

การลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้การแก้ไขเพิ่มเติมคิกาลี (Kigali Amendment) ของพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol)



เรียบเรียงโดย

ดร. พงศทิศา โรจน์กิตติคุณ

ผู้จัดการ สำนักวิเคราะห์และติดตามประเมินผล

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

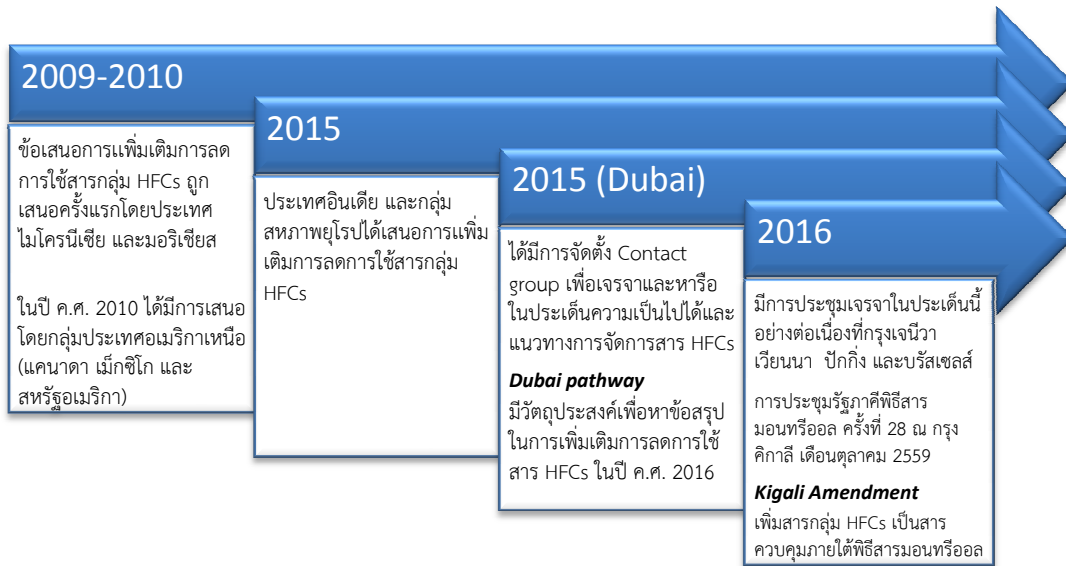
1) ความเป็นมาและความสำคัญของ Kigali Amendment

พิธีสารมอนทรีออลได้รับการเห็นชอบจากนานาชาติเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2530 และมีผลบังคับใช้ในวันที่ 1 มกราคม 2532 ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2557 มีประเทศที่ให้สัตยาบันต่อพิธีสาร รวม 197 ประเทศ พิธีสารมอนทรีออลมีวัตถุประสงค์หลักในการลดการผลิตและการเลิกใช้สารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน (Ozone Depleting Substances: ODS) ซึ่งได้แก่ สาร CFCs และ Halons ประเทศไทยให้สัตยาบันเข้าร่วมเป็นภาคีสมาชิกพิธีสารมอนทรีออลในวันที่ 7 กรกฎาคม 2532 โดยมีผลบังคับใช้กับประเทศไทยตั้งแต่วันที่ 5 ตุลาคม 2532

