

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

### 4.1 ข้อมูลโรงงาน

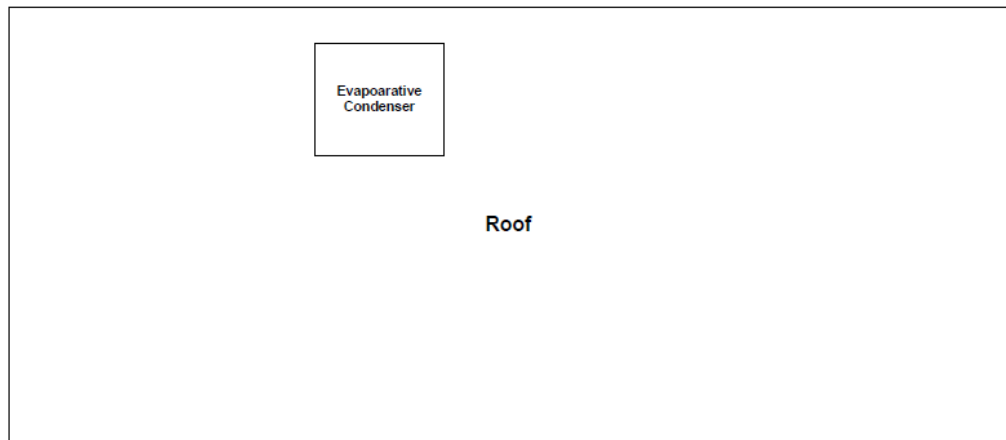
ตั้งอยู่ที่ถนนเอกชัย ตำบลท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีพนักงานจำนวน 600 คน เป็นพนักงานประจำเป็นจำนวน 86 คนดำเนินงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ผลิตกุ้งสดแช่เยือกแข็งและกุ้งต้มสุกแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์หลัก โดยบริษัทจะรับซื้อกุ้งเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบจากฟาร์มกุ้งที่มีการตกลงซื้อขายเป็นจำนวน 40 ฟาร์ม ซึ่งถือว่าเป็นบริษัทที่สำคัญในการส่งออกกุ้งแช่เยือกแข็งของประเทศ ซึ่งในสถานประกอบการนั้นมีการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างหลากหลายเช่น ไฟฟ้า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำ น้ำแข็ง เป็นต้น โดยใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 180,245 หน่วยต่อเดือน คิดเป็นเงินจำนวน 527,655.61 บาทต่อเดือน มีการนำน้ำแข็งและน้ำมาใช้ในกระบวนการล้างทำความสะอาดวัตถุดิบ รวมถึงการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อไอน้ำ

#### 4.1.1 แผนผังโรงงาน

โรงงานแห่งนี้มีพื้นที่การทำงาน 1 ชั้น ด้านบนเป็นหลังคาซึ่งมีพื้นที่สำหรับติดตั้งเครื่องควบแน่นที่อาศัยหลักการระเหยของน้ำ ดังแสดงในแผนผังตามรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 แผนผังของโรงงานชั้นที่ 1



รูปที่ 4.2 แผนผังของโรงงานชั้นที่ 2

#### 4.1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำและน้ำแข็ง

การใช้พลังงานของโรงงานแห่งนี้ ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นเชื้อเพลิงแก๊สไอ้ การใช้น้ำและน้ำแข็งในกระบวนการล้างทำความสะอาด ซึ่งแสดงข้อมูลปริมาณการใช้ในหัวข้อ 4.1.2.1 ถึง 4.1.2.3

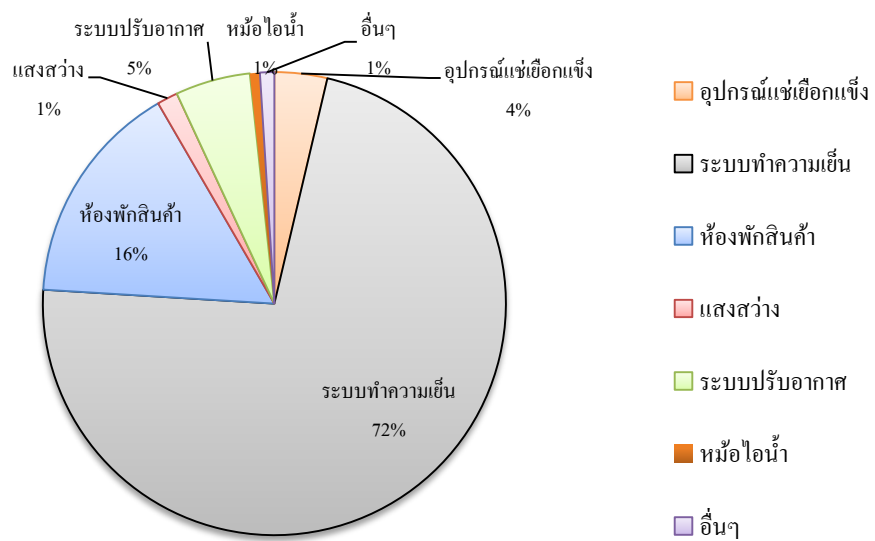
##### 4.1.2.1 พลังงานไฟฟ้า

เมื่อทำการศึกษาถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัท พบว่า มีการใช้ไฟฟ้าใน 2 ส่วนหลัก ได้แก่ โรงงาน และสำนักงาน โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรวมต่อเดือน เท่ากับ 180,245 หน่วย คิดเป็นเงิน 527,655.61 บาท แสดงในตารางที่ 4.1 ทั้งนี้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การใช้ไฟฟ้าระหว่างโรงงานกับสำนักงาน พบว่า สำนักงานใช้ไฟฟ้าเพียง 3% ในขณะที่โรงงานใช้ไฟฟ้าสูงถึง 97% เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม และเมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 379.22 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์

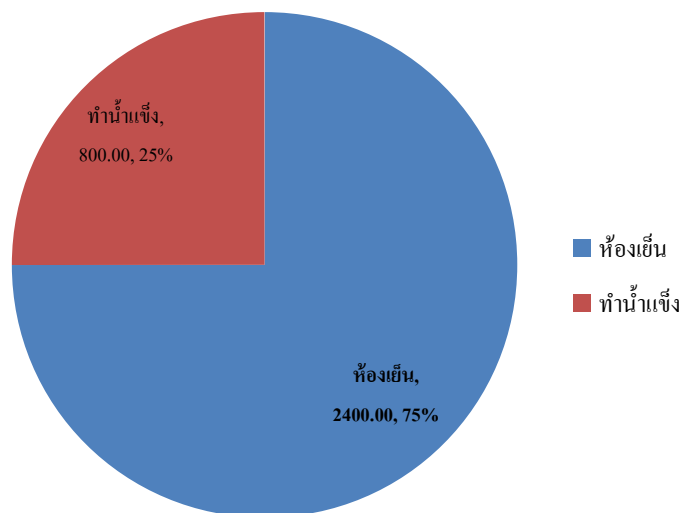
ตารางที่ 4.1 ปริมาณและค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในโรงงานและสำนักงาน

รายการ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	สัดส่วนพลังงาน(%)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
โรงงาน	175,130.65	97	513,649.75
สำนักงาน	5,114.35	3	14,224.90
รวม	180,245	100	527,655.61

เมื่อพิจารณาการใช้ไฟฟ้าในโรงงาน สามารถแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งพบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าหลักไปกับระบบทำความเย็นสูงถึงร้อยละ 72 ของพลังงานทั้งหมด มีการใช้พลังงานไฟฟ้าไปกับห้องพักสินค้า (Anti-room) ร้อยละ 16 และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าไปกับระบบปรับอากาศในโรงงาน 5% นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงระบบทำความเย็น ถูกนำมาใช้สำหรับผลิตความเย็นให้กับห้องเย็นและผลิตน้ำแข็ง สามารถแบ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 4.4 โดยใช้พลังงานไฟฟ้าไปกับห้องเย็นร้อยละ 75 และใช้ไปกับการผลิตน้ำแข็งอีกร้อยละ 25



รูปที่ 4.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน



รูปที่ 4.4 สัดส่วนการใช้ความเย็นในโรงงาน

**4.1.2.2 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว** ก๊าซปิโตรเลียมเหลวถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงแก๊มห้อไอน้ำ (บอยเลอร์) เพื่อผลิตไอน้ำในกระบวนการผลิตกุ้งสุกแช่เยือกแข็งสำหรับนึ่งกุ้งให้สุก ก่อนผ่านไปยังกระบวนการแช่เยือกแข็งต่อไป ซึ่งพบว่ามีอัตราการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)ต่อชั่วโมง เฉลี่ยโดยประมาณ 59.4 กิโลกรัมเชื้อเพลิงต่อชั่วโมง เฉลี่ย 1 วันจะมีการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวประมาณ 356.4 กิโลกรัม เป็นสัดส่วนการใช้ปิโตรเลียมเหลวต่อผลิตภัณฑ์ โดยประมาณ 0.044 ตันต่อตันผลิตภัณฑ์

**4.1.2.3 น้ำ น้ำแข็ง และน้ำทิ้ง** มีปริมาณการใช้น้ำประปรารวมทั้งโรงงานเฉลี่ย 2,300 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน คิดเป็นเงิน 61,180 บาท และมีปริมาณน้ำทิ้ง 76.7 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับน้ำและน้ำแข็ง จะนำไปใช้ในกระบวนการล้างทำความสะอาดกุ้งก่อนผ่านไปยังกระบวนการแช่เยือกแข็ง ซึ่งพบว่า มีปริมาณการใช้น้ำ 4.5 ถึง 5.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณน้ำที่ใช้ดังกล่าวจะถูกนำไปผลิตน้ำแข็งที่มีการใช้ประมาณ 1.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลิตภัณฑ์

### 4.1.3 ขั้นตอนการแช่เยือกแข็งอาหาร

ขั้นตอนการแช่เยือกแข็งอาหารของโรงงานแห่งนี้ แบ่งกระบวนการแช่เยือกแข็งกุ้งเป็น 2 ประเภท คือ การแช่เยือกแข็งกุ้งสุก และการแช่เยือกแข็งกุ้งดิบ แสดงเป็นแผนภูมิไว้ในรูปที่ 4.5 โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

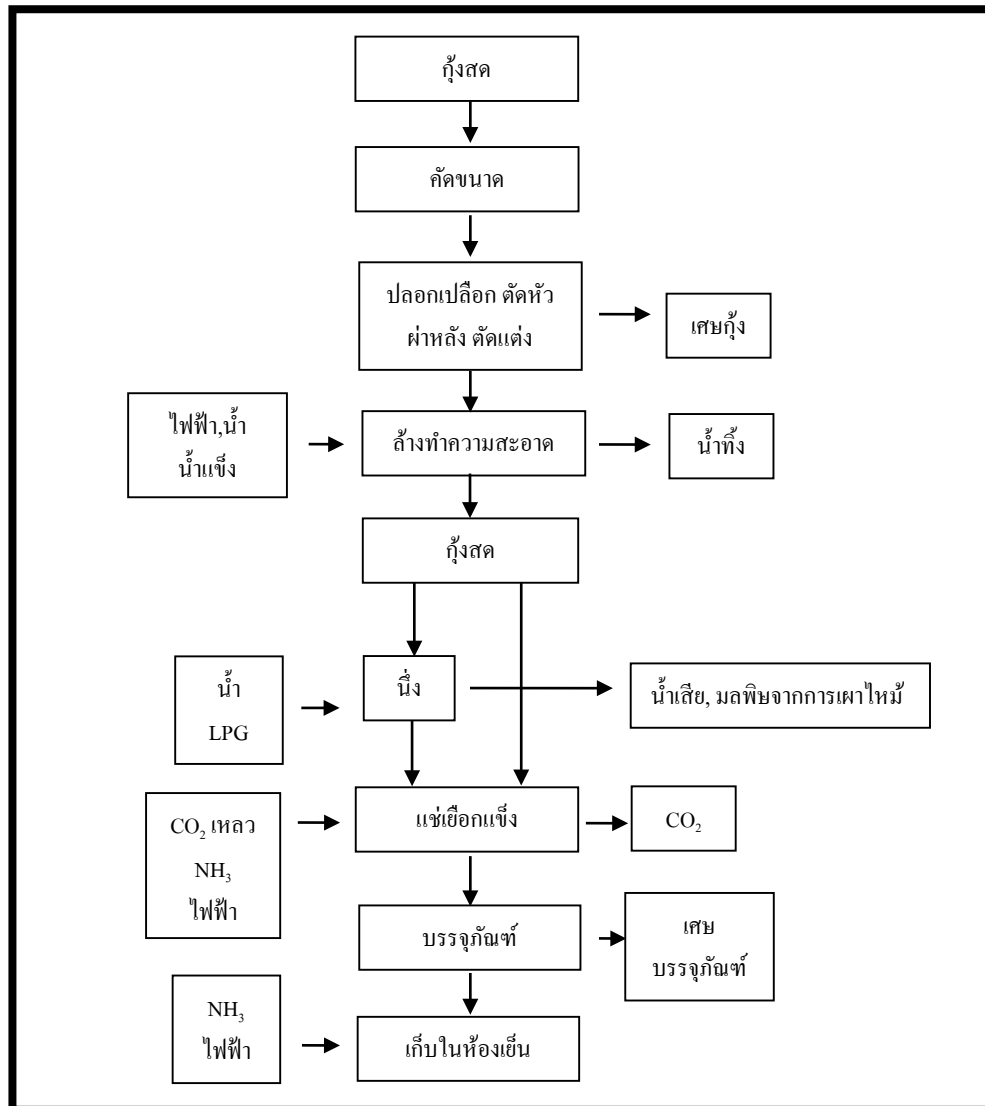
**4.1.3.1 การคัดขนาดและตัดแต่ง** เมื่อรับกุ้งจากฟาร์มกุ้งแล้ว ดำเนินการคัดขนาดกุ้งให้เหมาะสมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตต่อไป จากนั้นจะดำเนินการปลอกเปลือก ตัดหัว ฝ่าหลัง และตัดแต่งตามความต้องการของผู้ซื้อ

