

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของหอฝึ่งเย็น

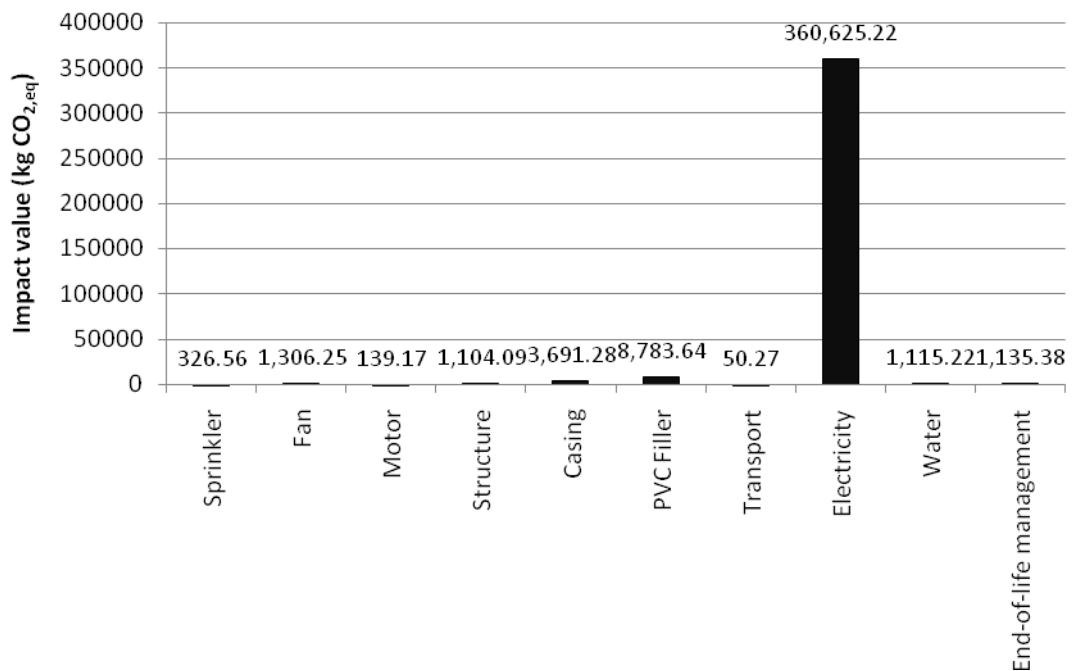
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของหอฝึ่งเย็นซึ่งมีวัฏจักรชีวิต 10 ปีโดยมีการใช้งานวันละ 24 ชั่วโมงและแต่ละปีมีการซ่อมบำรุงหรือหยุดเครื่องเนื่องจากอุบัติเหตุจากทางไฟฟ้าประมาณ 10 วันต่อปีและมีข้อมูลของหอฝึ่งเย็นดังแสดงในภาคผนวก ก และใช้โปรแกรม SimaPro 7.1 วิธีการ CML 2000 ในการประเมินและพิจารณาเฉพาะผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (Global warming) ได้ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของหอฝึ่งเย็นดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพประกอบที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของหอฝึ่งเย็นด้านภาวะโลกร้อน

ส่วนประกอบ, ทรัพยากรที่ใช้และ การจัดการเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน	ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})
หัวฉีดกระจายน้ำ (Sprinkler)	326.56
ใบพัด (Fan)	1,306.25
มอเตอร์ (Motor)	139.17
โครงสร้าง (Structure)	1,104.09
วัสดุหุ้ม (Fiber reinforce plastic casing)	3,691.28
แผ่นรังผึ้ง (PVC filler)	8,783.64
การขนส่ง (Transport)	50.27
ไฟฟ้า (Electricity)	360,625.22
น้ำ (Water)	1,115.22
การจัดการเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (End-of-life management)	1,135.38
ผลรวม	378,277.09

ภาพประกอบที่ 4.1
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนของหอฝึ่งเย็น