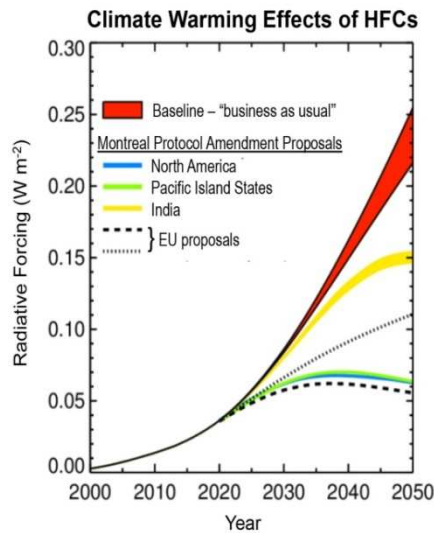
ในการประชุมรัฐภาคีพิธีสารมอนทรีออล ครั้งที่ 28 ที่กรุงคิกาลี สาธารณรัฐรวันดา วันที่ 15 ตุลาคม 2559 ที่ประชุมได้มีมติเห็นชอบต่อ Kigali Amendment ในการลดก๊าซเรือนกระจก กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ซึ่งมีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนสูงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) หลายพันเท่า สาร HFCs ส่วนใหญ่จะถูกใช้เป็นสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น แทนการใช้สาร CFCs และสารอื่นๆที่เป็นอันตรายต่อชั้นบรรยากาศโอโซน ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างการยุติการใช้ภายใต้พิธีสารมอนทรีออล จากการพัฒนาเศรษฐกิจในประเทศกำลังพัฒนา ทำให้มีการผลิตและการใช้สาร HFCs เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในประเทศจีนและอินเดีย จากข้อมูลการคาดการณ์พบว่าปริมาณการใช้ HFCs มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี การจำกัดการใช้ HFCs ภายใต้พิธีสาร

มอนทรีออลคาดว่าจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 105 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และช่วยในการจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก 0.5 องศาเซลเซียสในปี ค.ศ. 2100¹

ข้อเสนอในการเพิ่มเติมสารกลุ่ม non-ODS ในพิธีสารมอนทรีออลได้มีขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2009 โดยประเทศ Micronesia และ Mauritius จากนั้นได้มีประเทศอื่นเสนอข้อเสนอเพิ่มเติม จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2015 มีข้อเสนอรวมจาก 4 กลุ่ม/ประเทศ (อเมริกาเหนือ หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก อินเดีย และกลุ่มสหภาพยุโรป) แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งข้อเสนอมีความเข้มข้นในการลด HFCs ที่แตกต่างกัน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ความเป็นมาของ Kigali Amendment²



รูปที่ 2 แสดงการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการดำเนินการปกติ และข้อเสนอของ 4 กลุ่ม/ประเทศ²

¹ <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=27086&ArticleID=36286&l=en>

² แปลจากเอกสารการบรรยายโดย ดร.วิรัช วิทยุชัยเสียร ผู้เชี่ยวชาญอาวุโสด้านสิ่งแวดล้อมจากธนาคารโลก ณ อบก. วันที่ 26 ธ.ค. 59

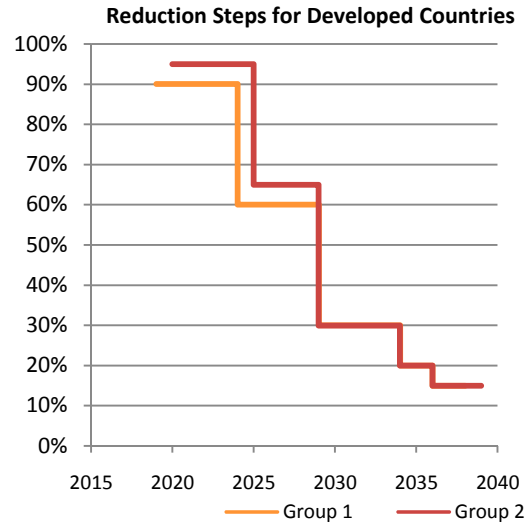
2) สาละสำคัญของการลดการใช้สาร HFCs ตาม Amendment

พิธีสารมอนทรีออลเป็นกรอบการดำเนินการลดการใช้สาร HFCs ภาคบังคับสำหรับทุกรัฐภาคีของพิธีสาร โดยจะมีกลไกทางการเงินในการช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนาในการบรรลุเป้าหมาย โดยจะเป็นการสนับสนุนในส่วนของค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมทั้งหมด (Incremental costs) ตามที่มีการตกลงเห็นชอบโดยผ่านกองทุน Multilateral Fund ทั้งนี้ในส่วนของการเงินสนับสนุนจะมีการพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปในการประชุมรัฐภาคีพิธีสารครั้งต่อไป ณ กรุงมอนทรีออล ปี ค.ศ. 2017

ภายใต้ Amendment ได้มีการแบ่งกลุ่มประเทศออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งมี Baseline และระยะเวลาในการลดการใช้สาร HFCs ที่แตกต่างกัน (รูปที่ 3 และ 4) มีสาร HFCs ที่ถูกควบคุม รวม 18 ชนิด ดังตาราง ตารางที่ 1 สาร HFCs ที่ถูกควบคุมภายใต้ Kigali Amendment (Annex F ของพิธีสารมอนทรีออล)

