การประชุมรับฟังความคิดเห็น

โครงการศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรม

สำหรับ กลุ่มอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ และกลุ่มอุตสาหกรรมแก้วและกระจก

วันศุกร์ที่ 6 กันยายน 2562 เวลา 09:00 - 13:00 น.

ณ ห้องประชุมบีบี 205 ชั้น 2

โรงแรมเซ็นทรา บายเซ็นทาราศูนย์ราชการและคอนเวนชันเซ็นเตอร์

แจ้งวัฒนะ กรุงเทพมหานคร

หัวข้อการนำเสนอ

1. ภาพรวมโครงการ และวัตถุประสงค์ของโครงการ

2. ผลการศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการกำหนดเป้าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรม
   - สาขาเยื่อและกระดาษ
   - สาขาแก้วและกระจก

1 ภาพรวมโครงการ และวัตถุประสงค์ของโครงการ

ที่มาของโครงการ

ข้อความจากยุทธศาสตร์ชาติ

อ้างอิงจากยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐ หน้า ๕๒

๔.๕.๓ พัฒนาความมั่นคงพลังงานของประเทศ และส่งเสริมการใช้พลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

๔.๕.๔ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยลดความเข้มข้นของการใช้พลังงาน

สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม

สนับสนุนการใช้กลไกการตลาดหรือมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สนับสนุนทางการเงินและบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการก่อสร้างและออกแบบอาคาร

ส่งเสริมให้ใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ประหยัดพลังงาน

สนับสนุนการอนุรักษ์และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนพลังงานของประเทศ ด้วยการส่งเสริมผ่านเครื่องมือและกลไกทางการเงินและด้านอื่น รวมทั้งมาตรการทางกฎหมาย

NDC Roadmap

แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ
พ.ศ. 2564 - 2573

เป้าหมาย

ประเทศไทยกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกลง ร้อยละ 20 ในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการดำเนินการกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และสามารถลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 25 หากได้รับการสนับสนุนระหว่างประเทศ

เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกจากทุกภาคส่วน เท่ากับ
115.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MtCO_2$-eq) หรือ 20.8% จาก BAU

สาขาพลังงานและขนส่ง

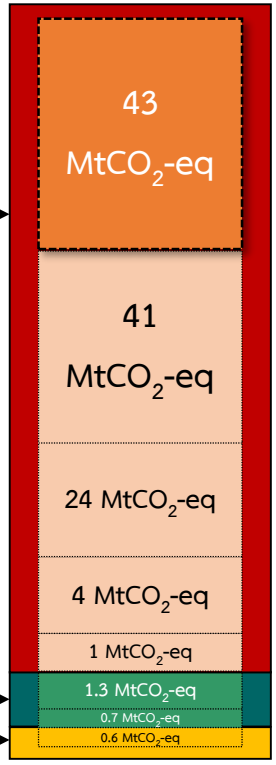
- **การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม 43 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 7.8%**
- คมนาคมขนส่ง 41 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 7.4%
- การผลิตไฟฟ้า 24 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 4.3%
- การใช้พลังงานในครัวเรือน 4 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 0.7%
- อาคารเชิงพาณิชย์ (รวมอาคารรัฐ) 1 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 0.2%

สาขาการจัดการของเสีย

- การจัดการขยะ1.3 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 0.2%
- การจัดการน้ำเสีย 0.7 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 0.1%

สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

- การเปลี่ยนแปลกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม 0.6 $MtCO_2$-eq คิดเป็น 0.1%



* ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสภาวะปกติ หรือเรียกว่า “กรณีปกติ (Business As Usual: BAU)” หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกใด ๆ ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นกรณีอ้างอิง ในการวิเคราะห์การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการต่าง ๆ โดยการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณี BAU ได้กำหนดให้ปี **พ.ศ. 2548 (ค.ศ.2005)** เป็นปีเริ่มต้น BAU ของประเทศไทย เนื่องจากเป็นปีที่ประเทศไทยยังไม่มีการดำเนินมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจก

แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573

การดำเนินงานด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) — 2557 (2014) — 2558 (2015) — 2559 (2016) — 2563 (2020) — 2564 (2021) — 2565 (2022) — 2566 (2023) — 2567 (2024) — 2568 (2025) — 2569 (2026) — 2570 (2027) — 2571 (2028) — 2572 (2029) — 2573 (2030)

เข้าร่วมอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

PARIS2015 UNFCCC COP21 CMP11

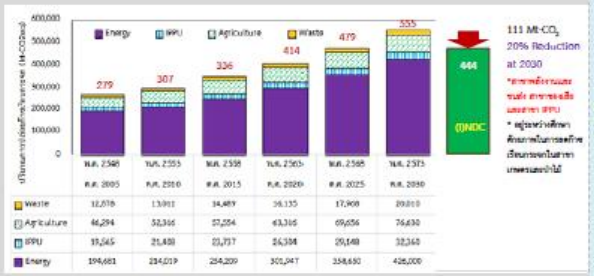
ช่วงเตรียมความพร้อม NDC

สผ. - จัดทำ NDC Roadmap, MRV Framework และแผนปฏิบัติการขับเคลื่อน

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง - จัดทำแผนปฏิบัติการตามมาตรการที่รับผิดชอบ และเตรียมความพร้อมกลไกเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อน

ความตกลงปารีสมีผลบังคับใช้

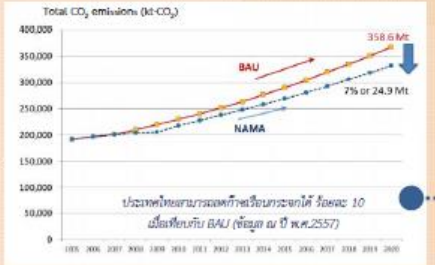
ประเทศไทยยื่น INDC โดยมีความมุ่งมั่นในการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20 - 25 ในปี พ.ศ. 2573 เมื่อเทียบกับกรณีดำเนินการปกติ (Business as Usual: BAU)



	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2568	พ.ศ. 2573
	ค.ศ. 2005	ค.ศ. 2010	ค.ศ. 2015	ค.ศ. 2020	ค.ศ. 2025	ค.ศ. 2030
Waste	12,078	13,901	14,489	16,135	17,908	20,010
Agriculture	46,294	52,346	57,254	63,316	69,656	76,630
IPPU	19,565	21,480	23,737	26,384	29,148	32,363
Energy	194,681	234,019	284,209	303,947	358,650	426,000

แสดงเจตจำนง NAMA โดยมีเป้าหมายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศร้อยละ 7-20 ในสาขาพลังงานและขนส่ง ในปี พ.ศ. 2563 เมื่อเทียบกับกรณีดำเนินการปกติ (Business as Usual: BAU)

มาตรการหลัก:
- การใช้พลังงานหมุนเวียน
- การปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าของ กฟผ.
- การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวภาพทดแทน
- การใช้เอทานอลและไบโอดีเซลในภาคขนส่ง



มาตรการเพิ่มเติม:
- การใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
- การขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก
- การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้และการขนส่งทางน้ำ
- การเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานควบคุม

ช่วงดำเนินการ NDC

ข้อเสนอศักยภาพและมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกตามแผนงานหลักของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

สาขาพลังงานและขนส่ง

หน่วยงานหลัก: กระทรวงพลังงาน กระทรวงคมนาคม

การผลิตไฟฟ้า (24 Mt-CO_2e) — 4.3%
1. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า
2. มาตรการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

การใช้พลังงานในครัวเรือน (4 Mt-CO_2e) — 0.7%
1. มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในครัวเรือน
2. มาตรการใช้พลังงานทดแทนในครัวเรือน

คมนาคมขนส่ง (41 Mt-CO_2e) — 7.4%
1. มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการคมนาคมขนส่ง
2. มาตรการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับยานพาหนะ

การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม (43 Mt-CO_2e) — 7.8%
1. มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม
2. มาตรการใช้พลังงานทดแทนในอุตสาหกรรม

อาคารเชิงพาณิชย์ (รวมอาคารรัฐ) (1 Mt-CO_2e) — 0.2%
มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

113 Mt-CO_2e (20.4%)

สาขาของเสีย

หน่วยงานหลัก: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงมหาดไทย กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน กรุงเทพมหานคร

การจัดการขยะ (1.3 Mt-CO_2e) — 0.2%
มาตรการลดปริมาณขยะ (เช่น การลดอัตราการเกิดขยะ การเพิ่มการรีไซเคิล และ การนำขยะมาใช้ประโยชน์ เป็นต้น)

การจัดการน้ำเสีย (0.7 Mt-CO_2e) — 0.1%
1. มาตรการเพิ่มการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยการนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ประโยชน์
2. มาตรการจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมอื่นๆ
3. มาตรการจัดการน้ำเสียชุมชน

2 Mt-CO_2e (0.3%)

สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

หน่วยงานหลัก: กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม (0.6 Mt-CO_2e) — 0.1%
1. มาตรการทดแทนปูนเม็ด
2. มาตรการทดแทน/ปรับเปลี่ยนสารทำความเย็น

0.6 Mt-CO_2e (0.1%)

แนวทางการขับเคลื่อนและติดตามประเมินผล

- การจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกรายมาตรการ
- การพัฒนาศักยภาพและการสร้างความเป็นหุ้นส่วนในการดำเนินงาน
- การทบทวนเป้าหมาย NDC
- การติดตามความก้าวหน้าในการเตรียมความพร้อม
- การกำกับการดำเนินงานและติดตามผลอย่างต่อเนื่อง
- การเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจและความตระหนัก
- การพัฒนา/เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องมือและกลไก

สาขาเกษตรและป่าไม้ อยู่ระหว่างการศึกษาศักยภาพ

เป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกจากทุกภาคส่วน เท่ากับ 115.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt-CO_2e) หรือ 20.8% จาก BAU

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และกำหนดเป้าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูงที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 2 รายสาขา

แนวคิดของโครงการ

- ต้องการศึกษาค่า Threshold ที่เหมาะสมของประเทศไทยใน 2 ภาคอุตสาหกรรมย่อย คือ กระดาษ และ แก้ว/กระจก โดยใช้ค่าภาพรวมจากรายงานการจัดการพลังงานปี 2559
- เข้าสำรวจการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จากการใช้พลังงาน และ การลดการปล่อย GHG จากมาตรการที่สถานประกอบการดำเนินการจริง เพื่อประเมินศักยภาพการลด GHG จากมาตรการความร้อนและไฟฟ้า ทั้งจากที่โรงงานดำเนินการจริง
- ใช้ข้อมูลจากแหล่งอื่นทั้งในประเทศและต่างประเทศ มาประกอบการประเมินศักยภาพการลด GHG ของทั้ง 2 Sector
- เสนอแนวทางการตั้งเป้าลด GHG ของภาพรวมใน Sector ย่อยนั้นๆ เพื่อนำไปใช้ในการกระจายเป้ารวมของ Sector ไปสู่การให้ Allowance การปล่อย GHG รายแห่งในอนาคต

Threshold = ระดับการปล่อย GHG ขั้นต่ำของสถานประกอบการที่ถูกกำหนดให้เข้าร่วมกลไก ETS

Allowance = ปริมาณการปล่อย GHG ของสถานประกอบการที่ได้รับอนุญาต (ส่วนที่ปล่อยเพิ่มกว่านี้ จะเข้ากลไก ETS)

ประเด็นคำถามที่สำคัญ

สมมุติฐาน กรณีไทยเลือกดำเนินการ ETS

(พิจารณาเฉพาะโรงงานด้านผู้ใช้พลังงาน ไม่นับโรงงานประเภทผลิตพลังงานเช่นโรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ)

(1) Threshold: ระดับ Threshold ที่เหมาะสม ในแต่ละ Sector ย่อย

- เห็นด้วยหรือไม่ ในแนวคิดการกำหนดแบบที่นำเสนอ
- กรณีไม่เห็นด้วย เราควรใช้แนวทางใดในการประเมินและกำหนด
- ควรกำหนดระดับขั้นต่ำ เท่ากันทุก Sector หรือไม่

(2) Sector ย่อย: การกำหนดเป้าหมายลด GHG Sector ย่อย (เช่น กลุ่มเยื่อกระดาษ กลุ่มแก้ว/กระจก)

- เห็นด้วยหรือไม่ ในแนวคิดการกำหนดแบบที่นำเสนอ (ดูศักยภาพของแต่ละ Sector)
- กรณีไม่เห็นด้วย เราควรใช้แนวทางใดในการประเมินและกำหนด (เช่น ต้องลดใน % ที่เท่ากัน)

(3) รายแห่ง: การกำหนด Allowance รายแห่ง ของแต่ละ Sector ย่อย

- แนวทางการประเมิน Allowance ที่เหมาะสมของรายแห่ง: Intensity (tCO_2/product) หรือ Absolute (ลด tCO_2)
- กำหนด Allowance รายปี หรือ ราย Period

แนวทางการดำเนินโครงการ

ทบทวนข้อมูล

1. **ทบทวนข้อมูล**ปริมาณการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง และศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้น ในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม 9 สาขา

30 วัน นับจากวันลงนามฯ

ปูนซีเมนต์	เซรามิก	เหล็กและเหล็กกล้า	ปิโตรเคมี	เยื่อและกระดาษ	อาหารและเครื่องดื่ม	แก้วและกระจก	พลาสติก	การกลั่นน้ำมัน

2. **พิจารณาคัดเลือกสาขาอุตสาหกรรมที่จะทำการศึกษา**
3. **รวบรวมข้อมูล**

120 วัน นับจากวันลงนาม

สำรวจ

4. **สำรวจข้อมูลเพิ่มเติม**ที่จำเป็นสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
5. **คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**โดยจำแนกตามขอบเขต

210 วัน นับจากวันลงนาม

- ขอบเขตที่ 1: การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง
- ขอบเขตที่ 2: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมรายโรงงานตามแนวทางที่ อบก. กำหนด

มาตรการลด GHG

6. **รวบรวมมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก**ที่เป็นไปได้ เพื่อพิจารณาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขาอุตสาหกรรม โดยพิจารณาทั้งในแง่ต้นทุน ความพร้อมของสถานประกอบการ ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะทางนโยบาย

ศักยภาพการลดการปล่อย GHG

7. **วิเคราะห์ผลการศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** เพื่อ**กำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** จากอุตสาหกรรมที่คัดเลือก และคาดการณ์อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากกรณีฐาน เพื่อ**กำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting)** ในสาขาอุตสาหกรรม จัดรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของสาขาอุตสาหกรรม

300 วัน นับจากวันลงนามฯ

ทวบทวนข้อมูล

จำนวนโรงงานและการแบ่งประเภทโรงงาน

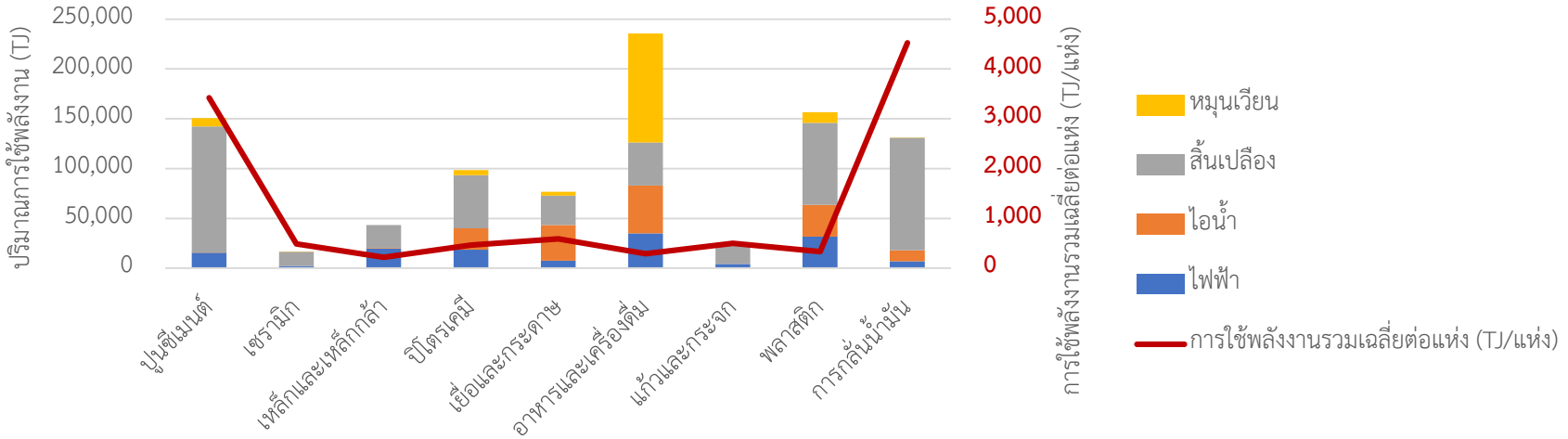
ข้อมูลภาพรวมของประเทศ

	ประเภทโรงงานควบคุม	จำนวนทั้งหมดในปัจจุบัน ปี 2562	จำนวนโรงงานที่มีข้อมูล ปี 2559
1	เคมี	419	327
2	โลหะมูลฐาน	376	250
3	ไม้	100	41
4	กระดาษ	173	130
5	ก๊าซ	21	21
6	การไฟฟ้า	223	124
7	การประปา	34	25
8	ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	1,051	636
9	สิ่งทอ	437	301
10	หิน กรวด ดิน ทราย	79	53
11	อโลหะ	1,098	783
12	อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	1,171	817
13	อุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ	879	623
	รวม	6,061	4,131

ข้อมูลที่ใช้ในโครงการ ตามขอบเขตการแบ่งประเภทโรงงานตาม TOR

ลำดับ	สาขา	จำนวน (แห่ง)
1	ปูนซีเมนต์	44
2	เซรามิก	34
3	เหล็กและเหล็กกล้า	196
4	ปิโตรเคมี	212
5	เยื่อและกระดาษ	130
6	อาหารและเครื่องดื่ม	813
7	แก้วและกระจก	50
8	พลาสติก	472
9	การกลั่นน้ำมัน	29
รวม		1,980

1 ทบทวนข้อมูลปริมาณการใช้พลังงาน และศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้น

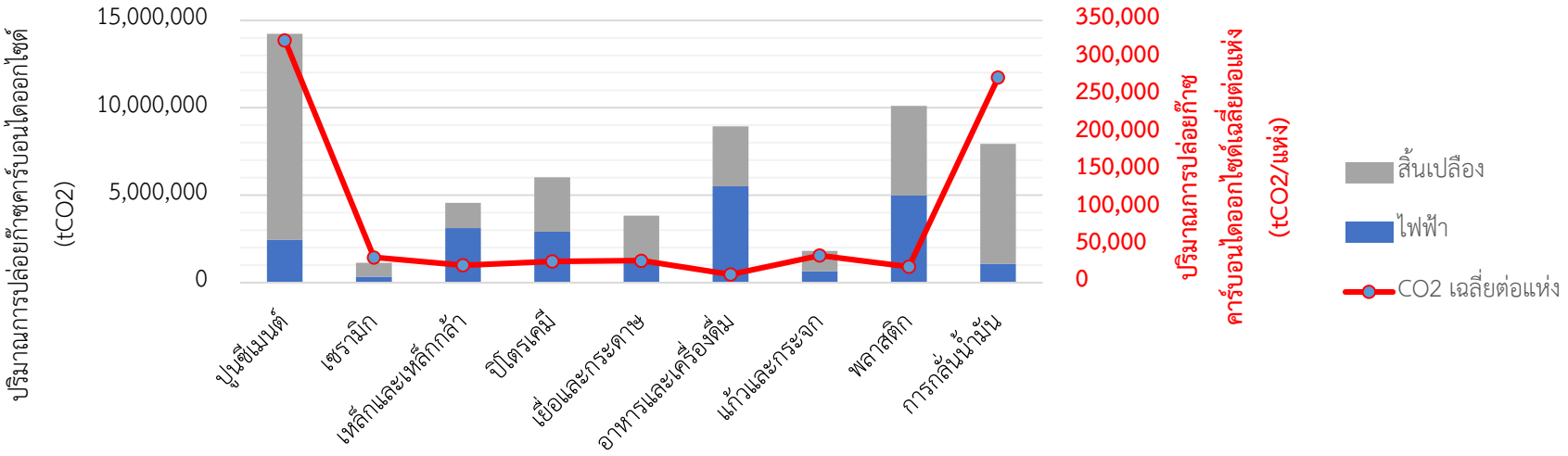


สรุปการใช้พลังงานในโรงงานควบคุมแต่ละสาขา ปี 2559

ลำดับ	สาขา	จำนวน (แห่ง)	ปริมาณการใช้พลังงาน (TJ)					การใช้พลังงานรวมเฉลี่ยต่อแห่ง (TJ/แห่ง)	การใช้พลังงานไฟฟ้าและสิ้นเปลืองเฉลี่ยต่อแห่ง (TJ/แห่ง)
			ไฟฟ้า	ไอน้ำ	สิ้นเปลือง	หมุนเวียน	รวม		
1	ปูนซีเมนต์	44	15,643	46	126,540	8,327	150,556	3,422	3,231
2	เซรามิก	34	2,200	-	14,172	237	16,609	488	482
3	เหล็กและเหล็กกล้า	196	19,841	440	23,114	-	43,395	221	219
4	ปิโตรเคมี	212	18,529	21,427	53,561	5,039	98,555	465	340
5	เยื่อและกระดาษ	130	7,494	35,942	29,327	4,049	76,812	591	283
6	อาหารและเครื่องดื่ม	813	35,040	48,047	43,124	109,337	235,548	290	96
7	แก้วและกระจก	50	4,167	-	20,715	-	24,881	498	498
8	พลาสติก	472	31,696	31,939	82,198	10,685	156,518	332	241
9	การกลั่นน้ำมัน	29	6,855	11,144	113,116	100	131,215	4,525	4,137
รวม		1,980	141,463	148,985	505,867	137,774	934,089		

1 TJ = 1,000,000 MJ, ไฟฟ้า 3.6 MJ = 1 kWh, ไฟฟ้า 1 TJ = 277,777.78 kWh

1 ทบทวนข้อมูลปริมาณการใช้พลังงาน และศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้น



สรุปการใช้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้นในโรงงานควบคุมแต่ละสาขา ปี 2559

ลำดับ	สาขา	จำนวน (แห่ง)	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO_2)			ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อแห่ง (tCO_2/แห่ง)*
			ไฟฟ้า	สิ้นเปลือง	รวม	
1	ปูนซีเมนต์	44	2,464,603	11,762,067	14,226,669	323,333
2	เซรามิก	34	346,578	800,067	1,146,644	33,725
3	เหล็กและเหล็กกล้า	196	3,126,022	1,446,438	4,572,460	23,329
4	ปิโตรเคมี	212	2,919,278	3,099,509	6,018,787	28,391
5	เยื่อและกระดาษ	130	1,180,739	2,653,032	3,833,771	29,491
6	อาหารและเครื่องดื่ม	813	5,520,731	3,426,433	8,947,164	11,005
7	แก้วและกระจก	50	656,461	1,163,898	1,820,360	36,407
8	พลาสติก	472	4,993,892	5,114,550	10,108,442	21,416
9	การกลั่นน้ำมัน	29	1,080,055	6,861,071	7,941,125	273,832
รวม		**1,980**	**22,288,358**	**36,327,064**	**58,615,423**	

หมายเหตุ: (1) Emission factor ของเชื้อเพลิง (ยกเว้นไฟฟ้า) อ้างอิงจาก 2006 IPCC Guidelines, Volume2:Energy

(2) Emission factor ไฟฟ้า อ้างอิงจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงไฟฟ้าของ กฟผ. ปี 2560 (0.5672 kg CO2/kwh)

1 ทบทวนข้อมูลปริมาณการใช้พลังงาน และศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้น

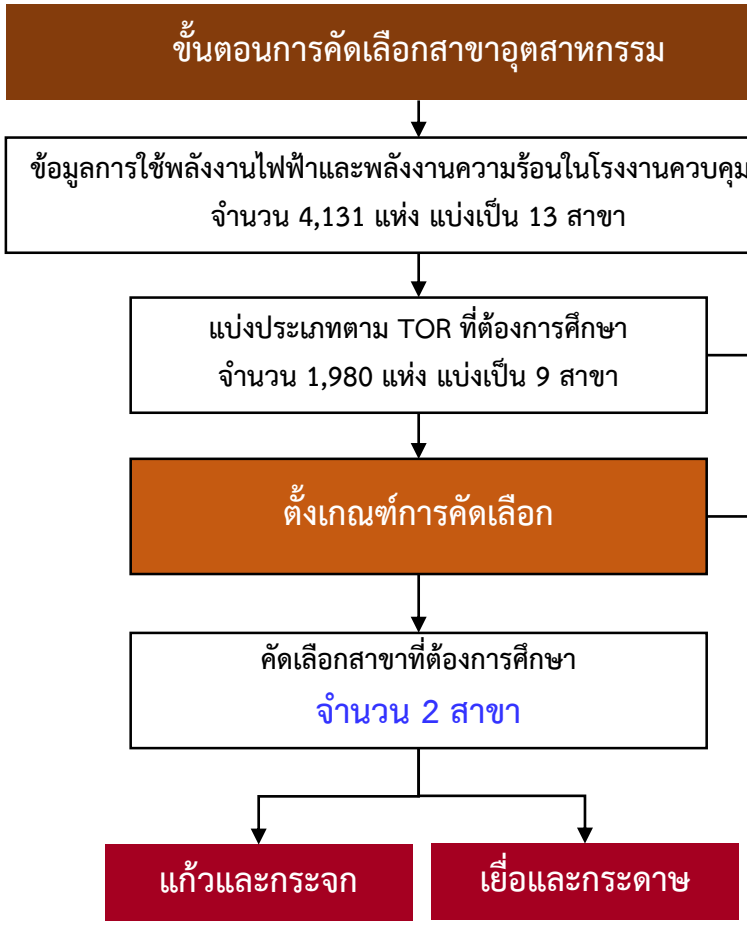
ข้อมูลการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโรงงานที่มีการใช้พลังงานสูง ปี 2559