เนื่องจากในงานวิจัยนี้ ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่เลือกพิจารณาคือภาวะโลกร้อน (Global warming) ดังนั้นจากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตลอดวัฏจักรชีวิตของหอฝึ่งเย็นชนิด Counter flow ขนาด 400 ตันความเย็น จะก่อให้เกิดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนปริมาณ 378,277.09 kg CO_{2,eq} และจากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของหอฝึ่งเย็นโดยแยกแต่ละส่วนพบว่า ขั้นตอนการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างการใช้งานหอฝึ่งเย็นมีผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนมากที่สุดโดยครอบคลุมถึง 95.33% รองลงมาคือการใช้ PVC filler การใช้วัสดุหุ้มหอฝึ่งเย็น (Fiber reinforce plastic casing) และการใช้ใบพัด (fan) โดยขั้นตอนการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนสูงกว่าช่วงการใช้ PVC filler ถึง 41.06 เท่าสูงกว่าการใช้วัสดุหุ้มถึง 97.7 เท่าและสูงกว่าการใช้ใบพัดถึง 276 เท่า

ความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder's requirement)

จากการสอบถามความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องพบว่ามีความต้องการในการลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจาก PVC filler ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของหอฝั้นเย็น โดยการทดลองประยุกต์ใช้แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ที่ผลิตจาก Kraft paper ซึ่งสามารถซับน้ำได้โดยไม่เปื่อยยุ่ยมาทดแทนการใช้ PVC filler

แนวทางการออกแบบเพื่อลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน

ผลการประเมินชี้ให้เห็นว่า แหล่งสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนมากที่สุดเกิดจากขั้นตอนการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนใบพัดดูดอากาศ ดังนั้นแนวทางการออกแบบเพื่อลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจึงมุ่งเน้นไปที่เรื่องของการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยอาจติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เช่น มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงหรือการลดน้ำหนักของใบพัดเพื่อลดภาระงานของมอเตอร์ และแหล่งสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากเป็นอันดับที่ 2 คือการใช้ PVC filler ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องที่ต้องการลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนของ PVC filler โดยผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนเกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อยและผลจากการเกิดตะกอน ดังนั้นแนวทางในการลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจึงมุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบและการกำจัดตะกอนที่เกิดขึ้น ส่วนแหล่งสำคัญลำดับที่สามและสี่ได้แก่การใช้วัสดุหุ้มที่ผลิตจาก Fiber reinforce plastic และการใช้ใบพัดที่ผลิตจาก Aluminum alloy ซึ่งผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนเกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อย จึงมุ่งเน้นไปที่เรื่องของการเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ แนวทางในการลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนทั้ง 4 แนวทางนั้นครอบคลุมกว่า 98.98% ของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของหอฝั้นเย็น

การเปรียบเทียบผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนระหว่าง

หอฝั้นเย็นตัวอย่างและหอฝั้นเย็นที่ออกแบบใหม่

จากแนวทางในการออกแบบเพื่อลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณดังแสดงในภาคผนวก ข และทำการประเมินผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้และนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนหรือขั้นตอนของหอฝั้นเย็นดั้งเดิมดังต่อไปนี้

1. การลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนในขั้นตอนการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในขั้นตอนการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในวัฏจักรชีวิตของหอฝั้นเย็น ซึ่งเกิดจากอุปกรณ์หลักที่ใช้กระแสไฟฟ้าอันได้แก่มอเตอร์ที่ใช้ไฟฟ้าปริมาณ 104 MWh ต่อปีหรือ 1.04 GWh ตลอดวัฏจักรชีวิต

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยติดตั้งอยู่ที่ส่วนบนของหอฝั้นเย็นทำหน้าที่ขับเคลื่อนใบพัดเพื่อดูดอากาศให้ลอยขึ้นสวนทางกับละอองน้ำที่ตกลงมาทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากน้ำสู่อากาศ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนามอเตอร์ที่มีการสูญเสียในมอเตอร์ลดลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยเรียกว่า มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency motor) อย่างไรก็ตามการใช้งานมอเตอร์อย่างไม่เหมาะสมจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ตกต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น ส่งผลให้มอเตอร์ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าที่ควรจะเป็น