Group	Substance	100-Year Global Warming Potential
<i>Group I</i>		
CHF ₂ CHF ₂	HFC-134	1,100
CH ₂ FCF ₃	HFC-134a	1,430
CH ₂ FCHF ₂	HFC-143	353
CHF ₂ CH ₂ CF ₃	HFC-245fa	1,030
CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃	HFC-365mfc	794
CF ₃ CHF ₂ CF ₃	HFC-227ea	3,220
CH ₂ FCF ₂ CF ₃	HFC-236cb	1,340
CHF ₂ CHF ₂ CF ₃	HFC-236ea	1,370
CF ₃ CH ₂ CF ₃	HFC-236fa	9,810
CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	HFC-245ca	693
CF ₃ CHF ₂ CHF ₂ CF ₃	HFC-43-10mee	1,640
CH ₂ F ₂	HFC-32	675
CHF ₂ CF ₃	HFC-125	3,500
CH ₃ CF ₃	HFC-143a	4,470
CH ₃ F	HFC-41	92
CH ₂ FCH ₂ F	HFC-152	53
CH ₃ CHF ₂	HFC-152a	124
<i>Group II</i>		
CHF ₃	HFC-23	14,800

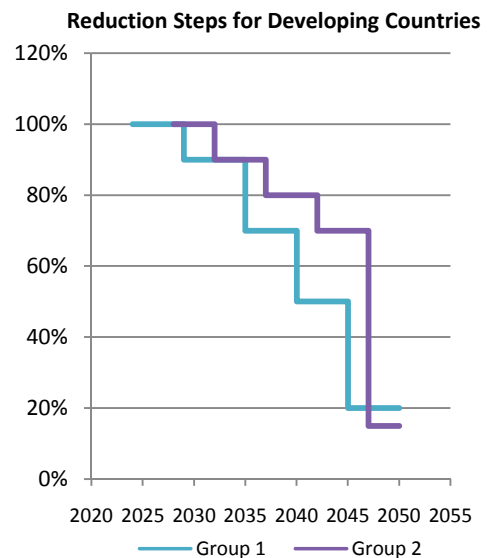
Group 1	Baseline (Production & Consumption)	2019	2024	2029	2034	2036
Most developed countries	HFC (Avg 2011-2013) + 15% of HCFC baseline*	90%	60%	30%	20%	15%
Group 2	Baseline (Production & Consumption)	2020	2025	2029	2034	2036
Belarus, the Russian Federation, Kazakhstan, Tajikistan, and Uzbekistan	HFC (Avg 2011-2013) + 25% of HCFC baseline*	95%	65%	30%	20%	15%



รูปที่ 3 แผนการลดการใช้สาร HFCs ในประเทศพัฒนาแล้ว³

ในส่วนของประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม 1 ของประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งจะต้องเริ่มดำเนินการในปี ค.ศ. 2024 และลดการใช้สาร HFCs เหลือร้อยละ 20 ในปี ค.ศ. 2045

Group 1	Baseline (Production & Consumption)	2024	2029	2035	2040	2045
Most developing countries	HFC (Avg 2020-2022) + 65% of HCFC baseline*	100%	90%	70%	50%	20%
Group 2	Baseline (Production & Consumption)	2028	2032	2037	2042	2047
Bahrain, India, Iran, Iraq, Kuwait, Oman, Pakistan, Qatar, Saudi Arabia, and UAE	HFC (Avg 2024-2026) + 65% of HCFC baseline*	100%	90%	80%	70%	15%



รูปที่ 4 แผนการลดการใช้สาร HFCs ในประเทศกำลังพัฒนา³

³ การบรรยายโดย ดร.วิรัช วิสุริยชัย ผู้เชี่ยวชาญอาวุโสด้านสิ่งแวดล้อมจากธนาคารโลก ณ อบก. วันที่ 26 ธ.ค. 59

