบรม

(1) จำนวนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าอบรม

ผู้เข้าร่วมการอบรมจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี มีทั้งสิ้น 34 คน จาก 10 หน่วยงาน ดังแสดงในตารางที่ ก.3-2

ตารางที่ ก.3-2 รายชื่อผู้เข้าร่วมการสัมมนาเชิงปฏิบัติการโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ลำดับ	รายชื่อ	หน่วยงาน	E-Mail
1	คุณสง่าพงษ์ เหล่าวิทยากร	บริษัท ไทย เพ็ท เรซิน จำกัด	sangapol@scg.co.th
2	คุณคำรณ หยุทองคำ	บริษัท ไทย เพ็ท เรซิน จำกัด	khamrono@scg.co.th
3	คุณพิศิษฐ์ น้ำแสง	บริษัท ไทย เพ็ท เรซิน จำกัด	pisitcha@scg.co.th
4	คุณพลภัฏฐ์ จิตสัมพันธ์เวช	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	palat.c@pttgcgroup.com
5	คุณสมจิตต์ นิลถนอม	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	somchit.n@pttgcgroup.com
6	คุณวิโรจน์ สัมฤทธิ์เปี่ยม	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	viroj.s@pttgcgroup.com
7	คุณธนานุช รักหฤทัย	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	thananuch.r@pttgcgroup.com
8	คุณพิมพ์ประภา การุณมรรคผล	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	pimprapa.k@pttgcgroup.com
9	คุณขวัญฤดี อิมอาตุร	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	khwanrudee.i@pttgcgroup.com
10	คุณสุชาดา คงธนเกตุสกุล	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	suchada.k@pttgcgroup.com
11	คุณนราธิป รักษา	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	narathip.r@pttgcgroup.com
12	คุณณัฐชัย คุณทอง	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	naruechai.k@pttplc.com
13	คุณณัฐสิทธิ์ เจียรวัฒนชัย	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	
14	คุณดวงพร แดงหอม	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	duangporn.r@pttplc.com
15	คุณวีระชัย กิสกุลรัตน์	บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด	werachai@thaiplastic.co.th
16	คุณเวฬุภา รัตนวราหะ	บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด	weruka@thaiplastic.co.th
17	คุณจุฑารัตน์ วอนดี	บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด	Jutharat@thaiplastic.co.th
18	คุณภาณุพงศ์ สิริโยภาส	บริษัท ระยองโอเลฟินส์ จำกัด	bhanupos@scg.co.th

ลำดับ	รายชื่อ	หน่วยงาน	E-Mail
19	คุณจินตจุฑา สีจร	บริษัท ระยองโอเลฟินส์ จำกัด	jinchuts@scg.co.th
20	คุณศุภวดีร์ เดชปัญญาวัฒน์	บริษัท อุเบะ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	suphawatt@ube.co.th
21	คุณลักษณะา เต็นดำรงกุล	บริษัท อุเบะ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	
22	คุณวิชัย พงกษไพรมงคล	บริษัท อุเบะ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	
23	คุณกษกร หว่านณรงค์	บริษัท อุเบะ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	
24	คุณไพบรวิทย์ รัตนวิเชียร	บริษัท อุเบะ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	
25	คุณจรงค์วิทย์ กรองสโรชกุล	บริษัท อุเบะ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	
26	คุณกীরัตต์ มะโมดี	บริษัท อุเบะไฟน์ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด	
27	คุณทศพร สุภาจรรยา	บริษัท ยางสังเคราะห์ไทย จำกัด	
28	คุณพิษณุ สักกายะกรมงคล	บริษัท ยางสังเคราะห์ไทย จำกัด	
29	คุณไมตรี ธรรมวิทยา	SCG Chemicals-Rayong	mairth@scg.co.th
30	คุณชนินทร์ สุวรรณรัตน์	บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด	kanin.suwanarat@bayer.com
31	คุณกิตติ เต่าทอง	บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด	
32	คุณบุษวรรณ สุตรธาดา	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	bouzavarn.s@irpc.co.th
33	คุณชัยวัฒน์ พุทธานันทเดช	บริษัท วินไทย จำกัด (มหาชน)	chaiwat.puttanuntadech@solvay.com
34	คุณศิริเมธ ลิ้มการณ	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	sirimet.l@irpc.co.th

(2) การประเมินผลการจัดการอบรม

ในการอบรมเชิงปฏิบัติการนี้ คณะที่ปรึกษาได้จัดทำแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากโครงการการลดก๊าซเรือนกระจกจากการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ร่วมกันทำแบบสอบถามเกี่ยวกับการรวบรวม เก็บข้อมูล และการประเมินการใช้พลังงานของโครงการการลดการชัพลังงานที่โรงงานเคยดำเนินการ รวมทั้งสอบถามแนวทางการพัฒนาระบบ MRV ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทย





รูปที่ ก.3 ภาพการสัมมนาเชิงปฏิบัติการโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงานผลและ ทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ผลการอบรมเชิงปฏิบัติการนี้ ผู้เข้ารับการอบรมได้มีการเสนอแนะแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการ พัฒนาระบบ MRV ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ต้องคำนวณการเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการลดก๊าซเรือนกระจกในทุกๆ ด้านก่อน เพื่อเป็น ข้อมูลขั้นพื้นฐานเอาไว้ในการติดตามผล
2. การจัดทำแบบประเมินในการลดภาวะเรือนกระจกควรมีแบบแผน
3. หลักเกณฑ์ MRV ควรมีการกำหนดเป็นเอกสารให้ชัดเจน เช่น ข้อกำหนดกฎหมาย หรือ เอกสาร
4. ควรจัดทำตัวอย่างที่ดำเนินการแล้วเสร็จในประเทศไทยมานำเสนอในโรงงานอุตสาหกรรม ด้วย
5. ในเรื่อง CDM จะมีขอบเขตการปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง กับ Energy Conservation และ ISO 50001 จึงควรสร้างความเชื่อมโยงให้ได้ เพื่อนำกระบวนการ CDM ให้เป็น cycle process เป็น PDCA เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