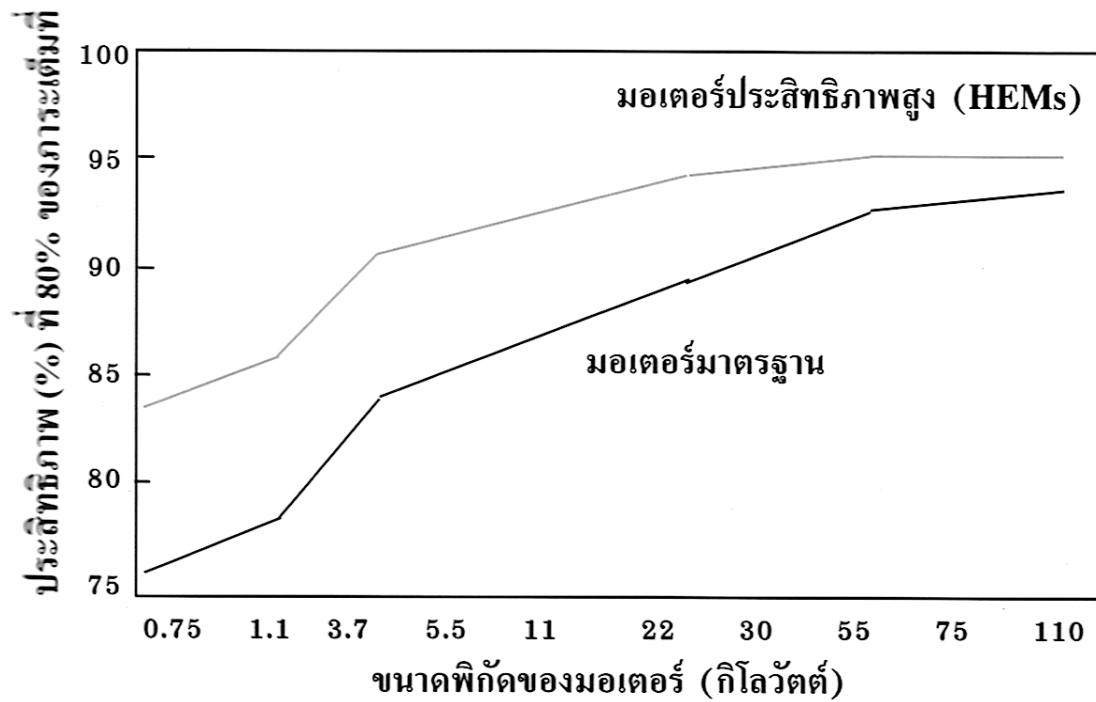
1.2 ประสิทธิภาพของมอเตอร์

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ คือ อัตราส่วนของกำลังกลที่ได้ออกมาต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้า (ที่มีหน่วยเดียวกัน) ดังแสดงในสมการที่ 4.1 ต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังที่ส่งออก}}{\text{กำลังที่ป้อนเข้า}} \times 100\% = \frac{(\text{กำลังที่ป้อนเข้า} - \text{ความสูญเสีย})}{\text{กำลังที่ป้อนเข้า}} \times 100\% \quad (4.1)$$

โดยประสิทธิภาพของมอเตอร์มาตรฐานและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงสามารถแสดงเปรียบเทียบได้ดังภาพประกอบที่ 4.2

ภาพประกอบที่ 4.2
กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างมอเตอร์มาตรฐาน
และมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง



ที่มา: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,
มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและตัวปรับความเร็วมอเตอร์ในโรงงาน, หน้า 17

การเปลี่ยนมอเตอร์ที่ใช้ในวัฏจักรชีวิตของหอผึ่งเย็นจากมอเตอร์มาตรฐานเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง จึงส่งผลให้เกิดการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($\text{kg CO}_{2,\text{eq}}$) จึงได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพประกอบที่ 4.3

ตารางที่ 4.2

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการใช้ไฟฟ้าระหว่าง

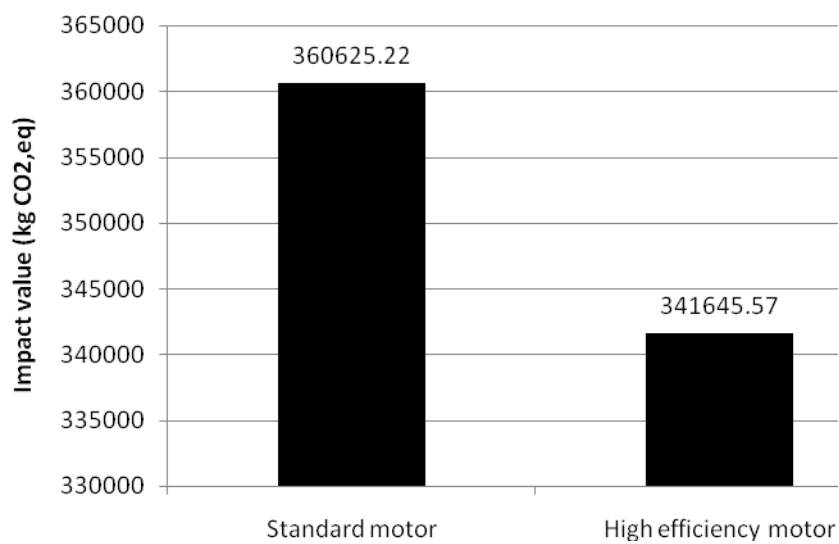
มอเตอร์มาตรฐานและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