**4.1.3.2 การล้างทำความสะอาด** เนื่องจากป้องกันเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และรักษาความสดของกุ้ง เป็นสาเหตุที่ใช้น้ำอุณหภูมิต่ำ โดยน้ำประปาที่นำไปล้างทำความสะอาดกุ้ง ต้องนำน้ำแข็งมาลดอุณหภูมิน้ำประปา จนกระทั่งน้ำประปามีอุณหภูมิต่ำจึงนำไปใช้ล้าง

**4.1.3.3 การปรุงสุก** ใช้หม้อไอน้ำต้มน้ำจำนวน 1 เครื่อง ขนาด 1.5 ตัน เพื่อนึ่งกุ้งดิบให้สุก ก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง

**4.1.3.4 การแช่เยือกแข็ง** ในโรงงานมีเครื่องแช่เยือกแข็ง 3 ชนิด คือ เครื่องแช่เยือกแข็งแบบ IQF เครื่องแช่เยือกแข็งแบบอุโมงค์ทำความเย็น (Tunnel Freezer) และเครื่องแช่เยือกแข็งแบบแผ่น (Contact Plate Freezer) ทำการแช่เยือกแข็งกุ้งดิบและกุ้งสุกจนกระทั่งกุ้งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -18°C หรือต่ำกว่าตามแต่กรณี

4.1.3.5 บรรจุก๊าซและการเก็บในห้อง ดำเนินการบรรจุก๊าซกึ่งที่ผ่านการแช่เยือกแข็งตามความต้องการของลูกค้าและนำสินค้าเข้าห้องเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิของกึ่งก่อนส่งต่อไปยังผู้รับซื้อต่อไป

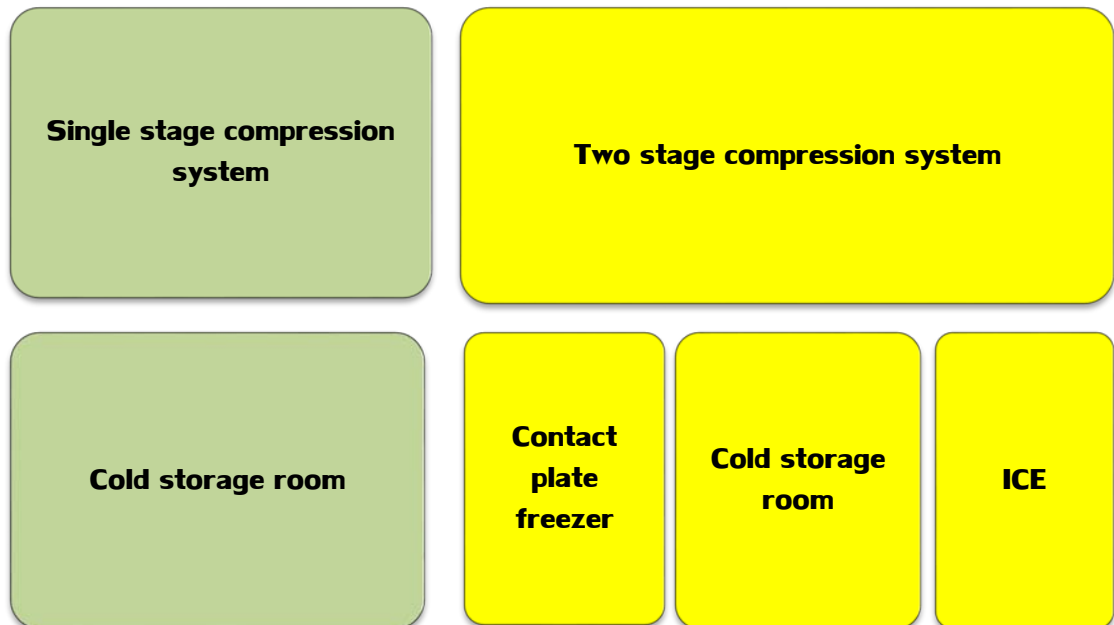


รูปที่ 4.5 กระบวนการแช่เยือกแข็งกึ่งสุกและกึ่งดิบ

#### 4.1.4 ระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นของโรงงานนี้มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบทำความเย็นแบบขั้นตอนเดียว (Single stage compression system) และระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน (Two stage compression system) ทั้ง 2 ระบบใช้เครื่องควบแน่นที่อาศัยหลักการระเหยของน้ำ (Evaporative Condenser) เครื่องเดียวกัน แต่ละระบบแบ่งช่วงเวลากันทำงาน โดยระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอนจะทำงานในช่วงเวลากลางวัน มี

หน้าที่ผลิตความเย็นให้กับห้องเก็บผลิตภัณฑ์ เครื่องแช่แข็งแบบแผ่น และใช้ในการผลิตน้ำแข็ง สำหรับระบบทำความเย็นแบบขั้นตอนเดียว จะทำงานในเวลากลางคืน เพื่อผลิตความเย็นให้กับห้องเก็บผลิตภัณฑ์ แสดงเป็นแผนผังการใช้งานได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนผังการใช้งานระบบทำความเย็น

4.1.4.1 ระบบทำความเย็นแบบขั้นตอนเดียว (single stage compression system) ใช้สารแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) เป็นสารทำความเย็นให้กับระบบ จากผลการตรวจวัดในระบบทำความเย็น พบว่ามีค่าความดันและขนาดของเครื่องอัด (Compressor) (ตารางที่ 4.2) จากข้อมูลความดันและกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัด นำมาคำนวณพบว่ามีสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็น ( $\text{COP}_R$ ) เฉลี่ยประมาณ 2.56

4.1.4.2 ระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน (two stage compression system) ใช้สารแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) เป็นสารทำความเย็นให้กับระบบ จากผลการตรวจวัดในระบบทำความเย็น พบว่ามีค่าความดันและขนาดของเครื่องอัด (Compressor) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 จากข้อมูลความดันและกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัด นำมาคำนวณพบว่าหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็น ( $\text{COP}_R$ ) เฉลี่ยประมาณ 2.80

**ตารางที่ 4.2** ขนาดของเครื่องอัด ความดัน และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบ  
ขั้นตอนเดียว

ขนาดของเครื่องอัด (kW)	
ขนาด	100
ความดันเกจ (Bar)	
$P_H$	10 – 13.87
$P_L$	(-0.42) – 0.38
$P_H$ (เฉลี่ย) *	10.97
$P_L$ (เฉลี่ย) **	-0.198
อุณหภูมิที่เครื่องระเหย (°C)	
$T_{\text{Evaporator}}$	(-44) – (-33)
$\text{COP}_R$ (เฉลี่ย)	2.56

\* S.D. = 0.23, \*\* S.D. = 0.75 ; N = 57

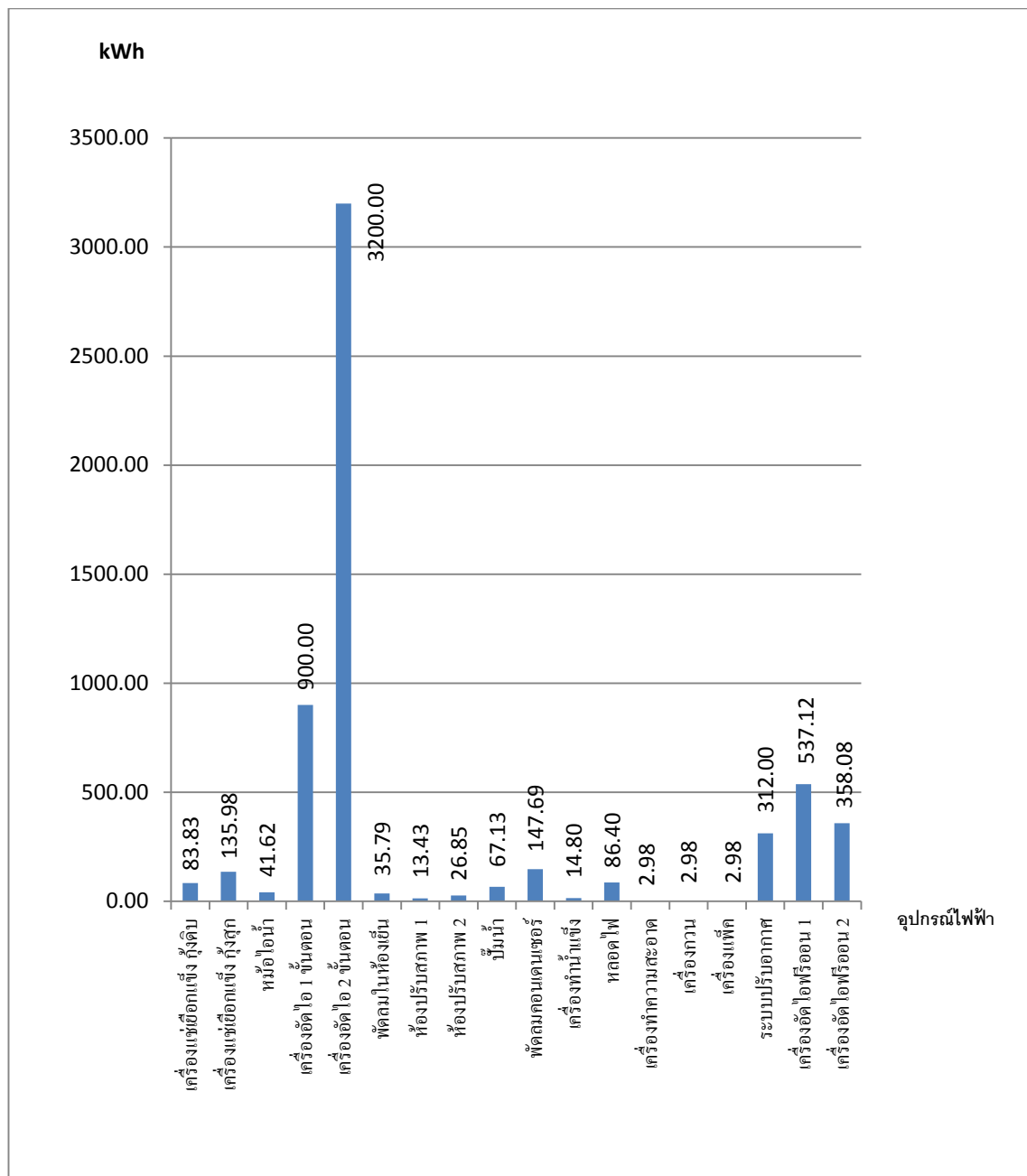
**ตารางที่ 4.3** ขนาดของเครื่องอัด ความดัน และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็น  
แบบ 2 ขั้นตอน

ขนาดของเครื่องอัด (kW)	
ขนาด	200
ความดันเกจ (Bar)	
$P_H$	12.19- 15.13
$P_L$	(-0.42) – 0.41
$P_H$ (เฉลี่ย) *	14.035
$P_L$ (เฉลี่ย) **	-0.0254
อุณหภูมิที่เครื่องระเหย (°C)	
$T_{\text{Evaporator}}$	(-44) – (-27)
$\text{COP}_R$ (เฉลี่ย)	2.80

\* S.D. = 0.18, \*\* S.D. = 0.78 ; N = 132, \*\*\* ภาคผนวก ก.

