

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. กุสศานา ภูบาลา และ ผศ. ดร. สิริลักษณ์ เกียรติกร ซึ่ง  
เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ตลอดจนแก้ไข  
ปัญหาต่างๆ ใ้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. อภิชาติ เทอดโยธิน และ รศ. ดร. วารุณี เตีย ที่กรุณาให้  
คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่องานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับผู้ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวก  
ในการจัดเก็บข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะโรงงาน  
อาหารทะเลแช่เยือกแข็ง ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะไม่สำเร็จไม่ได้ หากขาดการสนับสนุนจากทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง  
มา ณ ที่นี้ด้วย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	ญ
รายการตาราง	ฎ
รายการรูปประกอบ	ฏ
ประมวลคำศัพท์และคำย่อ	ฑ
<b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 การบริหารจัดการพลังงาน	2
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
1.5 ระเบียบวิธีวิจัยขั้นตอนการดำเนินงาน	2
<b>2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 การจัดการพลังงาน	3
2.1.1 หลักการบริหารจัดการด้านพลังงาน	3
2.1.2 การจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม	4
2.1.3 ขั้นตอนการบริหารจัดการพลังงาน	4
2.1.3.1 การแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	5
2.1.3.2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น	6

2.1.3.3	การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	7
2.1.3.4	การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	8
2.1.3.5	การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน	9
2.1.3.6	การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน	10
2.1.3.7	การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน	10
2.1.3.8	การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไข	10
2.1.4	มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน (ISO 50001)	11
2.1.4.1	ข้อกำหนดมาตรฐานการจัดการพลังงาน ISO 50001	11
2.1.5	ประโยชน์การจัดการด้านพลังงาน	13
2.1.5.1	ผลประโยชน์โดยตรง	14
2.1.5.2	ผลประโยชน์ทางอ้อม	14
2.2	คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)	15
2.2.1	การตรวจวัด รอยเท้าคาร์บอน	15
2.2.1.1	การสร้างแผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์	15
2.2.1.2	การกำหนดขอบเขตการประเมิน	16
2.2.1.3	การรวบรวมข้อมูล	16
2.2.1.4	รายการข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์	17
2.3	ระบบทำความเย็น	19
2.3.1	การทำความเย็น	19
2.3.1.1	คอมเพรสเซอร์ (Compressor)	21
2.3.1.2	คอนเดนเซอร์ (Condenser)	22
2.3.1.3	ลิ้นลดความดัน (Expansion device)	20
2.3.1.4	อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator)	21
2.3.2	สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น	21
2.3.2.1	เทคโนโลยีของระบบให้ความเย็นกับวัตถุดิบ	22
2.3.2.2	คุณภาพอาหาร	24
2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25

<b>3. ขั้นตอนการดำเนินงาน</b>	<b>30</b>
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	30
3.2 ข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูล	31
3.3 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน	31
3.4 ขั้นตอนการประเมินรอยเท้าคาร์บอน	32
<b>4. ผลการดำเนินงาน</b>	<b>33</b>
4.1 ข้อมูลโรงงาน	33
4.1.1 แผนผังโรงงาน	33
4.1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำและน้ำแข็ง	34
4.1.2.1 พลังงานไฟฟ้า	34
4.1.2.2 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	36
4.1.2.3 น้ำ น้ำแข็ง และน้ำทิ้ง	36
4.1.3 ขั้นตอนการแช่เยือกแข็งอาหาร	36
4.1.3.1 การคัดขนาดและตัดแต่ง	36
4.1.3.2 การล้างทำความสะอาด	36
4.1.3.3 การปรุงสุก	36
4.1.3.4 การแช่เยือกแข็ง	36
4.1.3.5 บรรจุภัณฑ์และการเก็บในห้อง	37
4.1.4 ระบบทำความเย็น	37
4.1.4.1 ระบบทำความเย็นแบบขั้นตอนเดียว	38
4.1.4.2 ระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน	38
4.2 สํารวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์โรงงาน	40
4.2.1 พลังงานและทรัพยากรที่ใช้ในส่วนของการผลิต	41
4.2.1.1 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนของการผลิตกึ่งดิบและกึ่งสุก	41
4.2.1.2 ทรัพยากรที่ใช้ในส่วนของการผลิตกึ่งดิบและกึ่งสุก	41
4.3 การจัดการพลังงานในโรงงานแช่เยือกแข็งกุ้ง	44

