

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยทำการศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์โดยรวมถึงกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่โรงงานและขนส่งสินค้าออกสู่ลูกค้า ซึ่งจะมีการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์ โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของการใช้วัตถุดิบ, สารเคมี และพลังงานต่างๆ ในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์ และทำการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม โดยทำการแยกแยะปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น วัสดุ สารเคมี พลังงาน เครื่องจักรในกระบวนการผลิต

วิธีการศึกษาของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์จะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต
2. การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม
3. การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมใน 3 ช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์
4. การแปลความหมายหรือการแปลผลด้วยวิธีการทางการประเมินวัฏจักรชีวิต

#### 3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope Definition)

##### 3.1.1 เป้าหมายการศึกษา

ก. ศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์, กระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่โรงงาน และกระบวนการขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปสู่ลูกค้า

ข. กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์

ค. เก็บรวบรวมข้อมูลของการใช้วัตถุดิบ และพลังงานต่างๆ ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตและการขนส่ง

ง. ทำการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม โดยทำการแยกแยะปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น วัสดุ สารเคมี พลังงาน เครื่องจักรในกระบวนการผลิต และการใช้ทรัพยากรในขณะขนส่ง

### 3.1.2 ขอบเขตการศึกษา

#### 1. หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Function) ที่ต้องการศึกษา

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์ (Condenser) ที่ผลิตโดยใช้วัสดุบิลออลูมิเนียมเป็นหลัก

2. หน่วยวัดหน้าที่การทำงาน (Functional unit) และปริมาณอ้างอิง (Reference flow) ทำการศึกษาคอนเดนเซอร์ (Condenser) ที่มีรายละเอียดดังนี้

- ปริมาณอ้างอิงการวิจัย 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ = 1 ชิ้น
- ผลิตภัณฑ์ผลิตจากอลูมิเนียมเป็นวัสดุหลัก
- ขนาดผลิตภัณฑ์ = 683.6 mm x 333.7 mm x 16 mm
- น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น = 2.51 กิโลกรัม
- เทคนิคการผลิตใช้วิธีการเชื่อมประสาน (Brazing) ชิ้นส่วนต่างด้วยสารเคมี
- ลักษณะชิ้นงานและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์มีดังนี้



ภาพที่ 3.1

ตัวอย่างชิ้นงานคอนเดนเซอร์ที่ทำการประเมินวัฏจักรชีวิต

3. ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย  
ชิ้นส่วนต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