## 4.2 ตำราตรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์โรงงาน

พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตกึ่งแข็งเยือกแข็งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้า โดยทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่การล้างทำความสะอาดจนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์จะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก เช่น กระบวนการทำความเย็นของเครื่องแช่เยือกแข็ง ห้องเย็น และเครื่องทำน้ำแข็ง การขับเคลื่อนของมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน มอเตอร์พัดลม ปั้มน้ำ เครื่องบรรจุสินค้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศในสำนักงาน เป็นต้น



รูปที่ 4.7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกึ่งแข็งเยือกแข็ง (กิโลวัตต์ชั่วโมง)

จากการสำรวจการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานจำนวน 18 รายการ ได้แก่ เครื่องแช่เยือกแข็ง เครื่องอัดสารทำความเย็น เครื่องผลิตไอน้ำ ห้องเก็บสินค้า และระบบปรับอากาศในสำนักงาน เป็นต้น จากการตรวจวัดพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก อุปกรณ์แช่เยือกแข็งจำนวน 2 เครื่อง 219.80 กิโลวัตต์ชั่วโมง เครื่องอัดไอ 2 เครื่อง 4,100 กิโลวัตต์ชั่วโมง ห้องปรับอากาศจำนวน 2 ห้อง ประกอบด้วยเครื่องอัดไอฟรอน 2 เครื่อง รวม 935.48 กิโลวัตต์ชั่วโมง แสงสว่าง 86.40 กิโลวัตต์ชั่วโมง ระบบปรับอากาศ 312.00 กิโลวัตต์ชั่วโมง หม้อไอน้ำ 41.62 กิโลวัตต์ชั่วโมงและอื่นๆอีก 59.55 กิโลวัตต์ชั่วโมง เฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน โดยมีค่าประมาณ 6000 กิโลวัตต์ชั่วโมง พลังงานส่วนใหญ่จะใช้ในระบบทำความเย็นของกระบวนการแช่เยือกแข็ง มากถึง 72% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด โดยมีปริมาณการใช้พลังงานดังแสดงในรูปที่ 4.7

#### 4.2.1 พลังงานและทรัพยากรที่ใช้ในส่วนของการผลิต

พลังงานและทรัพยากรที่ใช้ในส่วนของการผลิตกึ่งแช่เยือกแข็ง ด้วยกำลังการผลิตประมาณ 15.8 ตันต่อวัน เป็นกึ่งดิบแช่เยือกแข็งจำนวน 7.5 ตันคิดเป็นร้อยละประมาณ 47.64 และกึ่งสุกแช่เยือกแข็งจำนวน 8.3 ตัน คิดเป็นร้อยละประมาณ 52.54 จะทำการประเมินตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้ายของกระบวนการผลิต ซึ่งจะประกอบด้วยการใช้ ไฟฟ้า น้ำ น้ำแข็ง เชื้อเพลิง สารทำความเย็น (CO<sub>2</sub>) เป็นต้น โดยลำดับขั้นตอนดังนี้

##### 4.2.1.1 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนของการผลิตกึ่งดิบและกึ่งสุก

ในกระบวนการผลิตกึ่งดิบและกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง ด้วยกำลังการผลิตที่ 7.5 ตันต่อวัน และ 8.3 ตันตามลำดับ จากการตรวจวัดพบว่ามีกึ่งดิบมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าต่อวันประมาณ 2800.95 กิโลวัตต์ชั่วโมง และ กึ่งสุกมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าต่อประมาณ 3168.72 กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อจำนวนการผลิต พบว่ากึ่งดิบมีค่าประมาณ 372 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์ และกึ่งสุกมีค่าประมาณ 382.14 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดการใช้พลังงานในอุปกรณ์ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9 จากรูปที่แสดงพบว่า พลังงานส่วนใหญ่จะใช้ไปกับกระบวนการทำความเย็น

##### 4.2.1.2 ทรัพยากรที่ใช้ในส่วนของการผลิตกึ่งดิบและกึ่งสุก

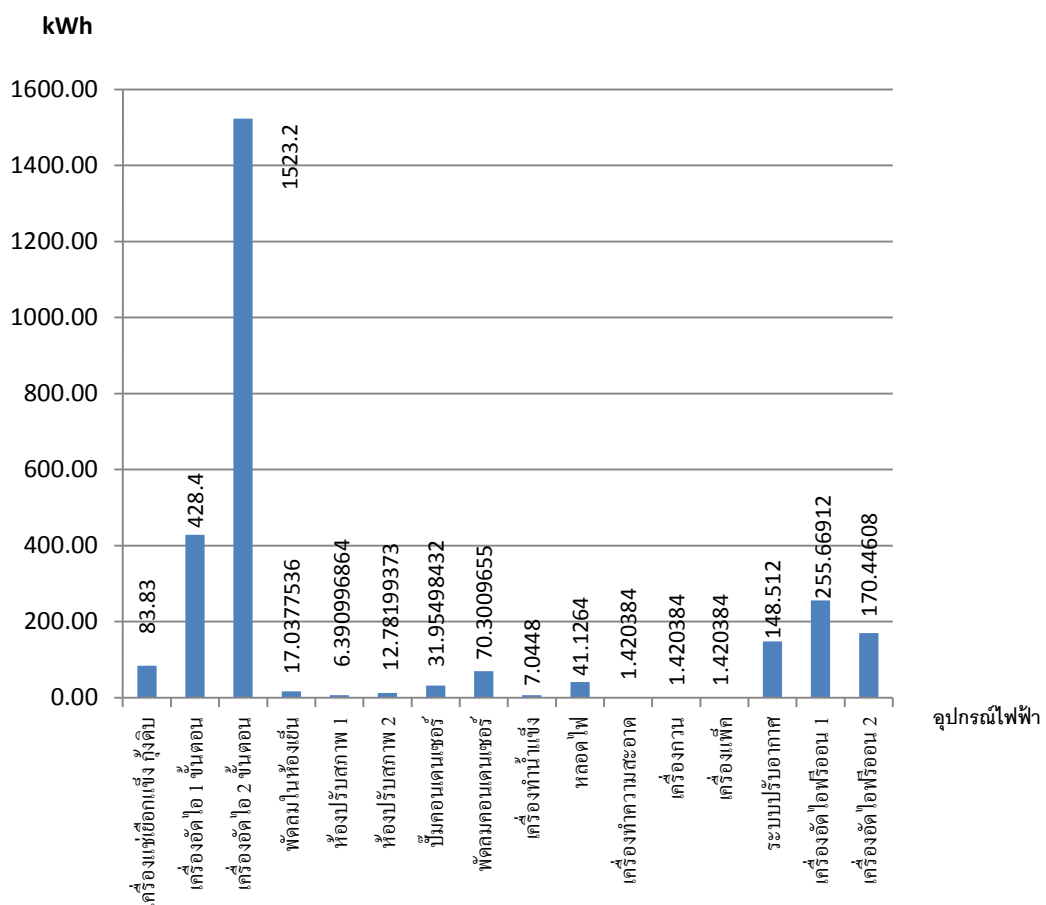
ในกระบวนการผลิตกึ่งแช่เยือกแข็ง จะมีการใช้ทรัพยากรซึ่งประกอบด้วย

- (1) น้ำและน้ำแข็ง ใช้ล้างทำความสะอาดก่อนที่จะไปสู่กระบวนการผลิตต่อไป โดยปริมาณการใช้น้ำอยู่ที่ 4.5-5.2 ตันต่อตันของผลิตภัณฑ์ ปริมาณน้ำดังกล่าวจะถูกนำไปผลิตน้ำแข็งที่ใช้ประมาณ 1.5 ตันต่อตันของผลิตภัณฑ์

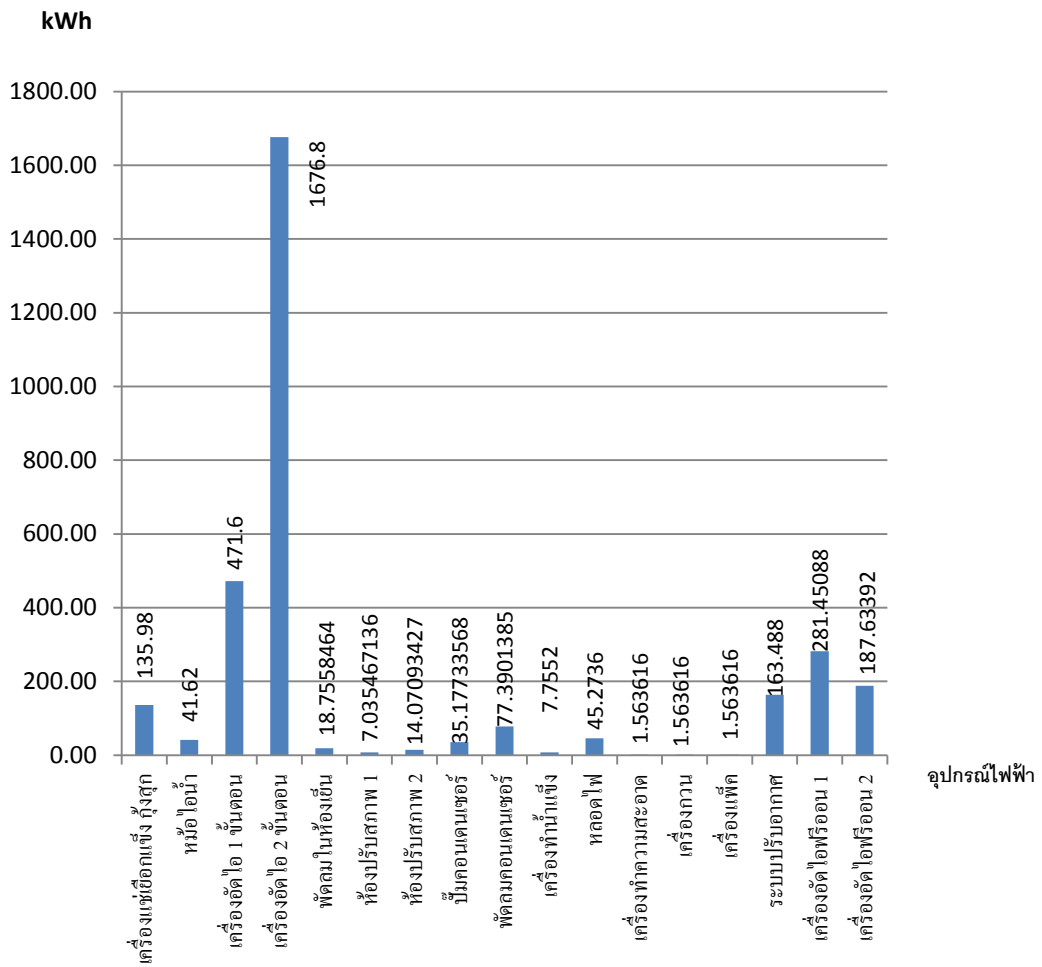
(2) เชื้อเพลิง (LPG) ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำในกระบวนการปรุงสุก จะใช้สำหรับกึ่งสุกแช่เยือกแข็งเท่านั้น และน้ำใช้ในกระบวนการปรุงสุก อัตราการใช้เชื้อเพลิง (LPG) ต่อชั่วโมง:  $475/8 = 59.4$  กิโลกรัมต่อชั่วโมง คิดเป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.044 กิโลกรัมเชื้อเพลิงต่อกิโลกรัมกึ่งสุก เมื่อกำลังการผลิตของกึ่งสุกอยู่ที่ 8.3 ตันต่อวัน โดยมีการใช้น้ำโดยประมาณ 760 ลิตรต่อตันผลิตภัณฑ์

(3) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เป็นทรัพยากรที่ใช้เป็นสารทำความเย็นในกระบวนการแช่เยือกแข็งกึ่ง โดยส่วนใหญ่โรงงานจะใช้เครื่องแช่เยือกแข็งประเภทพ่นสารทำความเย็นโดยตรงให้กับวัตถุดิบ มีจำนวน 2 เครื่องสำหรับกึ่งดิบและกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง สารทำความเย็นโดยกึ่งสุกใช้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 2.05 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์กึ่งสุกและกึ่งดิบ ใช้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 1.84 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์กึ่งดิบ

(4) บรรจุภัณฑ์ (LDPE) หลังจากกึ่งได้ผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็งเรียบร้อยแล้ว ก็ได้ดำเนินมาถึงกระบวนการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ซึ่งในกระบวนการนี้จะใช้พลาสติก (LDPE) สำหรับบรรจุกึ่งแช่เยือกแข็ง ซึ่งมีปริมาณการใช้โดยเฉลี่ยประมาณ 0.09 กิโลกรัมพลาสติกต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการเก็บในห้องแช่เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.8 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกึ่งดิบแช่เยือกแข็ง (กิโลวัตต์ชั่วโมง)