ก.4 การสัมมนาฯรับฟังความคิดเห็นโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษา สาขาปิโตรเคมี

ก.4-1 หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยถูกจัดอันดับเป็นประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับ 22 ของโลก จากสถาบันทรัพยากรโลก ในปี 2552 แม้ว่าประเทศไทยไม่ได้ถูกจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้พิธีสารเกียวโตภายในระยะเวลาที่กำหนด แต่ก็มีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นเนื่องจากการใช้พลังงานมากขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจดังนั้นประเทศไทยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมข้อมูล และมีแนวทางที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยไม่กระทบต่อการพัฒนาประเทศ การตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ(Measurable, Reportable and Verifiable: MRV) กิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นข้อตกลงหนึ่งจากการเจรจาภายใต้ Bali Action Plan แนวทางการดำเนินงาน MRV สำหรับประเทศกำลังพัฒนาจะต้องมีการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ และทันสมัยยิ่งขึ้น โดยปรับปรุงสิ่งที่ต้องการเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งการจัดทำรายงาน และทวนสอบที่เป็นมาตรฐานเชื่อถือได้ องค์ประกอบที่สำคัญของการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบ คือ ทุกขั้นตอนจะต้องสามารถระบุถึงโครงสร้าง กระบวนการ วิธีการ และกฎระเบียบอย่างชัดเจน พร้อมทั้งสามารถประเมินต้นทุนการดำเนินงานต่างๆ ได้ ซึ่งจะทำให้กิจกรรมที่ดำเนินการและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนมีความสอดคล้องต่อการจัดทำแผนนโยบายการพัฒนาสู่สังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon society) ตามที่กล่าวไว้ใน NAMAs

ก.4-2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หลักของการสัมมนาฯรับฟังความคิดเห็นนี้ คือ การศึกษาแนวทางการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบระดับประเทศ (Domestic MRV) สำหรับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากกิจกรรมการลดการปริมาณก๊าซเรือนกระจกสาขาการผลิตปิโตรเคมีพร้อมทั้งจำแนกบทบาทหน้าที่ผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมคาร์บอนต่ำ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังนี้

- 1) เพื่อตรวจประเมินมาตรการหรือกิจกรรมต่างๆ ในระดับโครงการ (Project base) ที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกจากรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย
- 2) เพื่อศึกษา/วิเคราะห์รูปแบบองค์กร กระบวนการ/ขั้นตอน วิธีการ ข้อมูล และกฎระเบียบสำหรับการพัฒนาระบบตรวจวัด การรายงานผลและการทวนสอบกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับประเทศไทย

- 3) เพื่อศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็นกรณีศึกษา
- 4) วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี

ก.4-3 กลุ่มเป้าหมาย

การสัมมนารับฟังความคิดเห็นมีความประสงค์เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้รับรู้และเข้าใจการศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ (Measurable, Reportable and Verifiable: MRV) ที่พัฒนาขึ้นกับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็นกรณีศึกษา อันจะนำไปสู่วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี นอกจากนี้การจัดอบรมยังมีความประสงค์ให้บุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมและ/หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าร่วม เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ก.4-4 ระยะเวลา/สถานที่สัมมนา

วันศุกร์ที่ 26 กรกฎาคม 2556 เวลา 08:30 – 15.00 น. ณ ห้องประชุม 2203 NPC Safety and Environmental Service จังหวัดระยอง

ก.4-5 กำหนดการสัมมนา

กำหนดการสัมมนารับฟังความคิดเห็นโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี วันศุกร์ที่ 26 กรกฎาคม 2556 ณ ห้องประชุม 2203 NPC Safety and Environmental Service จังหวัดระยอง

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร
8.30 – 9.00	ลงทะเบียน	
9.00 – 9.15	กล่าวเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ	รองศาสตราจารย์ ดร. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์
9.15 – 9.45	แนะนำวัตถุประสงค์การสัมมนา และคู่มือ การตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ (Measurable, Reportable and Verifiable : MRV) สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน
9.45 – 10.15	การตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ (Measurable, Reportable and Verifiable : MRV) T-MRV-P1 วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ดักไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่	ดร.ธนาพล ตันติสัตยกุล
10.15 – 10.30	รับฟังความคิดเห็น	
10.30 – 10.45	Coffee Break	

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร
10.45 – 11.45	T-MRV-P2 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในระบบ T-MRV-P3 ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้งานหลายราย	ดร.ธนาพล ตันติสัตยกุล
11.45 – 12.00	รับฟังความคิดเห็น	
12.00 – 13.00	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 – 14.00	T-MRV-P4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน T-MRV-P5 การนำพลังงานเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่	ดร.ธนาพล ตันติสัตยกุล
14.00 – 14.15	รับฟังความคิดเห็น	
14.15 – 14.30	Coffee Break	
14.30 – 15.00	สรุปผลการจัดสัมมนา รับฟังความคิดเห็น	
	ปิดการสัมมนา	

