

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 การประเมินวัฏจักรชีวิต	2
1.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	9
1.6 ขอบเขตของการวิจัย	9
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	10
2.1 ความหมายการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA: Life cycle assessment)	10
2.2 ขั้นตอนในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต	10
2.3 [NETS]: Numerical environmental total standards	17
2.4 โปรแกรมการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro)	20
2.5 การแปลผลวัฏจักรชีวิต (Life cycle interpretation)	24
2.6 ผู้เขียนพาณิชย์	25
2.7 สารทำความเย็น	27
2.8 ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (EER: Energy efficiency ratio)	28
2.9 การประมาณค่าก๊าซ SO _x และ NO _x ที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้า	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย	29
3.1 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	29
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ	29
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	29
3.4 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการวิจัย	30
3.5 วิธีดำเนินการวิจัย	32

3.6 แนวทางและวิธีวิเคราะห์ผล	37
บทที่ 4 ผลการคำนวณและวิจารณ์ผลการคำนวณ	39
4.1 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิต	39
4.2 เปรียบเทียบระหว่างวิธี [NETS] กับโปรแกรม SimaPro	51
4.3 พิจารณาระยะเวลาการใช้งานของผู้เขียนพาณิชย์	52
4.4 ค่า EER ของผู้เขียนพาณิชย์	53
4.5 การปรับปรุงข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรมการประเมินวัฏจักรชีวิต SimaPro	56
บทที่ 5 สรุปผลการคำนวณและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการคำนวณ	59
5.2 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก การคำนวณด้วยวิธี [NETS]	64
ภาคผนวก ข แสดงการปรับปรุงข้อมูลพื้นฐานด้วยวิธีการคำนวณ EDIP	72
ภาคผนวก ค ข้อมูลการคำนวณด้วยวิธี [NETS] ของผู้เขียนพาณิชย์รุ่นต่าง ๆ	76
ประวัติผู้เขียน	89

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แสดงคำจำกัดความย่อของ LCA ในระบบมาตรฐาน ISO 14000	3
1.2 การปล่อยก๊าซ CO ₂ ต่อผู้เย็น 1 เครื่อง เปรียบเทียบระหว่าง การใช้สารทำความเย็น 2 ชนิดต่างกัน	4
1.3 แสดงสัดส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ของประเทศสหรัฐอเมริกา	6
2.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่กำหนดให้เกิดได้สูงสุด (Maximum eco-load value: MEV)	18
2.2 แสดงค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของภาระสิ่งแวดล้อม P _i	18
2.3 แสดงค่า P _i และ ELM _i ของวัฏจักรชีวิตของผู้เย็น	20
2.4 ค่า GWP ในเวลาต่าง ๆ กัน	21
2.5 ค่า ER ₉₀ ของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ	23
2.6 แสดงถึงการเปรียบเทียบ Ozone depletion potentials ของสาร CFCs และสารทดแทนใหม่	23
3.1 วัตถุดิบในการผลิตผู้เย็นพาณิชย์	34
3.2 กระบวนการผลิตผู้เย็นพาณิชย์ในขั้นตอนต่าง ๆ	35
4.1 แสดงค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (EcL) ของผู้เย็นพาณิชย์ CRB120 ที่ใช้ R12 เป็นสารทำความเย็น	39
4.2 แสดงค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (EcL) ของผู้เย็นพาณิชย์ CRB120 ที่ใช้ R12 เป็นสารทำความเย็น	40
4.3 แสดงสัดส่วนเชื้อเพลิงที่โรงไฟฟ้าใช้แต่ละชนิดในประเทศไทยกับ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับผู้เย็นพาณิชย์ CRB120 (R12)	41
4.4 การเปรียบเทียบค่า EER ของผู้เย็นพาณิชย์รุ่น CRB ที่ใช้ R12 และ R134a	41
4.5 การเปรียบเทียบ Model CRB120 ใช้ R12 และใช้ R134a เป็นสารทำความเย็น	42
4.6 การเปรียบเทียบค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผู้เย็นพาณิชย์ Model CRB120 ที่ใช้สารทำความเย็น R12 และ R134a ในแต่ละประเภทของผลกระทบ	43
4.7 การเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนของผู้เย็นพาณิชย์ 3 รุ่น	43
4.8 การเปรียบเทียบประเภทของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผู้เย็นพาณิชย์ 3 รุ่น	44
4.9 เปรียบเทียบค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมระหว่างวิธี [NETS] และโปรแกรม SimaPro ของ ผู้เย็นพาณิชย์ CRB120 (R12)	45
4.10 เปรียบเทียบค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมระหว่างวิธี [NETS] และโปรแกรม SimaPro	51