รูปที่ 4.9 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง (กิโวลต์ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณพลังงานและทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวน 1 ตัน

	ไฟฟ้า kWh/Ton	น้ำ m <sup>3</sup> /Ton.pro	น้ำแข็ง m <sup>3</sup> /Ton.pro	LPG Ton/Ton.pro	CO <sub>2</sub> Ton./Ton.pro	LDPE Ton./Ton.pro	น้ำเสีย m <sup>3</sup> /Ton.pro
กึ่งดิบ	372.00	4.46	1.5	-	1.84	0.09	4.46
กึ่งสุก	382.14	5.21	1.5	0.044	2.05	0.09	5.21

ตารางที่ 4.4 แสดงถึงปริมาณการใช้พลังงานและทรัพยากรของกระบวนการผลิตกึ่งสุกในการผลิตกึ่งสุกแช่เยือกแข็งและกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง 1 ตัน โดยประกอบด้วย การใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ น้ำแข็ง ก๊าซธรรมชาติ(LPG) สารทำความเย็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และตัวบรรจุภัณฑ์ โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและทรัพยากร จะนำไปคำนวณปริมาณรอยเท้าคาร์บอนต่อไป

### 4.3 การจัดการพลังงานในโรงงานแช่เยือกแข็งกุ้ง

ตามข้อกำหนดตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งกำหนดให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม จำเป็นต้องเริ่มให้มีวิธีการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยวิธีการจัดการพลังงานนั้นต้องมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งมีการวางแผนการดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงาน การดำเนินการสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน แต่ในกรณีศึกษานี้จะจัดทำการประเมินสถานการณ์เบื้องต้นในการอนุรักษ์พลังงาน และ เสนอมาตรการแนวทางการจัดการพลังงานในโรงงาน

#### 4.3.1 ประเมินการจัดการด้านพลังงานขององค์กร

##### (Energy Management Matrix : EMM)

ในส่วนการประเมินการจัดการด้านพลังงานเบื้องต้นขององค์กร จะใช้ตารางประเมินการจัดการด้านพลังงาน (Energy Management Matrix) ในการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานขององค์กร โดยพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ 6 ส่วน คือ นโยบายขององค์กร การจัดองค์กร การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ ระบบข้อมูลข่าวสาร การประชาสัมพันธ์ และการลงทุน ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนระหว่าง 0-4 คะแนน จากการทำแบบประเมินโดยพนักงานฝ่ายวิศวกรของโรงงานแช่เยือกแข็งกุ้งจำนวน 10 คน จากจำนวนพนักงานประจำจำนวน 86 คน ซึ่งได้ผลดังแสดงใน ตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6 มีรายละเอียดดังนี้

##### 4.3.1.1 ผลการประเมินการจัดการด้านพลังงานเบื้องต้นขององค์กร

จากการประเมินด้านนโยบายของโรงงานแห่งนี้ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่า ผลการให้คะแนน โดยมีคะแนนเต็ม 4 นโยบายการจัดการพลังงาน การจัดองค์กร ระบบข้อมูลข่าวสาร การลงทุน มีค่าเฉลี่ย ประมาณ 3.1, 1, 0.3, 2.4, 2.3 และ 0.2 คะแนน ตามลำดับ จากผลคะแนนดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่า โรงงานแห่งนี้มีนโยบายและการสนับสนุนเป็นครั้งคราวจากฝ่ายบริหารมีการจัดทำเอกสารนโยบายด้านพลังงาน แต่ยังไม่มีการจัดการอย่างชัดเจน มีการเผยแพร่ นโยบายฯ โดยที่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบจำกัด เพราะอำนาจการตัดสินใจอยู่ที่ผู้บริหารเท่านั้น ไม่มีการติดต่อหรือการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้และการประหยัดพลังงานให้กับผู้ใช้พลังงานใน โรงงาน องค์กรมีการทำรายงานติดตามประเมินผลการใช้พลังงานเป็นครั้งคราว โดยดูจากมิเตอร์มีการจัดทำสรุปรายงานการใช้พลังงานอย่างไม่เป็นทางการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเอง การประชาสัมพันธ์ขององค์กร มีการจัด

ฝึกอบรมให้พนักงานและการประชาสัมพันธ์แจ้งให้พนักงานทุกคนรับทราบเป็นครั้งคราวโดยมีพนักงานฝ่ายวิศวกรทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงาน ในส่วนการลงทุนโรงงานยังไม่มีการลงทุนใดๆเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ในโรงงานเลย โดยการลงทุนผู้บริหารจะตัดสินใจเท่านั้น โดยคำนึงถึงความจำเป็นเป็นหลัก สิ่งใดไม่สำคัญจะไม่คำนึงถึงเช่นเดียวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้ดีขึ้น

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

คะแนน	1.นโยบายการจัดการพลังงาน		2.การจัดองค์กร		3.การกระตุ้น		4.ระบบข้อมูลข่าวสาร		5.ประชาสัมพันธ์		6.การลงทุน	
	จำนวนคน	รวมคะแนน	จำนวนคน	รวมคะแนน	จำนวนคน	รวมคะแนน	จำนวนคน	รวมคะแนน	จำนวนคน	รวมคะแนน	จำนวนคน	รวมคะแนน
4	2	8	0	0	0	0	1	4	1	4	0	0
3	7	21	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0
2	1	2	2	4	0	0	7	14	8	16	0	0
1	0	0	6	6	3	3	1	3	0	0	2	2
0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0	8	0
รวม	10	31	10	10	10	3	10	24	10	23	10	0
เฉลี่ย		3.1		1		0.3		2.4		2.3		0.2

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานในภาพรวมขององค์กร

คะแนน	1.นโยบายการจัดการพลังงาน	2.การจัดองค์กร	3.การกระตุ้น	4.ระบบข้อมูลข่าวสาร	5.ประชาสัมพันธ์	6.การลงทุน
4						
3	★					
2				★	★	
1		★				
0			★			★

การวิเคราะห์ผลการประเมินสถานภาพการจัดการเบื้องต้นทำให้ทราบว่านโยบายอนุรักษ์พลังงานที่มีอยู่ของโรงงาน พบว่าในประเด็นที่ล่าช้า เช่น การกระตุ้น การจัดองค์การไม่มีการสร้างแรงจูงใจ และสนับสนุนเงินลงทุนน้อยมากอาจทำให้ระบบการจัดการพลังงานไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร แม้จะมีการกำหนดนโยบายที่ดีก็ตามอาจเป็นการสูญเปล่าเพราะประเด็นอื่นๆ ยังล่าช้ามาก พบว่าหลายประเด็นและที่เป็นปัญหาและอุปสรรคของการจัดการและการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

โรงงานแช่เยือกแข็งจัดเป็น โรงงานที่มีการใช้พลังงานสูง โดยเฉพาะจากกระบวนการทำความเย็นต่างๆ หากละเลยการจัดการด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพก็ย่อมส่งผลเสียต่อการใช้พลังงานของโรงงาน ซึ่งหากมีการจัดการที่ดีและเหมาะสมย่อมก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยประหยัดพลังงาน

#### 4.4 ปัญหาการใช้ไฟฟ้าในโรงงานแช่เยือกแข็ง

จากแบบประเมินและการสำรวจสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในโรงงานแช่เยือกแข็ง พบว่ามีหลายประเด็นที่เป็นปัญหาและอุปสรรคของการใช้พลังงานสามารถจำแนกได้ดังนี้

##### 4.4.1 ระบบการบริหารจัดการ

โรงงานแห่งนี้จัดเป็น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม เป็นอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนภายในครอบครัว พบว่ายังขาดการนำวิทยาการสมัยใหม่มาใช้ไม่ว่าจะเป็น ระบบการควบคุม ระบบการตรวจวัด ตลอดจนระบบการจัดการด้านพลังงาน ซึ่งจะแตกต่างกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรืออุตสาหกรรมในประเทศที่พัฒนาแล้ว ที่พร้อมจะทำระบบการบริหารจัดการมาใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม อาทิ เช่น ISO 14000 มอก. 14000 หรือแม้กระทั่งมาตรฐานใหม่ด้านการจัดการพลังงานอย่าง ISO 50001 ในปัจจุบันนี้ระบบการบริหารจัดการด้านพลังงานยังไม่เป็นมาตรฐาน หรือมีกฎระเบียบออกมาให้เห็นเด่นชัด นอกจากอยู่ในข้อกำหนดของปัญหาสิ่งแวดล้อมใน ISO 14000

##### 4.4.2 อุปกรณ์เครื่องจักร

อุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้พลังงานจากไฟฟ้าและความร้อนในโรงงานแห่งนี้พบว่า ส่วนใหญ่จะมีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ทำให้สภาพของเครื่องจักรส่วนใหญ่ที่ผ่านการใช้งานมานานสภาพไม่สมบูรณ์มากนัก แม้จะมีการซ่อมบำรุงบ้าง เช่น มอเตอร์ หรือ ปั๊ม ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ที่ผลิตจากประเทศจีน ราคาประหยัด แต่มีประสิทธิภาพและอายุการใช้งานต่ำกว่ามาตรฐาน บางตัวมีเพลลาที่สภาพหลวมคลอน ลูกปืนมีเสียงดัง และหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ บริเวณที่ทำการหุ้มฉนวนแต่ฉนวนก็เกิดการชำรุด

ลักษณะ ท่อส่งไอน้ำยังไม่มีกรหุ้มฉนวนกันความร้อน จึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในโรงงาน นอกจากนี้ยังพบว่าใน โรงงานแช่เยือกแข็งกึ่งแห้งแห่งนี้ยังไม่มีกรนำเทคโนโลยีที่สมัยใหม่ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานมาใช้ภายใน โรงงานเลยเช่น มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง หลอดประหยัดไฟฟ้า เป็นต้น

#### 4.4.3 บุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรม

บุคลากรส่วนใหญ่ในโรงงานแช่เยือกแข็งกึ่งแห้งพบว่า ขาดความรู้ความเข้าใจ และความตระหนักในการใช้พลังงาน อุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพ ขาดการอบรม ขาดความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติงาน ซึ่งนอกจากบุคลากรที่ปฏิบัติงานในฝ่ายวิศวกรรม ผู้บริหารยังให้ความสนใจและเข้าใจถึงเทคนิคการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพน้อย ทำให้แนวทางการวางแผนนโยบายใช้พลังงานอย่างถูกวิธีทำได้ยาก และเนื่องจากผู้บริหารมักให้ความสำคัญกับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้กับกระบวนการผลิตเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักร

#### 4.4.4 ปัญหาการจัดทำข้อมูลการใช้พลังงาน

โรงงานแห่งนี้ไม่มีการแยกคิดเครื่องมีวัดการใช้พลังงานและทรัพยากรในแต่ละส่วนกระบวนการผลิตหรืออุปกรณ์หลักๆ เป็นเฉพาะ ทำให้ยากที่จะจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน เพื่อนำมาคำนวณประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากร ข้อมูลที่สำคัญต่างๆ ของโรงงาน เช่น สารตั้งต้น ผลผลิต บิลค่าไฟ บิลค่าน้ำ ปริมาณสารทำความเย็น โรงงานแห่งนี้ถือว่าเป็นข้อมูลปกปิด ไม่ประสงค์จะเปิดเผย อุปกรณ์การผลิตบางเครื่องใช้งานมานานตลอดจนมีการปรับปรุงแก้ไขเสมอ จนไม่สามารถหาข้อมูลพื้นฐานของเครื่องได้ เพื่อจะนำมาคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้นๆ

### 4.5 เสนอมาตรการแนวทางการจัดการพลังงานในโรงงาน

จากการศึกษาการใช้พลังงานและการประเมินการจัดการพลังงานในโรงงานแช่เยือกแข็งกึ่งแห้ง ได้พบปัญหา และอุปสรรคต่อการพัฒนาด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน โดยเฉพาะความรู้ความเข้าใจด้านพลังงานของบุคลากร หน้าที่อันจำกัดของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน การสร้างแรงจูงใจภายในองค์กร การขาดประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ตลอดจนเงินทุน แต่ประเด็นปัญหาหลักคือ การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจภายในองค์กร ซึ่งผลของการประเมินก็ทำให้ทราบว่า เป็นประเด็นที่ล้ำหลังมาก จะส่งผลเสียต่อการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานทำให้ไม่ได้ผลการดำเนินงานดีเท่าที่ควร การกำหนดมาตรการเพื่อสร้างแรงจูงใจจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก อีกทั้งเป็นมาตรการที่ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้เงินลงทุน เพียงแค่อาศัยความใส่ใจของผู้บริหาร และผู้ใช้งานในโรงงานให้ตระหนักถึง