- เนื่องจากการกำหนด ETS รัฐไม่สามารถครอบคลุมได้ทุกโรงงาน จึงพิจารณากลุ่มใหญ่

สาขา	โรงงานที่ใช้พลังงานมากกว่า 900 TJ/ปี						โรงงานที่มีการปล่อย CO_2 มากกว่า 33,000 tCO2/ปี			
	จำนวน (แห่ง)	ปริมาณการใช้พลังงาน (TJ)					จำนวน (แห่ง)	ปริมาณการปล่อย CO_2 (tCO2)		
		ไฟฟ้า	ไอน้ำ	สิ้นเปลือง	หมุนเวียน	รวม		ไฟฟ้า	สิ้นเปลือง	รวม
ปูนซีเมนต์	15	15,134	-	124,275	8,247	147,656	17	2,390,453	11,696,908	14,087,362
เซรามิก	7	1,373	-	10,018	237	11,628	8	230,090	607,128	837,218
เหล็กและเหล็กกล้า	12	10,479	205	13,877	-	24,561	28	2,314,210	1,085,964	3,400,174
ปิโตรเคมี	21	7,736	19,127	42,012	4,274	73,150	34	2,113,706	2,703,532	4,817,238
เยื่อและกระดาษ	16	3,304	35,826	24,476	2,241	65,847	22	701,986	2,416,135	3,118,121
อาหารและเครื่องดื่ม	45	3,635	46,142	6,894	87,720	144,390	63	1,826,690	1,849,164	3,675,854
แก้วและกระจก	12	2,513	-	16,671	-	19,184	17	503,102	1,064,856	1,567,958
พลาสติก	19	14,410	30,498	76,242	9,632	130,781	29	2,718,047	4,881,726	7,599,773
การกลั่นน้ำมัน	11	6,518	11,144	112,675	-	130,337	10	1,026,615	6,827,387	7,854,002
รวม	**158**	**65,101**	**142,942**	**427,140**	**112,349**	**747,534**	**228**	**13,824,897**	**33,132,803**	**46,957,699**
การใช้พลังงานทั้งหมด	1,980	141,463	148,985	505,867	137,774	934,089	1,980	22,288,358	36,327,064	58,615,423
คิดเป็นสัดส่วนของการใช้พลังงานทั้งหมด	8%					80%	12%			80%

มีจำนวนมากกว่า เนื่องจากไม่นับพลังงานหมุนเวียน

2 พิจารณาคัดเลือกสาขาอุตสาหกรรมที่จะทำการศึกษา



เกณฑ์	คะแนน	น้ำหนักความสำคัญ	คะแนนเต็ม
1 เกณฑ์ด้านพลังงาน (Energy)			
1.1 ปริมาณการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อโรงงานในสาขา	6	5	30
1.2 ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของโรงงาน	3	5	15
1.3 ปริมาณการใช้พลังงานทดแทนในอุตสาหกรรม	1	5	5
2 เกณฑ์ด้านผลกระทบ (Impact)			
2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	6	3	18
2.2 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก	4	3	12
3 เกณฑ์ด้านความสำคัญ (Importance)			
3.1 ความสำคัญของภาคอุตสาหกรรมต่อภาคเศรษฐกิจ	6	2	12
3.2 ความสำคัญของสาขาอุตสาหกรรมจากแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (NDC Roadmap)	4	2	8
	30		100

2 พิจารณาคัดเลือกสาขาอุตสาหกรรมที่จะทำการศึกษา

ผลคะแนนจากการประเมินข้อมูลในปี 2559

สาขาอุตสาหกรรม	การใช้พลังงานต่อจำนวนโรงงานในสาขา	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของโรงงาน	ปริมาณการใช้พลังงานทดแทนในอุตสาหกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก	ความสำคัญของภาคอุตสาหกรรมต่อภาคเศรษฐกิจ	ความสำคัญของสาขาอุตสาหกรรมจาก NDC Roadmap	รวม	อันดับ
การกลั่นน้ำมัน	30.0	10.5	4.0	12.6	8.4	10.8	8.0	84.3	1
ปูนซีเมนต์	27.0	12.0	2.0	18.0	9.6	7.2	8.0	83.8	2
อาหารและเครื่องดื่ม	9.0	15.0	1.0	14.4	12.0	12.0	2.0	65.4	3
พลาสติก	12.0	13.5	1.5	16.2	10.8	8.4	2.0	64.4	4
ปิโตรเคมี	15.0	9.0	3.0	10.8	4.8	10.8	8.0	61.4	5
เยื่อและกระดาษ	24.0	7.5	2.5	7.2	7.2	2.4	2.0	52.8	6
แก้วและกระจก	21.0	4.5	4.5	5.4	3.6	7.2	2.0	48.2	7
เหล็กและเหล็กกล้า	6.0	6.0	4.5	9.0	6.0	3.6	8.0	43.1	8
เซรามิก	18.0	3.0	3.5	3.6	2.4	7.2	2.0	39.7	9

มีข้อมูลจากการศึกษาด้าน ETS ในสาขาปูนซีเมนต์ การกลั่นน้ำมัน และปิโตรเคมีมาแล้ว

สาขาพลาสติก, อาหารและเครื่องดื่ม มี Products ย่อยค่อนข้างหลากหลาย

หมายเหตุ : ความสำคัญของภาคอุตสาหกรรมต่อภาคเศรษฐกิจ ประเมินจาก Gross domestic product originating from manufacturing at current market prices

ปริมาณการใช้พลังงาน แยกตามประเภท TSIC

94.00% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในสาขาเยื่อและกระดาษ

สาขา	TSIC	คำอธิบาย TSIC	จำนวนโรงงาน	ไฟฟ้า (TJ)	ไอน้ำ (TJ)	สิ้นเปลือง (TJ)	หมุนเวียน (TJ)	รวม (TJ)	สัดส่วนการใช้พลังงานในสาขา
เยื่อและกระดาษ	**17020**	**การผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูกและการผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง**	**46**	1,558	31,366	2,399	678	36,001	**46.87%**
	17012	**การผลิตกระดาษและกระดาษแข็ง**	**16**	2,233	1,892	7,604	1,780	13,510	**17.59%**
	17099	**การผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็งซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น**	**18**	792	-	15,084	1,415	17,291	**22.51%**
	17011	**การผลิตเยื่อกระดาษ**	**3**	635	1,632	2,987	150	5,404	**7.04%**
	17091	การผลิตผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากกระดาษเพื่อใช้ในครัวเรือนและสุขอนามัย	**10**	1,117	-	902	-	2,019	**2.63%**
	17092	การผลิตอุปกรณ์เครื่องเขียนจากกระดาษ	**6**	628	1,052	308	25	2,014	**2.62%**
	18111	การพิมพ์หนังสือพิมพ์ และวารสารอื่น ๆ	**7**	185	-	7	-	191	**0.25%**
	18119	การพิมพ์อื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	**15**	219	-	33	-	252	**0.33%**
	18112	การพิมพ์ฉลาก	**6**	88	-	4	-	92	**0.12%**
	18122	การบริการอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการพิมพ์	**3**	39	-	-	-	39	**0.05%**
แก้วและกระจก	**23102**	**การผลิตภาชนะบรรจุและเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ทำจากแก้ว**	**15**	2,257	-	12,622	-	14,879	**59.80%**
	23101	**การผลิตแก้ว/กระจกแผ่น**	**25**	1,615	-	7,781	-	9,396	**37.76%**
	23103	การผลิตไฟเบอร์กลาส	**2**	79	-	230	-	309	**1.24%**
	23109	การผลิตผลิตภัณฑ์แก้วอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	**3**	164	-	81	-	245	**0.98%**
	22292	การผลิตผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส	**5**	52	-	1	-	52	**0.21%**

หมายเหตุ ข้อมูลจากฐานข้อมูลพลังงานปี 2559

97.56% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในสาขาแก้วและกระจก

ปริมาณ CO_2 แยกตามประเภท TSIC

86.99% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด ในสาขาเยื่อและกระดาษ

สาขา	TSIC	คำอธิบาย TSIC	จำนวนโรงงาน	ไฟฟ้า (tCO_2)	สิ้นเปลือง (tCO_2)	รวม (tCO_2)	สัดส่วนการใช้พลังงานในสาขา
เยื่อและกระดาษ	17020	**การผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูก และการผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง**	46	245,395	189,668	435,063	12.90%
	17012	**การผลิตกระดาษและกระดาษแข็ง**	16	351,849	461,124	812,973	24.10%
	17099	**การผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็ง ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น**	18	124,801	1,253,161	1,377,962	40.84%
	17011	**การผลิตเยื่อกระดาษ**	3	100,088	208,849	308,937	9.16%
	17091	การผลิตผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากกระดาษเพื่อใช้ในครัวเรือนและสุขอนามัย	10	176,002	59,046	235,048	6.97%
	17092	การผลิตอุปกรณ์เครื่องเขียนจากกระดาษ	6	98,972	18,571	117,543	3.48%
	18111	การพิมพ์หนังสือพิมพ์ และวารสารอื่น ๆ	7	29,119	418	29,537	0.88%
	18119	การพิมพ์อื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	15	34,550	2,056	36,606	1.08%
	18112	การพิมพ์ฉลาก	6	13,869	247	14,115	0.42%
	18122	การบริการอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการพิมพ์	3	6,093	-	6,093	0.18%
แก้วและกระจก	23102	**การผลิตภาชนะบรรจุและเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ทำจากแก้ว**	15	355,648	699,908	1,055,555	57.99%
	23101	**การผลิตแก้ว/กระจกแผ่น**	25	254,422	446,238	700,659	38.49%
	23103	การผลิตไฟเบอร์กลาส	2	12,422	12,896	25,318	1.39%
	23109	การผลิตผลิตภัณฑ์แก้วอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	3	25,823	4,811	30,634	1.68%
	22292	การผลิตผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส	5	8,147	46	8,193	0.45%

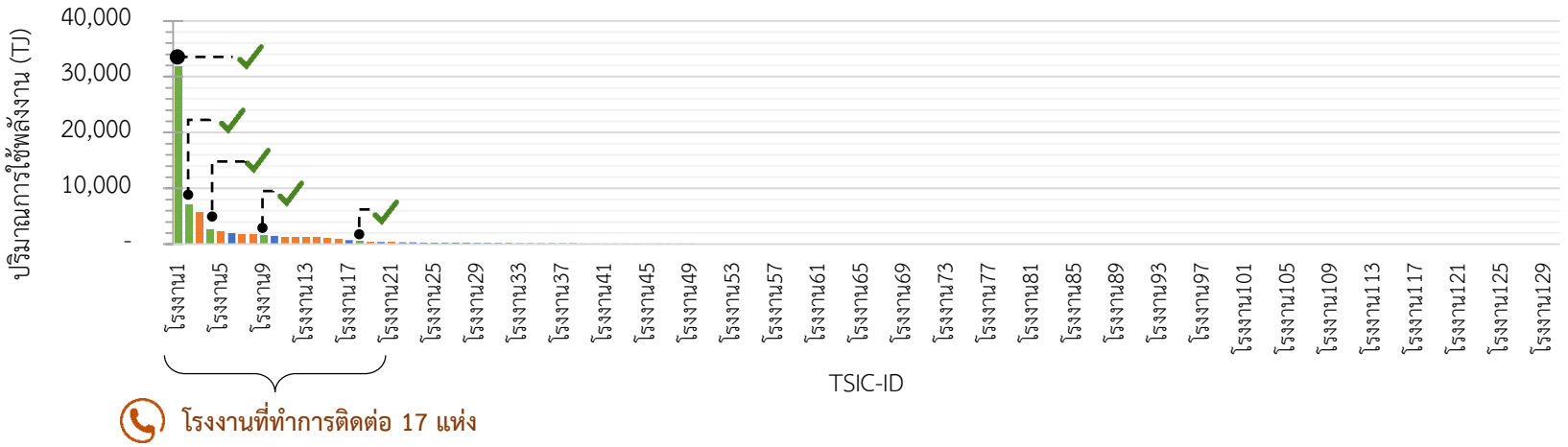
96.48% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด ในสาขาแก้วและกระจก

สำรวจ

- เน้นโรงงานขนาดใหญ่ ที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานต่อสาขานั้นๆ
- มีระบบการจัดเก็บข้อมูลที่เพียงพอต่อการให้ข้อมูล
- ให้ความร่วมมือในการเข้าสำรวจโรงงานเป็นอย่างดี

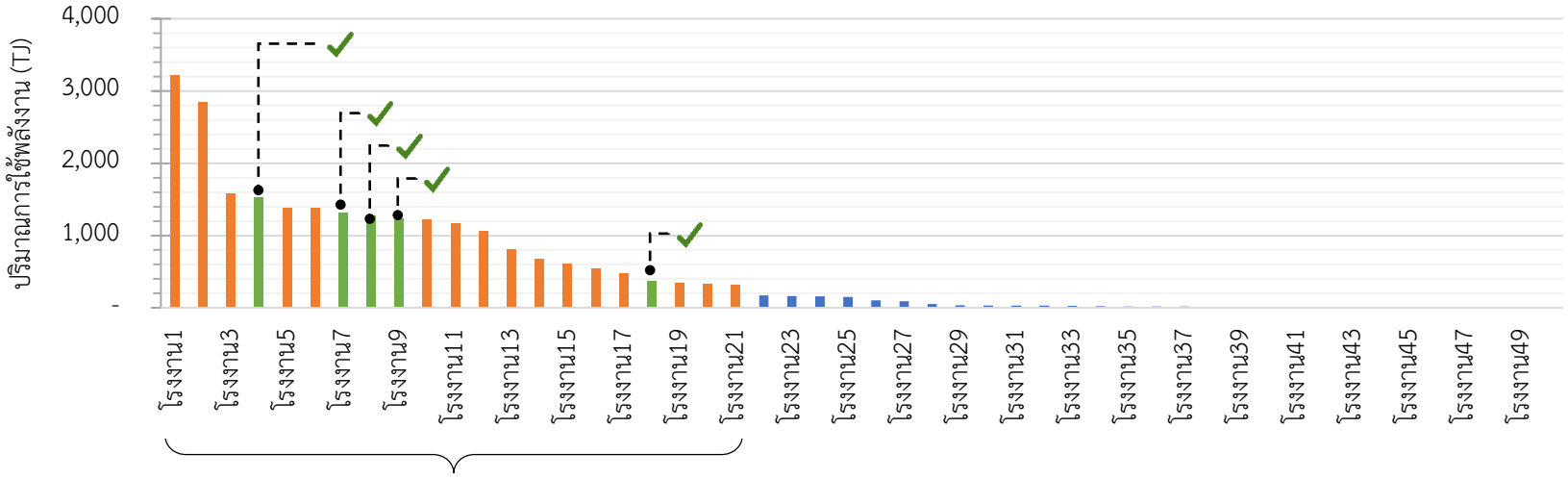
โรงงานที่ติดต่อ และทำการสำรวจ

เยื่อและกระดาษ



โรงงานที่ทำการติดต่อ 17 แห่ง

แก้วและกระจก



โรงงานที่ทำการติดต่อ 21 แห่ง

โรงงานที่เข้าสำรวจ คิดเป็นกี่ % ของ TSIC นั้นๆ
(ข้อมูลจากการสำรวจ ซึ่งเป็นข้อมูลพลังงานในส่วนที่สำคัญ และโรงงานอนุญาตให้ข้อมูล)

โรงงานที่เข้าสำรวจ คิดเป็นกี่ % ของ TSIC นั้นๆ
(ข้อมูลจากฐานข้อมูล)

สาขา	TSIC	ข้อมูลโรงงานใน TSIC ที่สนใจ [1]		ข้อมูลโรงงานที่จะเข้าสำรวจ [1]		สัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่สำรวจเทียบกับการใช้พลังงานทั้ง TSIC	ข้อมูลโรงงานที่เข้าสำรวจจริง [2]		สัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่สำรวจเทียบกับการใช้พลังงานทั้ง TSIC
		จำนวนโรงงาน (แห่ง)	ปริมาณการใช้พลังงาน (TJ)	จำนวนโรงงาน (แห่ง)	ปริมาณการใช้พลังงาน (TJ)		จำนวนโรงงาน (แห่ง)	ปริมาณการใช้พลังงาน (TJ)	
			A		B	B/A		C	C/A
เยื่อและกระดาษ	17012	16	13,510	1	7,201	53.30%	1	5,751	42.57%
	17020	46	36,001	2	32,525	90.34%	2	19,348	53.74%
	17099	18	17,291	2	4,234	24.49%	2	3,299	19.08%
แก้วและกระจก	23102	15	14,879	2	1,602	10.77%	2	1,606	10.79%

หมายเหตุ

(1) ข้อมูลจากฐานข้อมูลพลังงานปี 2559

(2) ข้อมูลโรงงานที่เข้าสำรวจ อาจมีปริมาณการใช้พลังงานไม่ตรงกับฐานข้อมูล เนื่องจากการกำหนดขอบเขตการศึกษาการปล่อย GHG แตกต่างจากขอบเขต TSIC-ID (โรงงาน 1 TSIC มีหลาย รง.)

โรงงานที่เข้าสำรวจ

สาขา	TSIC	คำอธิบาย TSIC	จำนวน	ผลิตภัณฑ์
เยื่อและกระดาษ	17020	การผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูก และการผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง	2	❑ กระดาษกล่องเคลือบแป้ง ❑ กระดาษคราฟท์ / กระดาษทำลอนลูกฟูก
เยื่อและกระดาษ	17012	การผลิตกระดาษและกระดาษแข็ง	1	❑ เยื่อกระดาษ
เยื่อและกระดาษ	17099	การผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็ง ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	2	❑ กระดาษคราฟท์ / กระดาษทำลอนลูกฟูก
แก้วและกระจก	23102	การผลิตภาชนะบรรจุและเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ทำจากแก้ว	2	❑ ขวดแก้ว ❑ เครื่องแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร
แก้วและกระจก	23101	การผลิตแก้ว/กระจกแผ่น	3	❑ กระจก

หมายเหตุ : สาขาเยื่อและกระดาษบางแห่ง มีการผลิตไฟฟ้า แต่จะไม่ถูกนำมาคิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการนำเสนอนี้

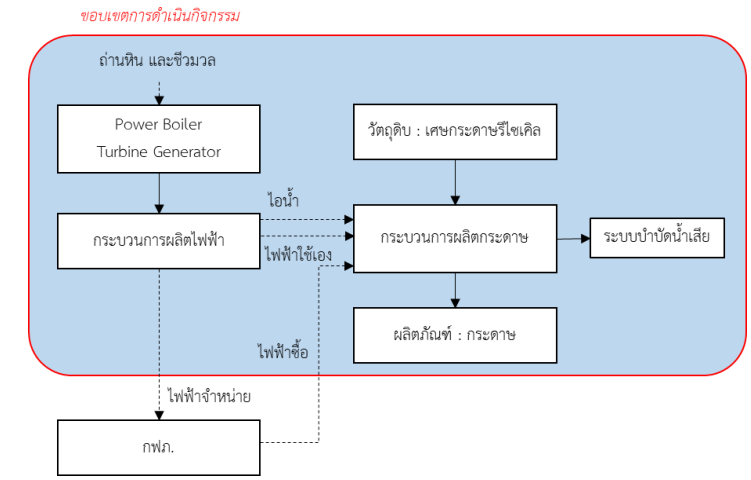
*** สัดส่วนการใช้ไอน้ำเพื่อ ผลิตกระดาษ**

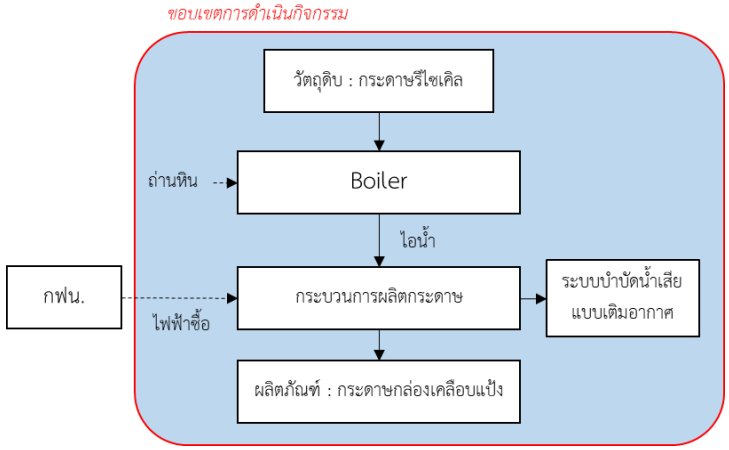
ประมาณค่าจาก ข้อมูลการใช้พลังงานความร้อนในเครื่องจักรและอุปกรณ์
เพื่อหาสัดส่วนปริมาณเชื้อเพลิงกระดาษ ซึ่งมีค่าประมาณ 30-50% ของการใช้ไอน้ำทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์

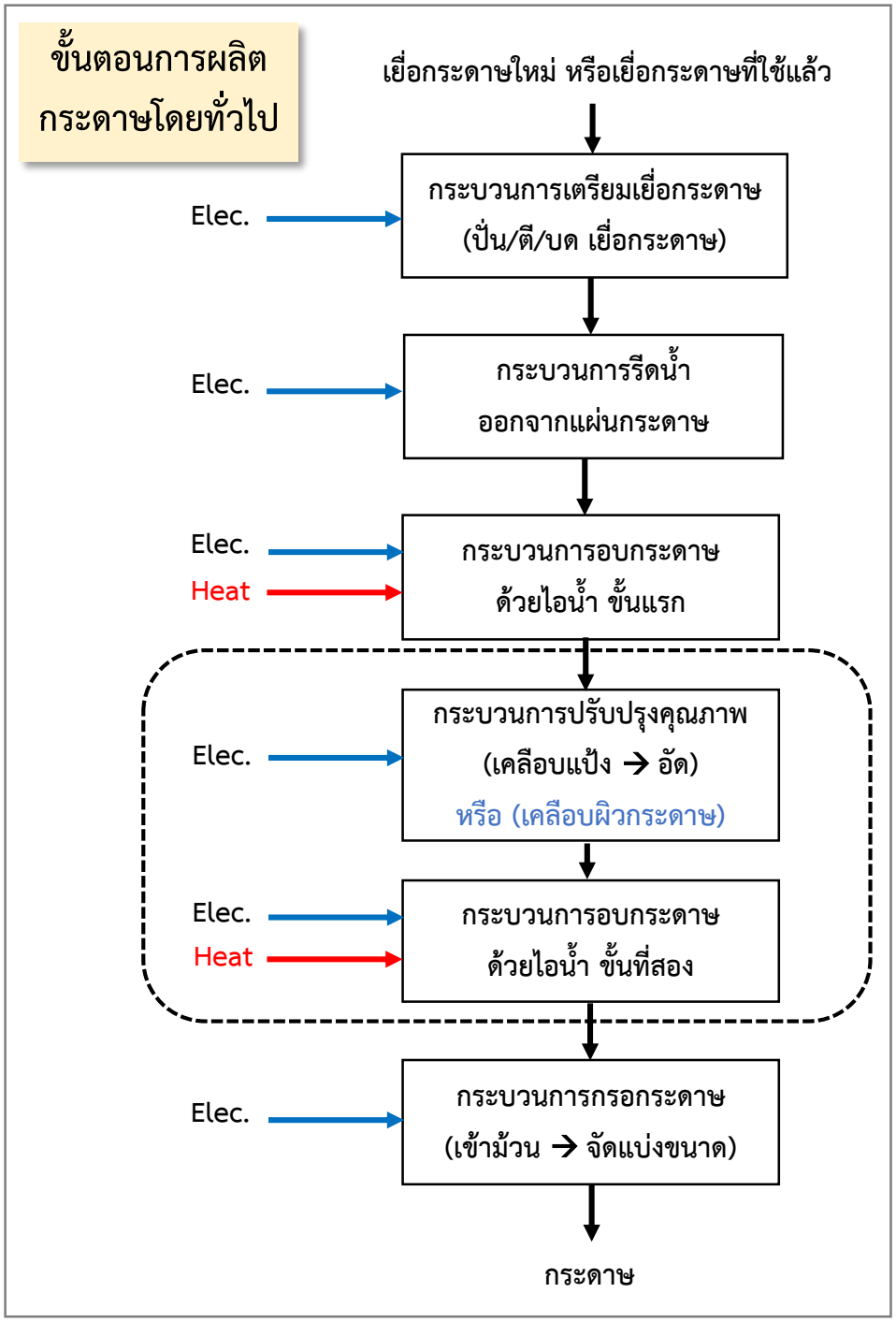
- กระดาษคราฟท์ / กระดาษทำลอนลูกฟูก
- กระดาษกล่องเคลือบแป้ง