ก.4-6 ผลการดำเนินการจัดอบรม

ผู้เข้าร่วมการสัมมนามีทั้งสิ้น 24 คน จาก 7 หน่วยงาน ดังตารางที่ ก.4-1

ตารางที่ ก.4-1 รายชื่อผู้เข้าร่วมการสัมมนา รับฟังความคิดเห็นโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ลำดับ	รายชื่อ	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์ E-Mail
1	คุณธงธรรม บุญถนอม	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	
2	คุณสุธรรม ฉัตรชัยพันธุ์	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	Sutham.c@irpc.co.th
3	คุณวิโรจน์ คงนวล	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	Wiroj.k@irpc.co.th
4	คุณณัฐวดี วุฒิจักร	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	Nattawadee.w@irpc.co.th
5	คุณนิมิตร บัวเล็ก	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	
6	คุณพลภัฏฐ์ จิตสัมพันธเวช	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	palat.c@pttgcgroup.com
7	คุณสมจิตต์ นิลถนอม	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	somchit.n@pttgcgroup.com
8	คุณวิโรจน์ สมฤทธิ์เปี่ยม	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	viroj.s@pttgcgroup.com
9	คุณธนานุช รักหฤทัย	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	thananuch.r@pttgcgroup.com
10	คุณพิมพ์ประภา การุณมรรคผล	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	pimprapa.k@pttgcgroup.com
11	คุณขวัญฤดี อิมอาตุร	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	khwanrudee.i@pttgcgroup.com
12	คุณสุชาดา คงนเกตุสกุล	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	suchada.k@pttgcgroup.com
13	คุณนราธิป รักษา	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	narathip.r@pttgcgroup.com
14	คุณสุรัชย์ บรรดาศักดิ์	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	surachai.b@pttgcgroup.com
15	คุณเผกาวลัย กมลชัยวานิช	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	
16	คุณรัชชัยย์ ประดับสุวรรณ	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	thawatchai.p@pttgcgroup.com
17	คุณณรินทร์ สุวรรณรัตน์	บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด	kanin.suwanarat@bayer.com
18	คุณธนพรรณ อินแดง	บริษัท ทีโอซี โกลบอล จำกัด	Tanaphan.i@pttgcgroup.com

ลำดับ	รายชื่อ	หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์ E-Mail
19	คุณวีระชัย กิจสกุลรัตน์	บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด	werachai@thaiplastic.co.th werachai.k@gmail.com
20	คุณจรงค์วิทย์ กรองสโรชกุล	บริษัทอุเบ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	Jarongwit@ube.co.th
21	คุณอชิรญา ธิติไพศาล	บริษัทอุเบ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	achiraya@ube.co.th
22	คุณหทัยรัตน์ วรพล	บริษัทอุเบ เคมีคอลส์ (เอเชีย) จำกัด (มหาชน)	hatairat@ube.co.th
23	คุณณัฐพล แสนสวาท	บริษัท เอส ซี จี เคมีคอลส์ จำกัด	-
24	คุณบุษราภรณ์ ทรัพย์ห้วง	บริษัท เอส ซี จี เคมีคอลส์ จำกัด	

ก.4-7 การประเมินผลการจัดสัมมนา

ในการจัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นในครั้งนี้ คณะที่ปรึกษาได้จัดทำคู่มือแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ(MRV) การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี และแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อผลการดำเนินโครงการ

ผลการประเมินการสัมมนาโดยขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามโรงงานอุตสาหกรรม สามารถสรุปผลได้ดังนี้



รูปที่ ก.4-2 ภาพการสัมมนารับฟังความคิดเห็นโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงานผลและทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ตารางที่ ก.4-2 ผลแบบสอบถามความคิดเห็นต่อผลการดำเนินโครงการ

การประเมินผล	โครงการ T-MRV				
	P1	P2	P3	P4	P5
1.ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ					
เห็นด้วย	100%	100%	100%	100%	100%
ไม่เห็นด้วย					
2.การได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณ					
ยาก	78%	22%	67%	11%	56%
ปานกลาง	11%				
ง่าย	11%	78%	33%	89%	44%
3.ความพร้อมด้านข้อมูลของโรงงาน					--
พร้อม	56%	56%	44%	67%	56%
ไม่พร้อม	22%	22%	22%	11%	22%
4.ความถูกต้อง เหมาะสม ของสมการที่ใช้ในการคำนวณ					
เห็นด้วย	100%	100%	100%	100%	100%
ไม่เห็นด้วย					
5.ความเข้าใจในระเบียบวิธีการคำนวณแต่ละมาตรการ					
เข้าใจ	78%	100%	67%	100%	100%
ไม่เข้าใจ	22%		33%		
6.โรงงานมีมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สอดคล้องกับโครงการ					
มี	89%	78%	56%	100%	78%
ไม่มี	11%	22%	44%		22%
7.การนำแนวทางและวิธีการไปประยุกต์ใช้กับโรงงาน					
เห็นด้วย	100%	89%	78%	100%	89%
ไม่เห็นด้วย					
8.ความพร้อมของโรงงานในการนำไปประยุกต์ใช้					
พร้อม	33%	44%	22%	67%	44%
ไม่พร้อม	44%	22%	33%	11%	22%
9.ความช่วยเหลือในการดำเนินโครงการ					
ต้องการ	100%	89%	89%	100%	89%
ไม่ต้องการ					

ภาคผนวก ข

บทความสำหรับการเผยแพร่

ข.1 คู่มือการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม

รายละเอียดดังเอกสารแนบในหนังสือ “คู่มือการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี”