4.11	เปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของตู้เย็นพาณิชย์เมื่อระยะเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลงไป	53
4.12	แสดงสมรรถนะการทำความเย็นของตู้เย็นพาณิชย์แต่ละรุ่น	54
4.13	แสดงค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมหลังมีการปรับปรุงค่า EER ของตู้เย็นพาณิชย์แต่ละรุ่น	54
4.14	เปรียบเทียบตู้เย็นพาณิชย์รุ่นเดียวกันที่ใช้สารทำความเย็นต่างชนิดกัน หลังปรับปรุงค่า EER	55
4.15	แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงหลังจากปรับปรุง Database	57
4.16	การเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของ Database ที่ต่างกัน	58
5.1	การเปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสีย ของการประเมินผลกระทบด้วยวิธีต่าง ๆ	60
ก.1	ข้อมูลน้ำหนักของวัตถุดิบในการผลิตตู้เย็นพาณิชย์เฉพาะที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก	65
ก.2	แสดงผลการคำนวณตามวิธี [NETS]	66
ก.3	แสดงค่า P_i ของทองแดง และเหล็ก	66
ก.4	กระบวนการผลิตตู้เย็นพาณิชย์ในขั้นตอนต่าง ๆ	67
ก.5	แสดงอัตราส่วนระหว่างโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กันของประเทศไทย	67
ก.6	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงถ่านหิน	68
ก.7	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ	68
ก.8	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงน้ำมันเตา	68
ก.9	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล	68
ก.10	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล	69
ก.11	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงถ่านหิน	69
ก.12	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ	70
ก.13	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงน้ำมันเตา	70
ก.14	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกประเมินค่าเป็น [NETS] ของการลดลงของเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล	70
ก.15	ค่า E_{cL} ของภาวะโลกร้อนขึ้นและการลดลงของโอโซนเนื่องจากการใช้ R12	71
ข.1	แสดงปริมาณถ่านหินลิกไนต์ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ (ต้น)	73
ข.2	แสดงค่า EP_j ของปีอ้างอิง และ ปีเป้าหมาย	74
ข.3	แสดงจำนวนประชากรของจังหวัดลำปางในปีอ้างอิง และปีเป้าหมาย	74
ข.4	แสดงการหาปริมาณก๊าซ SO_x และ NO_x ที่มาจากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์	75
ข.5	แสดงการเทียบค่าศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในเรื่องภาวะกรดในบรรยากาศ	75
ข.6	แสดงค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการหาค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม	75
ค.1	แสดงข้อมูลการคำนวณด้วยวิธี [NETS] ของตู้เย็นพาณิชย์ CRB 120 (R12)	77
ค.2	แสดงข้อมูลการคำนวณด้วยวิธี [NETS] ของตู้เย็นพาณิชย์ CRB 120 (R134a)	80
ค.3	แสดงข้อมูลการคำนวณด้วยวิธี [NETS] ของตู้เย็นพาณิชย์ CRB 180 (R134a)	83
ค.4	แสดงข้อมูลการคำนวณด้วยวิธี [NETS] ของตู้เย็นพาณิชย์ CRB 240 (R134a)	86

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 แผนภูมิแสดงมาตรฐาน ISO 14000	2
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการในวัฏจักรชีวิตกับค่าทางสิ่งแวดล้อมของทีวี 2 แบบ	5
1.3 มุมมองทางสิ่งแวดล้อมในโลกอุตสาหกรรม	6
1.4 ตัวอย่างการพัฒนาในการปล่อยน้ำเสียของอุตสาหกรรมหนึ่ง และปริมาณความต้องการของผู้บริโภค จำนวนสินค้าและของเสียที่เพิ่มขึ้น	7
1.5 มุมมองทางสิ่งแวดล้อมของโลกอุตสาหกรรมที่สมควรจะเป็น	8
1.6 แผนภาพอย่างง่ายของการเชื่อมต่อกันในห่วงโซ่ของอุปทานและอุปสงค์	8
2.1 ขอบเขตของระบบที่อาจกำหนดตามความต้องการขององค์กรตามความเหมาะสม	11
2.2 ตัวอย่าง Simple flow sheet ที่ใช้ในการคัดเลือกข้อมูล	14
2.3 แผนผังแสดงแบบแผนในการทำมาตรฐานในการหาค่าภาระสิ่งแวดล้อม	16
3.1 ภาพถ่ายเครื่องมือชั่งน้ำหนัก	30
3.2 ภาพถ่ายเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า	31
3.3 ภาพถ่ายนาฬิกาจับเวลา	31
3.4 ตู้เย็นพาณิชย CRB120 มี 1 ประตู ใช้ได้ทั้ง R12 และ R134a	32
3.5 ตู้เย็นพาณิชยรุ่น CRB180 มี 2 ประตู ใช้สารทำความเย็น R134a	33
3.6 ตู้เย็นพาณิชยรุ่น CRB240 มี 3 ประตู ใช้สารทำความเย็น R134a	33
3.7 แสดง Flow chart การคำนวณด้วยวิธี [NETS]	34
4.1 ค่า EcL คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต	40
4.2 แสดงการเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของ Model CRB120 ใช้ R12 และใช้ R134a เป็นสารทำความเย็น	42
4.3 แสดงการเปรียบเทียบประเภทของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของ Model CRB120 ใช้ R12 และใช้ R134a เป็นสารทำความเย็น	43
4.4 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนของตู้เย็นทั้ง 3 รุ่น	44
4.5 แสดงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทของตู้เย็นพาณิชยทั้ง 3 รุ่น	45
4.6 แสดงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของตู้เย็นพาณิชย CRB120 (R12) ในส่วน Assembly	46
4.7 แสดงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของตู้เย็นพาณิชย CRB120 (R134a) ในส่วน Assembly	47
4.8 แสดงการเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในขั้นตอน Assembly ของตู้เย็นพาณิชยที่ใช้สารทำความเย็นต่างกัน	48
4.9 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนต่าง ๆ ของวัฏจักรชีวิต CRB120 (R12)	49