ขอบเขตการเก็บข้อมูลจากการสำรวจ



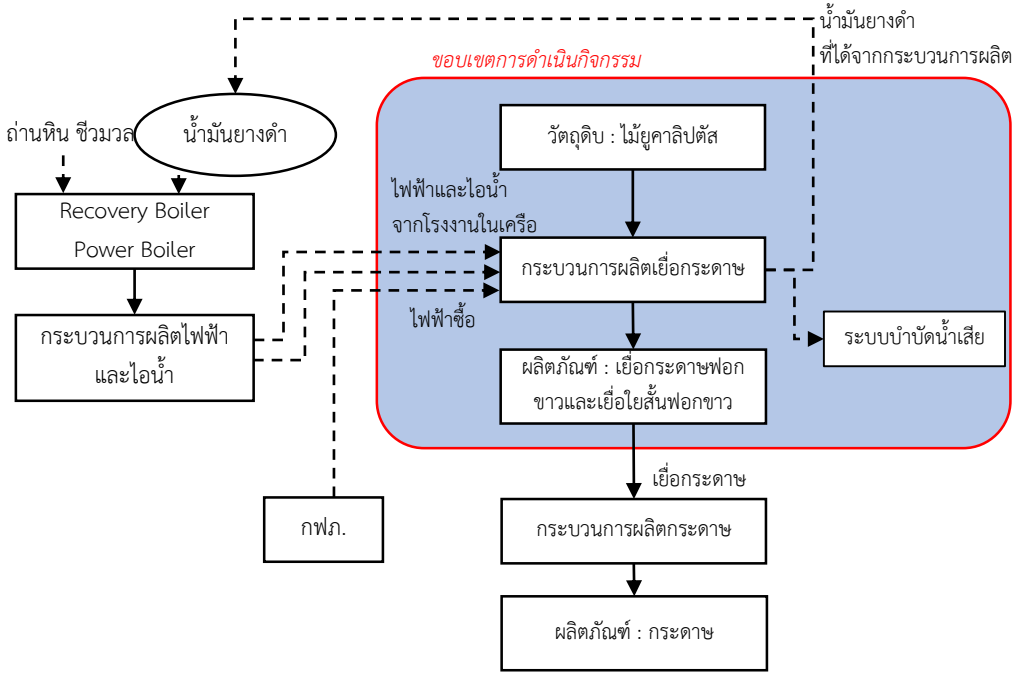


ขั้นตอนการผลิตกระดาษโดยทั่วไป

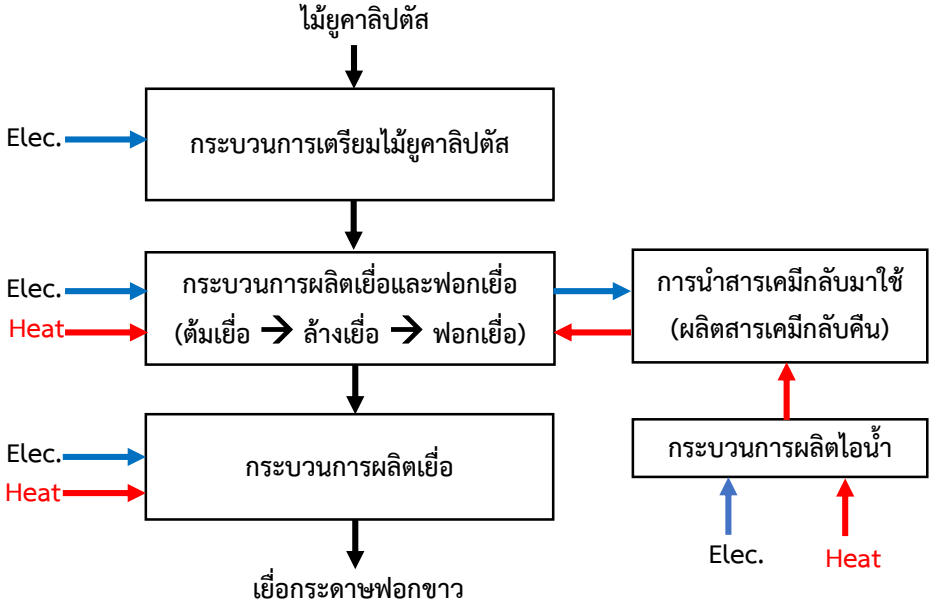


ผลิตภัณฑ์ เยื่อกระดาษ

ขอบเขตการเก็บข้อมูล
จากการสำรวจ



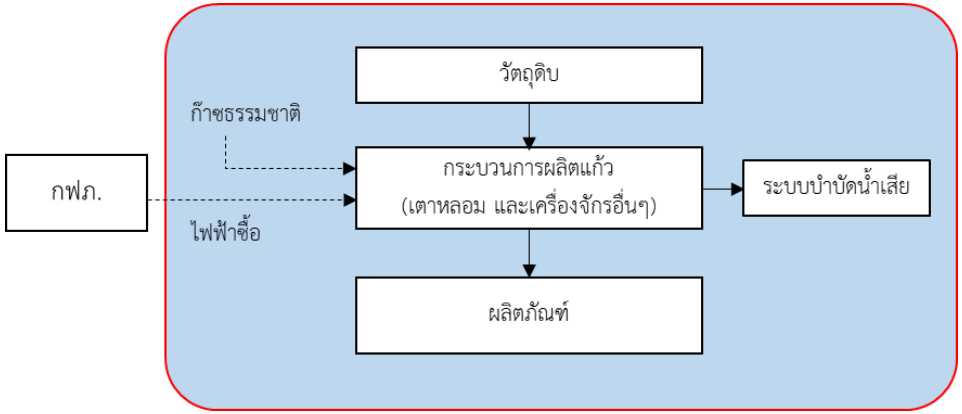
ขั้นตอนการผลิต
เยื่อกระดาษโดยทั่วไป



ผลิตภัณฑ์

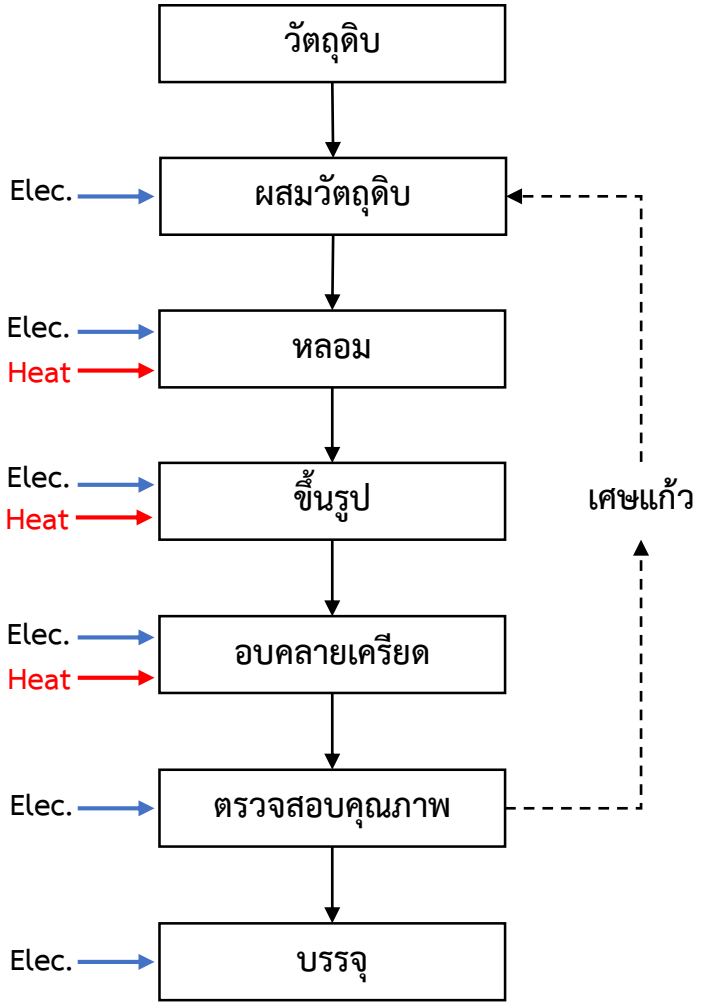
- ขวดแก้ว
- เครื่องแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร
- กระจก

ขอบเขตการเก็บข้อมูลจากการสำรวจ



ขั้นตอนการผลิตโดยทั่วไป

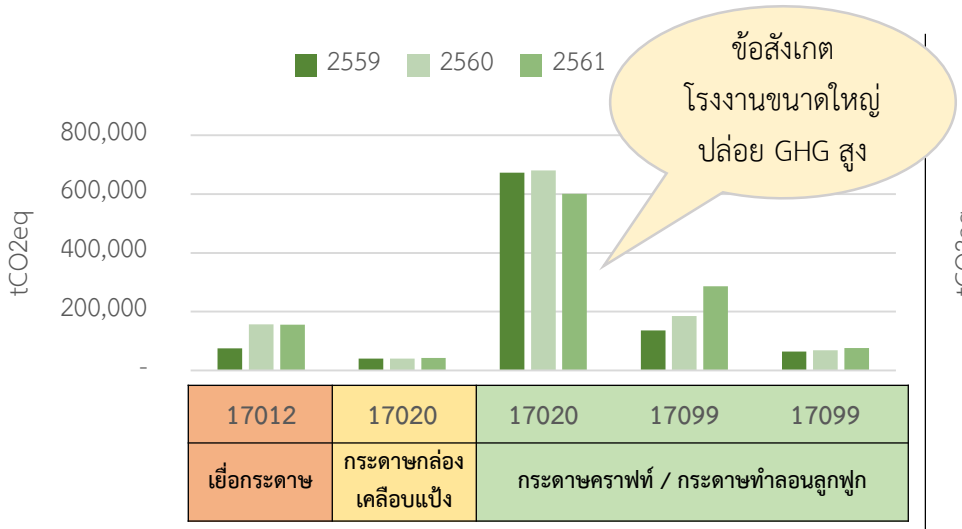
ทรายซิลิกา , โซดาแอช,
หินปูน (Limestone), โดโลไมต์, เศษแก้ว



ข้อมูลการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากโรงงานที่เข้าสำรวจ

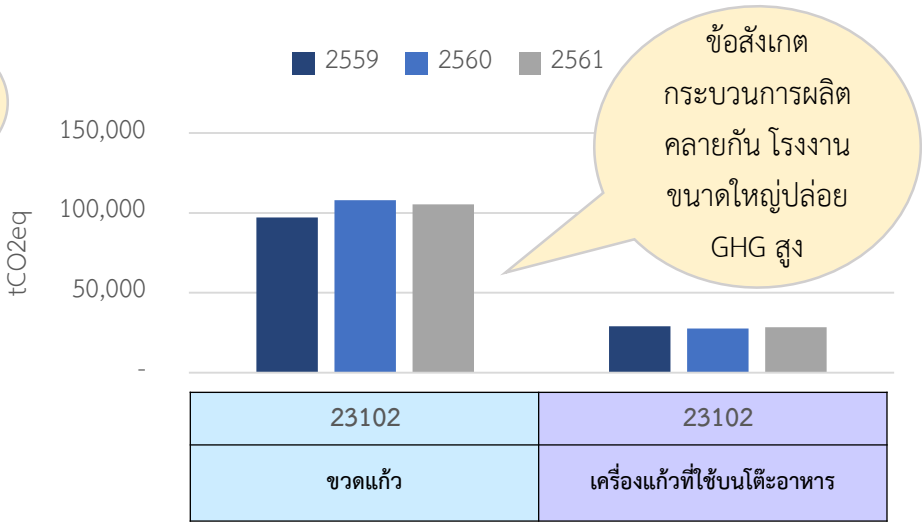
เยื่อและกระดาษ

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สาขาเยื่อและกระดาษ

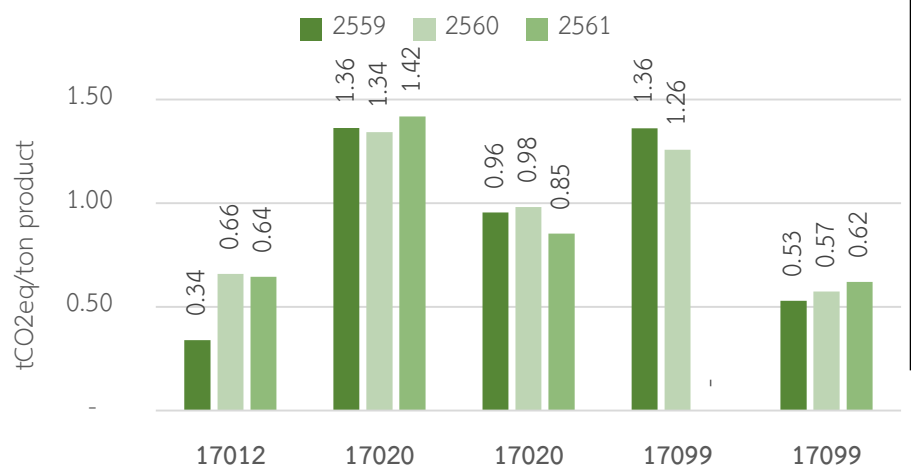


แก้วและกระจก

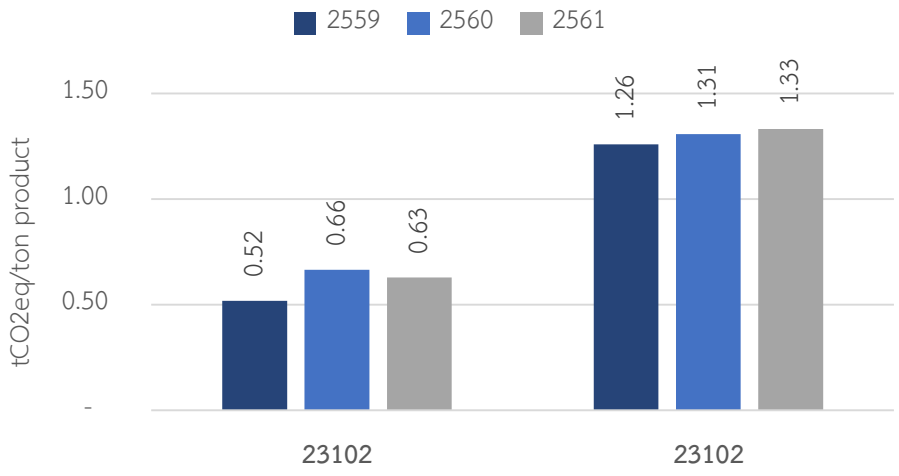
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สาขาแก้วและกระจก



Carbon intensity สาขาเยื่อและกระดาษ



Carbon intensity สาขาแก้วและกระจก



เปรียบเทียบการปล่อย CO_2 กับการปล่อย GHG ของโรงงานที่เข้าสำรวจ

TSIC	ชนิดผลิตภัณฑ์	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยปี 2559-2561						
		CO_2 (1)	CH_4	N_2O	รวม	CO_2 (1)	CH_4	N_2O
		tCO_{2eq}	tCO_{2eq}	tCO_{2eq}	tCO_{2eq}	%	%	%
17012	เยื่อกระดาษฟอกขาวและเยื่อใยสั้นฟอกขาว	128,125	386	636	129,148	99.21%	0.30%	0.49%
17020	กระดาษกล่องเคลือบแป้ง	41,018	8	156	41,182	99.60%	0.02%	0.38%
17020	กระดาษทำลอนลูกฟูก	644,450	3,909	2,939	651,298	98.95%	0.60%	0.45%
17099	กระดาษคราฟท์	201,454	52	918	202,423	99.52%	0.03%	0.45%
17099	กระดาษคราฟท์ (สำหรับทำลอนลูกฟูก)	69,245	61	381	69,687	99.37%	0.09%	0.55%
23102	ขวดแก้ว	103,458	37	38	103,532	99.93%	0.04%	0.04%
23102	เครื่องแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร	28,284	8	13	28,305	99.93%	0.03%	0.05%

หมายเหตุ (1) ปริมาณการปล่อย CO_2 ที่เกิดจากการใช้พลังงานสิ้นเปลือง, การใช้วัตถุดิบที่เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ก่อให้เกิด CO_2 และการใช้ไฟฟ้าในโรงงาน

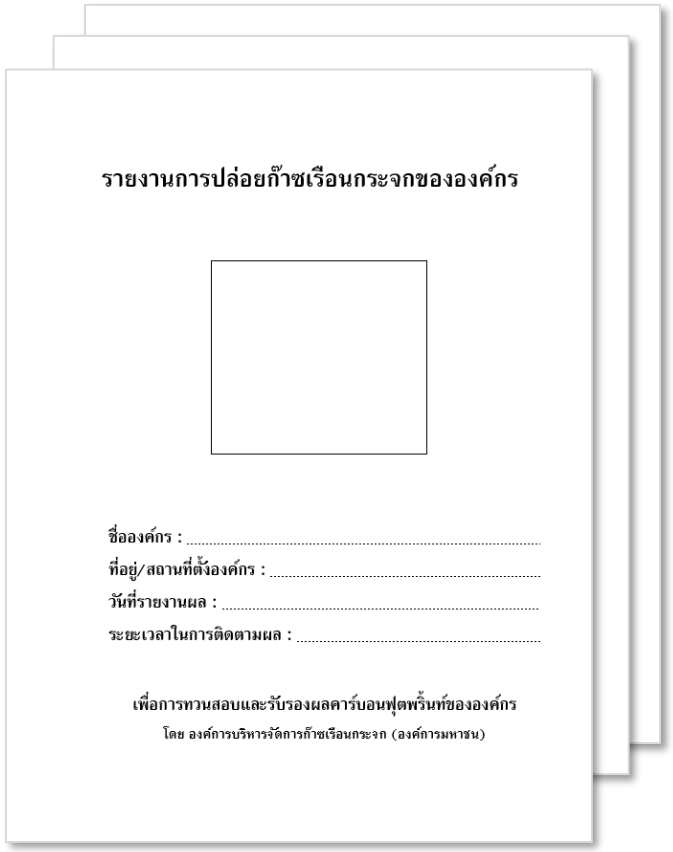
ก๊าซเรือนกระจก	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	SF_6	PFCs	NF_3
กิจกรรม	• การเผาไหม้, • การเกิดปฏิกิริยาเคมี	• การเผาไหม้, • การเน่าสลายของสารอินทรีย์ในขยะ/น้ำเสีย	• การเผาไหม้	การใช้สารทำความเย็น (ระบบปรับอากาศ, ห้องเย็น ฯลฯ)	การใช้สารป้องกันการอาร์คในระบบไฟฟ้า เช่น ใน switch gear	• การใช้สารเคลือบในอุตสาหกรรมการผลิตอะลูมิเนียมและเซมิคอนดัคเตอร์ • ระบบดับเพลิง	การใช้ NF_3 ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิด HFCs และ SF_6 น้อย ไม่มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิด PFCs และ NF_3

รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5 คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยจำแนกตามขอบเขต

- **ขอบเขตที่** 1: การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง
- **ขอบเขตที่** 2: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมรายโรงงานตามแนวทางที่ อบก. กำหนด



จัดทำรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับโรงงานที่เข้าสำรวจ แต่ไม่ถูกนำมาแสดงในที่นี้

ผลการลดการใช้พลังงานจริงของโรงงานที่เข้าสำรวจ

สาขาเยื่อและกระดาษ

TSIC	คำอธิบาย TSIC	ผลการลดการใช้พลังงาน									
		ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		รวม ไฟฟ้า (kWh/ปี)	รวม ความร้อน (MJ/ปี)	เฉลี่ย ไฟฟ้า (kWh/ปี)	เฉลี่ย ความร้อน (MJ/ปี)
		ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ความร้อน (MJ/ปี)	ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ความร้อน (MJ/ปี)	ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ความร้อน (MJ/ปี)				
17099	กระดาษแข็งซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่นการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็งซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	508,080	24,240,413	472,602	27,587,520	1,255,571	6,890,851	2,236,253	58,718,783	745,418	19,572,928
17020	การผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูก	824,088	3,940,672	1,008,834	16,752,144	1,141,969	13,154,389	2,974,891	33,847,205	991,630	11,282,402
17012	การผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง	3,696,000	-	10,995,600	-	940,800	2,269,945	15,632,400	2,269,945	5,210,800	756,648

สาขาแก้วและกระจก

TSIC	คำอธิบาย TSIC	ผลการลดการใช้พลังงาน									
		ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		รวม ไฟฟ้า (kWh/ปี)	รวม ความร้อน (MJ/ปี)	เฉลี่ย ไฟฟ้า (kWh/ปี)	เฉลี่ย ความร้อน (MJ/ปี)
		ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ความร้อน (MJ/ปี)	ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ความร้อน (MJ/ปี)	ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ความร้อน (MJ/ปี)				
23102	การผลิตภาชนะบรรจุและเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ทำจากแก้ว	295,646	-	61,352	-	240,199	-	597,198	-	199,066	-

หมายเหตุ ผลการลดใช้พลังงานคิดมาจาก รายงานจัดการพลังงานปี พ.ศ. 2559-2561 ในขั้นตอนที่ 5 ตารางที่ 5.1 มาตรการและเป้าหมายในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

รายชื่อมาตรการที่เกิดขึ้นในโรงงานจากการสำรวจ

สาขาเยื่อและกระดาษ

ไฟฟ้า	ความร้อน
กระบวนการผลิตและระบบไฟฟ้า • Three-Stage Bleaching • Mill Water Replacement and Management • ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า • New Wire Design (Wire Part) • ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก Hood Optimization • Desiccant Air Dryer **อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (VSD)** • VSD for LC cleaner • ติดตั้งระบบปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่แผนกเครื่องจักร • ตั้งระบบปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่แผนกน้ำเสีย • Inverter • ลดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ VSD ที่ Cooling Fan ของ Cooling Tower **ระบบทำความเย็น** • ติดตั้ง Absorption Chiller • ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก Absorption Chiller **ระบบอากาศอัด** • ลดการรั่วไหลของอากาศอัด **Generator** • Low Pressure Turbine Generator **LED** • เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอด LED (คละประเภท)	**มาตรการหลัก → เปลี่ยนหม้อไอน้ำ (ไม่พบมาตรการนี้)** • ลดการสูญเสียไอน้ำออกจาก Steam Trap • หุ้มฉนวนกันความร้อนระบบท่อต่างๆ • Moisture Scanner at Size Press • Steam and Condensate Modify • Change steam trap

รายชื่อมาตรการที่เกิดขึ้นในโรงงานจากการสำรวจ

สาขาแก้วและกระจก

ไฟฟ้า

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

- ลดพลังงานไฟฟ้าเครื่องทำความเย็นโรงงานผลิตกระจกสะท้อนแสง
- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบแอร์ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
- เปลี่ยนชุดมอเตอร์และใบพัด Cooling Tower
- New Change High Efficiency Air Condition No.5

พัดลม

- FT Fan reduction
- ลดพลังงานไฟฟ้าพัดลมเป่ากระจกที่กระจกเงา
- ลดพลังงานไฟฟ้าของพัดลมเป่ากระจกที่ Cutting
- ลดพลังงานไฟฟ้าของพัดลม Cooling Tower fan
- ลดพลังงานไฟฟ้าพัดลมเป่ากระจกที่ที่เครื่องผลิตกระจกนิรภัย
- การเปลี่ยนใบป้อนวัตถุดิบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสกรู

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (VSD)

- Install inverter for return pump
- Install Inverter for lehr cooling fan
- Install inverter for cooling tower fan

ระบบอากาศอัด

- ลดความดันลมอัด
- ลดแรงม้าระบบอากาศอัด
- ลดรอยรั่วไหลในระบบอากาศอัด

LED

เปลี่ยนโคมและหลอด LED (คละประเภท)

มาตรการอื่นๆ

- การเปลี่ยนระบบขึ้นรูปแก้วจากระบบ Hydraulic Press เป็นระบบ Servo Punching
- ลดพลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหล่อเย็นของ Bubbler
- Dust collector (Cold side) reduction
- ลดความดันน้ำใช้อุปโภคบริโภคในโรงงาน

ความร้อน

มาตรการหลัก → เปลี่ยนเตาหลอม

- หุ้มฉนวนกันความร้อนของระบบท่อต่างๆ
- นำความร้อนจากเตามาเป็นอากาศป้อนเข้า Air Blower
- ลดความร้อนสูญเสียจาก Gap ของ Batch charger

2

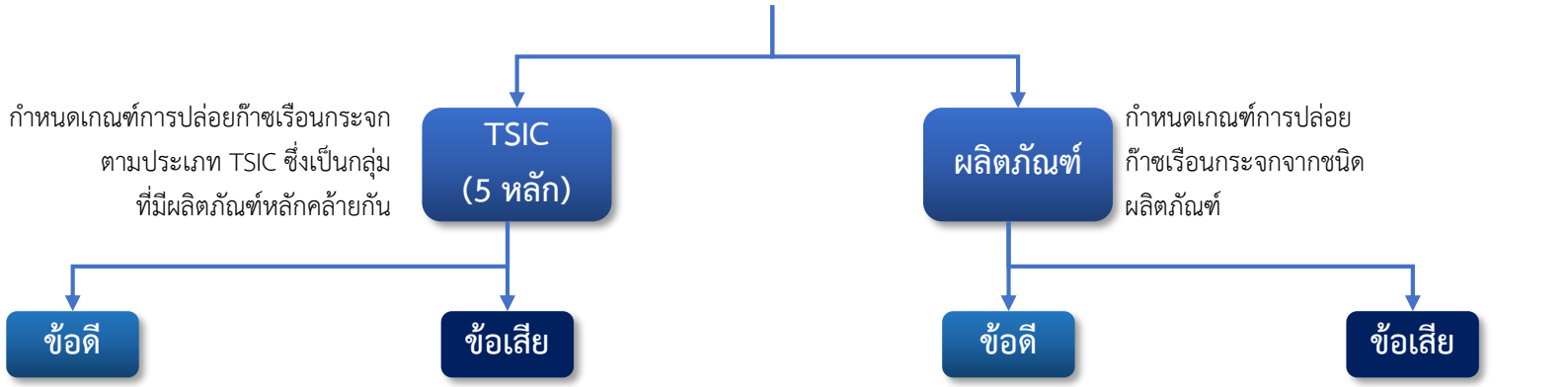
ผลการศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการกำหนดเป้าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับอุตสาหกรรม

- สาขาเยื่อและกระดาษ
- สาขาแก้วและกระจก

- กำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับสาขาอุตสาหกรรมที่คัดเลือก
- คาดการณ์อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากกรณีฐาน เพื่อกำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting)

การกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



1) มีฐานข้อมูลรองรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้ฐานข้อมูลด้านพลังงาน จาก พพ. (รายงานการจัดการ)
2) เป็นการกำหนดประเภทโรงงานตามหลักสากล ซึ่งเป็นการจัดประเภทตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ
   - ไทย – TSIC
   - สากล - ISIC

แต่ละ TSIC มีผลิตภัณฑ์หลักคล้ายกัน แต่อาจมีผลิตภัณฑ์รองที่หลากหลาย การเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละโรงงานใน TSIC เดียวกันอาจทำได้ยาก

แนวทางแก้ไข

กำหนดกรอบผลิตภัณฑ์ให้ละเอียดขึ้น เพื่อพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงาน

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถเทียบกันได้ชัดเจนระหว่างโรงงานที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์เดียวกัน

1) บางผลิตภัณฑ์มีจำนวนโรงงานน้อย
2) ต้องกำหนด Threshold หลายค่าเพื่อรองรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ

EU-ETS ในช่วงเริ่มต้น

2005: 11,000 แห่ง ใน 25 ประเทศ คิดเป็น 45% ของการปล่อย GHG รวม
เริ่มจากสถานประกอบการที่ใช้พลังงานสูง เช่นมี Rated thermal input 20 MW ขึ้นไป
เมื่อตัดที่ 20 MW: สถานประกอบการเล็กสุด 50% แรก ปล่อย GHG เพียง 1.4% ของภาพรวมกลุ่ม

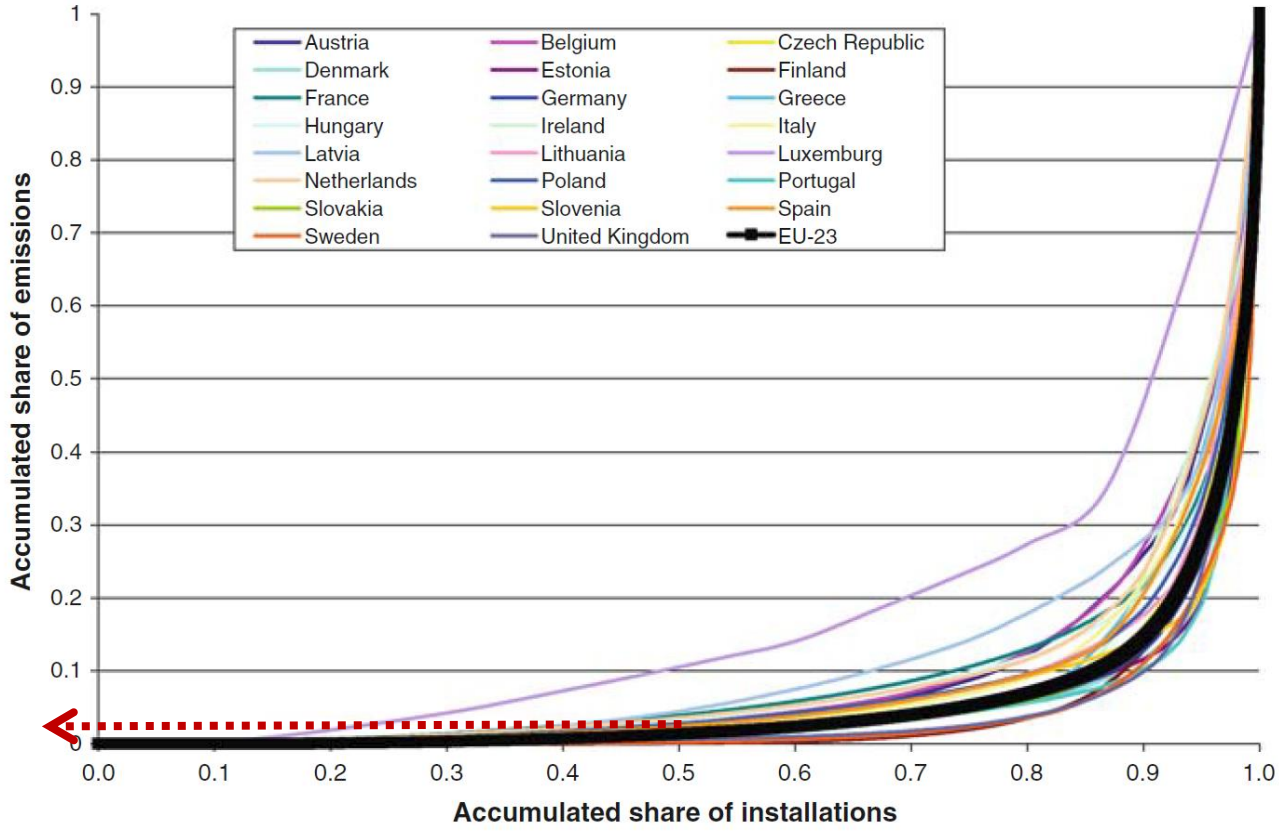
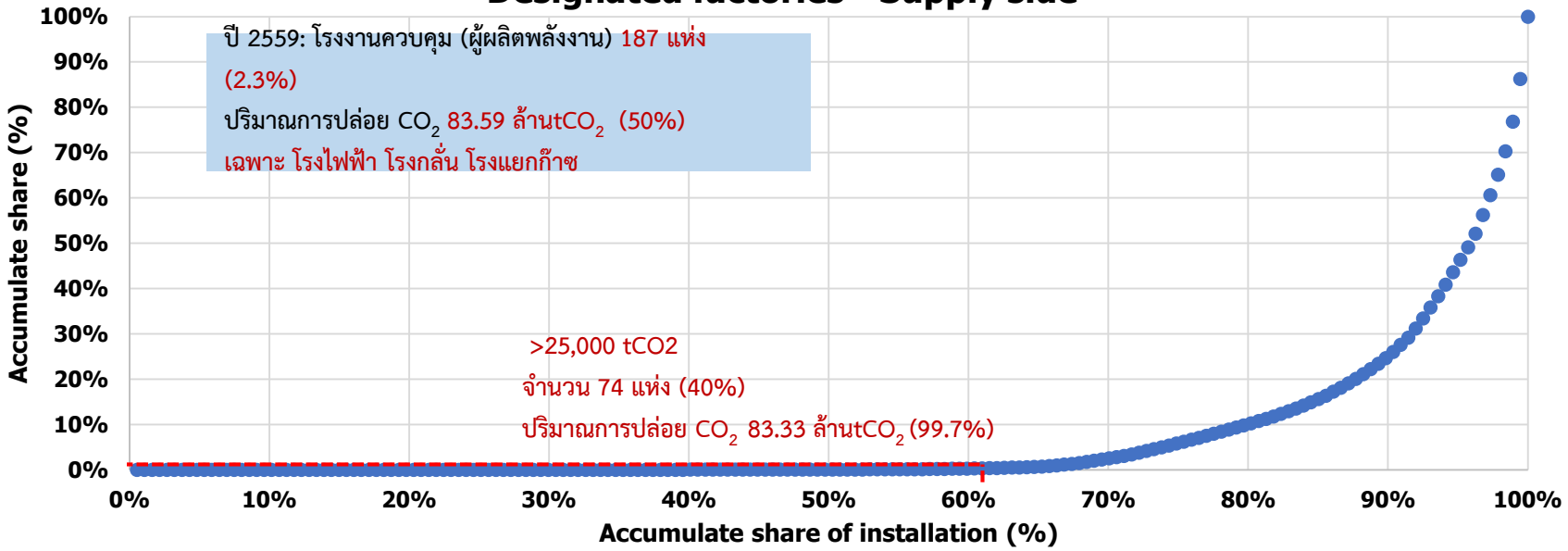


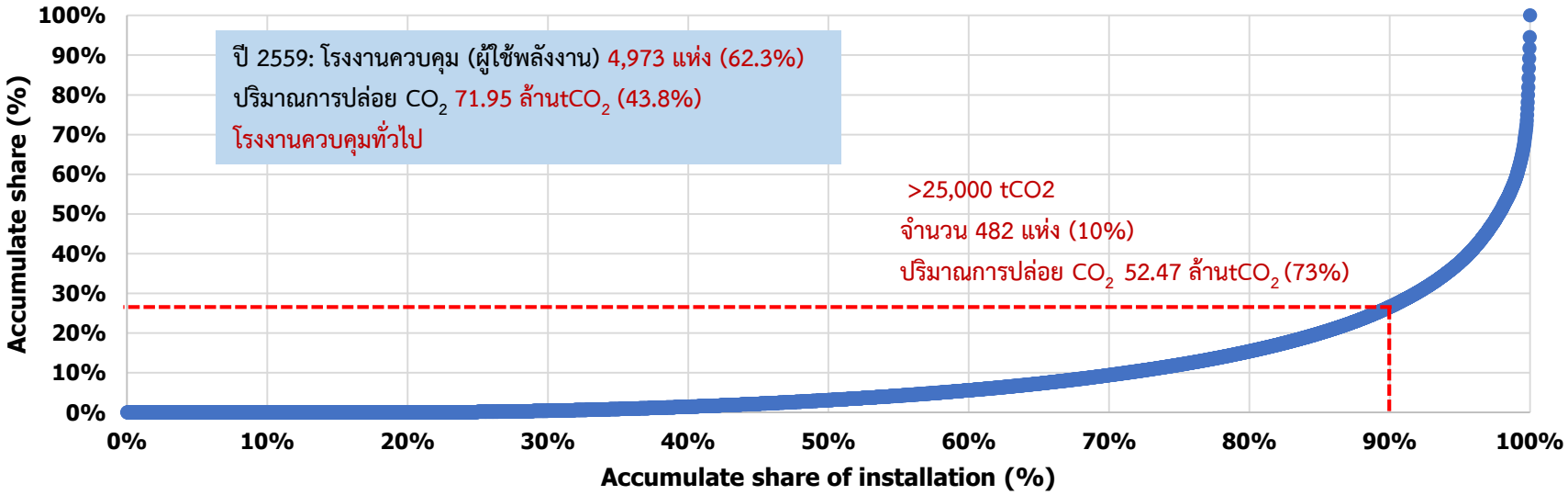
Fig. 1 Share of verified emissions 2005 compared to share of number of installations (Lorenz Curve).
Source: Community Independent Transaction Log (CITL) data

2013: เนื่องจากปัญหา ETS Transaction cost ที่สูง ทำให้ EU ปรับปรุง Threshold ใน EU-ETS เป็น 25,000 tCO_2 ต่อปี
หรือสถานประกอบการมี Rated thermal input 35 MW ขึ้นไป

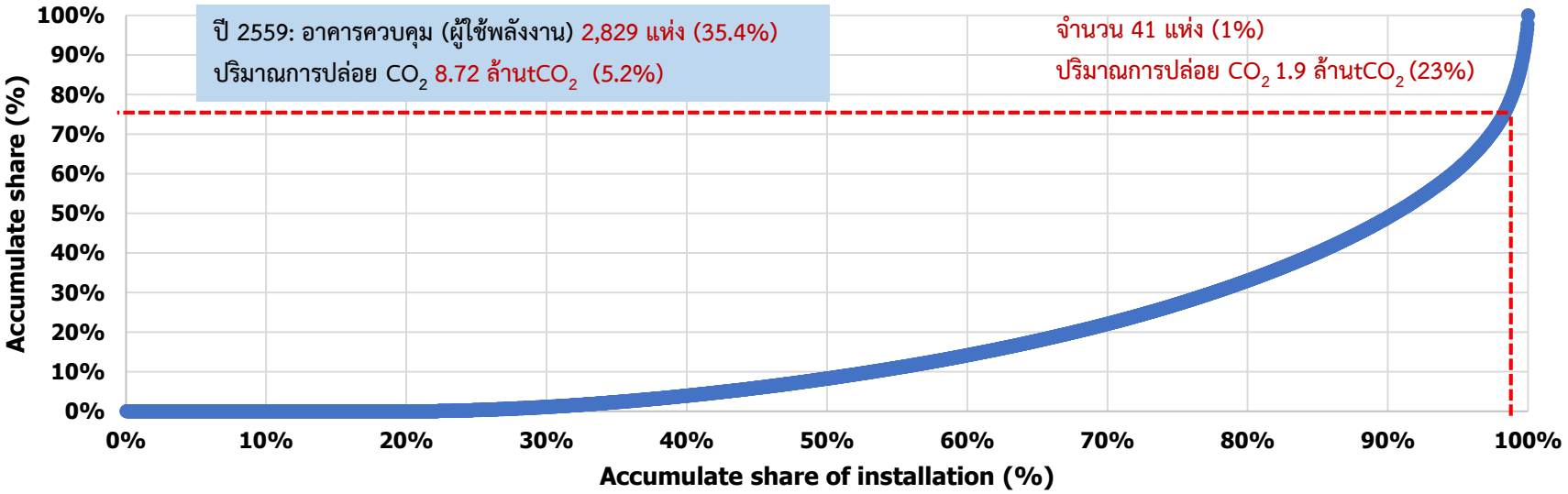
Designated factories - Supply side



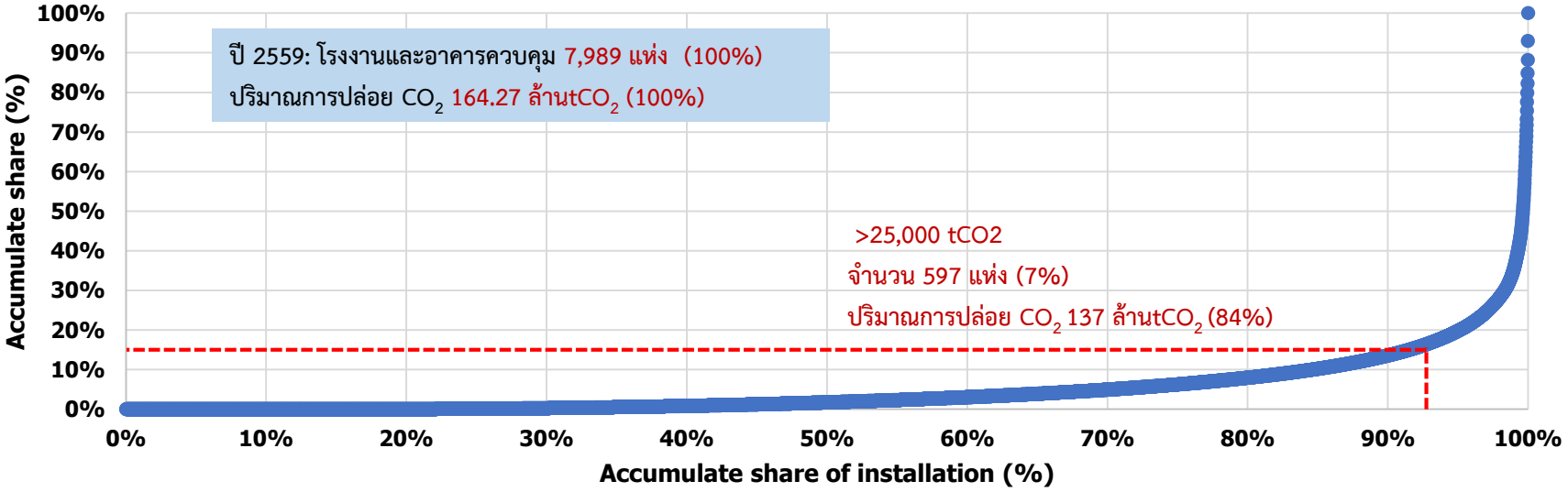
Designated factories - Demand side



Designated building

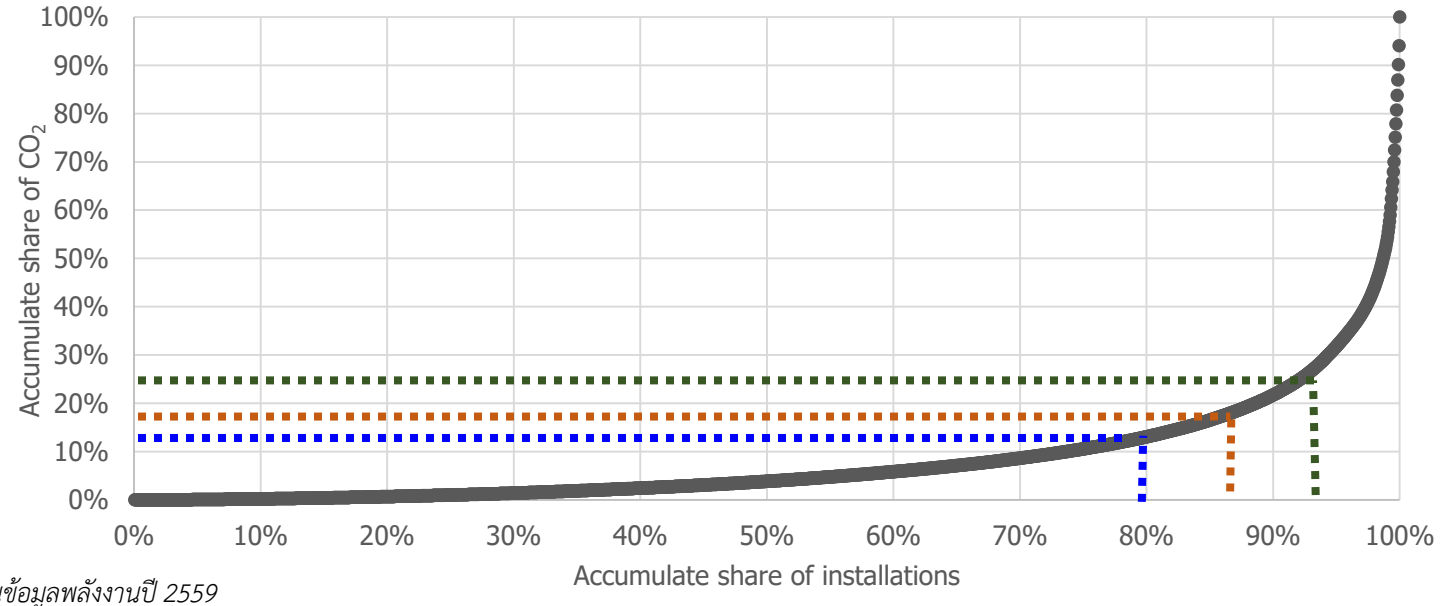


All designated factories and buildings



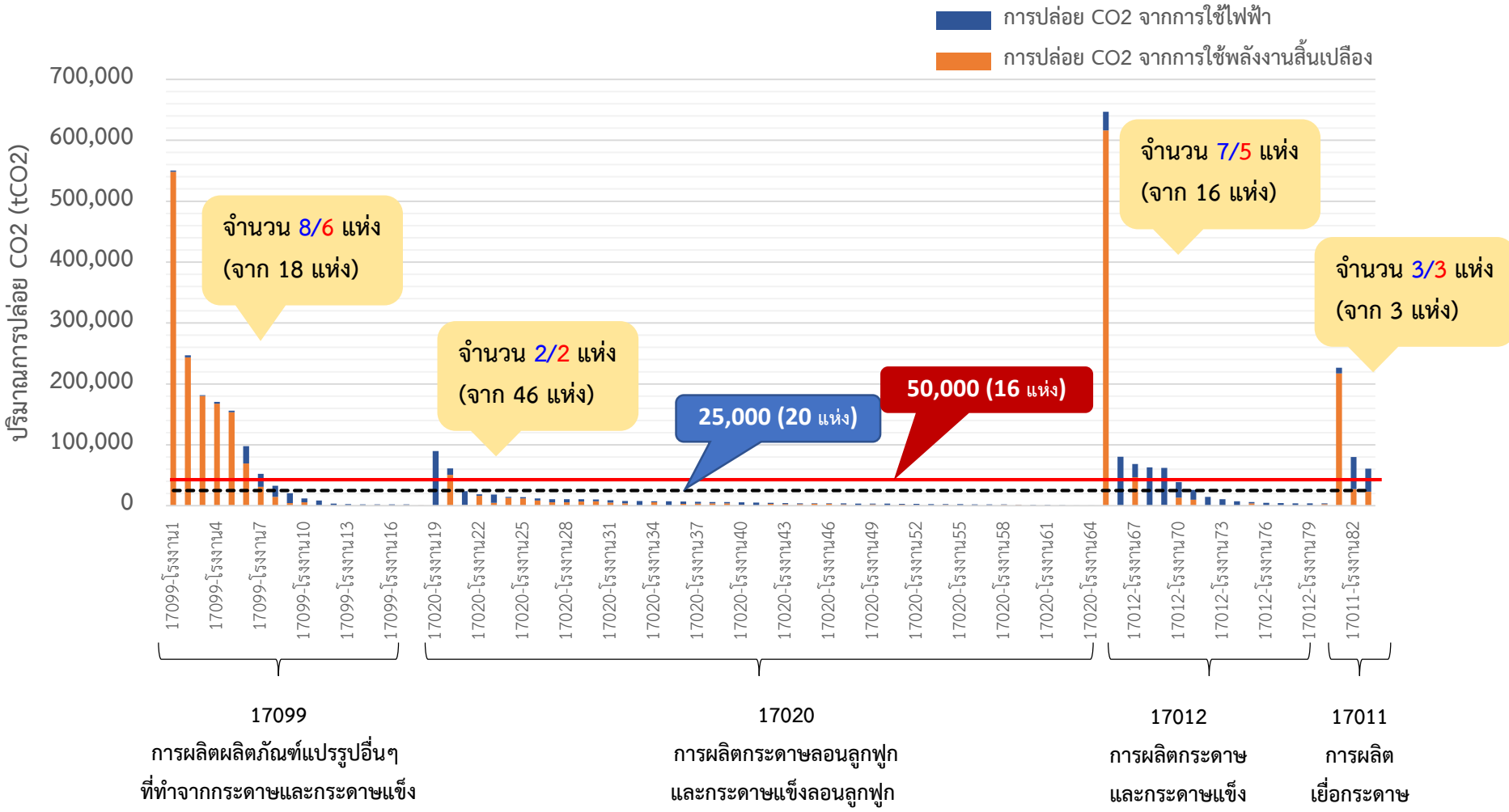
การกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโรงงานควบคุมในการศึกษานี้: ปี 2559

Threshold	15,000 tCO2		25,000 tCO2		50,000 tCO2		รวม	
สาขา	จำนวนโรงงาน	tCO2	จำนวนโรงงาน	tCO2	จำนวนโรงงาน	tCO2	จำนวนโรงงาน	tCO2
ปูนซีเมนต์	20	14,164,620	17	14,111,416.23	16	14,064,488	44	14,250,724
เซรามิก	18	1,052,652	11	920,874.90	8	837,218	34	1,146,644
เหล็กและเหล็กกล้า	55	4,026,353	38	3,702,584.87	20	3,076,476	196	4,572,460
ปิโตรเคมี	59	5,383,167	43	5,075,118.50	26	4,494,937	212	6,018,787
เยื่อและกระดาษ	32	3,371,264	27	3,267,471.91	18	2,968,007	130	3,837,800
อาหารและเครื่องดื่ม	160	5,814,054	94	4,553,747.05	26	2,165,340	813	8,947,164
แก้วและกระจก	23	1,721,376	20	1,650,626.96	14	1,447,003	50	1,820,360
พลาสติก	58	8,277,977	39	7,920,737.24	24	7,442,751	472	10,176,581
การกลั่นน้ำมัน	13	7,909,817	10	7,854,001.74	10	7,854,002	29	7,941,125
รวม	438	51,721,278	299	49,056,579	162	44,350,221	1,980	58,711,646
คิดเป็นสัดส่วน % ของทั้งหมด	22%	88%	15%	84%	8%	76%	100%	100%
กลุ่มนอกเหนือ Threshold	78%	12%	85%	16%	92%	24%		



หมายเหตุ ข้อมูลจากฐานข้อมูลพลังงานปี 2559

ปริมาณการปล่อย CO_2 ในโรงงานกลุ่มเป้าหมาย



17099
การผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่นๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็ง ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น