ความสำคัญของพลังงาน เพื่อที่จะช่วยกันดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นผลสำเร็จ ดังนั้น มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมสำหรับโรงงานแช่เยือกแข็งแห่งนี้จึงมีแนวทางการดำเนินงาน ที่ต้องไม่สร้างภาระปัญหาแก่ผู้ประกอบการ โดยเริ่มจากมาตรการที่โรงงานสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ดังมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับโรงงานดังที่ได้พิจารณาจากการประเมินสถานภาพเบื้องต้น คือ ลงทุนต่ำ สะดวกสามารถดำเนินการได้เอง และเป็นเทคโนโลยีที่ไม่สูงมากนัก ได้แก่ การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้นและการปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่ก็ยังให้ความสำคัญกับมาตรการที่ใช้เทคโนโลยีและเงินลงทุน เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงในอนาคต

พลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมแห่งนี้ มี 2 ชนิดคือ พลังงานไฟฟ้า จากแหล่งไฟฟ้าที่รับจากแหล่งภายนอก และพลังงานความร้อน จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (LPG) ซึ่งใช้ในส่วนของหม้อไอน้ำ จากการศึกษาพบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแห่งนี้ร้อยละ 90 เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นมาตรการที่เหมาะสมสำหรับ โรงงานประเภทนี้จึงควรเน้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเป็นหลักหรือกล่าวอีกอย่างได้ว่า การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานแห่งนี้ควรเป็นการประหยัดพลังงานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ ระบบทำความเย็น กระบวนการแช่เยือกแข็ง มอเตอร์พัดลม บีมน้ำ อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้า แต่ก็ยังให้ความสำคัญกับพลังงานความร้อนเช่นกัน

#### 4.5.1 มาตรการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจและการจัดองค์กร

จากผลการประเมินเบื้องต้น เพื่อให้เกิดระบบการจัดการดี และมีความยั่งยืน ต้องมีการดำเนินการพัฒนาในประเด็นที่มีความล่าช้า ให้มีความก้าวหน้า โดยมีเป้าหมายเบื้องต้น คือพัฒนาประเด็นต่างๆ ทั้ง 6 ประเด็น ให้มีคะแนนเฉลี่ยที่ 2 โดยมีเป้าหมายหลักของการพัฒนาระบบการจัดการ คือ สร้างแรงจูงใจภายในองค์กรและการจัดองค์กร โดยสร้างกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือ

##### 4.5.1.1 การแข่งขันค้นหามาตรการที่เหมาะสมกับองค์กร

การแข่งขันค้นหามาตรการที่เหมาะสมกับองค์กร ถือเป็นโอกาสกับพนักงานทุกคนได้แสดงและใช้ศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ เพื่อมาตรการที่เหมาะสมกับองค์กร เพื่อนำไปปฏิบัติจริง เมื่อเกิดความสำเร็จจะทำให้รู้สึกภูมิใจในผลงานในความสามารถ รู้สึกว่าตัวเองมีความสำคัญต่อมาตรการนั้น ๆ สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน เพื่อให้เกิดกำลังใจในการดำเนินงานทำให้มีความรู้สึกสนุกสนานไม่น่าเบื่อที่ดำเนินมาตรการด้านพลังงาน การดำเนินมาตรการสร้างแรงจูงใจและการจัดองค์กร จะเกิดเป็นผลสำเร็จได้ ต้องได้รับความร่วมมือจากทุกๆฝ่ายในองค์กร โดยเฉพาะผู้บริหารกิจการ ทักษะคิด

จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการบริหารงานด้านการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นผลสำเร็จ ควรให้การสนับสนุน ส่งเสริมอย่างเหมาะสม โดย ประกาศนโยบายและกำหนดเป้าหมายโดยจัดตั้งทีมงานหรือกลุ่มทำงาน เพื่อติดตามผล ถือเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการดำเนินการด้านอนุรักษ์พลังงาน โรงงาน เพื่อให้พนักงานของโรงงานมีส่วนร่วมรับผิดชอบร่วมกัน โดยมีวิศวกรให้คำปรึกษาและติดตามผล โดยวิศวกรให้คำปรึกษา การบริหารจัดการ เป็นทีมงานที่คอยตรวจสอบและประชาสัมพันธ์ แนะนำ ช่วยอบรม ให้ความรู้เทคนิคด้านอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงานและผู้บริหาร เพื่อร่วมกันค้นหามาตรการที่เหมาะสมกับโรงงาน และวิเคราะห์การประเมินผล พนักงาน ต้องให้เห็นความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน ให้ความร่วมมือทำกิจกรรมโดยเต็มใจประชุมรับฟังความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในทีม ใฝ่หาความรู้และเทคนิคการประหยัดพลังงาน และลงมือปฏิบัติ โดยการหามาตรการที่เหมาะสมควรปรึกษา จาก ผู้เชี่ยวชาญ เช่น วิศวกร

#### 4.5.2 มาตรการการประหยัดพลังงานในระบบทำความเย็น

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบทำความเย็นโดย เพิ่มค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (COP) มีขั้นตอนดังนี้ คือ ออกแบบและใช้งานระบบการทำความเย็น โดยตั้งให้อุณหภูมิในห้องเก็บสินค้าให้เหมาะสม แต่อุณหภูมิยังคงต่ำพอที่จะใช้งานได้ โดยที่ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพสินค้า ซึ่งอุณหภูมิกลางผลิตภัณฑ์ (Core Temperature ) จะอยู่ที่ประมาณ -18 องศาเซลเซียส ซึ่งได้ระบุไว้ในมาตรฐานหรือกฎกระทรวงของแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทยอุณหภูมิห้องเย็นที่ความเหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ -20 องศาเซลเซียส การเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของอีแวปอเรเตอร์ และเพิ่มความสามารถในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ให้มากขึ้น โดยเพิ่มพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนระบายความร้อน โดยหมั่นล้างทำความสะอาด ตะกรันหรือสิ่งสกปรก บริเวณพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนอย่างสม่ำเสมอ ออกแบบและใช้งานระบบทำความเย็นให้สามารถใช้งานได้ถูกต้อง เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท และการนำน้ำเสียที่มีอุณหภูมิต่ำ มาลดอุณหภูมิน้ำที่ใช้ระบายความร้อน เพิ่มความสามารถในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ นอกเหนือจากแนวทางดังกล่าว การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานอย่าง ถูกต้อง ลดภาระ ความร้อนของระบบทำความเย็นลง จะช่วยให้ระบบทำความเย็นทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากขึ้น

#### 4.5.3 มาตรการการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ

ลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าอาคาร โดยการอุดรูรั่วตามผนัง และฝ้าเพดาน หน้าต่าง ประตู ต่างๆ ของบริเวณที่มีการปรับอากาศให้เหลือน้อยที่สุด พยายามลดภาระการทำความเย็น โดยการไม่บรรจุสิ่งของที่ไม่จำเป็นต้องการใช้ประจำ ให้มากเกินไป เพราะมันจะดูดซับเอาความเย็นส่วนหนึ่งไป

จัดระบบการดูแลบำรุงรักษาให้ดี มีการทำความสะอาด และหล่อลื่น ให้เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด การติดตั้งคอนเดนเซอร์ก็ควรอยู่ในสถานที่ระบายอากาศได้ดีตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสม ลด การลดระยะเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศ เช่น ปิดก่อนพักกลางวันหรือก่อนเลิกงานและปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสม ให้อยู่ที่ประมาณ 25 ถึง 27 องศาเซลเซียส

#### 4.5.4 มาตรการการประหยัดพลังงานมอเตอร์และปั๊ม

เลือกใช้นาฬิกาพิกัดของมอเตอร์และปั๊มที่สอดคล้องกับโหลด ใช้อุปกรณ์ส่งกำลัง ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น สายพานประสิทธิภาพสูง เป็นต้น หลีกเลี่ยงการเดินเครื่องโดยไม่มีโหลด นอกจากจะใช้วิธีที่กล่าวมาข้างแล้ว ในกรณีที่โหลดเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ อาจใช้วิธีการเพิ่มเติมโดยการใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของเครื่องเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับค่าเดิม

#### 4.5.5 มาตรการการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง

ในบริเวณโรงงานควรจัดให้มีสวิทช์ควบคุมแยกบริเวณเป็นส่วนๆ เพื่อสามารถดับไฟในบริเวณที่ไม่ใช้งานได้ตามสถานการณ์ ใช้โคมไฟสะท้อนแสง จะช่วยเพิ่มความสว่างภายในห้อง โดยไม่ต้องใช้ขนาดหลอดไฟมาก ๆ หมั่นเช็ด ทำความสะอาดหลอดไฟ และโคมไฟ จะช่วยเพิ่มความสว่างได้ ถ้าหลอดไฟแสงสว่างที่ไม่จำเป็นในบริเวณพื้นที่ห้องทำงานหรือ โต๊ะทำงานที่มีแสงสว่างมากเกินไปควรปิดเป็นถาวร

#### 4.5.6 มาตรการการประหยัดพลังงานที่หม้อไอน้ำ

ความร้อนของหม้อไอน้ำที่ใช้ในโรงงาน ได้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ระบบไอน้ำที่จะต้องพิจารณามาตรการประหยัด มีอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการผลิตไอน้ำ การส่งจ่าย และการใช้ ในส่วนของการผลิตไอน้ำ การเผาไหม้ก็ต้องการอากาศส่วนเกินประมาณร้อยละ 10 - 15 เพื่อให้ได้การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ควรหุ้มฉนวนเตาและหม้อไอน้ำ เพื่อลดการสูญเสียความร้อน หมั่นทำความสะอาดผิว เพื่อให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงถ่ายเทให้กับน้ำในหม้อไอน้ำได้สะดวก ในขั้นตอนของการส่งจ่ายไอน้ำต้องพยายามรักษาคุณภาพไอน้ำ

### 4.6 การประเมินรอยเท้าคาร์บอนของกระบวนการผลิต

แนวทางการประเมินรอยเท้าคาร์บอนหรือรอยเท้าคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ ได้กำหนดวิธีการประเมิน โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ

จนถึงกระบวนการบรรจุหีบห่อกระบวนการผลิตในโรงงาน (Cradle-to-Gate) สำหรับแนวทางการประเมินรอยเท้าคาร์บอนจะใช้วิธีการคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายละเอียดในตารางที่ 4.8 โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ การขนส่ง การใช้พลังงาน ทรัพยากรต่างๆ และการบำบัดน้ำเสีย และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของโรงงานกึ่งแยกแข็ง ทั้งหมด โดยมีวิธีการและขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ลำดับที่	ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟกเตอร์ (kg CO <sub>2</sub> e/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
1	กุ้งขาว	kg	4.94	Thai LCI data
2	ไฟฟ้า	kWh	0.5610	Thai LCI data
3	น้ำประปา	m <sup>3</sup>	0.0264	Metropolitan Waterworks Authority (Thailand)
4	LPG	kg	0.4980	Thai LCI data
5	CO <sub>2</sub>	kg	0.1606	Thai LCI data
6	NH <sub>3</sub>	kg	0.5971	Converted data from JEMAI Pro using Thai Electricity Grid
7	รถกระบะบรรทุก 10 ตัน Fill Load 16 ตัน วิ่งปกติ 100% Loading	tkm	0.0529	Thai LCI data
8	รถกระบะบรรทุก 10 ตัน Full Load 16 ตัน วิ่ง ปกติ 0% Loading	km	0.5851	Thai LCI data
9	LDPE	kg	2.636	Converted data from JEMAI Pro using Thai Electricity Grid
10	บำบัดน้ำเสียประเภท เติมอากาศ	m <sup>3</sup>	1.875 (kg CO <sub>2</sub> eq/kg COD)	Thai LCI data

#### 4.6.1 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาวัตถุดิบ

การจัดหาวัตถุดิบ กุ้งขาวมีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 4.94 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ ในกระบวนการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งจะใช้กุ้งจำนวน 1.25 กิโลกรัม ในการผลิตกุ้งดิบแช่เยือกแข็ง 1 กิโลกรัมและใช้กุ้ง 1.33 กิโลกรัม ในการผลิตกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง 1 กิโลกรัม ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาวัตถุดิบ จากสมการ 2.1 กรณีกุ้งสุก มีค่าประมาณ 6.570 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์และกรณีกุ้งดิบมีค่าประมาณ 6.175 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์

##### กรณีกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาวัตถุดิบ

$$\begin{aligned} &= \text{วัตถุดิบที่ใช้(กุ้ง)} \times \text{GHG E.F.} \\ &= 1.33 \text{ kg./kg.P} \times 4.94 \text{ kg CO}_2\text{e/kg.} \\ &= 6.57 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P} \end{aligned}$$

##### กรณีกุ้งดิบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาวัตถุดิบ

$$\begin{aligned} &= \text{วัตถุดิบที่ใช้(กุ้ง)} \times \text{GHG E.F.} \\ &= 1.25 \text{ kg./kg.P} \times 4.94 \text{ kg CO}_2\text{e/ kg.} \\ &= 6.175 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P} \end{aligned}$$

#### 4.6.2 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งผลิตไปยัง

##### ผู้ผลิต

วัตถุดิบที่ได้ขนส่งจากแหล่งผลิตโดยส่วนใหญ่จะมาจากผู้ประกอบการ 2 ราย คือ 1. สีนสิริชัย ฟาร์ม - จังหวัดนครศรีธรรมราช ระยะทางประมาณ 694.7 กิโลเมตร 2. บุรพา ฟาร์ม - จังหวัดพังงา ระยะทางประมาณ 715.2 กิโลเมตร เฉลี่ยระยะทางประมาณ 705 กิโลเมตรการผลิตผลิตภัณฑ์ใช้รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 คันเป็นระยะทางประมาณ 705 กิโลเมตรต่อ 1 เที่ยวโดยเที่ยวมาบรรทุกเต็มส่วนเที่ยวกลับวิ่งเปล่า ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 คัน (บรรทุกเต็ม) เท่ากับ 0.0529 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อดันกิโลเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 คัน (วิ่งเปล่า) เท่ากับ 0.5851 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ จากสมการที่ 2.1 จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งเมื่อแบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้ กรณีกุ้งสุกก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบเที่ยวไป เท่ากับ 0.0496 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์

เทียบเท่ากับกิโกรัมผลิตภัณฑ์ และก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบที่ขยวกลับเท่ากับ 0.0258 กิโกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับกิโกรัม ผลิตภัณฑ์รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งเท่ากับ 0.075 กิโกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับกิโกรัม ผลิตภัณฑ์และกรณีกึ่งดิบก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบที่ขยวไป เท่ากับ 0.0466 กิโกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับกิโกรัมผลิตภัณฑ์ และ ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบที่ขยวกลับเท่ากับ 0.0258 กิโกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับกิโกรัมผลิตภัณฑ์ รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งเท่ากับ 0.072 กิโกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับกิโกรัมผลิตภัณฑ์

#### กรณีกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ (จากฟาร์มกึ่งสุโรงงาน)

$$\begin{aligned} &= \text{วัตถุดิบที่ใช้ (กึ่ง)} \times \text{ระยะทาง} \times \text{GHG E.F. (ขนส่ง)} \\ &= (1.33 \text{ kg./kg.P} \times 705 \text{ km})/1,000 \times 0.0529 \text{ kg.CO}_2\text{e /tkm} \\ &= 0.0496 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P} \end{aligned}$$

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ (จากโรงงานไปฟาร์มกึ่ง)

$$\begin{aligned} &= (\text{การเดินทาง 1 เทียว/น้ำหนักวัตถุดิบที่บรรทุก}) \times \text{GHG E.F. (ขนส่ง)} \\ &\quad \times \text{ระยะทาง} \\ &= 1/16 \text{ ton.P} \times 0.5851 \text{ kg.CO}_2\text{e /km} \times 705 \text{ km} \\ &= 0.0258 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P} \end{aligned}$$

#### กรณีกึ่งดิบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ (จากฟาร์มกึ่งสุโรงงาน)

$$\begin{aligned} &= \text{วัตถุดิบที่ใช้ (กึ่ง)} \times \text{ระยะทาง} \times \text{GHG E.F. (ขนส่ง)} \\ &= (1.25 \text{ kg./kg.P} \times 705 \text{ km})/1,000 \times 0.0529 \text{ kg.CO}_2\text{e /tkm} \\ &= 0.04662 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P} \end{aligned}$$

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ (จากโรงงานไปฟาร์มกึ่ง)

$$\begin{aligned} &= (\text{การเดินทาง 1 เทียว/น้ำหนักวัตถุดิบที่บรรทุก}) \times \text{GHG E.F. (ขนส่ง)} \\ &\quad \times \text{ระยะทาง} \\ &= 1/16 \text{ ton.P} \times 0.5851 \text{ kg.CO}_2\text{e /km} \times 705 \text{ km} \\ &= 0.0258 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P} \end{aligned}$$

#### 4.6.3 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิง ณ จุดผลิต

การผลิตกึ่ง (สุก) แช่เยือกแข็งใช้เชื้อเพลิง (LPG) เป็นเชื้อเพลิงให้บอยเลอร์เพื่อผลิตไอน้ำเพื่อนำไอน้ำนำมาปรุงกึ่งให้สุก ซึ่งกระบวนการจะใช้พลังงานเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตไอน้ำเป็นปริมาณ

0.044 กิโลกรัมเชื้อเพลิงต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเท่ากับ 0.4980 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมเชื้อเพลิง จากสมการที่ 2.1 พบว่า จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ณ จุดผลิต เท่ากับ 0.022 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิง

$$\begin{aligned}
 &= \text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{GHG E.F.} \\
 &= 0.044 \text{ kg.LPG/kg.P} \times 0.4980 \text{ kg CO}_2\text{e/ kg.LPG} \\
 &= 0.02192 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

#### 4.6.4 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่รับจากแหล่งภายนอก

ไฟฟ้าถือเป็นพลังงานที่ใช้มากในกระบวนการผลิตของโรงงาน เพราะจะเข้าไปกับระบบสนับสนุนต่างๆ ตั้งแต่กระบวนการแรกของการผลิตจนกระทั่งกระบวนการสุดท้าย พบว่าทุกกระบวนการมีการใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องล้างกุ้ง เครื่องทำน้ำแข็ง ระบบบำบัดอากาศ ระบบระบายความร้อนต่างๆ เครื่องแช่เยือกแข็ง และมอเตอร์ต่างๆ ในโรงงาน เป็นต้น โดยการใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยประมาณ 382.14 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์สำหรับกุ้งสุกแช่เยือกแข็งและสำหรับกุ้งดิบแช่เยือกแข็งจะใช้ไฟฟ้าโดยประมาณ 372 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากแหล่งภายนอก เท่ากับ 0.561 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์ ชั่วโมง จากสมการที่ 2.1 จะพบว่าก๊าซเรือนกระจกการใช้ไฟฟ้าที่รับจากแหล่งภายนอก มีค่าประมาณ 0.214 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ในกรณีกุ้งสุกและกรณีกุ้งดิบ มีค่าประมาณ 0.209 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์

##### กรณีกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

$$\begin{aligned}
 &= \text{ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{GHG E.F.} \\
 &= 0.38214 \text{ kWh/kg.P} \times 0.561 \text{ kg.CO}_2\text{e/kWh} \\
 &= 0.2144 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

##### กรณีกุ้งดิบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการการใช้ไฟฟ้า

$$\begin{aligned}
 &= \text{ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{GHG E.F.} \\
 &= 0.372 \text{ kWh/kg.P} \times 0.561 \text{ kg.CO}_2\text{e/kWh} \\
 &= 0.2087 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

#### 4.6.5 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็นในกระบวนการแช่เยือกแข็ง

การให้ความเย็นแก่วัตถุดิบในโรงงานแห่งนี้ใช้ระบบทำความเย็นที่มีคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย เป็นสารทำความเย็นโดยการคำนวณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจะคิดจากปริมาณของสารที่รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม เช่น เครื่องทำความเย็นแบบพ่นสารโดยตรงซึ่งใช้คาร์บอนไดออกไซด์ สารทำความเย็นนี้จะไม่มีการหมุนเวียนและจะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทั้งหมด การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจึงคำนวณจากค่าเกิดจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวสารซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.1605 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ และจากปริมาณสารที่ปล่อยออกมาโดยตรง จากสมการที่ 2.1 พบว่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้สารทำความเย็นคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าดังนี้ กรณีสูงสุด จะมีการใช้สารทำความเย็น 2.05 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์และที่เกิดจากตัวสารเองมีค่าเท่ากับปริมาณสารที่ปล่อยออกมาคูณกับค่าสัมประสิทธิ์ก๊าซเรือนกระจกของตัวสารซึ่งจะได้ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมามีค่าประมาณ 2.38 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ และในกรณีของกึ่งดิบก็เช่นเดียวกันจะมีการใช้สารทำความเย็นประมาณ 1.84 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ พบว่ามีก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมามีค่าประมาณ 2.14 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ กรณีของสารแอมโมเนียจะใช้ในส่วนของระบบทำความเย็นของห้องเก็บและทำน้ำแข็ง ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่า 3 ปีซ้อนหลัง ไม่มีการเติมสารแอมโมเนียในระบบเลย จึงประเมินว่าในระบบไม่มีการรั่วไหลของสารทำความเย็น

##### กรณีสูงสุดแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการสารทำความเย็นในกระบวนการแช่เยือกแข็ง

$$\begin{aligned}
 &= (\text{สารทำความเย็น (CO}_2\text{)} \times \text{GHG E.F.}) \\
 &+ \text{สารทำความเย็นที่ปล่อยจากการใช้} \\
 &= (2.05 \text{ kg.CO}_2\text{/kg.P} \times 0.1605 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.CO}_2\text{)}) \\
 &+ 2.05 \text{ kg.CO}_2\text{/kg.P} \\
 &= 2.38 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

##### กรณีกึ่งดิบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการสารทำความเย็นในกระบวนการแช่เยือกแข็ง

$$\begin{aligned}
 &= (\text{สารทำความเย็น (CO}_2\text{)} \times \text{GHG E.F.}) \\
 &+ \text{สารทำความเย็นที่ปล่อยจากการใช้} \\
 &= (1.84 \text{ kg.CO}_2\text{/kg.P} \times 0.1605 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.CO}_2\text{)}) \\
 &+ 1.84 \text{ kg.CO}_2\text{/kg.P} \\
 &= 2.14 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

#### 4.6.6 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำ

น้ำและน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งจะนำไปใช้ในกระบวนการล้างทำความสะอาดกึ่งก่อนผ่านไปยังกระบวนการแช่เยือกแข็ง อีกทั้งยังใช้ในกระบวนการต้มของกึ่งสุกแช่เยือกแข็งซึ่ง กึ่งสุกและกึ่งดิบมีอัตราการใช้น้ำที่ 5.21 ลิตรต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ และ 4.46 ลิตรต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ โดยน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์ก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0264 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตรน้ำ จากสมการที่ 2.1 พบว่ามีก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการใช้น้ำเท่ากับ 0.000118 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์(กึ่งดิบ) และ 0.0001375 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์(กึ่งสุก)

##### กรณีกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำ

$$\begin{aligned} &= \text{น้ำที่ใช้} \times \text{GHG E.F.} \\ &= 0.00521 \text{ m}^3/\text{kg.P} \times 0.0264 \text{ kg.CO}_2\text{e} / \text{m}^3.\text{น้ำ} \\ &= 0.0001375 \text{ kg.CO}_2\text{e}/\text{kg.P} \end{aligned}$$

##### กรณีกึ่งดิบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำ

$$\begin{aligned} &= \text{น้ำที่ใช้} \times \text{GHG E.F.} \\ &= 0.00446 \text{ m}^3 / \text{kg.P} \times 0.0264 \text{ kg.CO}_2\text{e} / \text{m}^3.\text{น้ำ} \\ &= 0.000118 \text{ kg.CO}_2\text{e}/\text{kg.P} \end{aligned}$$

#### 4.6.7 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานเป็นประเภทบ่อบำบัดลึกแบบไร้อากาศ มีความลึก 3.5 เมตร โดยมีอัตราการบำบัดอยู่ที่ 60 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยการบำบัดน้ำเสียมูลค่าสัมประสิทธิ์ก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 5 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมชีโอดี โดยค่า COD ของน้ำเสียอยู่ที่ประมาณ 2.3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากสมการที่ 2.1 พบว่า มีก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการบำบัดน้ำเสียในโรงงานมีค่าประมาณ 0.06 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ (กึ่งสุก) และ 0.051 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์(กึ่งดิบ)

##### กรณีกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย

$$\begin{aligned} &= \text{ปริมาณน้ำเสีย} \times \text{GHG E.F.} \times \text{COD} \\ &= 0.00521 \text{ m}^3/\text{kg.P} \times 5 \text{ kg. CO}_2\text{e}/\text{kg.COD} \times 2.3 \text{ kg.COD}/\text{m}^3 \\ &= 0.059915 \text{ kg.CO}_2\text{e}/\text{kg.P} \end{aligned}$$

### กรณีกึ่งดิบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย

$$\begin{aligned}
 &= \text{ปริมาณน้ำเสีย} \times \text{GHG E.F.} \times \text{COD} \\
 &= 0.00446 \text{ m}^3 / \text{kg.P} \times 5 \text{ kg. CO}_2\text{e/kg.COD} \times 2.3 \text{ kg.COD/m}^3 \\
 &= 0.05129 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

### 4.6.8 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์

วัสดุที่นำมาผลิตบรรจุภัณฑ์มีหลายประเภทแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติพลาสติก สำหรับพลาสติกที่จะนำมาผลิตสินค้ากึ่งขาวแช่เยือกแข็ง คือ Polyethylene ชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ที่ทนความเย็น คุณสมบัติเหนียวและความยืดหยุ่นสูง,ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดี บรรจุภัณฑ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.636 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมพลาสติก (LDPE) และมีปริมาณการใช้เท่ากับ 0.09 กิโลกรัมพลาสติกต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ จากสมการที่ 2.1 พบว่ามีก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการใช้บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.237 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์

ปริมาณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์

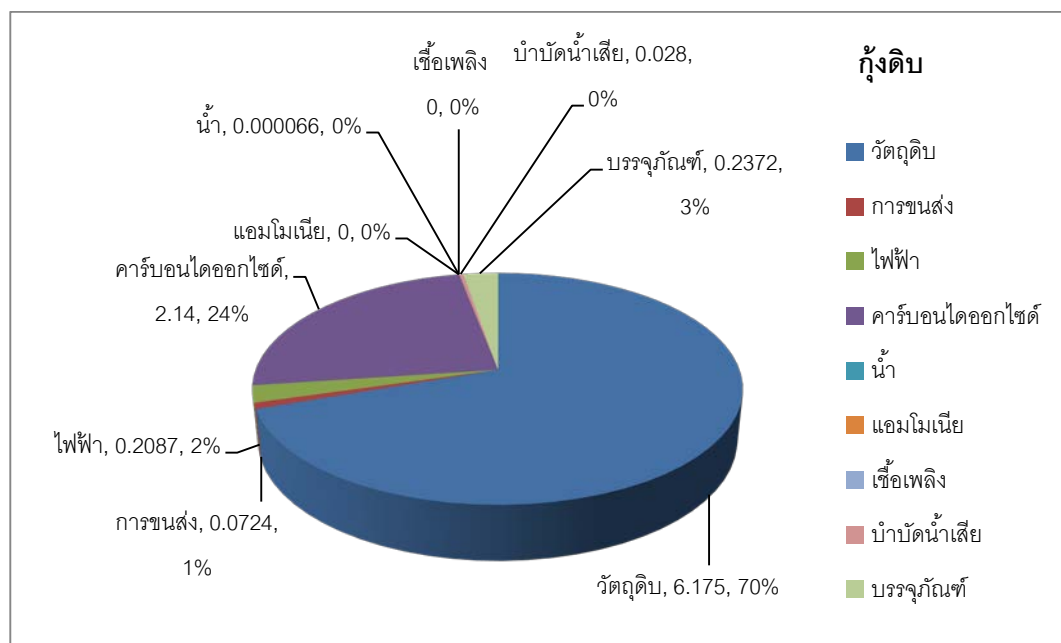
$$\begin{aligned}
 &= \text{ปริมาณการใช้บรรจุภัณฑ์} \times \text{GHG E.F.} \\
 &= 0.09 \text{ kg.LDPE/kg.P} \times 2.636 \text{ kg.CO}_2\text{e /kg.LDPE} \\
 &= 0.237 \text{ kg.CO}_2\text{e/kg.P}
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณพบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตกึ่งแช่เยือกแข็ง โดยกึ่งสุกมีค่าประมาณ 9.56 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์และกึ่งดิบมีค่าประมาณ 8.88 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตมีค่าประมาณ 2.64-2.91 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ มีสัดส่วนรายละเอียด ดังตารางที่ 4.8 เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของกระบวนการผลิตพบว่าขั้นตอนการแช่เยือกแข็งปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากที่สุด เฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 82 จากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมทั้งหมด แสดงในรูปแบบที่ 4.10 และ 4.11

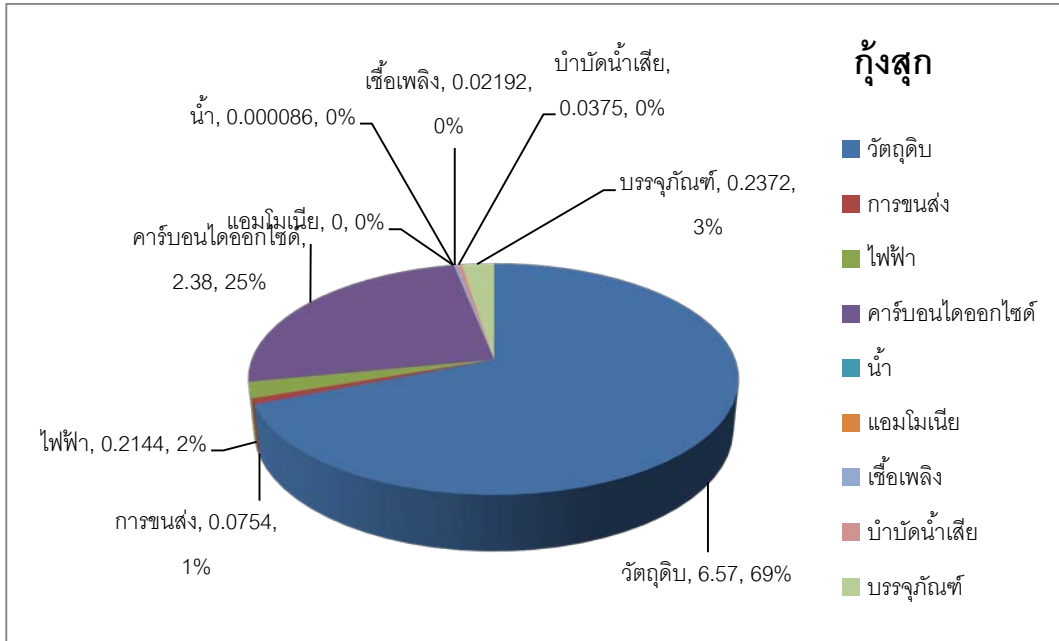
ตารางที่ 4.8 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการผลิต(kg.CO<sub>2</sub>e/kg.P)

	กึ่งดิบ (kg.CO <sub>2</sub> e/kg.P)	สัดส่วน(%)	กึ่งสุก (kg.CO <sub>2</sub> e/kg.P)	สัดส่วน(%)
วัตถุดิบ	6.18	69.68	6.57	68.89
การขนส่ง	0.072	0.82	0.075	0.79
ไฟฟ้า	0.209	2.36	0.214	2.25
คาร์บอนไดออกไซด์	2.14	24.15	2.38	24.96
น้ำ	0.000118	0	0.0001375	0
แอมโมเนีย*	0	0	0	0
เชื้อเพลิง	0	0	0.02192	0.23
บำบัดน้ำเสีย	0.051	0.32	0.06	0.39
บรรจุภัณฑ์	0.237	2.68	0.237	2.49
รวม(kg CO <sub>2</sub> e/kg-P)	8.88	100	9.56	100

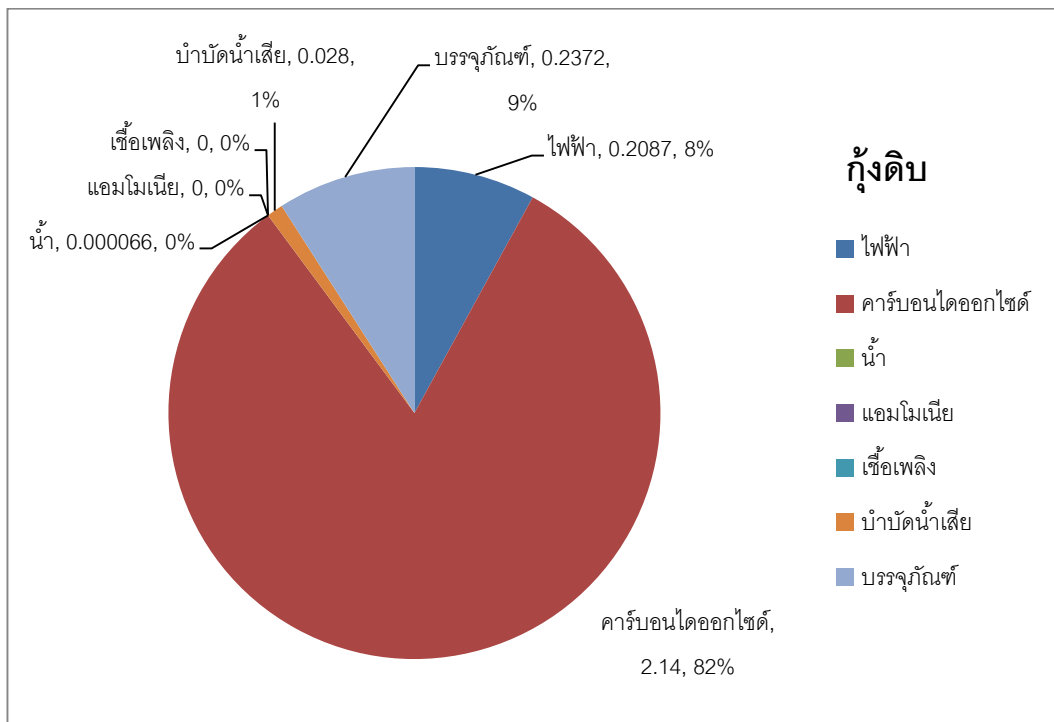
\*ไม่มีการรั่วไหลของสารแอมโมเนียในระบบ



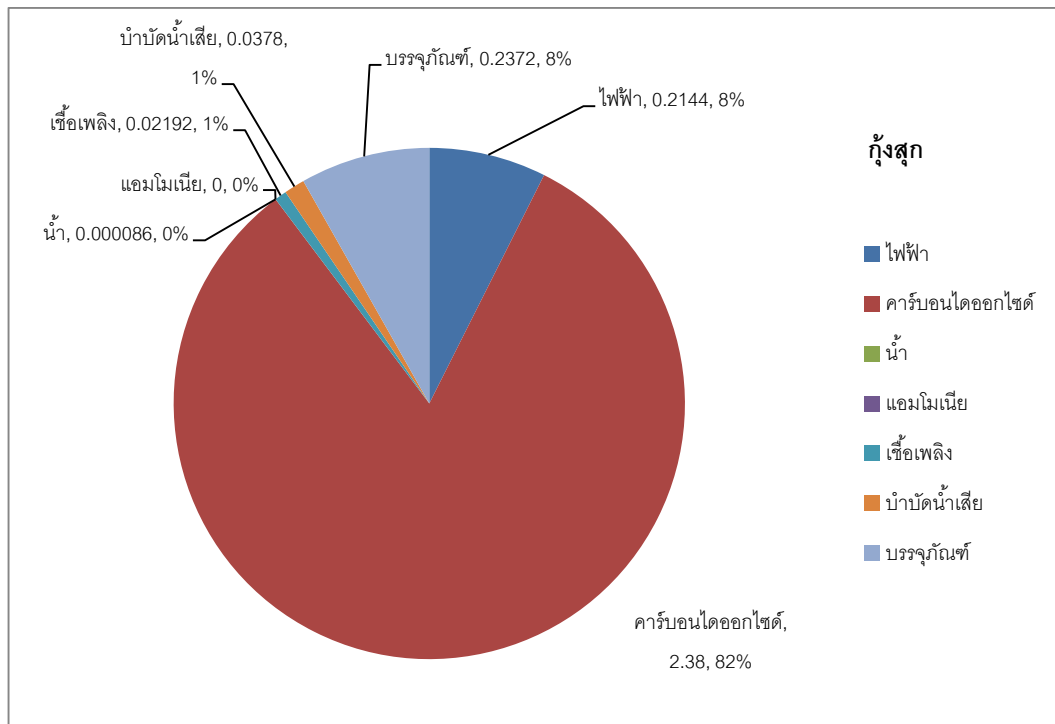
รูปที่ 4.10 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์กึ่งดิบแช่เยือกแข็ง (kg.CO<sub>2</sub>e/kg.P)