ข.2 โครงการ แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ข.2-1 ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นภาคการผลิตรายสาขาหนึ่งของประเทศไทยที่จัดเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมอันดับต้นๆ ของสาขาการผลิตที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงและมีแนวโน้มกำลังขยายตัวสูงในอนาคต จากผลการศึกษาของโครงการ “การศึกษาดัชนีชี้วัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก” พบว่า ภาคการผลิตปิโตรเคมีของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2553 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นจาก 10,000 เป็น 13,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 3 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทั่วประเทศ ทั้งนี้ผลการศึกษายังบ่งชี้ว่า ภาคการผลิตอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทยนอกจากจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง ยังมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงเช่นกัน ซึ่งการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบรายสาขาการผลิต (Sectoral Approach, SA) จะเป็นกลไกที่มีศักยภาพมากในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการทำข้อตกลงระหว่างประเทศในอุตสาหกรรมเดียวกันเพื่อกำหนดระดับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกันระหว่างผู้ผลิตในอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งกำหนดเป้าหมายกันเองอย่างสมัครใจ

การตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก (Measurable, Reportable and Verifiable: MRV) เป็นข้อตกลงหนึ่งจากการเจรจาภายใต้ Bali Action Plan โดยกำหนดให้ประเทศกำลังพัฒนาจะต้องดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเทศในลักษณะที่สามารถตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบที่เป็นมาตรฐานสากล โดยครอบคลุมการพัฒนาที่ยั่งยืน ประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศภาคีสมาชิกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง

เตรียมพร้อมในการจัดทำ สนับสนุน เพื่อพัฒนาและขับเคลื่อนกลไกการดำเนินงานของระบบตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบภายในประเทศ (Domestic MRV) ที่เป็นมาตรฐานต่อการดำเนินงานและรองรับ กิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือรองรับมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก สำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน หน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องในระดับประเทศต่อไป นอกจากนี้ แผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ได้ให้ความสำคัญกับการนำหลักเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้เป็น ปรัชญาเพื่อให้เกิดการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนสู่ความสมดุลบนพื้นฐานของการผลิตและการบริโภคที่เป็น มิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งสู่ความเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ ดังนั้น ภาคการผลิตปิโตรเคมีของประเทศไทย ซึ่ง เป็นไปตามตามเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณากลุ่มอุตสาหกรรมรายสาขาที่จะต้องจัดทำMRV ว่าจะต้องมี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า 10,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (BC, 2011) จึง เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมสำคัญที่จะต้องมีการศึกษาและจัดวางระบบ MRV อย่างเหมาะสม เพื่อให้สอดคล้อง กับแนวทางการพัฒนาประเทศและ NAMAs

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเชิงระบบการดำเนินการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบ กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาปิโตรเคมีระดับโครงการ (Project level) ที่เป็นมาตรฐานเชื่อถือได้สอดคล้องกับความพร้อมและปัจจัยภายในประเทศ และสามารถใช้ได้ ในระดับสากลเพื่อเป็นเครื่องมือรองรับมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ รวมทั้งศึกษา/วิเคราะห์ความ เป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่ม/ พื้นที่ศึกษา และหาต้นทุนสำหรับการดำเนินการตรวจสอบ รายงานและทวนสอบ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการ วางนโยบายมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ภาคอุตสาหกรรมร่วม ดำเนินการ และเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในระยะ ยาว

ข.2-2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาพัฒนาระบบการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบ ระดับประเทศ (Domestic MRV) สำหรับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือน กระจกที่ลดได้จากกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกสาขาการผลิตปิโตรเคมี พร้อมทั้งจำแนกบทบาทหน้าที่ผู้ มีส่วนร่วมในการดำเนินงาน โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังนี้

- 1) เพื่อตรวจประเมินมาตรการหรือกิจกรรมในระดับโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก (Project level) จากรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย

- 2) เพื่อศึกษา/วิเคราะห์รูปแบบขององค์กร กระบวนการ/ขั้นตอน วิธีการ/ข้อมูล และกฎระเบียบสำหรับการพัฒนาระบบตรวจสอบ รายงานและทวนสอบกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับประเทศไทย
- 3) เพื่อศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็นกรณีศึกษา
- 4) วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจสอบ การรายงานผล และการทวนสอบสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี

ข.2-3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

แนวทางการดำเนินงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 การออกแบบกระบวนการและกลไก เพื่อพัฒนารูปแบบการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศสำหรับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี มีดังนี้

- 1) ศึกษา รวบรวม ทบทวนข้อมูล รายงานการศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในระดับโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกทั้งในและต่างประเทศ ครอบคลุมเทคโนโลยีการผลิต การใช้พลังงาน แหล่งกำเนิด GHGs ปริมาณการปล่อยและกิจกรรมการลด GHGs แผนนโยบายระดับชาติที่ได้ดำเนินการตามข้อตกลงในระดับชาติและนานาชาติ
- 2) กำหนดขอบเขตอุตสาหกรรม ปิโตรเคมีรายสาขา (Sector based) ที่ต้องทำ MRV เพื่อจัดทำบัญชีรายการแหล่ง กำเนิด GHG ที่สำคัญให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์
- 3) คัดเลือก และสำรวจโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในขอบข่ายที่ต้องทำ MRV อย่างน้อย 4 โครงการ ครอบคลุมโรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ และศึกษาปริมาณการปล่อย และการลด GHG จากแต่ละโครงการ
- 4) พัฒนาวิธีการตรวจสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากโครงการการลด GHG โดยศึกษาวิธีมาตรฐานสากลสำหรับการตรวจสอบ หรือการประเมิน (IPCC / CDM) ได้แก่ วิธีการคำนวณ ค่า emission factors เพื่อจัดทำข้อกำหนดที่ใช้เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับวิธีการตรวจสอบ การประเมิน รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ / ความไม่แน่นอนของการตรวจสอบ
- 5) พัฒนาแนวทางการรายงาน โดยศึกษาการสร้างหน้ารูปแบบหลักเพื่อใช้สำหรับรายงานที่เหมาะสม รวมทั้งกำหนดวิธีการ/ ข้อมูล emission factor, พารามิเตอร์และรูปแบบของรายงานตัวชี้วัดก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระดับโครงการ
- 6) พัฒนาแนวทางการทวนสอบ โดยศึกษากระบวนการทวนสอบที่เป็นมาตรฐาน รวมทั้งแนวทางการทวนสอบโครงการ รายงาน และการประเมินการลด GHG ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