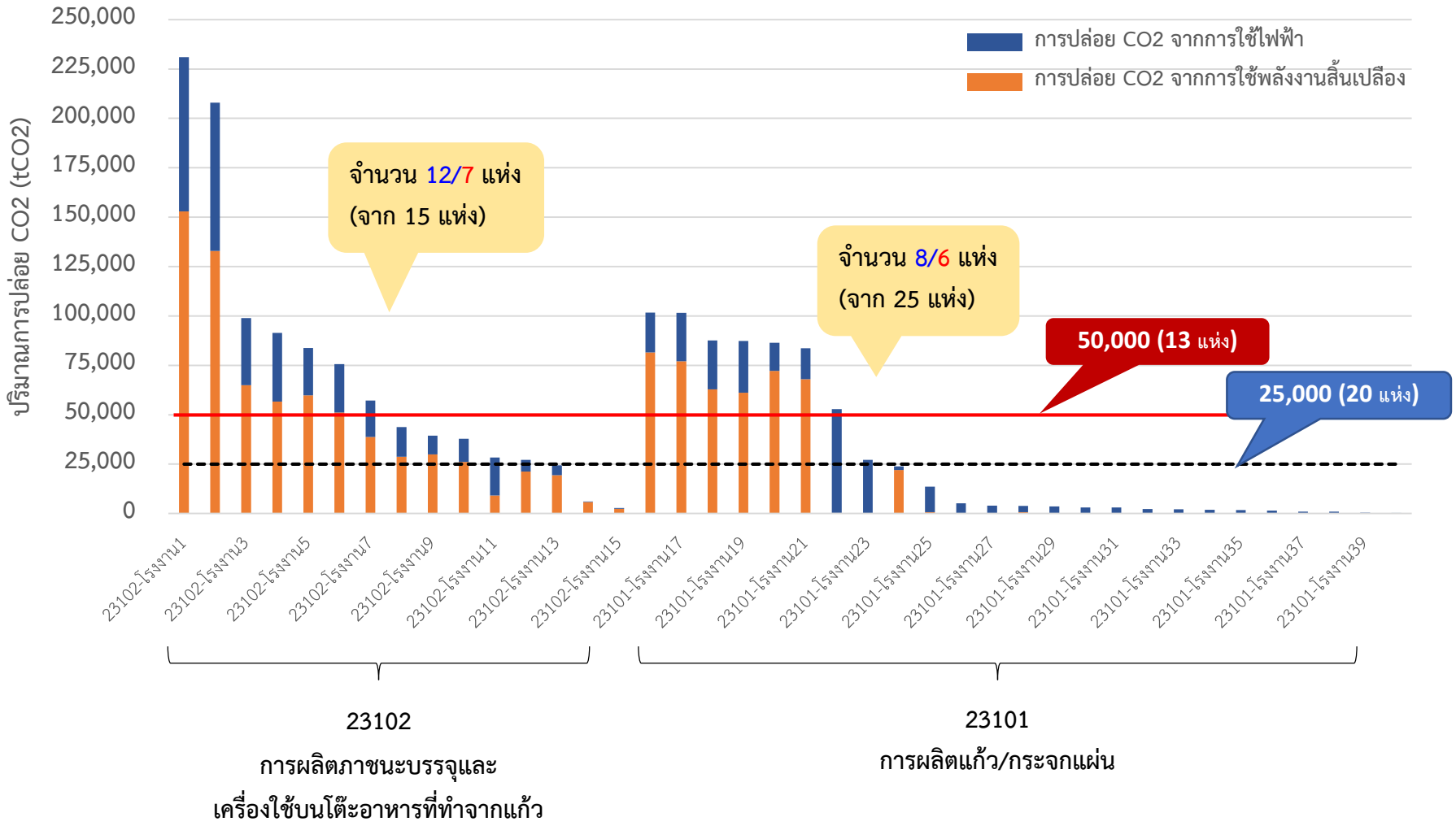
17020
การผลิตกระดาษลอนลูกฟูก และกระดาษแข็งลอนลูกฟูก และการผลิตกล่องจากกระดาษ และกระดาษแข็ง

17012
การผลิตกระดาษ และกระดาษแข็ง

17011
การผลิต เยื่อกระดาษ

หมายเหตุ ข้อมูลจากฐานข้อมูลพลังงานปี 2559

ปริมาณการปล่อย CO_2 ในโรงงานกลุ่มเป้าหมาย



หมายเหตุ ข้อมูลจากฐานข้อมูลพลังงานปี 2559

การคาดการณ์การณ์อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากกรณีฐาน เพื่อกำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting) ในสาขาอุตสาหกรรม

Cap setting

คาดการณ์การณ์อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากกรณีฐาน

คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน (สิ้นเปลือง และไฟฟ้า) ในปี 2559 และอัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม (เยื่อและกระดาษ, แก้วและกระจก) ในอนาคต

กำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting) ในสาขาอุตสาหกรรม

ประเมินศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

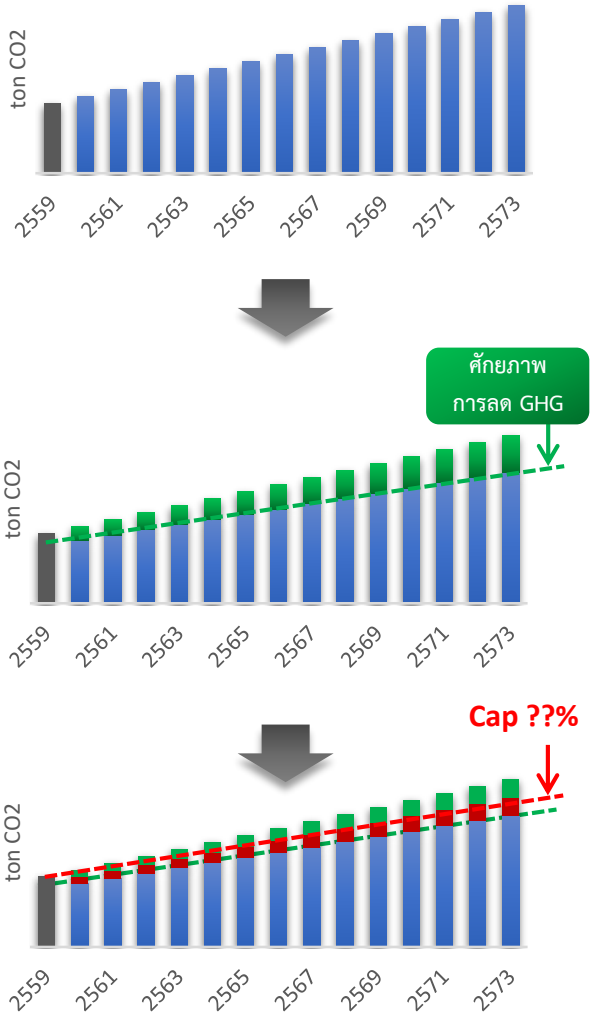
- การเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก
- การซ่อมบำรุง/ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์
- เพิ่มการใช้ Renewable Energy

เลือกกำหนด Cap ??% ของศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานนั่นๆ

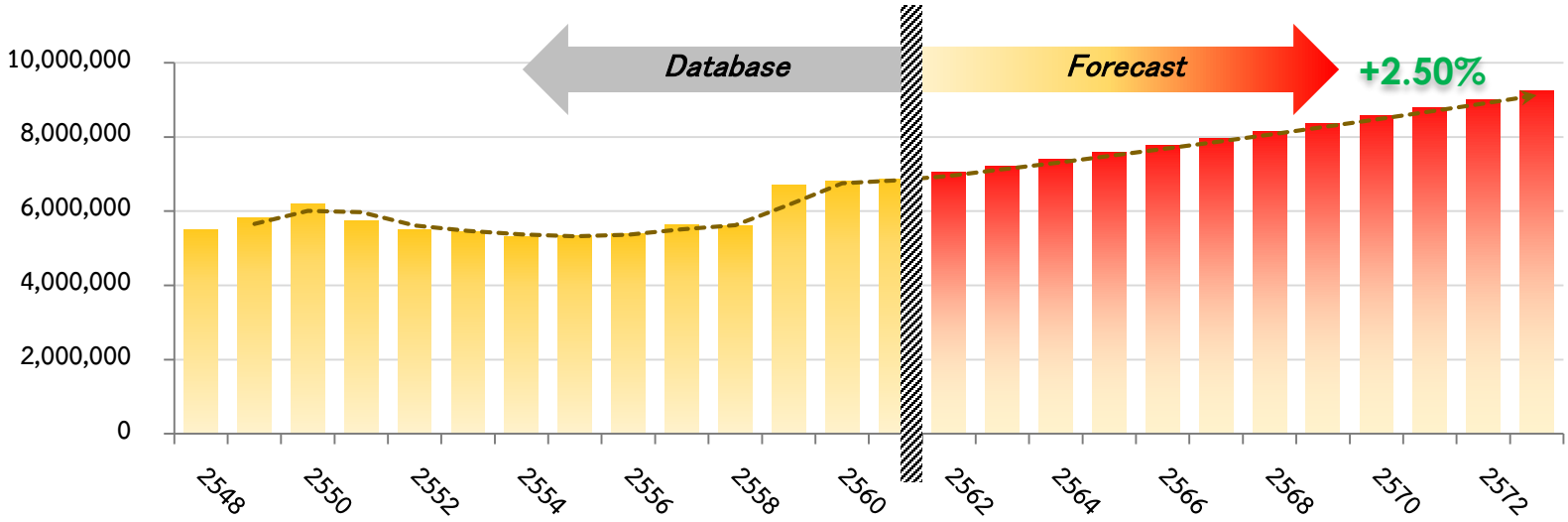
- มาตรการหลัก เปลี่ยนเครื่องจักรหลัก

- หม้อน้ำ ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ
- เตาหลอม ในอุตสาหกรรมแก้วและกระจก

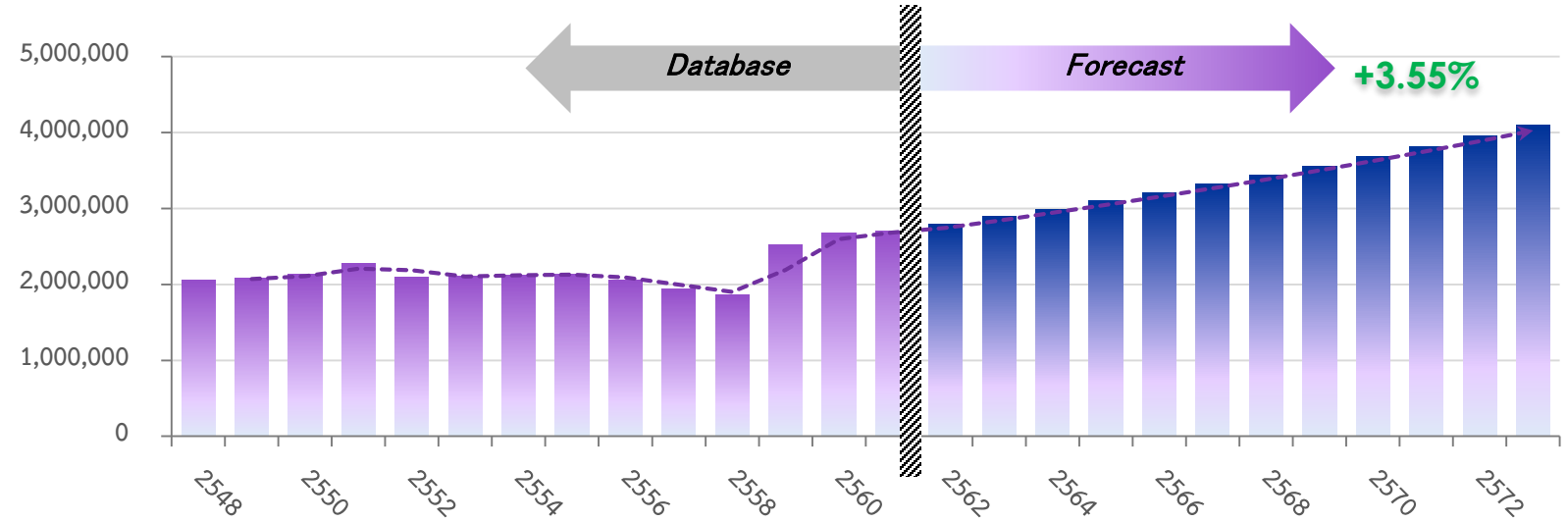
- มาตรการย่อย



การพยากรณ์อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ



สัดส่วนการใช้ในประเทศและส่งออกของอุตสาหกรรมแก้วและกระจก



ที่มา: ข้อมูลสถิติสำหรับการจัดทำดัชนีอุตสาหกรรม จากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.)

กำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting) ในสาขาอุตสาหกรรม

ประเมินศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

- การเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก
- มาตรการอนุรักษ์พลังงาน การซ่อมบำรุง/ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์
- เพิ่มการใช้ Renewable Energy

ศักยภาพการลดการใช้พลังงาน → **ศักยภาพการลดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**

ประเภทพลังงาน	การลดการใช้พลังงาน ในสาขาเยื่อและกระดาษ (%)		การลดการใช้พลังงาน ในสาขาแก้วและกระจก (%)	
ความร้อน	เปลี่ยนเครื่องจักรหลัก • เปลี่ยนหม้อไอน้ำ	10-20%	เปลี่ยนเครื่องจักรหลัก • เปลี่ยนเตาหลอม	10-15%
	เพิ่มการใช้ Renewable Energy • เพิ่มการใช้ชีวมวลในหม้อไอน้ำ	ลดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง 20-50% (ขึ้นกับเงื่อนไข)	เพิ่มการใช้ Renewable Energy	ไม่มีศักยภาพ
	มาตรการย่อยอื่นๆ	1-2%	มาตรการย่อยอื่นๆ	2-3%
รวมด้านความร้อน		**11-22%**		**12-17%**
ไฟฟ้า	เปลี่ยนเครื่องจักรหลัก	-	เปลี่ยนเครื่องจักรหลัก	-
	เพิ่มการใช้ Renewable Energy • ติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์	ลดค่าจ่ายไฟฟ้า 2 -10%	เพิ่มการใช้ Renewable Energy • ติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์	ลดค่าจ่ายไฟฟ้า 0.03 – 18%
	มาตรการย่อยอื่นๆ	13-14%	มาตรการย่อยอื่นๆ	4-5%
รวมด้านไฟฟ้า		**13-14%**		**4-5%**
รวมทั้งหมด		**34-41%**		**16-22%**

ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

พิจารณาจากศักยภาพในการลดการใช้พลังงาน โดยอ้างอิงข้อมูลจาก

- Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking, UNIDO

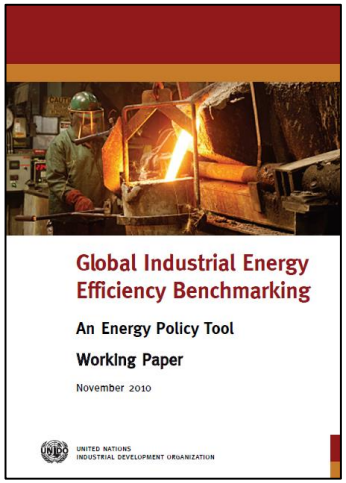


TABLE 3:
Comparison of estimated short-term industrial energy savings in industrialised and developing countries, 2007

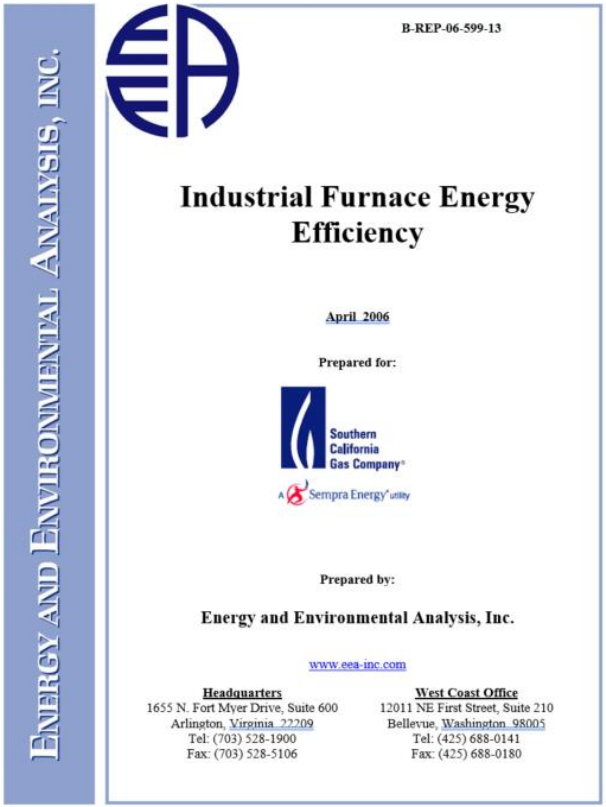
	Improvement potential (%)		Total savings potential (EJ/yr)		Share of energy costs (%)	
Sectors and products	**ICs**	**DCs (incl. EIT)**	**ICs**	**DCs (incl. EIT)**	**ICs**	**DCs (incl. EIT)**
Petroleum refineries	10-25	40-45	0.7	2.9	50-60	
Chemical and petrochemical			0.5	1.8	50-85	
Steam cracking (excl. feedstock)	20-25	25-30	0.4	0.3		
Ammonia	11	25	0.1	1.3		
Methanol	9	14	0.0	0.1		
Non-ferrous			0.3	0.7		
Alumina production	35	50	0.1	0.5	30	
Aluminium smelters	5-10	5	0.1	0.15	35-50	
Other aluminium sec.			0.1			
Copper smelters		45-50	0.0	0.1	-	
Zinc	16	46	0.0	0.1	-	
Iron and steel	10	30	0.7	5.4	10-30	
Non-metallic minerals			0.8	2.0		
Cement	20	25	0.4	1.8	25-50	
Lime					40	
Glass	30-35	40	0.4	0.2	7-20	
Ceramics					30-50	
Pulp and paper	25	20	1.3	0.3	15-35	
Textile	10	20	0.1	0.3	5-25	
Spinning					5-15	
Weaving						
Food and beverages	25	40	0.7	1.4	1-10	
Total (excl. refineries)	10-15	25-30	4.4	11.8	-	
Other sectors	10-15	25-30	2.5	8.7		
Total of all sectors (incl. refineries)	15	30-35	7.6	23.4		
(excl. Feedstock)	15-20	30-35				

Source: IEA, 2009a, b; own estimates

Note: As far as possible, energy costs are given as a share of total production costs (total of fixed costs and variable costs, including depreciation).

เตาหลอม

ที่มา : Industrial Furnace Energy Efficiency,
Energy and Environmental Analysis, Inc.



The energy savings are determined by the type of fixture material and its associated mean specific heat, accessed by means of a drop-down menu and look-up table, the reduction in the heat leaving the furnace, the furnace conditions, and the duty cycle.

	Parameter	Scenario: Baseline	Scenario: Efficiency Measure
Equipment Load and Annual Use Calculation			
1	Connected load (MBtuh)	4,000	
2	Operating time (hrs/yr)	8,760	
3	Load factor	0.685	
4	Equivalent full load hours (hrs/yr)	6,000	
5	Annual gas use (therms/yr)	240,000	
Furnace Conditions			
6	Flue gas temp. (F)	1,200	
7	Oxygen in Flue gas (% dry basis)	3	
8	Excess air (%)	15.56	
9	Combustion air temp. (F)	100	
10	Available Heat to the Furnace	61.58	
Change in Fixture Material and/or Weight			
11	Initial temp. entering furnace (F)	100	
12	Final temp. leaving furnace (F)	1,200	
13	Total Fixture Weight (lbs)	3,000	1,000
14	Material used for the fixture - furniture	Carbon Steel	Stainless steel
15	Mean specific heat of the material used (Btu/lb. F)	0.14	0.17
Gas Savings Rate and Annual Gas Savings			
16	Gas savings (%)	Base	11%
17	New Gas Use (therms/year)	Base	213,949
18	**GasSavings (therms/year)**		**26,051**
Annual Dollar Savings			
19	Gas Rate ($/therm)	$0.95	
20	**Annual Savings ($/year)**		**$24,749**

10-15%

Source: Calculation methodology provided by Arvind Thekdi, E3M, Inc.

ระดับมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ระดับมาตรการ	เป้าหมาย	การลงทุน	ประสิทธิภาพ	ข้อสังเกต	ข้อแนะนำ
1.การบำรุงรักษา	เพื่อให้เครื่องจักร/อุปกรณ์อยู่ในสภาพดีและมีประสิทธิภาพหรือระดับสมรรถนะสูงอยู่เสมอ	น้อย	- ปานกลาง (ประมาณ 20-30%)หากยังไม่เคยดำเนินการมาก่อน - น้อย (ประมาณ 5%) หากมีการบำรุงรักษาที่ดีอยู่แล้ว	- ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์ให้สูงกว่าที่มีอยู่ - เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานนานอาจจะมีประสิทธิภาพที่ต่ำลงแม้จะมีการบำรุงรักษาที่ดี	ควรบำรุงรักษาเพื่อให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์อยู่ที่จุดที่ดีที่สุดอยู่เสมอ และเป็นการเรียกคืนส่วนที่เสียให้กลับคืนมาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย
2.การปรับเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์บางส่วน	เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์บางส่วน	ปานกลาง-มาก ขึ้นกับประเภทขนาดและชนิดของเครื่องจักร/อุปกรณ์	>10-40% ของเครื่องจักร/อุปกรณ์เดิม	ประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่นำมาใช้มี range ที่แตกต่างกันตามประเภท	ควรปรับเปลี่ยนเมื่อได้ดำเนินการบำรุงรักษาเต็มที่แล้ว หรือเมื่อเครื่องจักร/อุปกรณ์เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน
3.การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ได้สูงสุด	มาก	ประสิทธิภาพสูงทั้งระบบ	ข้อจำกัดของเทคโนโลยีกระบวนการผลิตและโอกาสทางการตลาดที่อาจต้องสูญเสียไปหากมีการหยุดการผลิตเพื่อปรับเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์	ควรดำเนินการเมื่อมีการเพิ่มสายการผลิตใหม่หรือมีการก่อสร้างอาคาร/โรงงานใหม่หรือขยายกิจการ

ตัวอย่างมาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

มาตรการ	กรอบการดำเนินการ	ผลประหยัดที่ได้
ระบบปรับอากาศ		
1.ปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นให้สูงขึ้น	ปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ผลิตได้ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ - กรณีทำน้ำเย็นสำหรับปรับอากาศเพื่อภาวะสบายควรปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 7 °C แต่ไม่ควรเกิน 9 °C - กรณีทำน้ำเย็นสำหรับใช้ในกระบวนการผลิต ควรปรับตั้งให้มีอุณหภูมิสูงที่สุดโดยไม่ส่งผลกระทบกับกระบวนการผลิต	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้ประมาณร้อยละ 4 เมื่ออุณหภูมิน้ำเย็นเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 °C
2.บำรุงรักษาหอผึ่งเย็นอย่างสม่ำเสมอ	จัดแผนบำรุงรักษาและทำความสะอาดหอผึ่งเย็นตามระยะเวลาที่เหมาะสม	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 1.5-2 เมื่ออุณหภูมิน้ำระบายความร้อนลดลง 0.5 °C
3.ทำความสะอาดผิวภายในท่อคอนเดนเซอร์อัตโนมัติ	ติดตั้งระบบล้างทำความสะอาดผิวภายในท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันการเกิดตะกรัน ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนดีขึ้น	ประหยัดพลังงานได้ประมาณร้อยละ 5-20 ขึ้นกับเงื่อนไขการใช้งานและสภาพการบำรุงรักษา
ระบบอัดอากาศ		
1ลดอัตราการรั่วไหลของอากาศอัด	ตรวจสอบจุดรั่วต่างๆและแก้ไขเพื่อลดอัตราการรั่วไหลของอากาศอัดในระบบผลิตและส่งจ่ายอากาศอัดไม่ให้เกินกว่าร้อยละ 5 ของอัตราการผลิตอากาศอัดทั้งหมด	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 5-20% หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับอัตราการรั่ว
2.ปรับความดันอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน	- ตั้งความดันของอากาศอัดที่ผลิตให้ใกล้เคียงกับความดันใช้งานในระบบ - ลดความดันสูญเสียในระบบท่อส่งอากาศอัดให้ต่ำที่สุด	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 5-15% เมื่อลดความดันอากาศที่ผลิตจาก 7 บาร์เหลือ 5.5 บาร์ (ผลประหยัดขึ้นกับความดันอากาศที่ผลิตและชนิดของเครื่องอัดอากาศ)
3.ลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ	ติดตั้งเครื่องอัดอากาศในที่มีการถ่ายเทอากาศเพียงพอและหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีความชื้นสูง	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1% เมื่ออุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศลดลงทุกๆ 3 °C

ตัวอย่างมาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

มาตรการ	กรอบการดำเนินการ	ผลประหยัดที่ได้
หม้อไอน้ำและระบบส่งจ่ายไอน้ำ		
1.ปรับปรุงอัตราส่วนอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้เหมาะสม	ปรับอัตราส่วนอากาศของหม้อไอน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด สำหรับหม้อไอน้ำในกระบวนการผลิตทั่วไปที่ภาระใช้งานไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ● เชื้อเพลิงแข็ง : อัตราส่วนอากาศไม่เกิน 1.5 เท่า ● เชื้อเพลิงเหลว : อัตราส่วนอากาศไม่เกิน 1.3 เท่า ● เชื้อเพลิงก๊าซ : อัตราส่วนอากาศไม่เกิน 1.2 เท่า	ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงขึ้นประมาณ 1% เมื่ออุณหภูมิไอเสียลดลง 15-20 °C
2.การหุ้มฉนวนกันความร้อน	หุ้มฉนวนหม้อไอน้ำ อุปกรณ์ในระบบส่งจ่ายไอน้ำและระบบนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำที่มีความจำเป็นต้องการเก็บรักษาความร้อน	ลดการสูญเสียความร้อนได้มากกว่า 80% ขึ้นอยู่กับชนิด/ความหนาของฉนวน และอุณหภูมิผิวก่อนหุ้มฉนวน
3.การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้	นำไอน้ำกลั่นตัวหรือคอนเดนเสทกลับมาใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำป้อนสำหรับหม้อไอน้ำ	ประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 1% เมื่อน้ำป้อนมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 6 °C

มาตรการการปรับเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง

มาตรการ	กรอบการดำเนินการ	ผลประโยชน์ที่ได้
1.มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ธรรมดา 2-4%	ลดพลังงานไฟฟ้า 25-30% เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ธรรมดาที่มีขนาดเท่ากัน
2.อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ	ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระการใช้งานสำหรับระบบที่มีความจำเป็นต้องปรับความเร็วมอเตอร์ให้เหมาะสมกับงานในกระบวนการผลิตและอุปกรณ์ เช่น ปั๊มน้ำ และพัดลม เป็นต้น	ประหยัดพลังงานได้สูงสุด 40% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งระบบ
3.หลอดไฟประสิทธิภาพสูง	เปลี่ยนเป็นหลอด LED	ประหยัดพลังงานได้ 25-30%
4.เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง	เปลี่ยนไปใช้เครื่องทำน้ำเย็นชนิดปรับความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ (VSD Chiller)	ประหยัดพลังงานได้ 20-40% โดยพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงขึ้นอยู่กับภาระการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นเป็นหลัก
5.เครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง	ติดตั้งเครื่องอัดอากาศชนิดปรับความเร็วรอบ (VSD Air compressor)	ประหยัดพลังงานได้ 10-30% ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

ตัวอย่างมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพ

ชื่อมาตรการ ติดตั้ง Solar Rooftop ขนาด 1 MW

อธิบายมาตรการ เพื่อประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และใช้พลังงานทดแทนให้เกิดประโยชน์

ข้อมูลเบื้องต้น		
ชั่วโมงเปิดใช้งานเฉลี่ย (Hr)	11	Hr
จำนวนวันที่เปิดใช้งานเฉลี่ย (day)	365	day
Solar Roof	1,000.00	kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	100.00	%
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี 2560	3.18	บาท/หน่วย
ก่อนปรับปรุง		
พลังงานไฟฟ้าในการผลิต ปี 2560	8,656,240	kWh/yr
ค่าใช้จ่ายพลังงาน	= การใช้พลังงานต่อปี x ค่าพลังงานต่อหน่วย	
	27,526,843.20	บาท/yr
หลังปรับปรุง		
พลังงานไฟฟ้าจาก solar roof ที่ผลิตได้ใน 1 ปี	= Solar Power generated in 1 year	
	1,620,0000	kWh/yr
ผลประหยัดที่เกิดขึ้น	= พลังงานที่ผลิตได้ต่อปี x ค่าพลังงานต่อหน่วย	
	5,151,600	บาท/yr
การลงทุน		
เงินลงทุน	31,000,000.00	บาท
คืนทุน	= เงินลงทุน/พลังงานที่ประหยัดได้	
	6.01	**ปี**

มาตรการการปรับเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง

ชื่อมาตรการ ติดตั้งเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าระบบ Organic Rankine Cycle

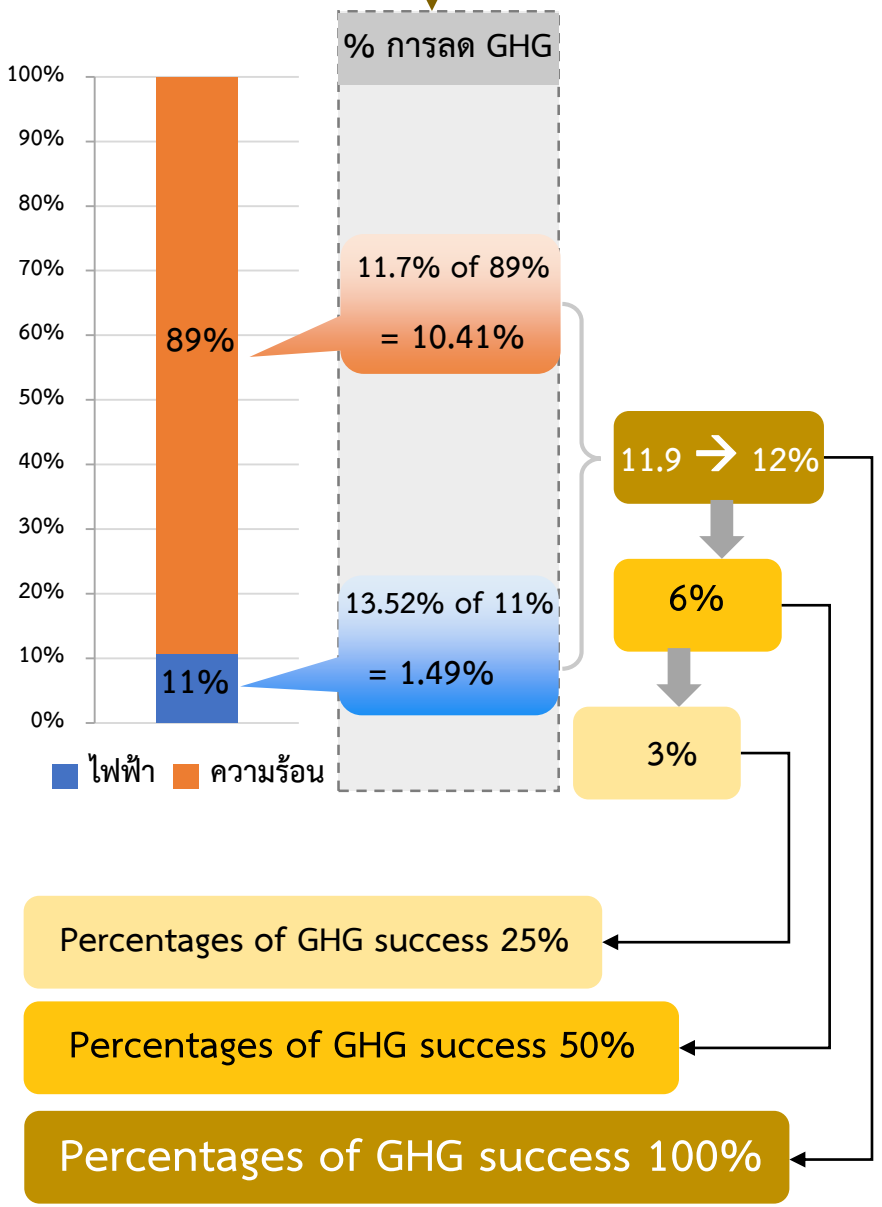
อธิบายมาตรการ นำเอาความร้อนเหลือทิ้งจากเตาหลอมแก้ว มาผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อมูลเบื้องต้น		
อุณหภูมิเหลือทิ้งจากเตาหลอม	348	°C
Volume flow rate	9.95	m^3/s
Mass flow rate	1,000.00	kW
Temp out	180	°C
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี 2560	3.18	บาท/หน่วย
ก่อนปรับปรุง		
พลังงานไฟฟ้าในการผลิต ปี 2560	8,656,240	kWh/yr
ค่าใช้จ่ายพลังงาน	= การใช้พลังงานต่อปี x ค่าพลังงานต่อหน่วย	
	27,526,843.20	บาท/yr
หลังปรับปรุง		
ปริมาณความร้อนเหลือทิ้ง	= 1,638.168	kW
ระบบ ORC ที่ได้	= 163.8168	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของระบบ ORC	= 150	kWe
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี	= 1,314,000	kWh/ปี
การลงทุน		
เงินลงทุน	8,000,000.00	บาท
คืนทุน	= เงินลงทุน/พลังงานที่ประหยัดได้	
	6.09	**ปี**

มาตรการที่ทำให้เกิดการลดการใช้พลังงาน

สาขา เยื่อและกระดาษ

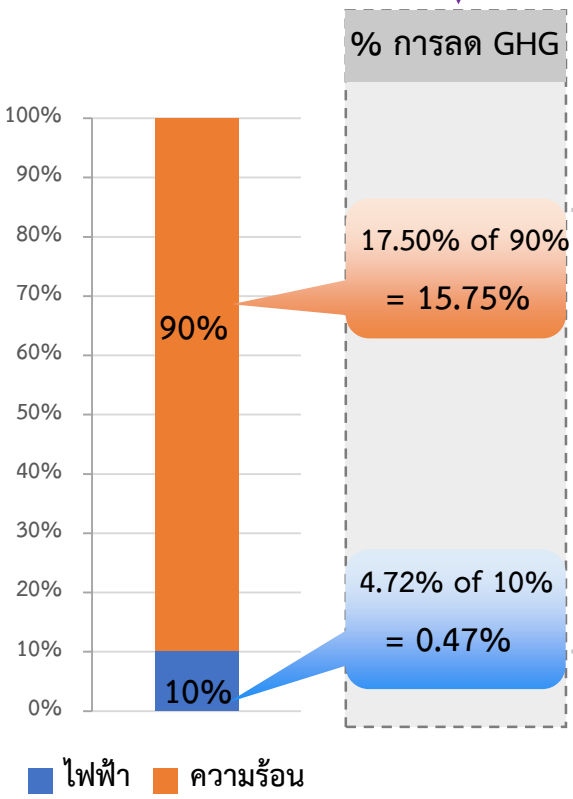
มาตรการประหยัดพลังงานด้านความร้อน	ผลประหยัด (%)
เปลี่ยนมาตรการหลัก → เปลี่ยนหม้อไอน้ำ	10
• ลดการสูญเสียไอน้ำออกจาก Steam Trap	• 0.74
• หุ้มฉนวนกันความร้อนระบบท่อต่างๆ	• 0.40
• Moisture Scanner at Size Press	• 0.37
• Steam and Condensate Modify	• 0.15
• Change steam trap	• 0.04
	1.70
รวมมาตรการด้านความร้อน	11.7
มาตรการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า	**ผลประหยัด**
กระบวนการผลิต/อื่นๆ	6.35
• three-Stage Bleaching	• 4.67
• Mill Water Replacement and Management	• 0.79
• ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	• 0.66
• New Wire Design (Wire Part)	• 0.17
• ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก Hood Optimization	• 0.03
• Desiccant Air Dryer	• 0.03
VSD	3.36
• VSD for LC cleaner	• 2.16
• ติดตั้งระบบปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่แผนกเครื่องจักร	• 0.73
• ตั้งระบบปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่แผนกน้ำเสีย	• 0.42
• Inverter	• 0.32
• ลดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ VSD ที่ Cooling Fan ของ Cooling Tower	• 0.05
ระบบทำความเย็น	3.00
• ติดตั้ง Absorption Chiller	• 2.18
• ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก Absorption Chiller	• 0.11
ระบบอากาศอัด	0.71
• ลดการรั่วไหลของอากาศอัด	
Generator	0.47
• Low Pressure Turbine Generator	
เปลี่ยนระบบ/อุปกรณ์ LED	0.02
• เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอด LED	
รวมมาตรการด้านไฟฟ้า	13.52



มาตรการที่ทำให้เกิดการลดการใช้พลังงาน

มาตรการประหยัดพลังงานด้านความร้อน	ผลประหยัด (%)
เปลี่ยนมาตรการหลัก → เปลี่ยนเตาหลอม	10 - 15
• หุ้มฉนวนกันความร้อนของระบบท่อต่างๆ	• 2.00
• นำความร้อนจากเตามาเป็นอากาศป้อนเข้า Air Blower	• 0.40 (2.50)
• ลดความร้อนสูญเสียจาก Gap ของ Batch charger	• 0.10
รวมมาตรการด้านความร้อน	12.50 – 17.50
มาตรการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า	**ผลประหยัด**
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	1.59
• ลดพลังงานไฟฟ้าเครื่องทำความเย็นโรงงานผลิตกระจกสะท้อนแสง	• 1.38
• ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบแอร์ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	• 0.16
• เปลี่ยนชุดมอเตอร์และใบพัด Cooling Tower	• 0.03
• New Change High Efficiency Air Condition No.5	• 0.02
พัดลม	1.08
• FT Fan reduction	• 0.26
• ลดพลังงานไฟฟ้าพัดลมเป่ากระจกที่กระจกเงา	• 0.24
• ลดพลังงานไฟฟ้าของพัดลมเป่ากระจกที่ Cutting	• 0.21
• ลดพลังงานไฟฟ้าของพัดลม Cooling Tower fan	• 0.19
• ลดพลังงานไฟฟ้าพัดลมเป่ากระจกที่ที่เครื่องผลิตกระจกนิรภัย	• 0.17
• การเปลี่ยนใบป้อนวัตถุดิบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสกรู	• 0.01
อื่นๆ	0.98
• การเปลี่ยนระบบขึ้นรูปแก้วจากระบบ Hydraulic Press เป็นระบบ Servo Punching	• 0.77
• ลดพลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหล่อเย็นของ Bubbler	• 0.10
• Dust collector (Cold side) reduction	• 0.10
• ลด Pressure น้ำใช้อุปโภคบริโภคในโรงงาน	• 0.01
VSD	0.71
• Install inverter for return pump	• 0.31
• Install Inverter for Lehr Cooling fan	• 0.20
• Install inverter for Cooling tower fan	• 0.20
ระบบอากาศอัด	0.35
• ลด Pressure ลมอัด	• 0.18
• ลด HP Air Compressor	• 0.13
• ลดรอยรั่วไหลในระบบอากาศอัด	• 0.04
LED	0.01
• เปลี่ยนโคม LED	• 0.01
รวมมาตรการด้านไฟฟ้า	4.72

สาขา แก้วและกระจก



16.22 → 16%

8%

4%

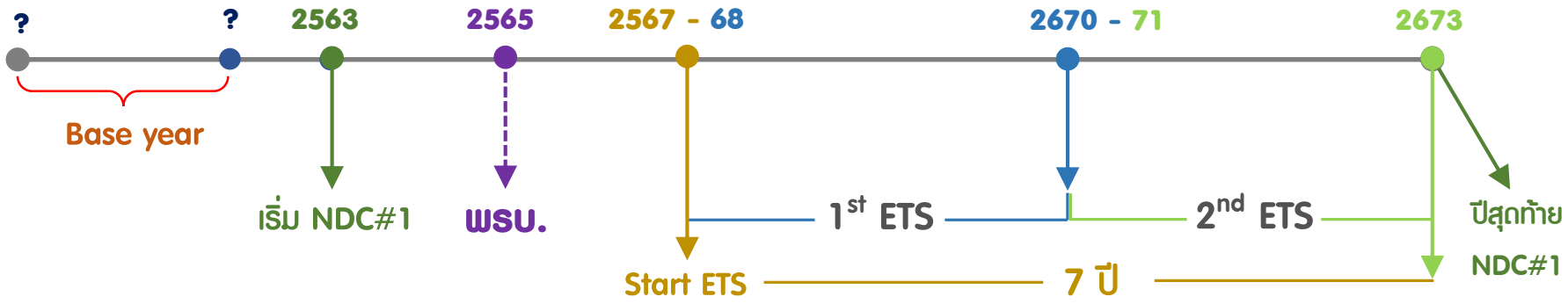
Percentages of GHG success 25%

Percentages of GHG success 50%

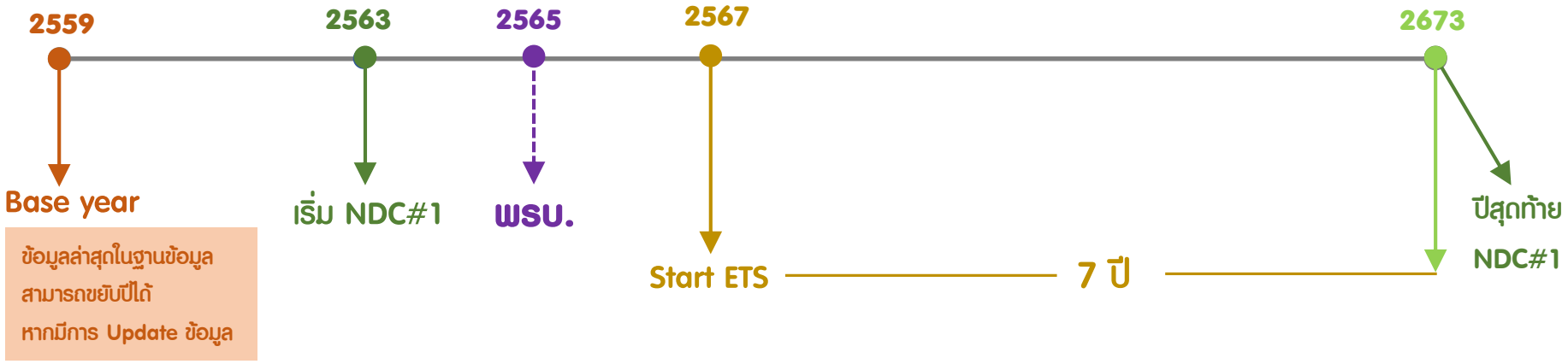
Percentages of GHG success 100%

ระยะเวลาการออกกฎหมาย และบังคับใช้กฎหมาย ETS

1. แผนที่คาดการณ์

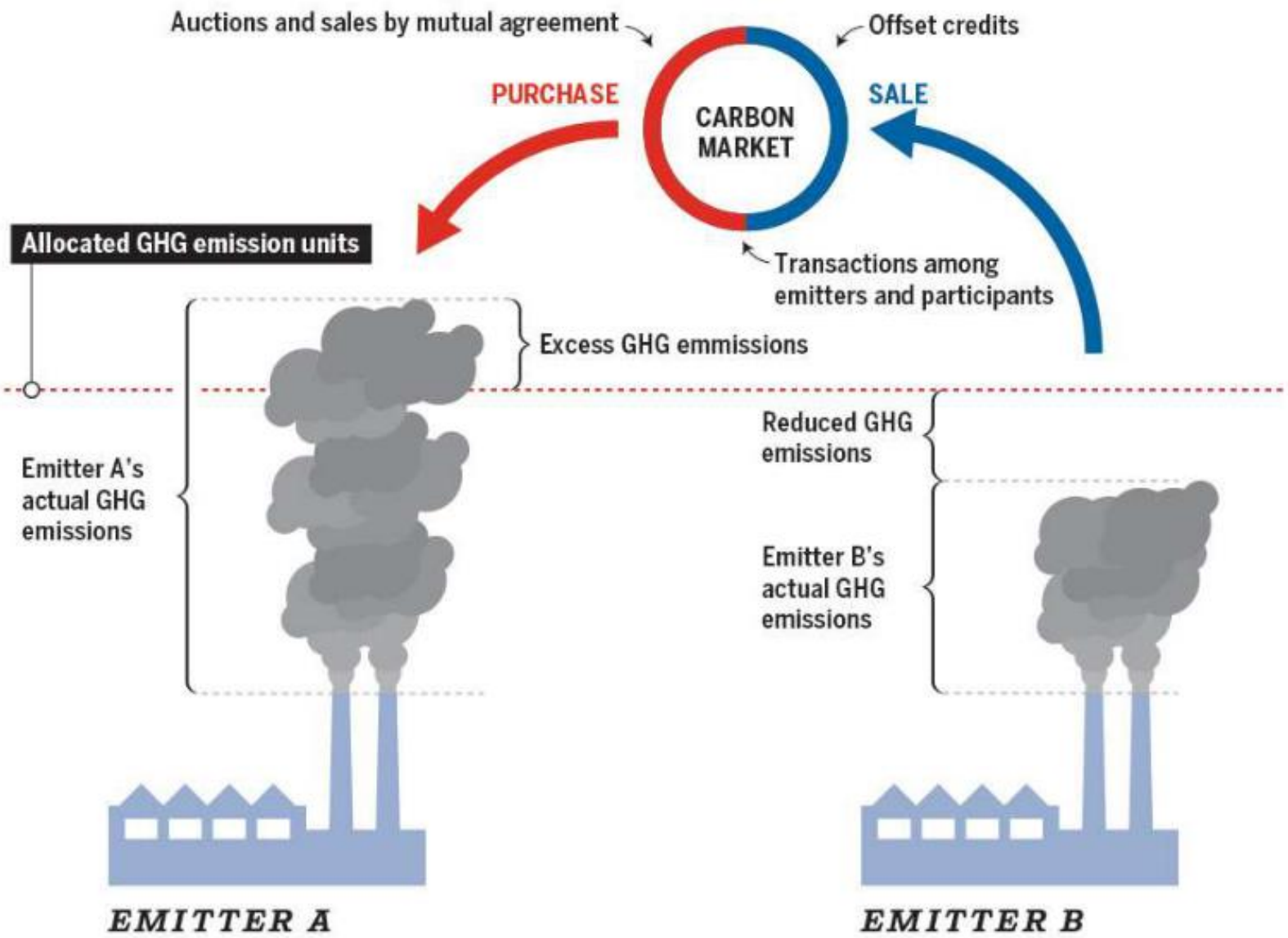


2. แผนในงาน



ข้อมูลล่าสุดในฐานข้อมูล
สามารถขยับปีได้
หากมีการ Update ข้อมูล

Emission Trading Scheme (ETS) Concept



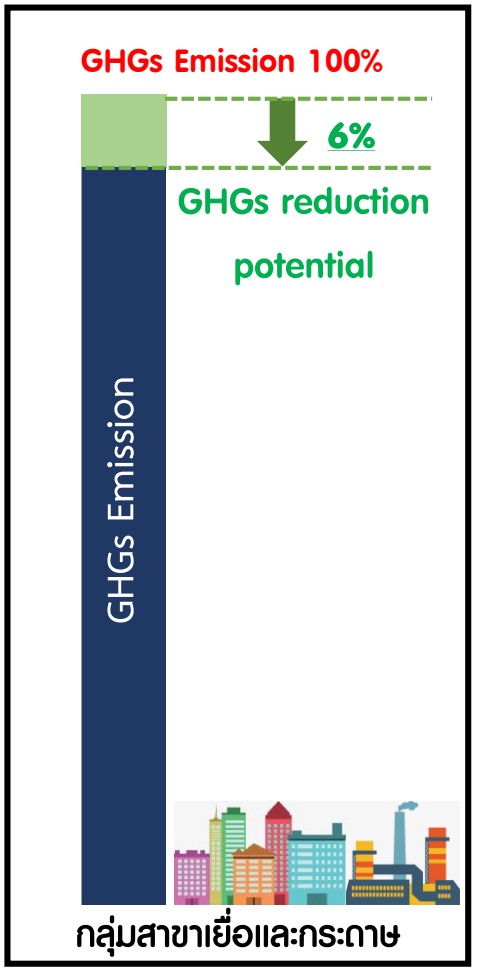
Scenario 1: Absolute (แจกเป้าการลด GHGs สัดส่วนลดเท่ากันหมดทั้ง Sector)

โรงงาน D เป้า 80
ปล่อยเพิ่ม (ซื้อจาก Sector อื่น)

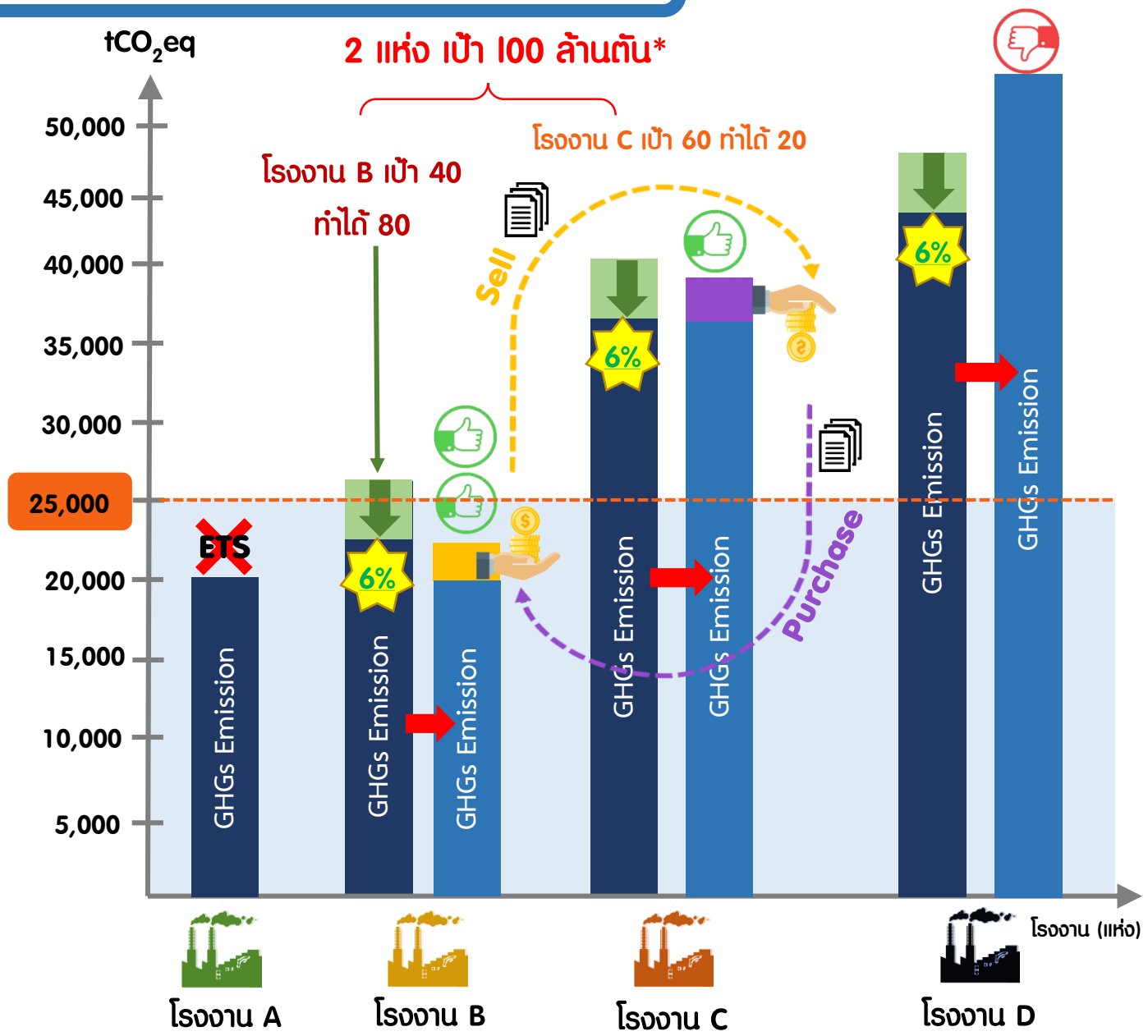
ประเมินศักยภาพ

การลด GHGs = 6%

(180 ล้านตัน*)