	มอเตอร์มาตรฐาน	มอเตอร์ ประสิทธิภาพสูง
ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh)	1,041,331.44	986,526.31
ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	360,625.22	341,645.57
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-18,979.65
เปอร์เซ็นต์ที่ลดได้	-	-5.26%

ภาพประกอบที่ 4.3

กราฟเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนระหว่าง

มอเตอร์มาตรฐานและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

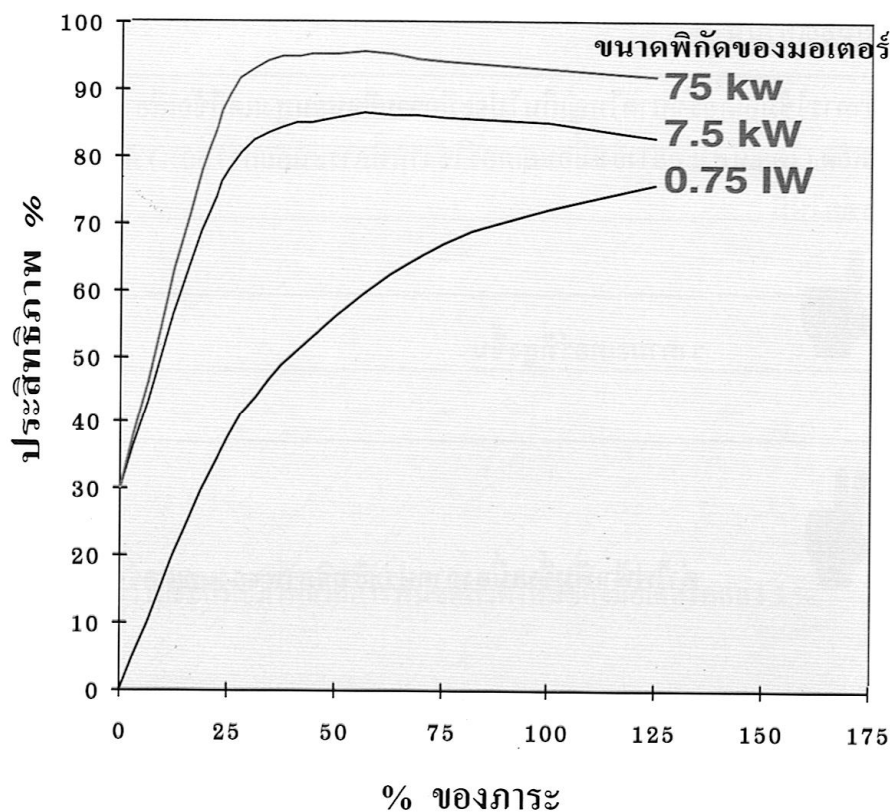


1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของมอเตอร์กับการะงานของมอเตอร์

การใช้งานมอเตอร์จะต้องคำนึงถึงขนาดฟลักซ์ของมอเตอร์และการะงานเนื่องจากประสิทธิภาพของมอเตอร์ไม่ว่าจะเป็นแบบประสิทธิภาพสูงหรือแบบมาตรฐานก็ตามจะพบว่ามีค่าลดลงอย่างรวดเร็วหากมอเตอร์มีการะงานน้อยกว่า 75% ของค่าฟลักซ์ของมอเตอร์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.4

ภาพประกอบที่ 4.4

ความสัมพันธ์โดยทั่วไประหว่างประสิทธิภาพของมอเตอร์
กับการะงานของมอเตอร์



ที่มา: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,
มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและตัวปรับความเร็วมอเตอร์ในโรงงาน, หน้า 34

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของมอเตอร์กับการะงานของมอเตอร์นั้น
เกี่ยวเนื่องกับแนวทางการลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนโดยการเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบในการ

ผลิตใบพัด ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อการลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจากการใช้ใบพัด Aluminum alloy

2. การลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจากการใช้ PVC filler

การใช้ PVC filler เป็นสาเหตุรองของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในวัฏจักรชีวิตของหอผึ่งเย็น ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องที่ต้องการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจาก PVC filler โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อยและปัญหาที่เกิดจากตะกั่วที่เกาะแผ่น PVC filler จนนำไปสู่ปัญหาการอุดตัน จึงไม่สามารถนำกลับไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Recycle) ดังนั้นทางโรงงานจึงนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ (Landfill) เท่านั้น

2.1 การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต Filler

ในการใช้งาน Filler ที่ผลิตจาก PVC ก่อให้เกิดผลกระทบจากการที่วัตถุดิบมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อย จึงได้หาวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติด้านต่างๆ ที่ใช้งานทดแทน PVC ในหอผึ่งเย็นได้โดยคุณสมบัติของ PVC ที่ใช้ในการพิจารณาแสดงดังในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

คุณสมบัติของ PVC

Density (kg/m ³)	Tensile strength, X 1000 psi	Max use temp.	
		°F	°C
1.49-1.58	7.5-9	230	110

ที่มา: Principles of materials science and engineering, McGraw-Hill international enterprises,

2006, William F. Smith, p. 237

จากการสำรวจและศึกษาพบว่าวัตถุดิบ 2 ชนิดที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทน PVC ในการผลิต Filler ได้แก่ Polypropylene (PP) และ Kraft paper เนื่องจากพลาสติกชนิดอื่นที่มีอุณหภูมิการใช้งานสูงสุด (Max use temperature) ต่ำกว่าที่จะสามารถใช้งานได้หรือมี tensile strength ต่ำกว่า PVC มาก โดยที่ Polypropylene สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงถึง 120 °C ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปร่างและได้มีการนำ Polypropylene ไปผลิต filler ในเชิงพาณิชย์

แล้ว ในขณะที่ Kraft paper เป็นความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องที่ทำการประเมินเพื่อจะได้ทราบผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่จะเกิดขึ้น จึงได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิต เมื่อนำวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้มาทดแทนในการผลิต Filler ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพประกอบที่ 4.5

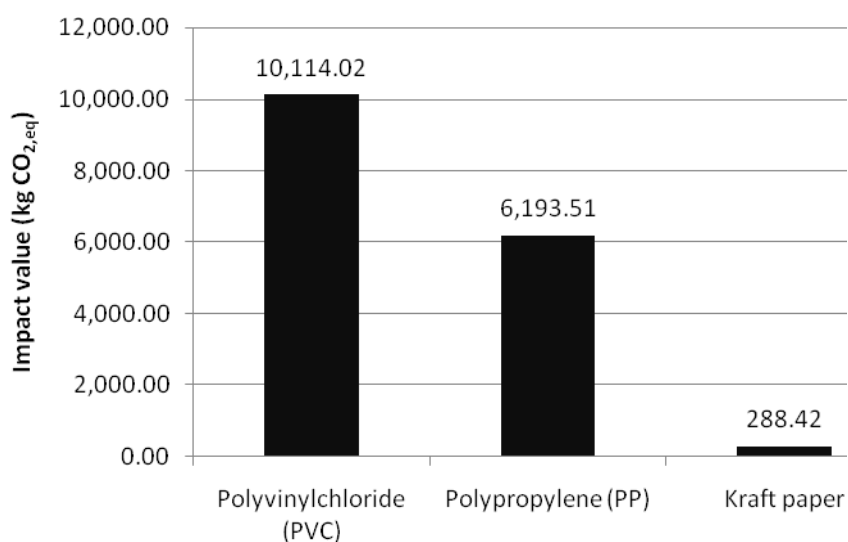
ตารางที่ 4.4

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ผลิต Filler

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	Polyvinylchloride (PVC)	Polypropylene (PP)	Kraft paper
วัตถุดิบ	8,783.64	5,272.48	-560.97
การกำจัดด้วยการฝัง	1,330.38	921.03	849.39
การกำจัดด้วยการเผา	2,485.95	1,721.05	1,587.19
ผลรวม (กำจัดด้วยวิธีที่ดีที่สุด)	10,114.02	6,193.51	288.42
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-3,920.51	-9,825.6
เปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลง	-	-38.76%	-97.15%

ภาพประกอบที่ 4.5

กราฟเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนระหว่าง
วัตถุดิบที่ใช้ผลิต Filler