ช่วงที่ 2 การทดลองรูปแบบ MRV ที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ความสามารถและความเป็นไปได้ของการดำเนินการระบบ MRV ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะเพื่อการเสนอรูปแบบการดำเนินงาน มีดังนี้

- 7) จัดทำร่างคู่มือ MRV สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยนำข้อมูลผลการศึกษาจาก **ช่วงที่ 1** มาจัดทำร่างคู่มือ MRV สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทย
- 8) ทดลองใช้คู่มือ MRV กับโรงงานนำร่อง
- 9) วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรคเลือกโรงงานปิโตรเคมีที่เป็นตัวแทนเพื่อทดสอบใช้ MRV เพื่อทวนสอบความถูกต้องของข้อมูล
- 10) วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค จัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นำเสนอข้อแนะนำเพื่อการนำเสนอรูปแบบการดำเนินงาน
- 11) ศึกษาต้นทุนของระบบ MRV ที่พัฒนาขึ้น

ข.2-4 ผลการวิจัย

จากการศึกษาภาพรวมและหลักการของระบบ MRV ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับชาติ (National-Based MRV) ระดับรายสาขา (Sector-Based MRV) และระดับโครงการ (Project-Based MRV) พบว่า ระบบ MRV สำหรับกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจัดเป็นระบบ MRV ในระดับโครงการ กล่าวคือ โครงการ/มาตรการอนุรักษ์พลังงานใดที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกควรดำเนินการภายใต้ระบบ MRV เพื่อให้เกิดความโปร่งใส น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับว่าการดำเนินการตามแนวทางของโครงการนั้นๆ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง และจากการวิเคราะห์แนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกภายใต้โครงการจากมาตรฐานสากลต่างๆ รวมถึงการศึกษาแนวทางการดำเนินงานระบบ MRV ของนานาชาติ พบว่า การตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางของกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) มีความเหมาะสม ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง จึงควรนำแนวทางดังกล่าวมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเป็นแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมต่อไป ดังนั้นในการศึกษาแนวทางการตรวจวัดสำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะยึดแนวทางตาม CDM เป็นหลัก ในขณะที่การศึกษาแนวทางการรายงานผลและการทวนสอบสำหรับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะยึดตามแนวทางของ ISO 14064-2, 14064-3 และ 14065 เป็นหลัก เนื่องจากเป็นหน่วยงานมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับในด้านก๊าซเรือนกระจกโดยตรง อีกทั้งปัจจุบันประเทศไทยมีคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการรับรองระบบ (National Accreditation System of Thailand : NAC) ซึ่งกำลังดำเนินการให้การรับรองผู้ทวนสอบภายใต้มาตรฐานระบบ ISO ดังนั้น สำหรับประเทศไทยจึงควรใช้ระบบดังกล่าวตาม ISO

ผลการพัฒนาโครงการ T-MRV โดยบูรณาการมาตรฐานสากลต่างๆ ที่มีแนวคิดและหลักการคล้ายคลึงกัน เช่น CDM และ J-MRV มาประยุกต์สามารถเสนอแนะแนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก

ได้เป็น 5 ประเภทโครงการ/มาตรการ ดังแสดงในตารางที่ ข.2-1 โดยมีองค์ประกอบของระบบ MRV ดังแสดงในตารางที่ ข.2-2

ตารางที่ ข.2-1 โครงการ T-MRV สำหรับภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

Methodology Number	Methodology name	โครงการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานนำร่อง	Reference standards
T-MRV-P1	การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไอน้ำโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ดักไอน้ำและการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่	Correct steam trap	AM0017
T-MRV-P2	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในระบบ	Optimize Energy from Super High Pressure Steam	AM 0018
		Optimize Deaerator Pressure	
		Steam reduction at water stripping	
		Thermo compressor	
		Optimization steams	
T-MRV-P3	ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมซึ่งจ่ายไฟฟ้าและความร้อนแก่ผู้ใช้งานหลายราย	A combined heat and power (cogeneration) project	AM 0048
T-MRV-P4	การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	Changing Cooling Fan to more energy efficiency type	AMS-II.B
		Installation of Advance Process Control	AMS-II.C
		Changing Fluorescent tubes from T8 (36W) to T5 (28W)	AMS-II.D
		Installation of variable speed equipment at Centrifugal Fan	AM0056
		Reduce %O2 in furnace	AM0060
T-MRV-P5	การนำพลังงานเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่	Flare Loss Management	J-MRV 2 ACM0012ver3.2 AM0024ver2.1 AM0066ver2 AMS-III.Qver3 J-MRV 3

ตารางที่ ข.2-2 องค์ประกอบสำหรับระบบ MRV ภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย

องค์ประกอบ	การตรวจวัด	การรายงานผล	การทวนสอบ
มาตรฐานอ้างอิง	CDM J-MRV	ISO 14064-2	ISO 14064-3 ISO 14065
ขอบเขต	Gate to Gate	แบ่งเป็น Direct Emission กับ Indirect Emission	ประเมินความสอดคล้องของการตรวจวัดและการรายงาน
บุคลากร/องค์กร	โรงงานควรเป็นผู้ตรวจวัด เนื่องจากมีความรู้ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน พร้อมระบุแหล่งที่มา/วิธีตรวจวัด	1)ผู้จัดทำรายงาน ควรเป็นพนักงานของโรงงาน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้มีอำนาจในโรงงานก่อน (QA/QC) 2)หน่วยงานผู้รับรายงาน ควรมีความเชี่ยวชาญทั้งในภาคอุตสาหกรรม และภาคก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนควรเป็นองค์กรที่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับการ	อาจเป็นบุคคล ผู้เชี่ยวชาญอิสระ หน่วยงานจากทั้งในและต่างประเทศ หรือองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) เช่น สถาบันการศึกษาต่าง หรือองค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เป็นต้น

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

องค์ประกอบ	การตรวจวัด	การรายงานผล	การทวนสอบ
		ดำเนินกิจกรรมของโรงงาน อุตสาหกรรมโดยตรง เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือ กรมพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน	
ข้อมูล	เก็บข้อมูลแบบ Bottom-Up	รายงานข้อมูลในหน่วย tCO ₂ /y พร้อมทั้งระบุรูปแบบ การประเมิน Tier 1, 2, 3 ตาม IPCC	ประเมินความพร้อมของ ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและ เชิงคุณภาพ
ระยะเวลา	กิจกรรมมักดำเนินงานภายใน ระยะเวลา 3 เดือน 6 เดือน หรือ 1 ปี ขึ้นกับรูปแบบ โครงการ	การรายงานผลควรจัดทำ ภายใน 1 ปี หลังการตรวจวัด	การทวนสอบ ควรจัดทำ ภายใน 6 เดือน หลังการ รายงานผล

ภาคผนวก ค

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

ค.1 กระบวนการผลักดันผลการวิจัยสู่การใช้ประโยชน์

- 1) เสนอรายงานการศึกษาและแนวนโยบายที่ได้จากการศึกษาต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในการหาแนวทางการนำไปใช้ร่วมกัน โดยจัดการประชุมสัมมนาผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นระยะ เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากทุกภาคส่วน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างภาครัฐ ผู้ประกอบการ สถาบันการศึกษา และผู้มีส่วนได้ผลประโยชน์ ในโครงการตั้งแต่ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล
- 2) การนำเสนอศักยภาพการลด GHG และความพร้อมของเอกชนให้สามารถลด GHG ได้ตามมาตรฐานข้อกำหนด เพื่อเป็นการกระตุ้นให้โรงงานมีจิตสำนึกและเห็นประโยชน์ที่จะได้รับการดำเนินการในปัจจุบัน หรือภายใต้ข้อจำกัดของเวลา
- 3) การนำเสนอการประมวลผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ ที่ส่งผลต่อการลงทุนและราคาผลิตภัณฑ์และแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมเพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจ ส่งเสริม ช่วยเหลือ หรือบังคับให้เกิดความร่วมมือ

ค.2 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

- 1) การให้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิด หลักการและเหตุผลของระบบ MRV ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ระบบ MRV แก่โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและสภาอุตสาหกรรม
- 2) การจัดอบรมให้ผู้ประกอบการมีความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยยึดภาคการผลิต (Sectoral Approach) รวมทั้งเห็นศักยภาพและโอกาสในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและนักวิชาการที่เกี่ยวข้องทั่วไป
- 3) การเผยแพร่กิจกรรมต่างๆ ในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งแสดงผลตัวอย่างความเข้มข้นคาร์บอน (Carbon Intensity) จากการคำนวณของโรงงานนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับทั้งภาคอุตสาหกรรม

ค.3 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเผยแพร่โครงการที่ผ่านมา

- 1) การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ โครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม: กรณีศึกษา สาขาปิโตรเคมี วันอังคารที่ 18 ธันวาคม 2555 ณ ห้องประชุมเสม็ด 1 โรงแรมคามิโอเฮาส์ จังหวัดระยอง
- 2) การสัมมนารับฟังความคิดเห็นโครงการแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการ ตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรณีศึกษา สาขาปิโตรเคมี วันศุกร์ที่ 26 กรกฎาคม 2556 เวลา 08:30 – 15.00 น. ณ ห้องประชุม 2203 NPC Safety and Environmental Service จังหวัดระยอง
- 3) Jindarporn Soontharothai¹, Chanathip Pharino¹, Premrudee Kanchanapiya², Thanapol Thantisutayakul³ and Orathai Chavanparit¹. 2013. **Assessment of the Greenhouse Gases Mitigation from Energy Conservation Measures: a Case study of the Representative Product of the Intermediate Petrochemical Industries in Thailand.** Proceedings of the 6th ACEC and the 6th AEEC 21-22 November 2013, Bangkok, Thailand. E-10. p95-100.
- 4) เผยแพร่ความรู้เรื่อง แนวคิดในการพัฒนาศูนย์ความเชี่ยวชาญระบบ MRV โครงการลด ก๊าซเรือนกระจกภาคอุตสาหกรรม วันศุกร์ที่ 25 กรกฎาคม 2557 โรงแรม เซ็นจูรี่ปาร์ค กรุงเทพฯ
- 5) ร่วมเขียนในชุดโครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ด้านนโยบายสิ่งแวดล้อม: การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและเศรษฐกิจสีเขียว เรื่อง การเดินหาระบบ MRV กลไกบริหาร จัดการโลกร้อน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2558
- 6) เผยแพร่ความรู้เรื่อง เดินหาระบบ MRV กลไกบริหารจัดการโลกร้อน ในงาน “Global Warming Forum” ปีที่ 4 ครั้งที่ 5 วันศุกร์ที่ 20 กุมภาพันธ์ 2558 เวลา 13.00 – 16.30 น. ณ ห้องกมลทิพย์ 1 โรงแรมเดอะสุโกศล กรุงเทพฯ