นอกจากนี้ในการประชุมรัฐภาคีพิธีสารมอนทรีออลครั้งที่ 28 นี้ ที่ประชุมยังได้มีข้อตัดสินใจในประเด็นเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยให้มีการรวบรวมข้อมูลโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคส่วนการทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ และปั๊มความร้อน โดยเชิญชวนให้รัฐภาคีเสนอข้อมูลนวัตกรรมด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคส่วนดังกล่าวภายในเดือนพฤษภาคม 2560 เพื่อให้คณะผู้เชี่ยวชาญ (The Technology and Economic Assessment Panel: TEAP) ทำการประเมินข้อมูลและนำเสนอต่อที่ประชุมรัฐภาคีพิธีสารฯครั้งต่อไป⁴

3) 2014 F-Gas Regulations ของกลุ่มสหภาพยุโรป⁵

EU ได้มีการออกกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับ F gas โดยมีกฎระเบียบที่สำคัญ ดังนี้

- 1 มกราคม 2560 (ค.ศ. 2017) อุปกรณ์เครื่องทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความร้อน ที่มีการเติมสาร HFCs ห้ามวางจำหน่ายในตลาดยกเว้นว่า HFCs ที่ใช้อยู่ในบัญชีของระบบโคเวต้า
- 1 มกราคม 2561 (ค.ศ. 2018) ในกรณีที่สาร HFCs ที่อยู่ในอุปกรณ์ไม่เคยวางจำหน่ายในตลาดมาก่อน ผู้นำเข้าอุปกรณ์ที่มีการใช้ HFCs จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารโดยผู้ประเมินภายนอก ก่อน 31 มีนาคม ของทุกปี
- 1 มกราคม 2563 (ค.ศ. 2020) ห้ามการใช้ HFCs ที่มีค่า GWP มากกว่าหรือเท่ากับ 2500 ในการบริการหรือซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องทำความเย็นขนาดการเติม 40 tCO₂ (30 กิโลกรัมของ HFC-134a หรือ 59 กิโลกรัมของ HFC-32)

และมีการกำหนดวันในการห้ามใช้ ดังนี้

1 มกราคม 2558

- ตู้เย็น (Domestic refrigerator) และตู้แช่แข็งที่ใช้สาร HFCs ซึ่งมีค่า GWP มากกว่าหรือเท่ากับ 150

1 มกราคม 2563

- ตู้เย็นและตู้แช่แข็งที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ (Commercial use) แบบหุ้มปิด (Hermetically sealed equip) ที่ใช้สาร HFCs ซึ่งมีค่า GWP มากกว่าหรือเท่ากับ 2500

1 มกราคม 2565

- ตู้เย็นและตู้แช่แข็งที่ใช้ในเชิงพาณิชย์แบบหุ้มปิด (Hermetically sealed equip) ที่ใช้สาร HFCs ซึ่งมีค่า GWP มากกว่าหรือเท่ากับ 150

⁴ http://www.unep.org/about/sgb/Portals/50153/17%20Nov/CPR%20Presentation_November%202016_FINAL.pdf

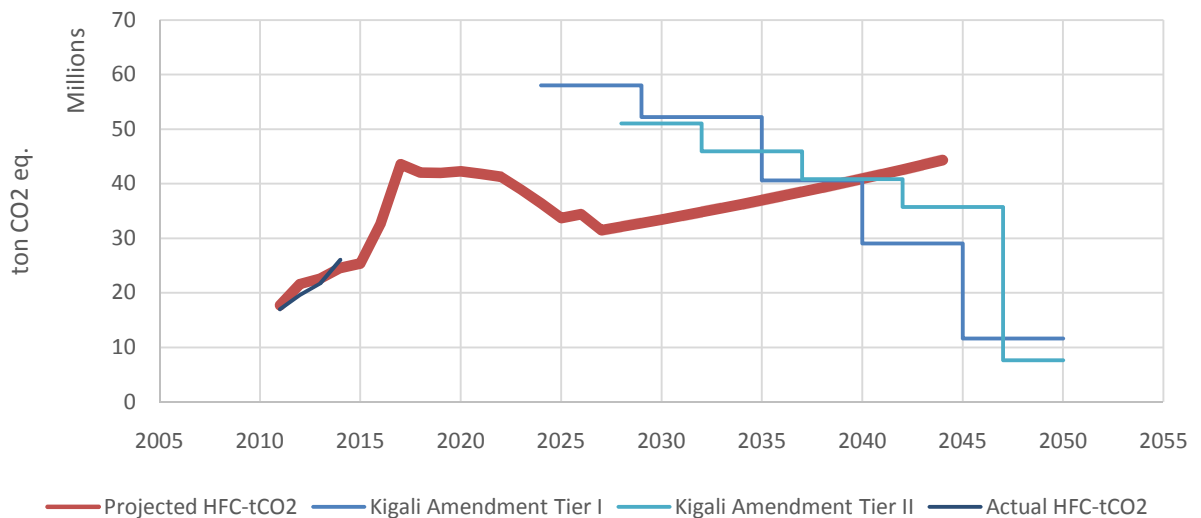
⁵ Regulation (EU) No 517/2014 of the European parliament and of the Council