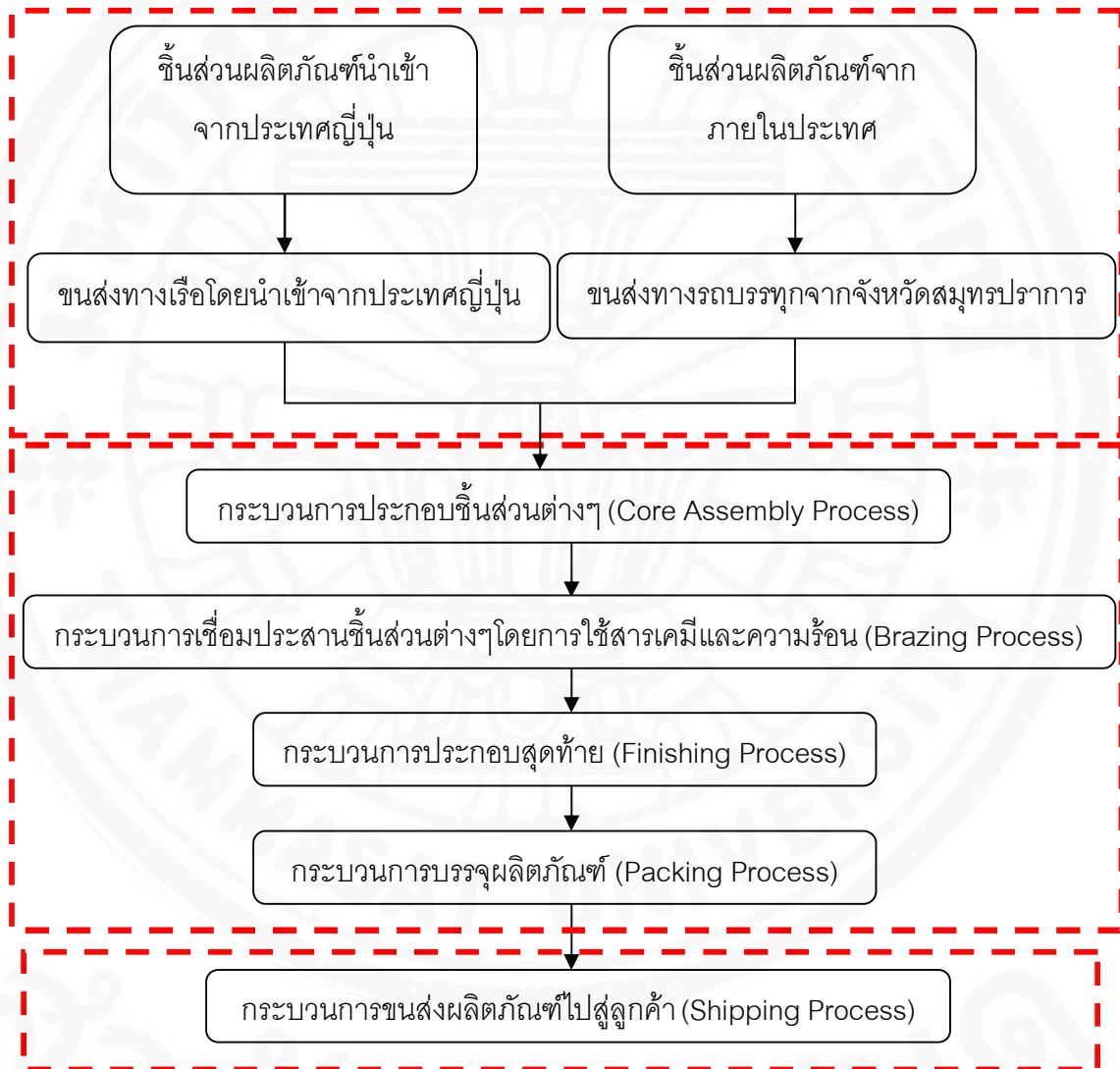
ตารางที่ 3.1

ตารางแสดงส่วนประกอบและน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนเดนเซอร์

ชิ้นส่วนประกอบ	จำนวนชิ้นส่วน (ชิ้น)	น้ำหนักชิ้นส่วน/ชิ้น (กรัม)	น้ำหนักรวม (กรัม)
ทิวป์ (Tube)	48	20.4	979.2
ฟิน (Fin)	47	11	517
ฟินด้านริม (Side Fin)	2	11	22
ไซด์เพลท (Side Plate)	2	28	56
เฮดเดอร์ (Header 1)	2	74	148
พาทิชัน (Partition)	2	1.2	2.4
ออริฟิซ (Orifice Plate)	1	0.5	1.0
แฟร้งค์จอยต์ (Flange Joint)	1	56	56
แคลมป์บล็อก (Clam Block)	1	12	12
เฮดเดอร์เอ็น (Header End)	4	86	344
แฟร้งค์อินเล็ต (Flange Inlet)	1	38	38
แฟร้งค์เอาท์เล็ต (Flange Outlet)	1	24	24
เวอริ์ดรายเออร์ (Receiver Dryer)	1	215	215
แคลมป์ (Clamp)	1	21.9	21.9
น็อต (Screw)	2	12.3	24.6

### 3.1.3 ขอบเขตของระบบ (System Boundary)

ขอบเขตของระบบในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ทำการศึกษา 3 ช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์ตั้งแต่การรับชิ้นส่วนก่อนประกอบ ขั้นตอนการผลิตไปจนถึงชิ้นส่วนสำเร็จรูปพร้อมส่งไปยังลูกค้า



ภาพที่ 3.2

ขอบเขตของระบบวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์

### 3.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม

ประกอบด้วยการสร้างแผนผังการไหลของกระบวนการ การเก็บข้อมูล การกำหนดขอบเขตของระบบและการระบุชนิดและปริมาณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน การทำบัญชีรายการตามช่วงวัฏจักรชีวิตทั้งสามช่วงชีวิตและแสดงรายละเอียดการทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม

#### 3.2.1 กระบวนการขนส่ง (Transport)

การขนส่งขึ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ที่มีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 2 ช่วงชีวิตคือการขนส่งขึ้นส่วนขาเข้า และการขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ในขั้นตอนนี้จะประเมินผลกระทบการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่เกิดจากการขนส่ง โดยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประเมินคือระยะทางการขนส่ง ยานพาหนะที่ทำการขนส่ง และเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง

#### 3.2.2 กระบวนการผลิต (Manufacturing)

กระบวนการผลิตทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้มาจากปริมาณการใช้พลังงานและของเสียที่ปล่อยออกมาที่เกิดจากกระบวนการผลิต

#### 3.2.3 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

ที่มาของข้อมูลในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิต	เก็บข้อมูลจากโรงงาน	งานวิจัย/เอกสารอ้างอิง	ฐานข้อมูล SimaPro	สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง
การขนส่งขึ้นส่วนขาเข้าและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	▲	▲	▲	
การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง				▲
ระยะทางในการขนส่ง				▲
กระบวนการผลิต	▲		▲	