ภาคผนวก ง

ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินโครงการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาพัฒนาระบบการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบ ระดับประเทศ (Domestic MRV) สำหรับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยมีเป้าหมายหลักของการวิจัย เพื่อพัฒนาเชิงระบบการดำเนินงานการตรวจสอบ รายงาน และทวนสอบกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยสำหรับภาคการผลิตระดับโครงการ (Project level) ที่เป็นมาตรฐานเชื่อถือได้สอดคล้องกับ ความพร้อมและปัจจัยภายในประเทศ และสามารถใช้ได้ในระดับสากลเพื่อเป็นเครื่องมือรองรับมาตรการลด ก๊าซเรือนกระจกของประเทศ การดำเนินงานในกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังสรุปเป็นแผนงานในบทที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินงานเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน ไว้ และผลที่คาดว่าจะได้รับ ดังแสดงในตารางที่ ง.1 – ง.3 ตามลำดับ

ตารางที่ ง.1 ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินงานเปรียบเทียบวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	ร้อยละ ผลสัมฤทธิ์	หมายเหตุ
1. เพื่อตรวจสอบประเมินมาตรการหรือกิจกรรมในระดับโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก (Project level) จากรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย	100	รายละเอียดในบทที่ 2
2. เพื่อศึกษา/วิเคราะห์รูปแบบองค์กร กระบวนการ/ขั้นตอน วิธีการ/ข้อมูล และ กฎระเบียบสำหรับการพัฒนาระบบตรวจสอบ รายงานและทวนสอบกิจกรรมการลด ก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับประเทศไทย	100	รายละเอียดในบทที่ 4 – 6
3. เพื่อศึกษา/วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา/อุปสรรคและ ข้อเสนอแนะในการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับรายสาขาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่เป็นกรณีศึกษา	100	รายละเอียดในบทที่ 8
4. วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจสอบ การรายงานผล และการทวนสอบสำหรับ อุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี	100	รายละเอียดในบทที่ 9

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

ตารางที่ ง.2 ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินงานเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการ

กิจกรรมหลักที่วางแผนไว้	กิจกรรมรองที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ร้อยละ ผลสัมฤทธิ์	หมายเหตุ
1.1 ศึกษา รวบรวม ทบทวน ข้อมูล รายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับมาตรการ หรือ กิจกรรมในระดับโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก	1.1.1 เทคโนโลยีการผลิต การใช้พลังงาน แหล่งกำเนิด GHGs ปริมาณการปล่อยและมาตรการ หรือกิจกรรมการลด GHGs 1.1.2 แผนนโยบายระดับโรงงาน ระดับชาติ และระดับนานาชาติที่เกี่ยวข้อง 1.1.3 มาตรฐานการจัดทำ MRV สำหรับภาคการผลิต	- ประเมินสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย - ศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานของต่างประเทศ - ศึกษาระบบ MRV ตามมาตรฐานสากลและนานาชาติ	100 100	รายละเอียด ในบทที่ 2 รายละเอียด ในบทที่ 2 รายละเอียด ในบทที่ 3
1.2 กำหนดขอบเขตอุตสาหกรรม ปิโตรเคมีรายสาขา (Sector based) และระดับหรือหน่วยการผลิต(Sub-sector) ที่ต้องทำ MRV	1.2.1 จัดทำบัญชีรายการแหล่ง กำเนิด GHG ที่สำคัญให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ 1.2.2 คัดเลือก และสำรวจโครงการที่มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก ที่อยู่ในขอบข่ายที่ต้องทำ MRV อย่างน้อย 4 โครงการ ครอบคลุม โรงงานปิโตรเคมีต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ 1.2.3 ศึกษาปริมาณการปล่อย และการลด GHG จากแต่ละโครงการ	- สำรวจกิจกรรมหรือแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากโรงงาน - คัดเลือกโรงงานนำร่องจำนวน 8 โรงงาน - ศึกษาปริมาณการปล่อย และการลด GHG จากแต่ละโครงการ	100 200 100	รายละเอียด ในบทที่ 4 รายละเอียด ในภาคผนวก ก รายละเอียด ในคู่มือ
1.3 ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นและลดได้จากโครงการ	1.3.1 ศึกษาเส้นฐานการปล่อย GHG 1.3.2 ประเมินปริมาณ GHG ที่ลดได้จริง	- คำนวณปริมาณการปล่อย GHG กรณีฐาน - คำนวณปริมาณการลด GHG	100 100	รายละเอียด ในคู่มือ รายละเอียด ในคู่มือ
1.4 จัดลำดับโครงการที่มีศักยภาพการลดGHG	1.4.1 พิจารณาศักยภาพในการลด GHG จากแต่ละโครงการ	สรุปผลการลด GHG จากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานแต่ละโครงการ	100	รายละเอียด ในคู่มือ