4) การประเมินสถานการณ์เบื้องต้นของประเทศไทย

ในส่วนของประเทศไทยภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้มีการศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันรวมทั้งการคาดการณ์ปริมาณการใช้ HFCs ในอนาคต โดยมีข้อมูลฐาน ดังนี้

Baseline technology	เครื่องปรับอากาศ – HCFC-22 และ HFC-410A เครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่ - HFC-134a ตู้เย็น (Domestic refrigerator) - HFC-134a
Business as usual	ใช้สมมติฐานตาม HCFC phase out management plan (HPMP) <ul style="list-style-type: none"> ● เครื่องปรับอากาศ – เปลี่ยนจาก HCFC-22 เป็น HFC-32 ในปี ค.ศ. 2016 ● โฟม (spray และ SME⁶) - เปลี่ยนจาก HCFC-141b เป็น HFC-245fa ● ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับตู้เย็น ตู้เย็นพาณิชย์ (Commercial refrigeration) และเครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่

ผลการคาดการณ์ปริมาณการใช้ HFC ของประเทศไทยในกรณีการดำเนินการปกติ (BAU scenario) แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การคาดการณ์ปริมาณการใช้ HFC ของประเทศไทยในกรณีการดำเนินการปกติ (BAU scenario)⁷

⁶ SME หมายถึง Small and Medium-sized Enterprises in the polyurethane spray foam sector

5) เทคโนโลยีทางเลือก

ได้มีการนำเสนอข้อมูลการใช้สารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศในปัจจุบันและสารทำความเย็นที่มีค่า GWP ต่ำที่มีโอกาสใช้ในอนาคต (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศในปัจจุบันและสารทำความเย็นที่มีค่า GWP ต่ำที่มีโอกาสใช้ในอนาคต

Products	HCFC Refrigerant	HFC Refrigerant (GWP)	Potential Low-GWP Refrigerant
Room ACs	HCFC-22	R-410A (2100) R-407C (1700)	- HFC-32 (675); A2L - R-290 (3); A3 - R-452B (680); A2L
Ducted & Packaged AC	HCFC-22 (1810)	R-410A (2100) R-407C (1700)	- HFC-32(675); A2L - R-452B(680); A2L - R-444B (300); A2L
Scroll Chiller	HCFC-22 (1810)	R-410A (2100) R-407 C (1700)	- HFC-32; A2L - R-452B; A2L
Screw Chiller	----	HFC-134a (1430)	- HFO-1234yf (< 1); A2L - HFO-1234ze (<1) A2L - R-513A (600); A1
Centrifugal Chiller (Low Pressure Chillers)	HCFC-123 (79)	HFC-134a (1430)	- HFO-1233zd (1), A1 - HFO-1336mzz (2); A1 - HFO -1234yf (<1); A2L - HFO- 1234ze (<1); A2L
VRF	-----	R-410A (2100)	- R-32 (675); A2L

ในส่วนของ R-290 (Propane) ซึ่งเป็น Natural refrigerant และไม่ได้เป็นก๊าซเรือนกระจกนั้น ในการใช้เป็นสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศในห้องจะต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยเนื่องจากไฮโดรคาร์บอนสามารถติดไฟได้ ปัจจุบันในการนำมาใช้จะติดประเด็นด้านกฎหมายเนื่องจาก กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ระบุว่า “การระบายอากาศในอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษที่มีการปรับภาวะอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศ ห้ามนำสารทำความเย็นชนิดเป็นอันตรายต่อร่างกาย หรือติดไฟได้ง่ายมาใช้กับระบบปรับภาวะอากาศที่ใช้สารทำความเย็นโดยตรง”