2.2 การกำจัดตะกอน

ตะกอนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ Filler สิ้นอายุการใช้งานเนื่องจากการที่ตะกอนเกาะแผ่น Filler ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนลดลงจนไปถึงเกิดการอุดตันเป็นผลให้ต้องทำการเปลี่ยน filler หรือการเพิ่มปริมาณวัตถุดิบนั่นเอง จึงได้ทำการค้นหาวิธีการในการป้องกันการเกิดตะกอนหรือการกำจัดตะกอนหลังจากการเปลี่ยนขึ้นส่วนได้ และพบว่าในงานวิจัยของธารายนต์ (ธารายนต์, 2007, Gear มี.ค., น.41-42) การกำจัดตะกอนจะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีปริมาณโอโซนละลายอยู่ในน้ำ โดยมีค่า pH ประมาณ 8.5 และควบคุมปริมาณโอโซนที่ละลายในน้ำให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.1 ppm จึงได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตเมื่อมีการเติมโอโซนในน้ำ 0.1 ppm ตลอดวัฏจักรชีวิตของหอผึ่งเย็น ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการใช้โอโซนกำจัดตะกอน

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	โอโซน
วัตถุดิบ	121.36
การกำจัดด้วยการฝัง	10.91
ผลรวม	132.27

ผลสืบเนื่องจากการที่สามารถละลายตะกอนได้ จึงสามารถลดปริมาณการใช้ Filler จากเดิมจำนวน 3 ชุดเหลือเพียง 1 ชุดตลอดวัฏจักรชีวิต จึงได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตเปรียบเทียบระหว่างการใช้ PVC filler 3 ชุดและการใช้ filler 1 ชุดที่ผลิตจาก Polypropylene หรือ Kraft paper ผสมผสานกับการเติมโอโซน 0.1 ppm ในน้ำ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6 และภาพประกอบที่ 4.6

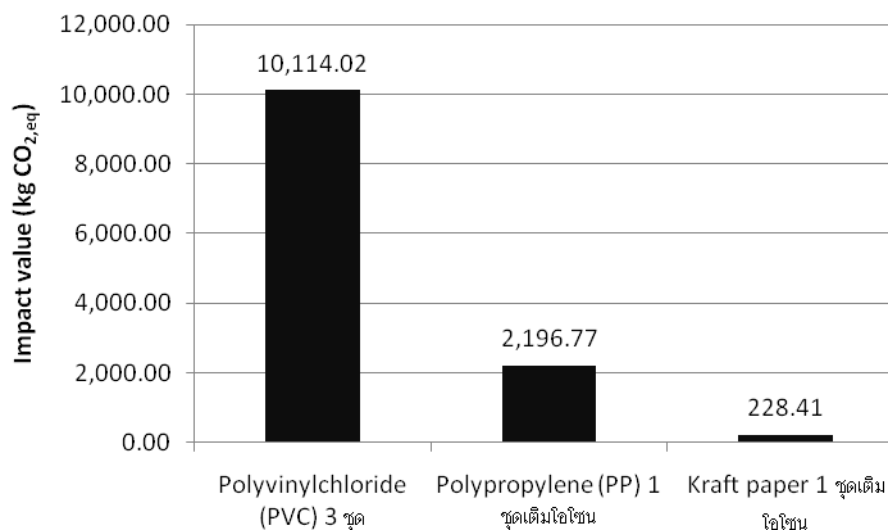
ตารางที่ 4.6

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตระหว่างการใช้ไอโซน
และใช้ไอโซนกำจัดตะกอน

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	Polyvinylchloride (PVC)	Polypropylene (PP) เต็มไอโซน	Kraft paper เต็ม ไอโซน
วัตถุดิบ	8,783.64	1,757.49	-186.99
การใช้ไอโซน	-	132.27	132.27
การกำจัดด้วยการฝัง	1,330.38	307.01	283.13
ผลรวม	10,114.02	2,196.77	228.41
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-7,917.25	-9,885.61
เปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลง	-	-78.27%	-97.74%

ภาพประกอบที่ 4.6

กราฟเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนระหว่าง
การใช้ PVC filler และการผสมผสานการเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ
ที่ใช้ผลิต filler และการเติมไอโซนเพื่อกำจัดตะกอน



3. การลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจากการใช้วัสดุหุ้มที่ผลิตจาก Fiber reinforce plastic