4.3.1 ประเมินวัฒนธรรมและการจัดการด้านพลังงานขององค์กร	44
4.3.1.1 ผลการประเมินการจัดการด้านพลังงานเบื้องต้นขององค์กร	45
4.4 ปัญหาการใช้ไฟฟ้าในโรงงานแซ่เยือกแข็งกึ่ง	46
4.4.1 ระบบการบริหารจัดการ	46
4.4.2 อุปกรณ์เครื่องจักร	46
4.4.3 บุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรม	47
4.4.4 ปัญหาการจัดทำข้อมูลการใช้พลังงาน	47
4.5 เสนอมาตรการแนวทางการจัดการพลังงานในโรงงาน	47
4.5.1 มาตรการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ	48
4.5.1.1 การแข่งขันค้นหามาตรการที่เหมาะสมกับองค์กร	48
4.5.2 มาตรการการประหยัดพลังงานในระบบทำความเย็น	49
4.5.3 มาตรการการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ	50
4.5.4 มาตรการการประหยัดพลังงานมอเตอร์และปั๊ม	50
4.5.5 มาตรการการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง	50
4.5.6 มาตรการการประหยัดพลังงานที่หม้อไอน้ำ	50
4.6 การประเมินรอยเท้าคาร์บอนของกระบวนการผลิต	50
4.6.1 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดหาวัตถุดิบ	52
4.6.2 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	52
4.6.3 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิง ณ จุดผลิต	53
4.6.4 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่รับจากแหล่งภายนอก	54
4.6.5 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็น	55
4.6.6 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำ	56
4.6.7 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน	56
4.6.8 การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์	57
4.7 ผลการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินการในแต่ละมาตรการ	60
4.7.1 ผลการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	60



## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบข้อกำหนดการจัดการพลังงานตามกฎหมายมาตรฐาน การจัดการพลังงาน	14
2.2 ลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมในการใช้งานของเครื่องแช่แข็งชนิดต่างๆ	23
2.3 อุณหภูมิตู้แช่เยือกแข็งตามมาตรฐานของประเทศต่างๆ	24
2.4 ผลการทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการใช้พลังงานที่อุณหภูมิห้อง	27
2.5 ตารางแสดงการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากผลิตภัณฑ์	29
4.1 ปริมาณและค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในโรงงานและสำนักงาน	34
4.2 ขนาดของเครื่องอัด ความดัน และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ของระบบทำความเย็นแบบขั้นตอนเดียว	39
4.3 ขนาดของเครื่องอัด ความดัน และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ของระบบทำความเย็น แบบ 2 ขั้นตอน	39
4.4 ปริมาณพลังงานและทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ในส่วนของการผลิต	43
4.5 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น	45
4.6 ผลการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานในภาพรวมขององค์กร	47
4.7 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	51
4.8 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต(kg CO <sub>2</sub> e/kg-P(	58
ก.1 ตารางใช้ไฟฟ้าเดือนพฤศจิกายน 2555	72
ก.2 อุปกรณ์และรายละเอียดการใช้พลังงานต่อวัน	73
ก.3 สัดส่วนการใช้พลังงานในโรงงาน	74
ก.4 อุปกรณ์และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนของการผลิต	74
ก.5 ปริมาณการใช้สารทำความเย็นคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อกิโกรัมผลิตภัณฑ์กึ่งดิบ	75
ก.6 ปริมาณการใช้สารทำความเย็นคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อกิโกรัมผลิตภัณฑ์กึ่งสุก	76
ก.7 กำลังการผลิตกึ่งสุก	77
ก.8 กำลังการผลิตกึ่งดิบ	78
ก.9 ตารางใช้น้ำเดือนพฤศจิกายน 2555	79
ก.10 ปริมาณการใช้น้ำและน้ำแข็งต่อตันผลิตภัณฑ์	79
ก.11 ชั่วโมงการใช้งานของก๊าซ LPG (10 ถัง ประมาณ 475 kg )	80
ข.1 ค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ	82