รูปที่ 4.11 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์กึ่งสุกแช่เยือกแข็ง (kg.CO<sub>2</sub>e/kg.P)



รูปที่ 4.12 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตกึ่งดิบแช่เยือกแข็ง (kg.CO<sub>2</sub>e/kg.P)



รูปที่ 4.13 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง (kg.CO<sub>2</sub>e/kg.P)

## 4.7 ผลการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินการในแต่ละมาตรการ

เป็นการคาดการณ์ถึงศักยภาพลดการใช้พลังงานจากการดำเนินการทางมาตรการใน โรงงานอุตสาหกรรมแห่งนี้ โดยผลที่ได้จากการประหยัดพลังงานจะส่งผลถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการผลิต เช่นกัน

### 4.7.1 ผลการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ในการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานจะทำการประเมิน 4 มาตรการ คือ ระบบทำความเย็น ระบบปรับอากาศ มอเตอร์ ปัม และระบบแสงสว่างในโรงงาน โดยมีผลการคาดการณ์ดังนี้

#### 4.7.1.1 ผลการประเมินศักยภาพมาตรการการประหยัดพลังงานในระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นในโรงงานเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานสูง จากการสำรวจในห้องแช่แข็งพบว่ามีการตั้งอุณหภูมิที่อยู่ประมาณ -24 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลางผลิตภัณฑ์ (Core Temperature) จะอยู่ที่ประมาณ -20 ถึง -21 องศาเซลเซียส โดยจะทำการปรับเพิ่มให้อุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ -20 องศา

เซลเซียส ตามมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เพื่อรักษาอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ให้ได้ที่ -18 องศาเซลเซียสได้แนะนำอุณหภูมิของห้องเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส (สำหรับผลิตภัณฑ์กึ่งแช่เยือกแข็ง) เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดกับสภาพภูมิประเทศของประเทศไทย การดำเนินมาตรการประหยัดโดยปรับอุณหภูมิการเพิ่มอุณหภูมิในห้องเย็นเพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส จะใช้พลังงานโดยเฉลี่ยลดลง 1% (จากภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.9) จึงก่อให้เกิดผลการประหยัดโดยเฉลี่ยประมาณ 4 % จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าเดิม ทั้งนี้ต้องรักษาอุณหภูมิกกลางผลิตภัณฑ์ (Core Temperature ) ให้อยู่ที่ประมาณ -18 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์เสียหาย และการนำน้ำเสียที่มีอุณหภูมิต่ำ มาลดอุณหภูมิน้ำที่ใช้ระบายความร้อน เพิ่มความสามารถในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนระบายความร้อน (PHE) มาเพิ่มค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (COP) ให้มากขึ้น จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบทำความเย็นในโรงงานอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง พบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ พบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 1.86 กิโลวัตต์ หากมีการนำมาตรการทั้ง 2 มาใช้คาดว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานในระบบทำความเย็นได้ประมาณ 164 กิโลวัตต์ชั่วโมง จากการปรับเพิ่มอุณหภูมิในห้องแช่เยือกแข็ง และ 46.25 กิโลวัตต์ชั่วโมง จากมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์รวม 210.25 กิโลวัตต์ชั่วโมง

#### 4.6.1.2 ผลการประเมินศักยภาพมาตรการการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ

สำหรับมาตรการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ จะดำเนินการด้วยวิธีการลดระยะเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศ โดยปิดเครื่องปรับอากาศก่อนพักเที่ยงครึ่งชั่วโมง และก่อนเลิกงานครึ่งชั่วโมง รวมเป็นหนึ่งชั่วโมง ก่อให้เกิดผลการประหยัดประมาณ 39 กิโลวัตต์ชั่วโมง และการปรับตั้งอุณหภูมิให้เหมาะสม ส่วนใหญ่ระบบปรับอากาศของโรงงานจะถูกปรับตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส หากดำเนินการปรับตั้งอุณหภูมิใหม่เป็น 26 องศาเซลเซียส เพราะการปรับตั้งอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียสช่วยให้ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 10 % (จากภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.9) จะเกิดผลการประหยัด 27.3 กิโลวัตต์ชั่วโมง จากการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ คาดว่าจะมีศักยภาพการประหยัด รวมประมาณ 66.3 กิโลวัตต์ชั่วโมง

#### 4.7.1.3 ผลการประเมินศักยภาพมาตรการการประหยัดพลังงานมอเตอร์และปั๊ม

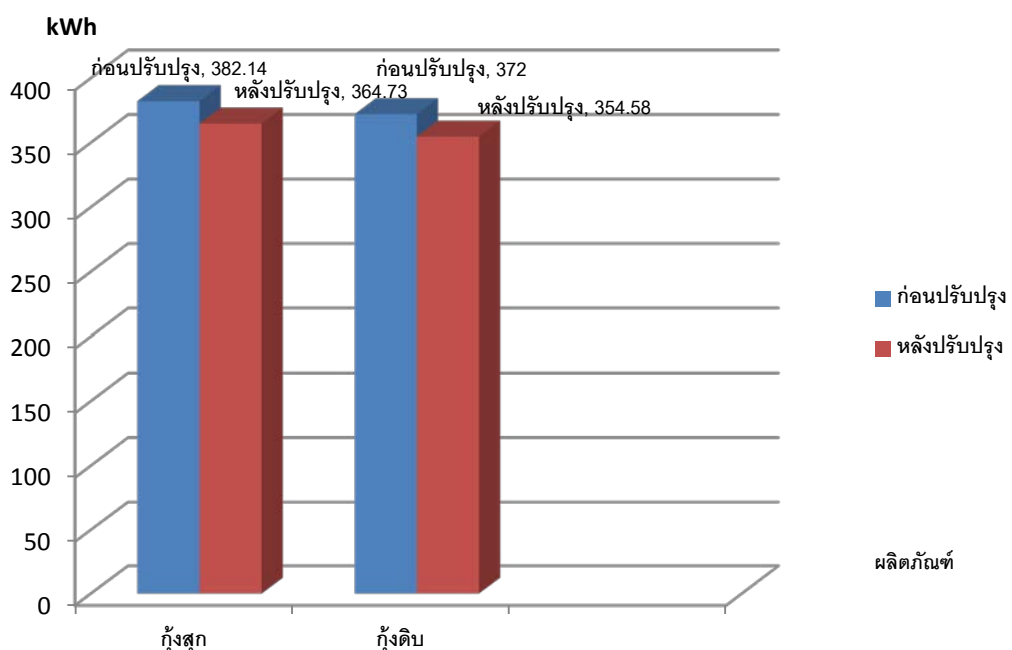
ในกระบวนการผลิต มอเตอร์จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ที่ใช้ในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ จากการประเมินด้านประสิทธิภาพด้านพลังงานพบว่า มอเตอร์ที่มีการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี และสม่ำเสมอ ด้วยการเปลี่ยนลูกปืนเพลามาเมื่อหมดอายุการใช้งาน อัดจารบีหล่อลื่นหล่อลื่นอย่างสม่ำเสมอ จะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่า และลดการใช้พลังงานโดยประมาณร้อยละ 2 % (จากภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.9) จากปริมาณการใช้พลังงานของมอเตอร์จากอุปกรณ์ในโรงงานเช่น เครื่องแช่เยือก

แข็ง หม้อไอน้ำ พัดลมในห้องเย็น มอเตอร์และพัดลมคอนเดนเซอร์ ห้องปรับอากาศ เครื่องทำความสะอาด สะอาด เครื่องกวน เครื่องแพ็ค รวม มีค่าประมาณ 576.07 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมอเตอร์และจากการผลิตกึ่งดิบแช่เยือกแข็งและกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง เท่ากับ 233.60 กิโลวัตต์ชั่วโมง และ 342.48 กิโลวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อดำเนินการมาตรการการบำรุงรักษา ปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อวันจะมีค่าประมาณ 11.52 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งจะให้พลังงานไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ลดลงเหลือ 564.55 กิโลวัตต์ชั่วโมง

#### 4.7.1.4 ผลการประเมินศักยภาพมาตรการการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง

โรงงานแห่งนี้มีการใช้หลอดไฟในลักษณะที่เป็นโคม โดยมีหลอดไฟจำนวน 3 หลอดต่อโคม จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ในระยะเวลา 1 วัน มีค่าประมาณ 86.40 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในช่วงเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อดำเนินการมาตรการลดจำนวนหลอดต่อโคมให้เหลือ 2 หลอด พบว่าจะมีผลจากการประหยัดอยู่ที่ร้อยละ 33 % (จากภาคผนวก ก. ตารางที่ ค.9) ดังนั้นปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อวันมีค่าประมาณ 28.512 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งจะให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่างลดลงเหลือ 57.89 กิโลวัตต์ชั่วโมง

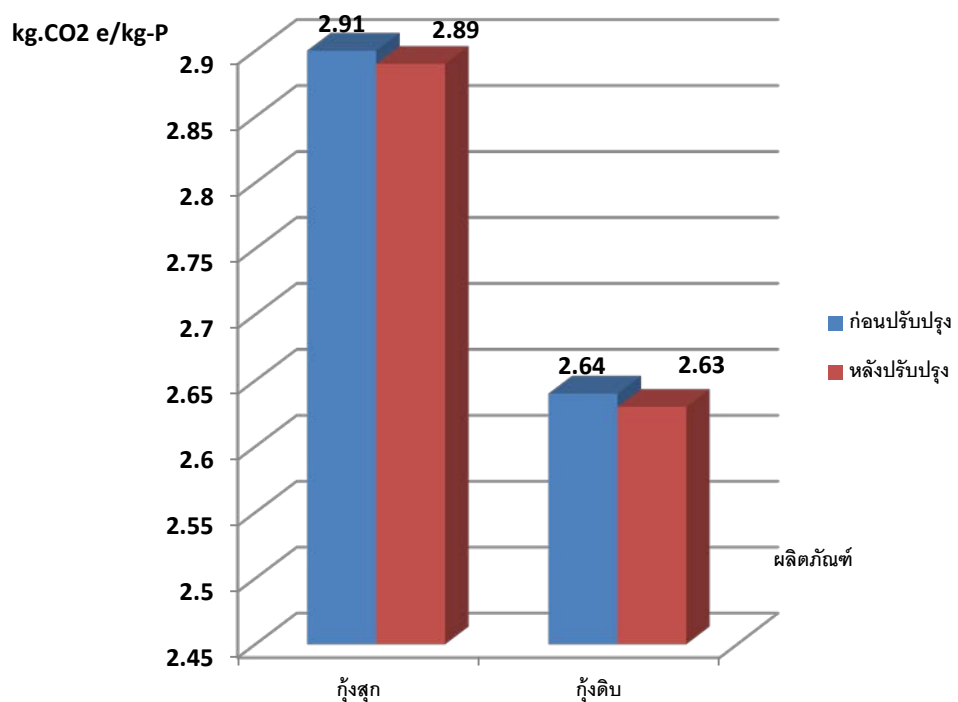
ผลการประเมินศักยภาพจากการดำเนินการมาตรการประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตคาดว่าจะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ เท่ากับ 316.58 กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือประมาณร้อยละ 5.3 จากพลังงานไฟฟ้ารวม ดังนั้นในกระบวนการผลิตกึ่งดิบแช่เยือกแข็งและกึ่งสุกแช่เยือกแข็งจะเกิดผลการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 150.69 กิโลวัตต์ชั่วโมง และ 165.89 กิโลวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ



รูปที่ 4.14 ผลการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต(กิโลวัตต์ชั่วโมง)

#### 4.7.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินการมาตรการประหยัดพลังงาน

จากการประเมินรอยเท้าคาร์บอนจากระบวนการผลิตพบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมา มีความสัมพันธ์โดยตรงกับพลังงานและทรัพยากรที่ใช้ หากโรงงานมีการจัดการตามมาตรการที่เหมาะสมกับโรงงานตามแนวทางการประเมินการจัดการเบื้องต้น ย่อมก่อให้เกิดการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากระบวนการผลิต เช่นกัน ผลจากการดำเนินการทางมาตรการประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิต เกิดผลการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 20.91 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์กุ้งดิบแช่เยือกแข็งและ 19.99 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์กุ้งสุกแช่เยือกแข็ง ส่งผลทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากระบวนการผลิตกุ้งดิบแช่เยือกแข็งและกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง ลดลงไป 0.012 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ หรือลดไปประมาณ 0.42 % จากเดิม



รูปที่ 4.15 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินการมาตรการประหยัดพลังงาน  
(kg.CO<sub>2</sub>e/kg.P)