### 3.3 การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

จากขั้นตอนในการทำบัญชีรายการ (Inventory) จะทราบข้อมูลของการแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งข้อมูลการแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมบางอย่างมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก บางอย่างมีผลกระทบน้อย เพื่อให้การประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถช่วยในการตัดสินใจ ข้อมูลในขั้นตอนการทำบัญชีรายการต้องได้รับการตีความก่อน ซึ่งการตีความต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม แหล่งทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมของสภาพการทำงาน และต้องแสดงให้เห็นว่าการแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมใดที่สำคัญ โดยการประเมินผลกระทบจากข้อมูลที่รวบรวมได้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ การจำแนก (Classification) การจัดหมวดหมู่ (Characterization) และ การประเมินค่า (Valuation) โดยหมวดหมู่ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จัดจำแนก ได้แก่

- ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากร
- ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน
- ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน
- ทำให้เกิดปัญหาโฟโตเคมีคอลส്മ็อก
- ทำให้เกิดปัญหาดินเป็นกรด
- ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์
- ทำให้เกิดพิษต่อระบบนิเวศทางน้ำ
- ทำให้เกิดพิษต่อระบบนิเวศทางบก
- ทำให้เกิด Nitrification ปริมาณการเพิ่มของสารอาหารในแหล่งน้ำ
- ทำให้เกิดการลดลงของโอโซนในชั้นบรรยากาศ

ในส่วนสุดท้ายของขั้นตอน คือ การประเมินค่าผลกระทบ โดยการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละดัชนีเล็กน้อยต่างกันในแต่ละหมวดปัญหา ผลจากการประเมินจะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงไร โดยมีขั้นตอนการประเมินผลกระทบดังนี้



### 3.3.1 การจำแนกกลุ่มผลกระทบและการกำหนดบทบาท (Characterization)

เป็นการคำนวณของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปได้ (Potential Environmental Impacts) สำหรับการปลดปล่อยมลสารว่ามีมลสารใดบ้าง ปลดปล่อยออกมาปริมาณเท่าใดที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาเขียนเป็นกราฟจัดแบ่งแยกเป็นกลุ่มๆ ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น นำผลจาก Greenhouse Effect มารวมกันเป็นกลุ่ม เป็นต้น

### 3.3.2 การหาขนาดผลกระทบ (Normalization)

จากขั้นตอนการจำแนกกลุ่มผลกระทบและการกำหนดบทบาท (Characterization) พิจารณาต่อว่าการใช้ทรัพยากรและผลกระทบที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อมในการทำงานมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแค่ไหน

### 3.3.3 การให้น้ำหนัก (Weighting)

ในขั้นตอนนี้จะเปรียบเทียบว่า การใช้แหล่งทรัพยากรใดและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใดสำคัญที่สุดโดยนำ Weighting factor มาคูณผลที่ได้จากขั้นตอนการหาขนาดผลกระทบ (Normalization) ผลที่ได้สุดท้ายนี้ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ร้ายแรงที่สุดต่อมนุษย์ ซึ่ง Weighting Factor เกิดจากการคำนวณของความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ที่มีต่อมนุษย์รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

## 3.4 การแปลผล (Life Cycle Interpretation)

การแปลผลหรือการตีความเป็นขั้นตอนในการนำผลจากการทำบัญชีรายการและการประเมินผลกระทบมารวมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป และข้อเสนอแนะตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษา

### 3.5 เกณฑ์การประเมิน

ขั้นตอนนี้เป็นกรนำข้อมูลจากบัญชีรายการแล้วทำการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม SimaPro 7.1 ซึ่งบัญชีรายการที่รวบรวมได้จะนำมาสรุปในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับการผลิตรถยนต์ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้ฐานข้อมูลอ้างอิงของประเทศไทยและโปรแกรม SimaPro 7.1 ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6

หมวดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Category Indicators	Unit
Global warming 100a	kg CO <sup>2</sup> eq
Ozone depletion	kg CFC11 eq
Ozone formation (Vegetation)	m <sup>2</sup> .ppm.h
Ozone formation (Human)	person.ppm.h
Acidification	m <sup>2</sup>
Terrestrial eutrophication	m <sup>2</sup>
Aquatic eutrophication EP(N)	kg N
Aquatic eutrophication EP(P)	kg P
Human toxicity air	m <sup>3</sup>
Human toxicity water	m <sup>3</sup>
Human toxicity soil	m <sup>3</sup>
Ecotoxicity water chronic	m <sup>3</sup>
Ecotoxicity water acute	m <sup>3</sup>
Ecotoxicity soil chronic	m <sup>3</sup>
Hazardous waste	kg
Slag/ashes	kg
Bulk waste	kg
Radioactive waste	kg
Resources (all)	kg