* ตัวเลขสมมติ

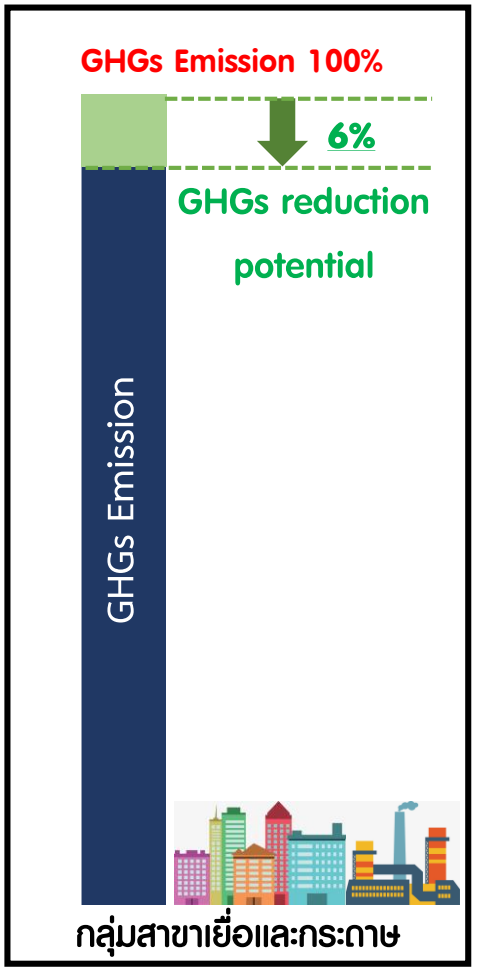


Scenario 2: Intensity (แจกเป้าลด GHG intensity เป็นรายโรงงาน)

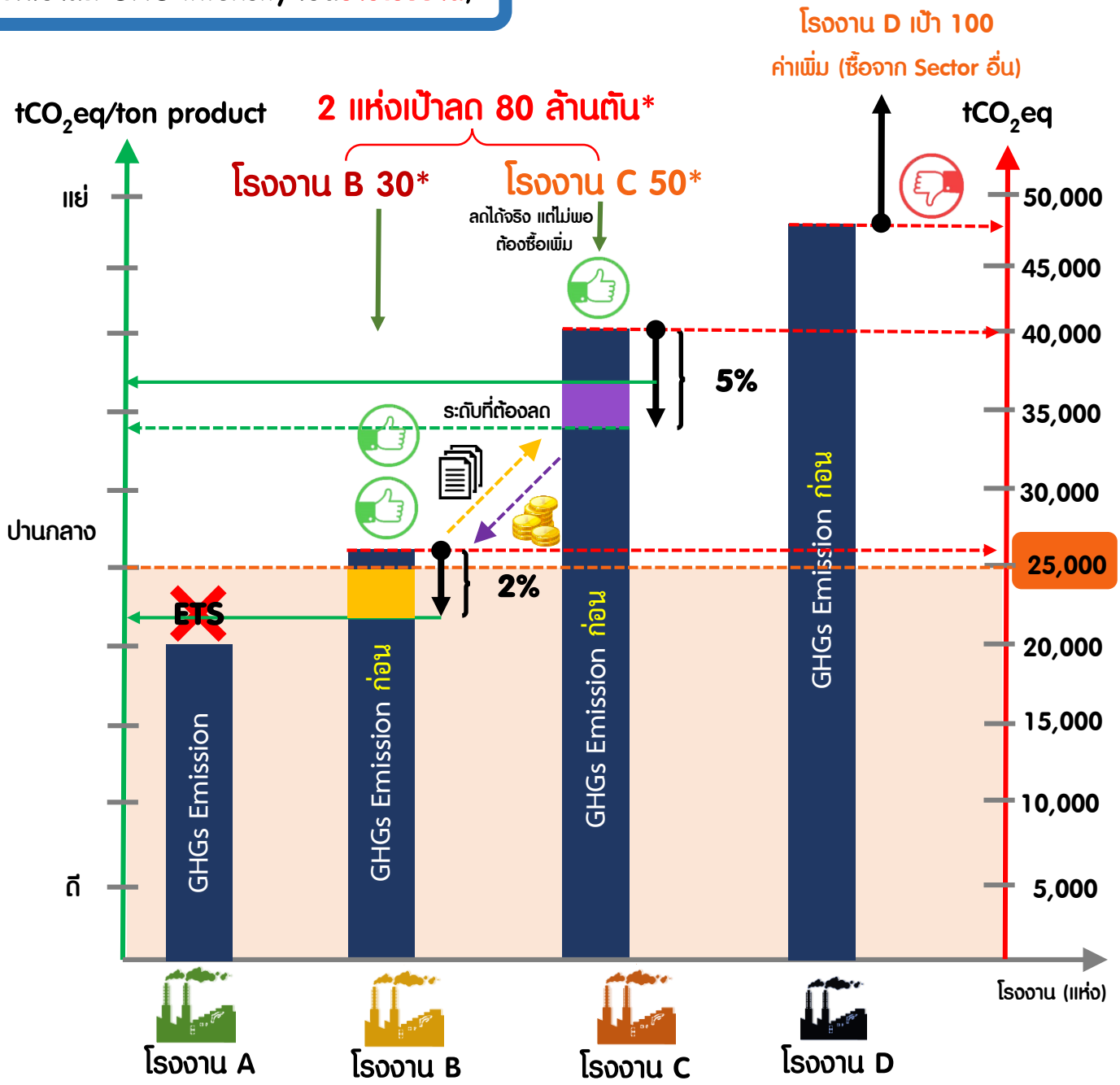
ประเมินศักยภาพ

การลด GHGs = 6%

(180 ล้านตัน*)

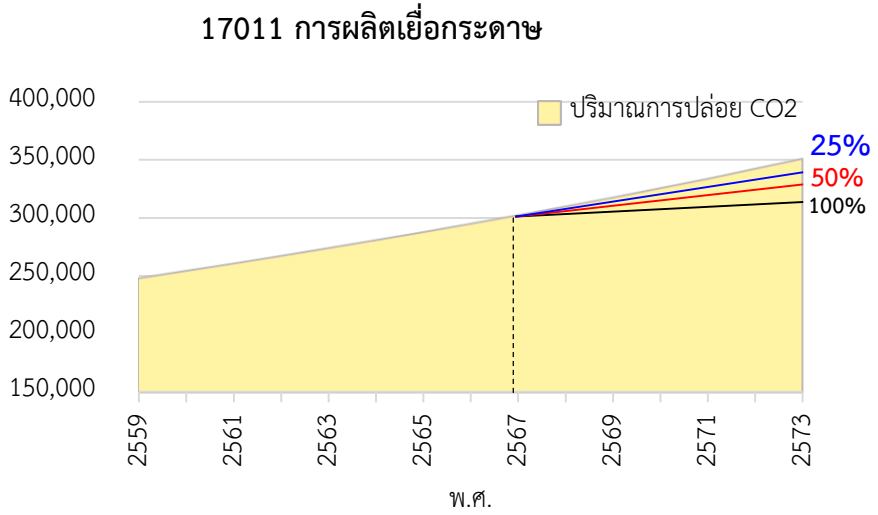


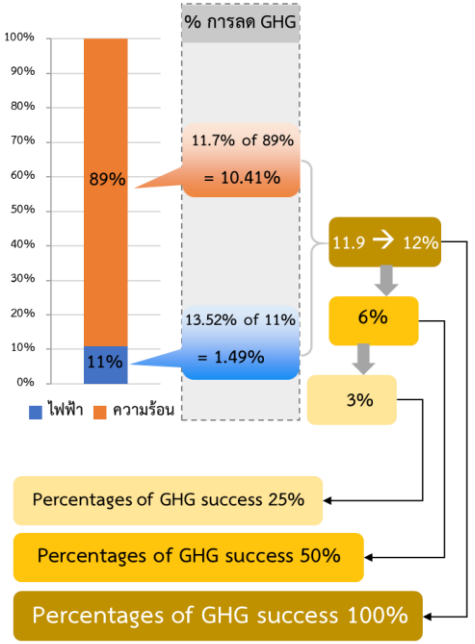
* ตัวเลขสมมติ

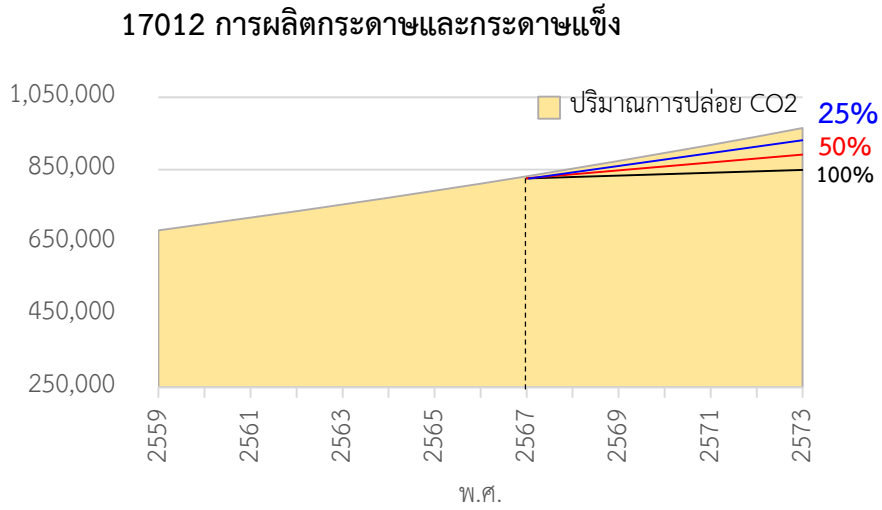


กำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting) ในสาขาอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

- การประเมินการปล่อย CO_2 จากปีฐาน 2559 โดยใช้ Growth Rate +2.50%
- เลือกกำหนด Cap 25% และ 50% ของศักยภาพการลดสูงสุด





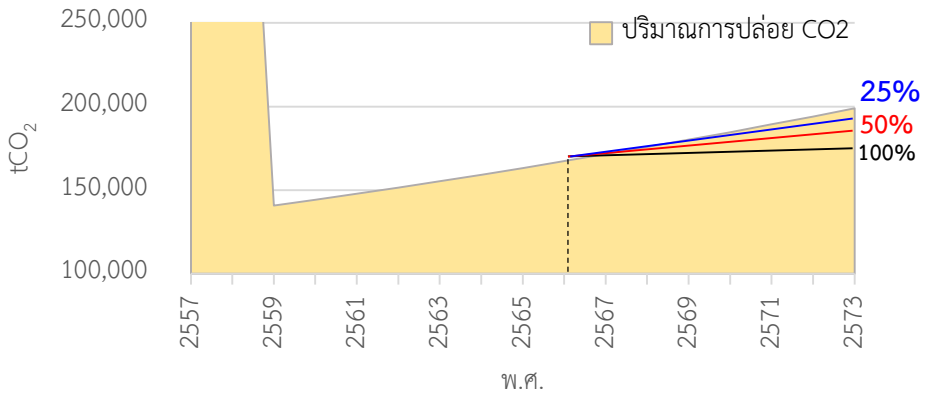


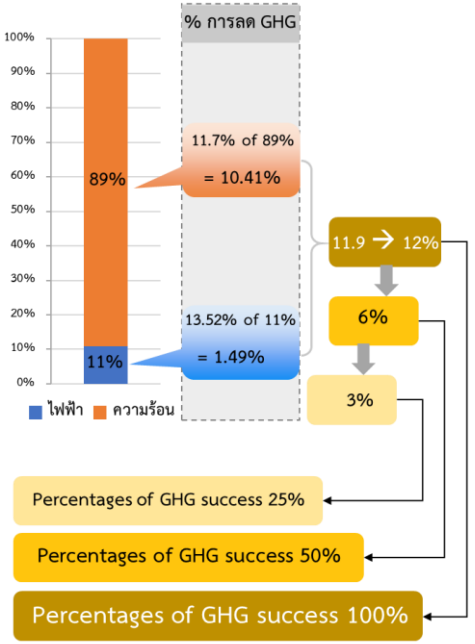
TSIC	ปริมาณการปล่อย CO_2 (tCO_2)	ปริมาณ CO_2 ที่ลดลง (tCO_2)		
		ศักยภาพการลด 100% (ลด 12% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)	ศักยภาพการลด 50% (ลด 6% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)	ศักยภาพการลด 25% (ลด 3% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)
17011	350,251	41,680	2,501	75
17012	964,831	114,815	6,889	207
17020	198,933	23,673	1,420	43
17099	1,770,492	210,689	12,641	379

กำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting) ในสาขาอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

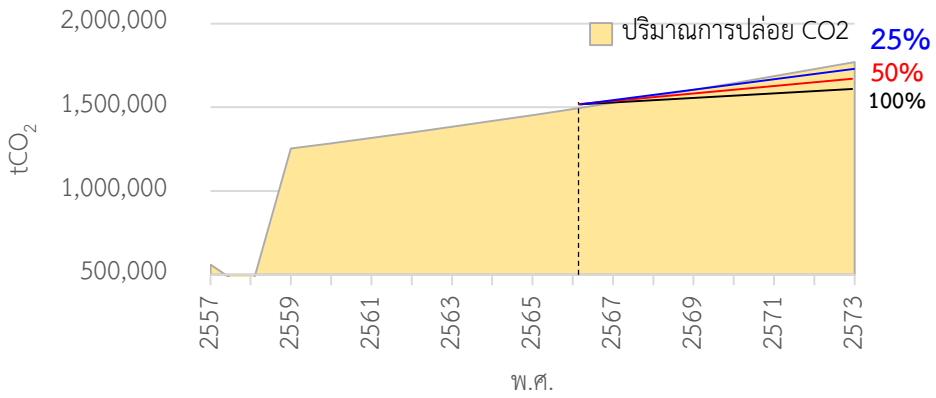
- การประเมินการปล่อย CO_2 จากปีฐาน 2559 โดยใช้ Growth Rate +2.50%
- เลือกกำหนด Cap 25% และ 50% ของศักยภาพการลดสูงสุด

17020 การผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูก และ การผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง





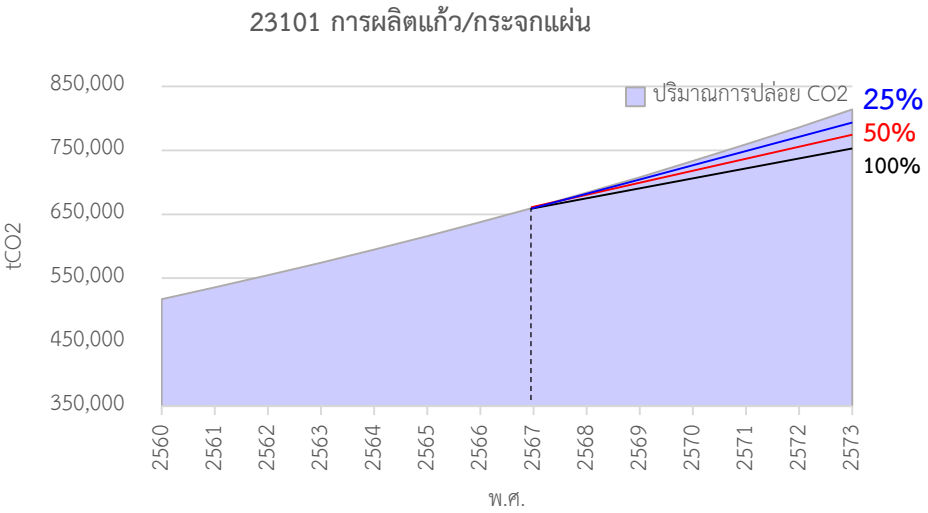
17099 การผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็งซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น

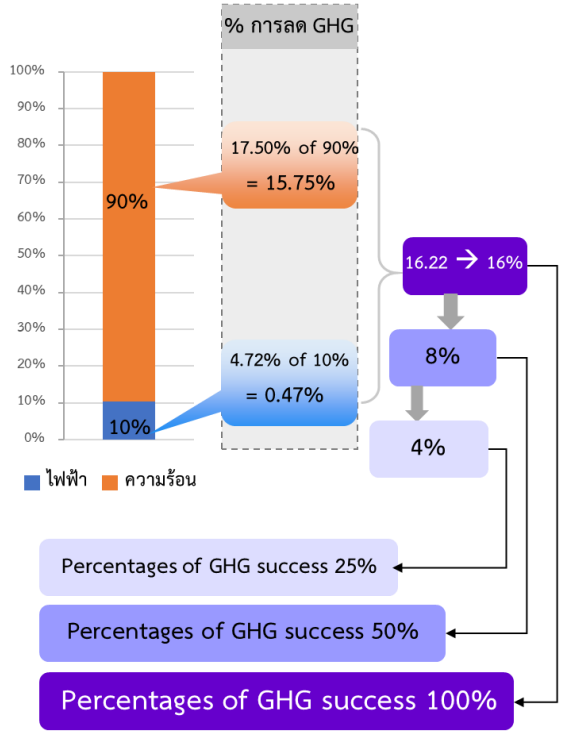


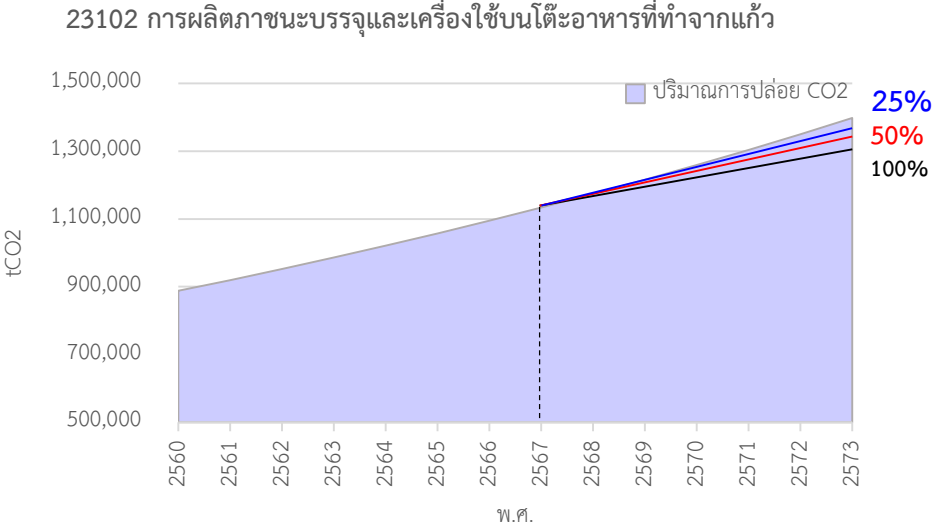
TSIC	ปริมาณการปล่อย CO_2 (tCO_2)	ปริมาณ CO_2 ที่ลดลง (tCO_2)		
		ศักยภาพการลด 100% (ลด 12% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)	ศักยภาพการลด 50% (ลด 6% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)	ศักยภาพการลด 25% (ลด 3% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)
17011	350,251	41,680	2,501	75
17012	964,831	114,815	6,889	207
17020	198,933	23,673	1,420	43
17099	1,770,492	210,689	12,641	379

กำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Cap setting) ในสาขาอุตสาหกรรมแก้วและกระจก

- การประเมินการปล่อย CO_2 จากปีฐาน 2559 โดยใช้ Growth Rate +3.55%
- เลือกกำหนด Cap 25% และ 50% ของศักยภาพการลดสูงสุด







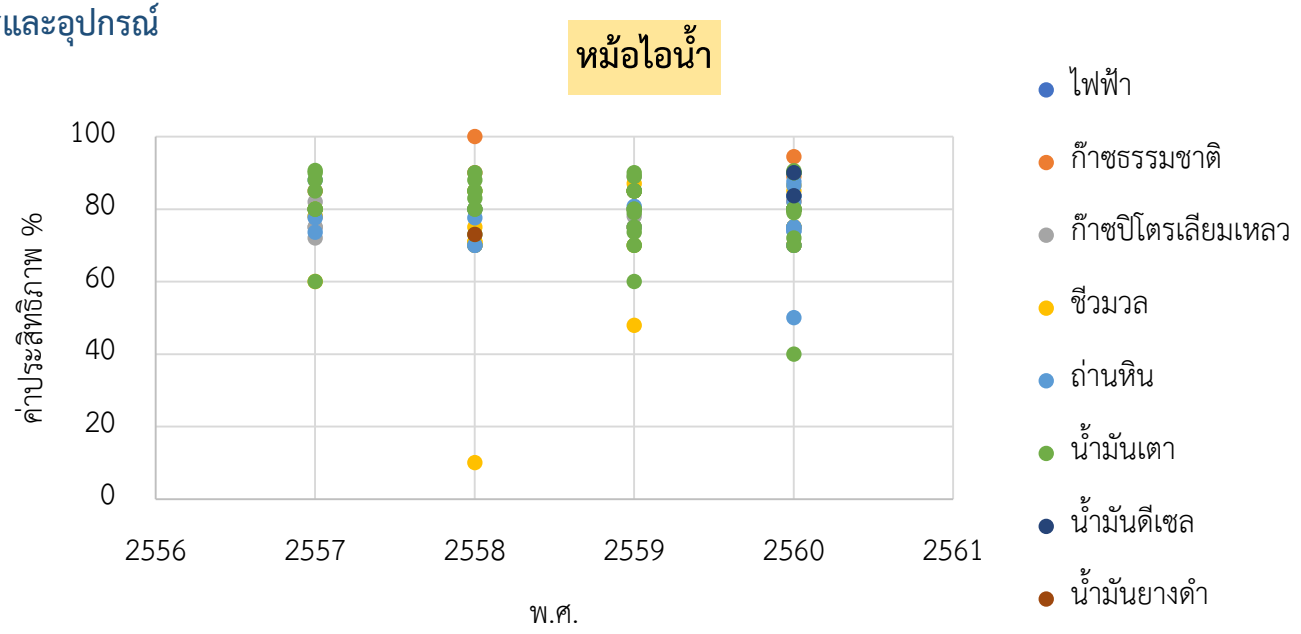
TSIC	ปริมาณการปล่อย CO_2 (tCO_2)	ปริมาณ CO_2 ที่ลดลง (tCO_2)		
		ศักยภาพการลด 100% (ลด 16% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)	ศักยภาพการลด 50% (ลด 8% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)	ศักยภาพการลด 25% (ลด 4% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมด)
23101	814,124	132,051	10,564	423
23102	1,397,905	226,740	18,139	726

ค่าประสิทธิภาพเครื่องจักรหลัก

จากฐานข้อมูลการใช้พลังงานในเครื่องจักรและอุปกรณ์

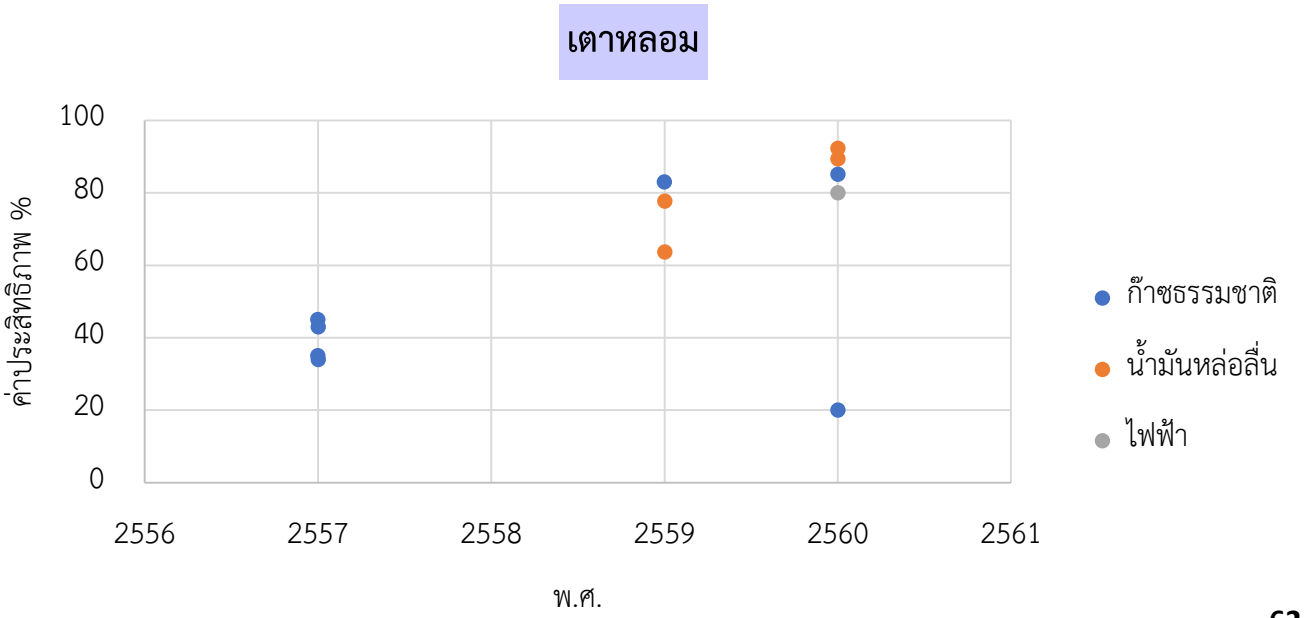
ประสิทธิภาพ หม้อไอน้ำ ที่ใช้ใน อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ (TSIC: 17099, 17020, 17012 และ 17011)