4.10 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนต่าง ๆ ของวัฏจักรชีวิต CRB120 (R134a)	50
4.11 เปรียบเทียบ CRB120 แบบใช้ R12 และ R134a พิจารณาทั้งวัฏจักรชีวิต	50
4.12 เปรียบเทียบผลกระทบของผู้เฝ้าพิทักษ์ที่มีระยะเวลาการใช้งานแตกต่างกัน	53
4.13 เปรียบเทียบผลกระทบของผู้เฝ้าพิทักษ์แต่ละรุ่นหลังจากปรับปรุงค่า EER	55
4.14 เปรียบเทียบผู้เฝ้าพิทักษ์รุ่นเดียวกันที่ใช้สารทำความเย็นต่างชนิดกัน หลังปรับปรุงค่า EER	56

อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
CRB120	ผู้ยื่นพาณิชย์ขนาดเล็ก 1 ประตุ	
CRB180	ผู้ยื่นพาณิชย์ขนาดกลาง 2 ประตุ	
CRB240	ผู้ยื่นพาณิชย์ขนาดใหญ่ 3 ประตุ	
EcL	ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม	[NETS]
EER	ประสิทธิภาพทางด้านพลังงานของระบบทำความเย็น	Btu/h/W
EF _{i(j)}	ค่าเทียบเท่าของสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j	g-eq/g-substance
ELM _i	อัตราส่วนภาระทางสิ่งแวดล้อมของผลกระทบ i ใด ๆ	[NETS/ton, ...]
EP _j	ค่าทางศักยภาพของผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับผลกระทบประเภท j ใด ๆ	g-equivalent
ER _j	ค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบที่ j ใด ๆ	kgSt-eq/person/year
GWP	ค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อนขึ้น	gCO ₂ /gก๊าซ
FN	สัดส่วนการควบคุมปริมาณ NO _x	
FS	สัดส่วนการควบคุมปริมาณ SO _x	
MEV _G	ค่าผลกระทบที่สามารถเกิดได้สูงสุดต่อโลก	[NETS]
MEV _R	ค่าผลกระทบที่สามารถเกิดได้สูงสุดต่อชุมชน	[NETS]
NEF	อัตราส่วนการปล่อย NO _x	kg/ton
NP _j	ค่าปกติของศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมใด ๆ	mPE
ODP	ค่าศักยภาพการลดลงของโอโซน	gCFC11/gก๊าซ
P _i	ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของการะสิ่งแวดล้อม	[ton, kWh, ...]
Q	ความสามารถในการให้ความเย็นของระบบทำความเย็น	Btu/h
Q _i	ปริมาณสารมลภาวะ i ที่ถูกปล่อยออกมา	kg, ton
T	อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์	ปี
SEF	อัตราส่วนการปล่อย SO _x	kg/ton
W	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของระบบทำความเย็น	Watt
X _i	ปริมาณวัตถุดิบ หรือเชื้อเพลิงที่ใช้	[ton, kWh, ...]
WF _j	Weighting factor ของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใด ๆ	
WP _j	ค่าศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใด ๆ หลังการให้น้ำหนักความสำคัญแล้ว	Pt หรือ PE _T

ตัวย่อ

i	ประเภทของ Input หรือ Output
j	ประเภทของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม
G	การพิจารณาปัญหาของทั้งโลก
R	การพิจารณาปัญหาเฉพาะพื้นที่ หรือชุมชน

ตัวยก

	ความหมาย
RD	การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ
GW	ภาวะโลกร้อนขึ้น
OD	การลดลงของโอโซน
WP	ปัญหาน้ำเสีย หรือ ปัญหาขยะ
AR	ภาวะกรดในบรรยากาศ
AP	ปัญหาอากาศเสีย