ตาราง (ต่อ)	หน้า
ข.2 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากน้ำอุตสาหกรรม	82
ข.3 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซอุตสาหกรรม	82
ข.4 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลาสติก	82
ข.5 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงาน	84
ข.6 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอาหาร	85
ข.7 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งด้วยรถ	86
ข.8 ค่าประมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมีของแต่ละประเภทอุตสาหกรรม	88
ข.9 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของการบำบัดน้ำเสีย	89
ค.1 มาตรการประหยัดพลังงานระบบบำบัดน้ำเสีย แบบ Activated Sludge (AS)	91
ค.2 มาตรการประหยัดพลังงานของหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)	91
ค.3 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมห้องเย็น	92
ค.4 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบไอน้ำ	93
ค.5 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบน้ำใช้	93
ค.6 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบจำหน่ายไฟฟ้า	94
ค.7 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศ	94
ค.8 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบแสงสว่าง	95
ง.1 ประเมินประสิทธิภาพการจัดการพลังงานขององค์กร	97
ง.2 แบบสอบถามการประเมินประสิทธิภาพการจัดการพลังงานขององค์กร	98

## รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน	5
2.2 การประเมินวัฒนธรรมองค์กร	6
2.3 แนวทางวิธีการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	7
2.4 ข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO50001:2011	12
2.5 Life Cycle Assessment: LCA	15
2.6 แผนผังการผลิตอย่างง่ายของผลิตภัณฑ์	16
2.7 ข้อมูลจากกิจกรรมต่างๆตามขอบเขตการประเมิน	17
2.8 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	19
2.9 เครื่องอัดสารทำความเย็นแบบต่างๆ	20
2.10 เครื่องควบแน่นแบบต่างๆ	20
2.11 เครื่องระเหยสารทำความเย็น	21
2.12 วัฏจักรคาร์โนท์ (Carnot cycle)	21
2.13 พลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในระยะเวลา 10 ปี	25
2.14 ศักยภาพที่ทำได้จริงที่สามารถลดความความต้องการทางไฟฟ้า	26
3.1 แผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินรอยเท้าคาร์บอนการศึกษานี้	32
4.1 แผนผังของโรงงานชั้นที่ 1	33
4.2 แผนผังของโรงงานชั้นที่ 2	34
4.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างโรงงานกับสำนักงาน	35
4.4 สัดส่วนการใช้ความเย็นในโรงงาน	35
4.5 กระบวนการแช่เยือกแข็งกุ้งสุกและกุ้งดิบ	38
4.6 แผนผังการใช้งานระบบทำความเย็น	39
4.7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็ง	40
4.8 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกุ้งดิบแช่เยือกแข็ง	42
4.9 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง	43
4.10 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์กุ้งดิบแช่เยือกแข็ง	58
4.11 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์กุ้งสุกแช่เยือกแข็ง	59
4.12 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตกุ้งดิบแช่เยือกแข็ง	59

รูปที่ (ต่อ)	หน้า
4.13 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตกึ่งสุกแช่เยือกแข็ง	60
4.14 ผลการประเมินศักยภาพลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	62
4.15 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินการมาตรการประหยัดพลังงาน	63

## ประมวลคำศัพท์และคำย่อ

COP <sub>R</sub>	=	Coefficient of performance
CO <sub>2</sub>	=	Carbon dioxide
NH <sub>3</sub>	=	Ammonia
AS/NZS	=	Australian-New Zealand Standard
CAN	=	Canadian Test Procedure
JIS	=	Japanese Industrial Standard
KS	=	Korea Test Producer
CNS	=	Chinese National Standard
LPG	=	Liquid Petroleum Gas
IQF	=	Individual quick freezer
LDPE	=	Low density polyethylene
ISO	=	International Organization for Standardization