* แสดงเฉพาะข้อมูลที่มีการรายงานค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำในปีนั้นๆ



ประสิทธิภาพ เตาหลอม ที่ใช้ใน อุตสาหกรรมแก้วและกระจก (TSIC: 23101 และ 23102)

* แสดงเฉพาะข้อมูลที่มีการรายงานค่าประสิทธิภาพของเตาหลอมในปีนั้นๆ

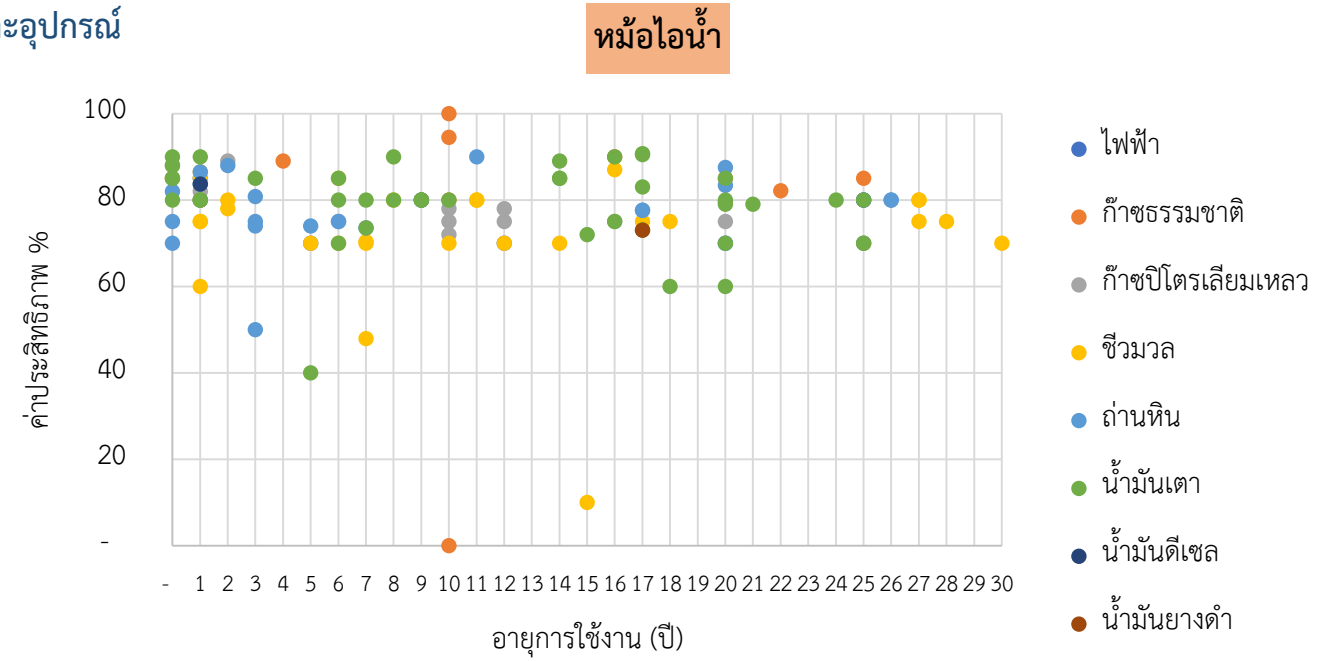


ค่าประสิทธิภาพเครื่องจักรหลัก

จากข้อมูลการใช้พลังงานในเครื่องจักรและอุปกรณ์

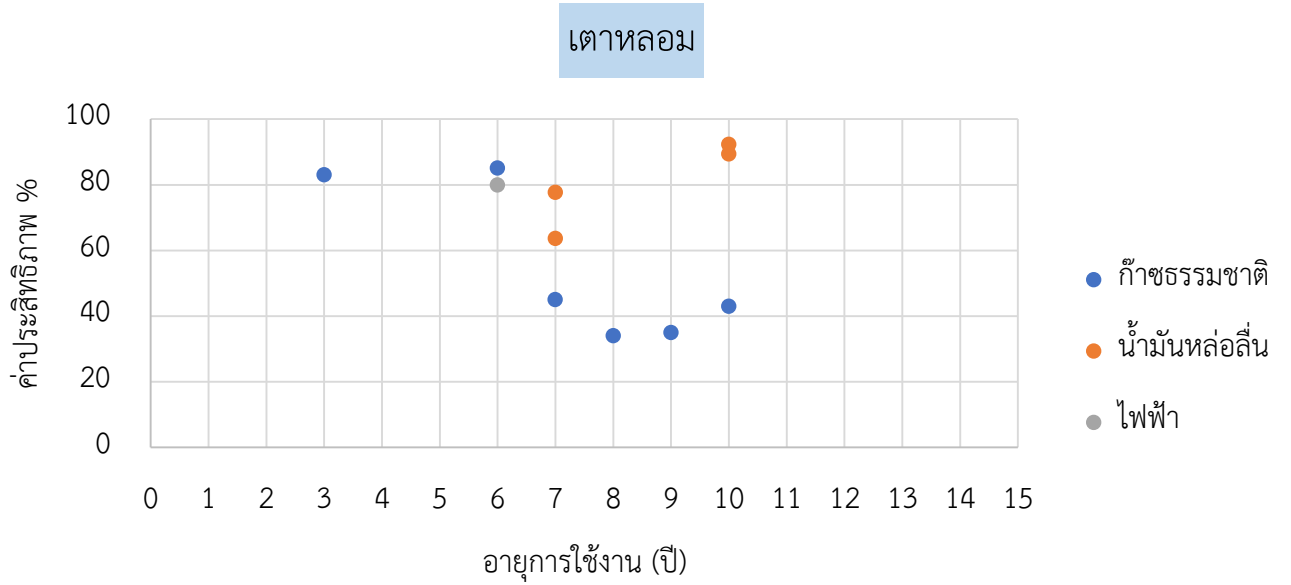
ประสิทธิภาพ หม้อไอน้ำ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ (TSIC: 17099, 17020, 17012 และ 17011)

* แสดงเฉพาะข้อมูลที่มีการรายงานค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำในปีนั้นๆ



ประสิทธิภาพ เตาหลอม ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วและกระจก (TSIC: 23101 และ 23102)

* แสดงเฉพาะข้อมูลที่มีการรายงานค่าประสิทธิภาพของเตาหลอมในปีนั้นๆ



ดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน : หม้อไอน้ำ

$$EBE = \frac{\text{พลังงานของไอน้ำ}}{\text{พลังงานจากเชื้อเพลิง}}$$

ทางตรง $\dfrac{m_s \times (h_s - h_w)}{m_F \times HV}$

ทางอ้อม

100 – (%Flue gas loss + %Blow down loss + %Radiation loss)

ที่มา : โครงการจัดทำตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานควบคุม, 2560

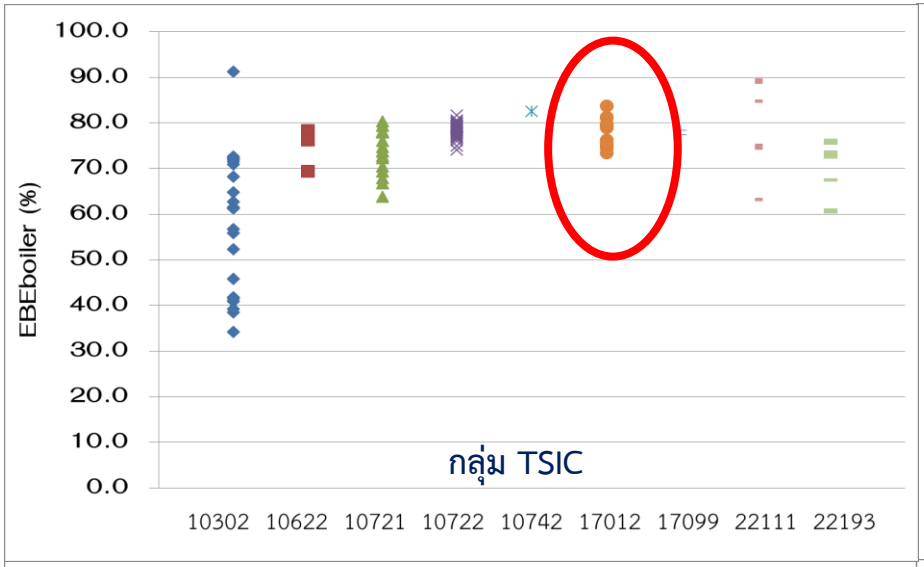
ปัจจัยเบื้องต้นที่คาดว่าจะมีผลต่อประสิทธิภาพ

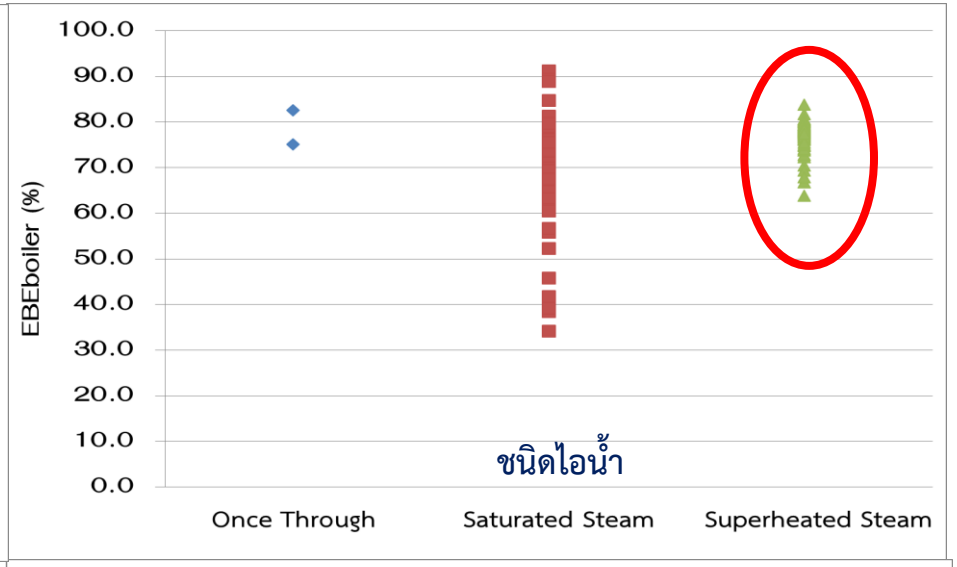
<u>จำนวนตัวอย่างที่ศึกษา 110 เครื่อง</u>

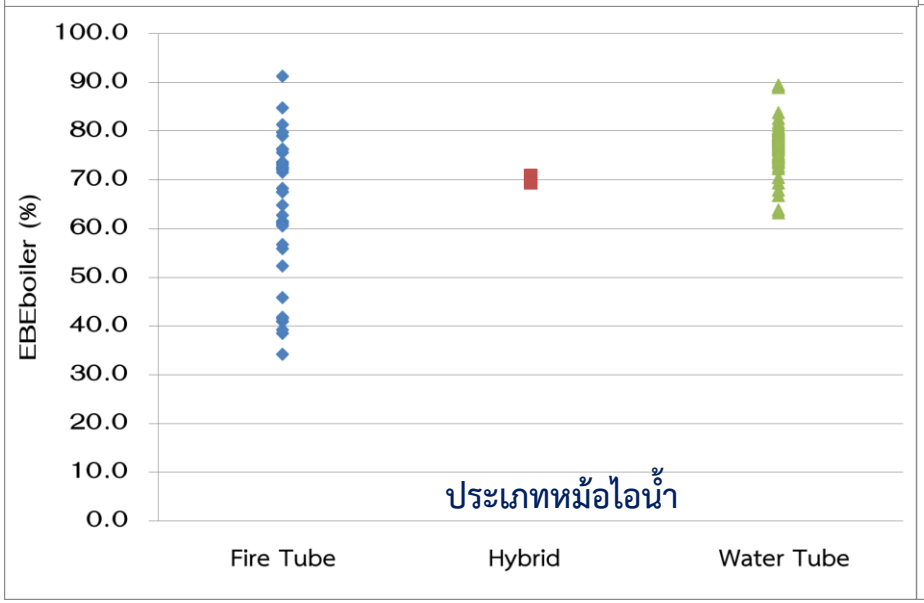
- ชนิดไอน้ำ (Saturated Steam, Superheated Steam หรือ Once through)
- ประเภท (Fire Tube, Water Tube หรือ Hybrid)
- ชนิดเชื้อเพลิง (ก๊าซ ของเหลว หรือของแข็ง)
- อายุ
- ความดันใช้งาน
- อุณหภูมิน้ำป้อนขาเข้า
- ขนาดพิกัด

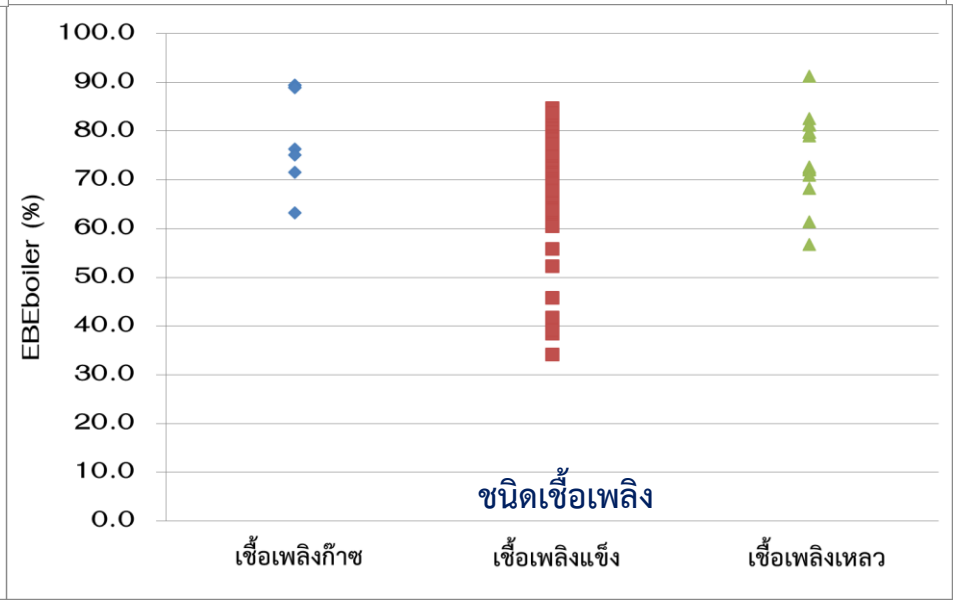
ที่มา : โครงการจัดทำตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานควบคุม, 2560

EBE VS ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง



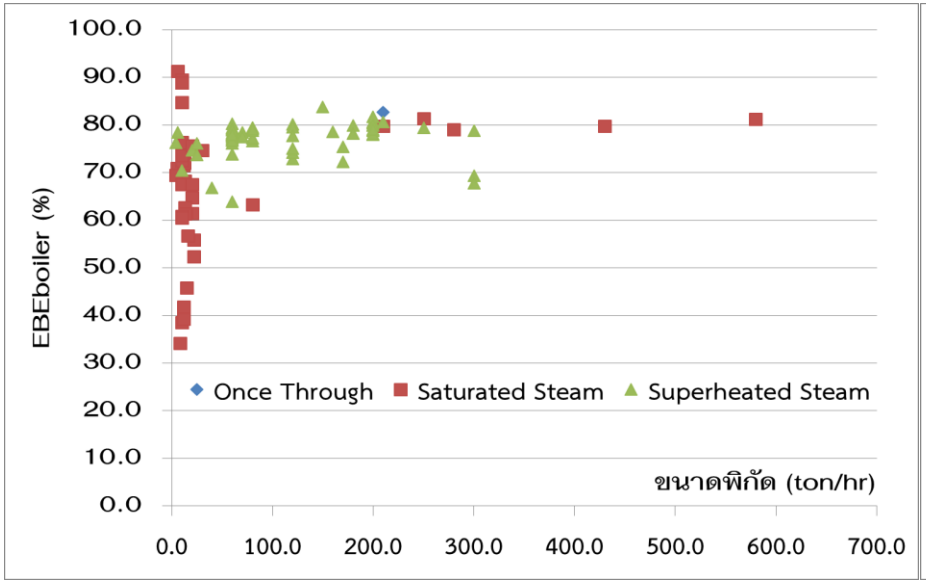


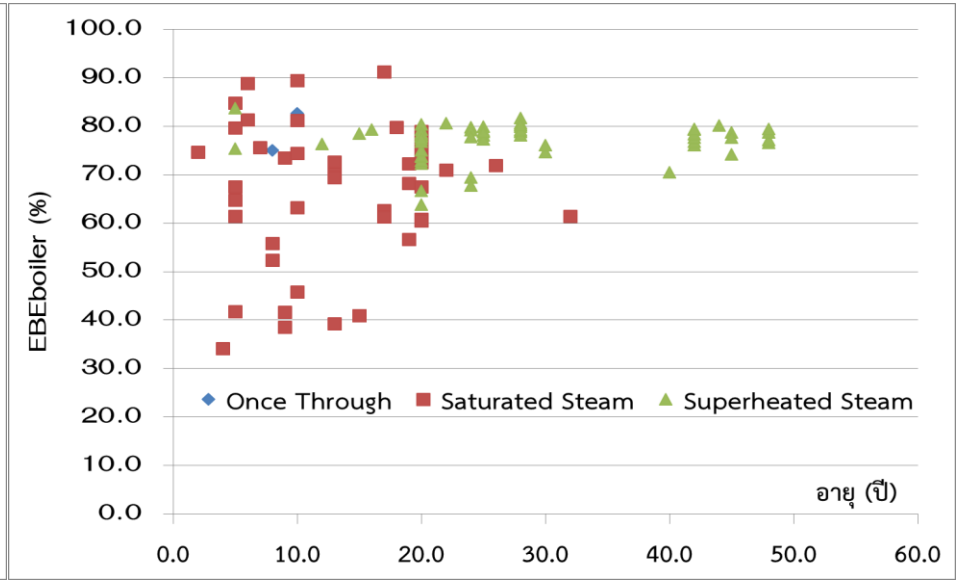


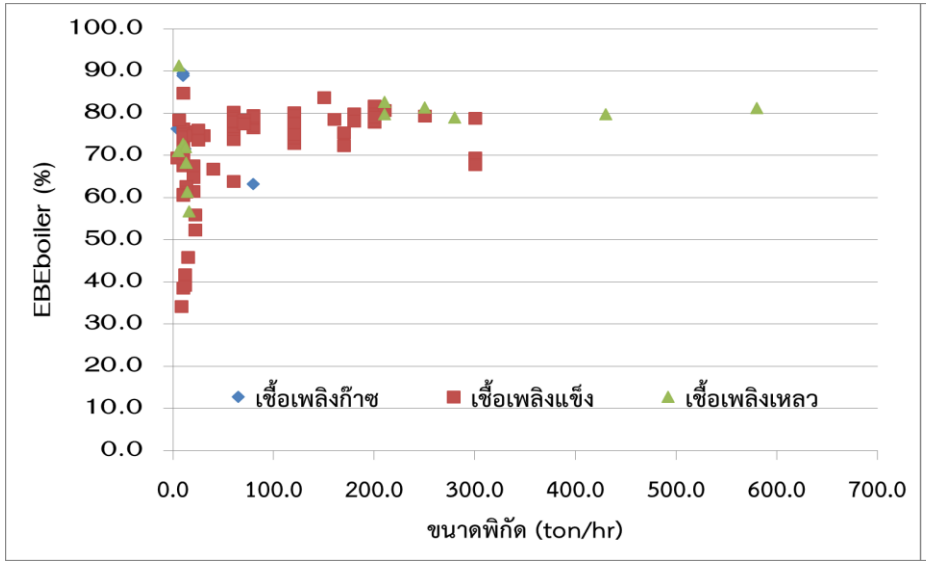


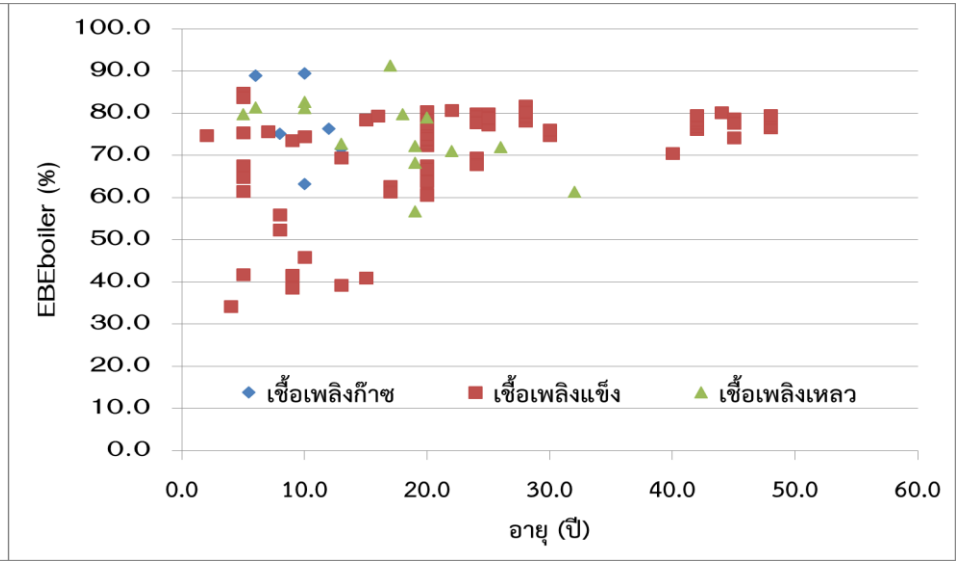
ที่มา : โครงการจัดทำตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานควบคุม, 2560

EBE VS ตัวแปรต่อเนื่อง (แบ่งตามชนิดไอน้ำ และเชื้อเพลิง)









ที่มา : โครงการจัดทำตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานควบคุม, 2560

กฎกระทรวง

กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ
ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
พ.ศ. ๒๕๕๒

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ วรรคสอง และมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยยี่สิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

หมวด ๑
ประเภทและขนาดของอาคาร

ข้อ ๒ การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารดังต่อไปนี้ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงนี้

ส่วนที่ ๓
ระบบปรับอากาศ

ข้อ ๕ ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ส่วนที่ ๔
อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

ข้อ ๖ อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

(๑) หม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ (ร้อยละ)
(ก) หม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired steam boiler)	๘๕
(ข) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired hot water boiler)	๘๐
(ค) หม้อไอน้ำที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired steam boiler)	๘๐
(ง) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired hot water boiler)	๘๐

ประเด็นคำถามที่สำคัญ

สมมุติฐาน กรณีไทยเลือกดำเนินการ ETS

(พิจารณาเฉพาะโรงงานด้านผู้ใช้พลังงาน ไม่นับโรงงานประเภทผลิตพลังงานเช่นโรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ)

(1) Threshold: ระดับ Threshold ที่เหมาะสม ในแต่ละ Sector ย่อย

- เห็นด้วยหรือไม่ ในแนวคิดการกำหนดแบบที่นำเสนอ
- กรณีไม่เห็นด้วย เราควรใช้แนวทางใดในการประเมินและกำหนด
- ควรกำหนดระดับขั้นต่ำ เท่ากันทุก Sector หรือไม่

(2) Sector ย่อย: การกำหนดเป้าหมายลด GHG Sector ย่อย (เช่น กลุ่มเยื่อกระดาษ กลุ่มแก้ว/กระจก)

- เห็นด้วยหรือไม่ ในแนวคิดการกำหนดแบบที่นำเสนอ (ดูศักยภาพของแต่ละ Sector)
- กรณีไม่เห็นด้วย เราควรใช้แนวทางใดในการประเมินและกำหนด (เช่น ต้องลดใน % ที่เท่ากัน)

(3) รายแห่ง: การกำหนด Allowance รายแห่ง ของแต่ละ Sector ย่อย

- แนวทางการประเมิน Allowance ที่เหมาะสมของรายแห่ง: Intensity (tCO_2/product) หรือ Absolute (ลด tCO_2)
- กำหนด Allowance รายปี หรือ ราย Period

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
ศูนย์ราชการฯ อาคารบี ชั้น 9 เลขที่ 120 ถ.แจ้งวัฒนะ เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ 02-141-9833 โทรสาร 02-143-8403
Website: carbonmarket.tgo.or.th

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม
อาคาร 30 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทร 0-5389-3274 โทรสาร 0-5394-4905
website: http://www.ete.eng.cmu.ac.th/