6) การจัดการสารทำความเย็น

ในการจัดการสารทำความเย็นสามารถทำได้หลายทางด้วยกัน ดังนี้

- Reduce: ป้องกันการรั่วไหลและการระบายออก
- Recycle: การนำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่

⁷ การบรรยายโดย ดร.วิรัช วิสุริยชัย ผู้เชี่ยวชาญอาวุโสด้านสิ่งแวดล้อมจากธนาคารโลก ณ อบก. วันที่ 26 ธ.ค. 59

- 1) Recover เป็นการกักเก็บสารทำความเย็นก่อนการรีไซเคิลเครื่องเก่า
- 2) Recycle เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางกายภาพในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนและความชื้น
- 3) Reclaim เกี่ยวข้องกับกระบวนการเพิ่มเติม เช่นการกลั่นเพื่อแยกสารทำความเย็น

- Reuse: การใช้ซ้ำ
- Disposal: ในการกำจัดต้องใช้เทคโนโลยีในการกำจัดที่ได้รับการเห็นชอบจากรัฐภาคีพิธีสาร เช่น Incineration และ Plasma arc

จากประสบการณ์ในการดำเนินการกับ CFCs และ HCFCs พบว่าการกักเก็บและการนำกลับมาใช้ใหม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน ต้องมีการพิจารณาเรื่องการเก็บรวบรวม การขนส่ง และปริมาณที่มากพอเพื่อให้มีความเป็นไปได้ในแง่ของเงินลงทุน เนื่องจากค่าลงทุนในอุปกรณ์เครื่องจักรมีราคาสูง

7) การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศในตลาดไปสู่เทคโนโลยี Inverter

เทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter เป็นโอกาสในการลดการใช้พลังงานและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพภูมิอากาศ แต่เนื่องจากเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter หรือ Variable speed มีราคาสูงกว่าแบบ Single speed ทำให้ในประเทศไทยมีการใช้เพียงร้อยละ 10 เมื่อพิจารณาข้อมูลของประเทศอื่น เช่น จีน และฟิลิปปินส์ พบว่ามีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบ Inverter สูงถึงร้อยละ 60 และ 30 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลการใช้เครื่องปรับอากาศแบบ Inverter ในประเทศต่างๆ และการประหยัดพลังงาน

Country	A/C Sales per year (unit)	Penetration rate of Inverter (%)	Additional Demand (unit)	Additional Electricity Demand (MW)	Avoided Cost of Power Plant (US\$ Million)	Transformation Cost (US\$ Million)	Electricity Tariff (US\$/kWh)	Annual Energy Cost Saving (US\$ Million)
China	38,000,000	60%	15,200,000	7,529.07	9,301	3,587	0.10	433.67
India	4,500,000	3%	4,365,000	2,162.13	2,671	1,030	0.07	211.40
Indonesia	2,600,000	17%	2,158,000	1,068.93	1,320	509	0.11	140.53
Vietnam	1,740,000	17%	1,444,200	715.36	884	341	0.10	85.59
Thailand	1,520,000	10%	1,368,000	677.62	837	323	0.13	114.16
Argentina	1,500,000	12%	1,320,000	653.84	808	311	0.03	25.68
Mexico	1,000,000	11%	890,000	440.85	545	210	0.19	108.93
Philippines	690,000	17%	572,700	283.68	350	135	0.18	61.78

ที่มา: JARN; การบรรยายโดย ดร.วิรัช วิฑูรย์เชียร ผู้เชี่ยวชาญอาวุโสด้านสิ่งแวดล้อมจากธนาคารโลก ณ อบก. วันที่ 26 ธ.ค. 59

ดังนั้นการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเดิมเป็นเครื่องปรับอากาศชนิด Inverter/Variable speed จะช่วยประหยัดพลังงานและลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศได้อีกทางหนึ่ง