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

กิจกรรมหลักที่วางแผนไว้	กิจกรรมรองที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ร้อยละ ผลสัมฤทธิ์	หมายเหตุ
	1.4.2 สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโรงงานพิจารณาคัดเลือกทางเลือกกิจกรรม	การเข้าชมโรงงาน ชักถามข้อสงสัย และการจัดสัมมนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	100	รายละเอียด ในภาคผนวก ก
2.1 พัฒนารูปแบบการตรวจสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากโครงการการลด GHG	2.1.1 กำหนดวิธีมาตรฐานสากลสำหรับการตรวจสอบ หรือการประเมิน (IPCC / CDM) ได้แก่ ผู้ตรวจสอบ วิธีการคำนวณ ค่า emission factors 2.1.2 จัดทำกฎระเบียบที่ใช้เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับวิธีการตรวจสอบการประเมิน 2.1.3 ศึกษาความเป็นไปได้ / ความไม่แน่นอนของการตรวจสอบ	พัฒนาระบบการตรวจสอบที่เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย	100	รายละเอียด ในบทที่ 4
2.2 พัฒนาแนวทางการรายงาน	2.2.1 การสร้างกฎระเบียบ/รูปแบบองค์กรสำหรับรายงาน 2.2.2 กำหนดวิธีการ/ ข้อมูล emission factor, พารามิเตอร์และรูปแบบของรายงานตัวชี้วัดก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระดับโครงการ 2.2.3 กำหนดหน่วยการวัดเป็นปริมาณ (metric) 2.2.4 ข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ ได้แก่ นโยบาย สภาวะการดำเนินโรงงาน เทคโนโลยี ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ ประเภทกิจกรรมการลด 2.2.5 ความถูกต้องของข้อมูลการเลือกใช้วิธีการประเมิน การปรับปรุง	พัฒนาระบบการรายงานผลที่เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย	100	รายละเอียด ในบทที่ 5
2.3 พัฒนาแนวทางการทวนสอบ	2.3.1 กำหนดองค์กรผู้ทวนสอบ และกฎระเบียบ 2.3.2 กำหนดกระบวนการทวนสอบที่เป็นมาตรฐาน 2.3.3 แนวทางการทวนสอบโครงการ รายงาน และการประเมินการลด GHG	พัฒนาระบบการทวนสอบที่เหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีไทย	100	รายละเอียด ในบทที่ 6
3.1 จัดทำร่างคู่มือ MRV	3.1.1 จัดทำร่างคู่มือ MRV สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	จัดทำร่างคู่มือ MRV สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	100	รายละเอียด ในคู่มือ

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ รายงานผล และทวนสอบ การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษาสาขาปิโตรเคมี

กิจกรรมหลักที่วางแผนไว้	กิจกรรมรองที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ร้อยละ ผลสัมฤทธิ์	หมายเหตุ
3.2 การทดลองระบบ MRV ที่พัฒนาขึ้นกับโรงงานนำร่อง	3.2.1 เลือกโรงงานปิโตรเคมีที่เป็นตัวแทนเพื่อทดสอบใช้ MRV เพื่อทวนสอบความถูกต้องของข้อมูล	คัดเลือกโรงงานนำร่องจำนวน 8 โรงงาน	200	รายละเอียด ในภาคผนวก ก
3.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค	3.3.1 วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค	วิเคราะห์ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค	100	รายละเอียด ในบทที่ 8
	3.3.2 จัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	จัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	100	รายละเอียด ในภาคผนวก ก
	3.3.3 นำเสนอข้อแนะนำเพื่อการนำเสนอรูปแบบการดำเนินงาน	นำเสนอข้อแนะนำเพื่อการนำเสนอรูปแบบการดำเนินงาน	100	รายละเอียด ในภาคผนวก ก
4.1 วิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินการตรวจสอบ รายงาน และ ท ว น ส อ บ ส ำ ห รื บ อุตสาหกรรมรายสาขาการผลิตปิโตรเคมี	4.1.1 วิเคราะห์ต้นทุนการตรวจสอบโครงการลดก๊าซเรือนกระจก อุปกรณ์การตรวจสอบ บุคลากรผู้ดำเนินงาน	วิเคราะห์ต้นทุนการตรวจสอบ	100	รายละเอียด ในบทที่ 9
	4.1.2 วิเคราะห์ต้นทุนการรายงานผล การจัดเตรียมเอกสาร การนำเสนอโครงการ	วิเคราะห์ต้นทุนการรายงานผล	100	รายละเอียด ในบทที่ 9
	4.1.3 วิเคราะห์ต้นทุนการทวนสอบโครงการ การจัดเตรียมข้อมูลผู้เชี่ยวชาญโครงการ	วิเคราะห์ต้นทุนการทวนสอบ	100	รายละเอียด ในบทที่ 9

ตารางที่ ง.3 ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินงานเปรียบเทียบผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ร้อยละ ผลสัมฤทธิ์	หมายเหตุ
1. บัญชีรายการระดับหน่วยการผลิตที่ต้องทำ MRV ภายใต้ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	100	รายละเอียดในบทที่ 2 และ คู่มือ
2. โครงการที่มีศักยภาพการลดGHG ที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีรายสาขาในประเทศไทย	100	รายละเอียดในบทที่ 2
3. วิธีมาตรฐานสากลสำหรับการตรวจสอบ สำหรับรายสาขาปิโตรเคมีของประเทศไทย และมีข้อกำหนดที่ใช้เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับวิธีการตรวจสอบ	100	รายละเอียดในบทที่ 4 และ คู่มือ
4. หน้ารูปแบบหลัก (template) เพื่อใช้สำหรับรายงาน	100	รายละเอียดในบทที่ 5 และ คู่มือ
5. กระบวนการทวนสอบและมีแนวทางการทวนสอบโครงการ รายงาน และการประเมินการลด GHG	100	รายละเอียดในบทที่ 6 และ คู่มือ
6. คู่มือ MRV สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและ ผลการทดลองใช้คู่มือ MRV กับโรงงานนำร่อง	100	รายละเอียดในบทที่ 7 และ คู่มือ
7. ความเป็นไปได้การดำเนินงาน ประเด็นปัญหา อุปสรรค เพื่อการเสนอรูปแบบการดำเนินงานที่เหมาะสม	100	รายละเอียดในบทที่ 8
8. ต้นทุนของการจัดทำระบบ MRV ที่พัฒนาขึ้น	100	รายละเอียดในบทที่ 9