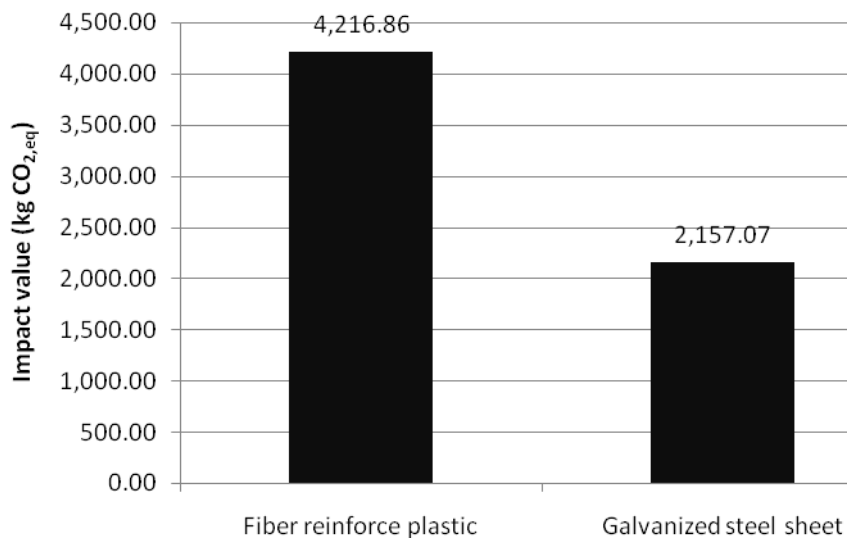
การใช้วัสดุหุ้มที่ผลิตจาก Fiber reinforce plastic เป็นสาเหตุลำดับที่สามของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในวัฏจักรชีวิตของหอฝิ่นเย็น โดยเกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อย จึงได้ทำการค้นหาวัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเป็นวัสดุหุ้มทดแทน Fiber reinforce plastic ได้ ซึ่งจากการสำรวจและศึกษาพบว่าวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทน Fiber reinforce plastic ในการผลิตวัสดุหุ้มได้แก่ Galvanized Steel sheet ซึ่งได้มีการนำไปใช้ในการผลิตวัสดุหุ้มหอฝิ่นเย็นที่โรงงานแห่งอื่น จึงได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิต ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพประกอบที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ใน
การผลิตวัสดุหุ้มหอฝิ่นเย็น

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	Fiber reinforce plastic	Galvanized steel sheet
วัตถุดิบ	3,691.28	753.30
การกำจัดด้วยการฝัง	525.58	1,403.77
การกำจัดด้วยการเผา	982.10	-
ผลรวม (กำจัดด้วยวิธีที่ดีที่สุด)	4,216.86	2,157.07
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-2,059.79
เปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลง	-	-48.85%

ภาพประกอบที่ 4.7
กราฟเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อน
ระหว่าง Fiber reinforce plastic และ
Galvanized steel sheet



4. การลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนจากการใช้ใบพัด Aluminum alloy

การใช้ใบพัดที่ผลิตจาก Aluminum alloy เป็นสาเหตุลำดับที่สี่ของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของกังหัน โดยเกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อย จึงได้ทำการค้นหาวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมมาผลิตเป็นใบพัดทดแทน Aluminum alloy ซึ่งจากการสำรวจและศึกษา พบว่าวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทน Aluminum alloy ในการผลิตใบพัด ได้แก่ Polypropylene (PP) ซึ่งจากการที่ใบพัดมีน้ำหนักลดลงทำให้ขนาดภาระงานของมอเตอร์ลดลง จึงสามารถลดขนาดของมอเตอร์ลงเพื่อให้เหมาะสมกับขนาดภาระงาน เป็นผลให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงตามขนาดของกำลังมอเตอร์ที่ลดลงอย่างไรก็ตามจากการสำรวจมอเตอร์ที่ให้กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกใกล้เคียง 7.425 kW นั้นมีเพียงมอเตอร์มาตรฐานเท่านั้น ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณ 90% และมีขนาดใกล้เคียงที่สุดที่ 9.2kW แต่ใช้กำลังป้อนเข้าที่ 8.25 kW จึงได้ทำการทำการประเมินวัฏจักรชีวิต ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8, 4.9, 4.10 และภาพประกอบที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบพัต

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	Aluminum alloy	Polypropylene (PP)
วัตถุดิบ	1,306.25	552.46
การกำจัดด้วยการฝัง	157.67	74.9
ผลรวม (กำจัดด้วยวิธีที่ดีที่สุด)	1,463.92	627.36
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-836.56

ตารางที่ 4.9

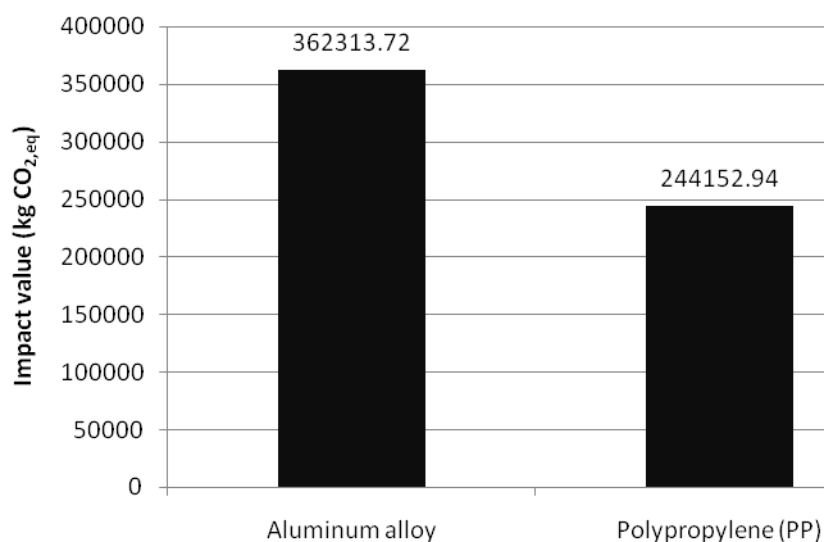
ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตจากการลดภาระงานของมอเตอร์

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	มอเตอร์		พลังงานไฟฟ้า	
	11kW	8.25 kW	11kW	8.25 kW
วัตถุดิบ	139.17	62.09	360,625.22	243,422.7
การกำจัดด้วยการฝัง	85.41	40.79	-	-
ผลรวม	224.58	102.88	360,625.22	243,422.7
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-121.7	-	-117,202.52

ตารางที่ 4.10
สรุปผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการเปลี่ยนวัสดุดิบ
ที่ใช้ในการผลิตไบพัต

ผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน (kg CO _{2,eq})	Aluminum alloy	Polypropylene (PP)
ไบพัต	1,463.92	627.36
มอเตอร์	224.58	102.88
พลังงานไฟฟ้า	360,625.22	243,422.7
ผลรวม	362,313.72	244,152.94
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (kg CO _{2,eq})	-	-118,160.78
เปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลง	-	-32.61%

ภาพประกอบที่ 4.8
กราฟเปรียบเทียบผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนระหว่าง
Aluminum alloy และ Polypropylene (PP)



จากผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตของห่อหุ้มเยื่อตามแนวทางในการออกแบบเพื่อลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 7.1 วิธีการ CML 2000 สามารถเรียงลำดับตามศักยภาพของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนที่สามารถลดได้ดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนวัตถุดิบของใบพัด สามารถลดได้ 118,160.78 kg CO_{2,eq}
2. การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง สามารถลดได้ 18,979.65 kg CO_{2,eq}
3. การประยุกต์ใช้ Kraft paper filler ผสมผสานกับการกำจัดตะกอนด้วยโอโซน สามารถลดได้ 9,885.61 kg CO_{2,eq}
4. การเปลี่ยนวัตถุดิบของวัสดุหุ้ม สามารถลดได้ 2,059.79 kg CO_{2,eq}

ดังนั้นแนวทางแรกที่จะนำไปปรับปรุงได้แก่การเปลี่ยนวัตถุดิบของใบพัดซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดขนาดมอเตอร์เนื่องจากขนาดของภาระงานที่ลดลง ในลำดับต่อมาจึงประยุกต์ใช้ Kraft paper filler ผสมผสานกับการกำจัดตะกอนด้วยโอโซน และทำการเปลี่ยนวัตถุดิบของวัสดุหุ้มเป็น Coated steel sheet ซึ่งทั้ง 3 แนวทางนี้สามารถลดผลกระทบด้านภาวะโลกร้อนได้ 130,106.18 kg CO_{2,eq}