



โครงการ

เรื่อง

การศึกษา.....

.....

.....

(Study)

.....

.....)

โดย

นางสาว.....

รหัสนักศึกษา 6.....

นาย.....

รหัสนักศึกษา 6.....

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการอนุรักษ์พลังงาน (ต่อเนื่อง)

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 25....



โครงการ

เรื่อง

การศึกษา.....

.....

.....

(Study)

.....

.....)

โดย

นางสาว.....

รหัสนักศึกษา 6.....

นาย.....

รหัสนักศึกษา 6.....

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการอนุรักษ์พลังงาน (ต่อเนื่อง)

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 25....



การศึกษา.....

.....

(Study)

.....)

นางสาว.....

รหัสนักศึกษา 6.....

นาย.....

รหัสนักศึกษา 6.....

โครงการนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการอนุรักษ์พลังงาน (ต่อเนื่อง)
วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.....)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.....)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.....)

..... คณบดีวิทยาลัยพลังงานทดแทน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.....)

วัน เดือน ปี ที่ทำการสอบ

.....

@ ลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยพลังงานทดแทน
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือในทุกด้าน ตลอดจนตรวจสอบโครงการนี้จนเสร็จสมบูรณ์ รวมไปถึงบทความทางวิชาการทุกบทความที่นำมาอ้างอิงและนำมาศึกษา ผู้จัดทำโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ และ..... ที่กรุณามาเป็นกรรมการสอบโครงการในครั้งนี้ ทั้งยังให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้จัดทำโครงการ

ขอขอบคุณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่มอบทุนสนับสนุนโครงการจาก สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปีงบประมาณ สุดท้ายนี้ผู้จัดทำโครงการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำโครงการขออภัยไว้ ณ ที่นี้

นางสาว.....

นาย.....

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ การศึกษา.....
.....

ผู้ทำโครงการ 1. นางสาว..... รหัสนักศึกษา
2. นาย..... รหัสนักศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.....
กรรมการ 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.....
2. อาจารย์ ดร.....

งานวิจัยฉบับนี้ศึกษา.....
.....

คำสำคัญ:;;;
.....;

ABSTRACT

Project Title Study

.....

Author 1. Miss..... Student ID

2. Mr..... Student ID

Adviser Associate Professor Dr.....

Committee 1. Assistant Professor Dr.....

2. Dr.....

In this study,

.....

Keyword:;;

.....;

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน	2
1.6 รายการสัญลักษณ์ย่อ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ.....	9
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ	9
3.2 แผนการดำเนินงาน	14
3.3 งบประมาณในการดำเนินงาน.....	14
บทที่ 4 ผลและวิเคราะห์ผล	15
4.1 ผลการศึกษาการทำงานของ.....	15
4.2 ผลการออกแบบต้นแบบ.....	15
4.3 ผลการสร้างต้นแบบ	15
4.4 ผลการทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานขอต้นแบบ	15
4.5 ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบ	15
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	16
5.1 สรุปผลโครงการ.....	16
5.2 ข้อเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง.....	17
ภาคผนวก.....	18
ภาคผนวก ก)	18
ภาคผนวก ข) ประวัติผู้จัดทำคนที่ 1	19
ภาคผนวก ข) ประวัติผู้จัดทำคนที่ 2	20

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แผนบูรณาการพลังงานระยะยาวของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 [กระทรวงพลังงาน, 2563]	1
รูปที่ 2.1 แผนภาพวัฏจักรแรงคิน [นัฐพร, 2562]	5
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนิน.....	9
รูปที่ 3.2 แบบจำลองบ่อเลี้ยงปลา และระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	10
รูปที่ 3.3 จุดตรวจวัดของห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง	11

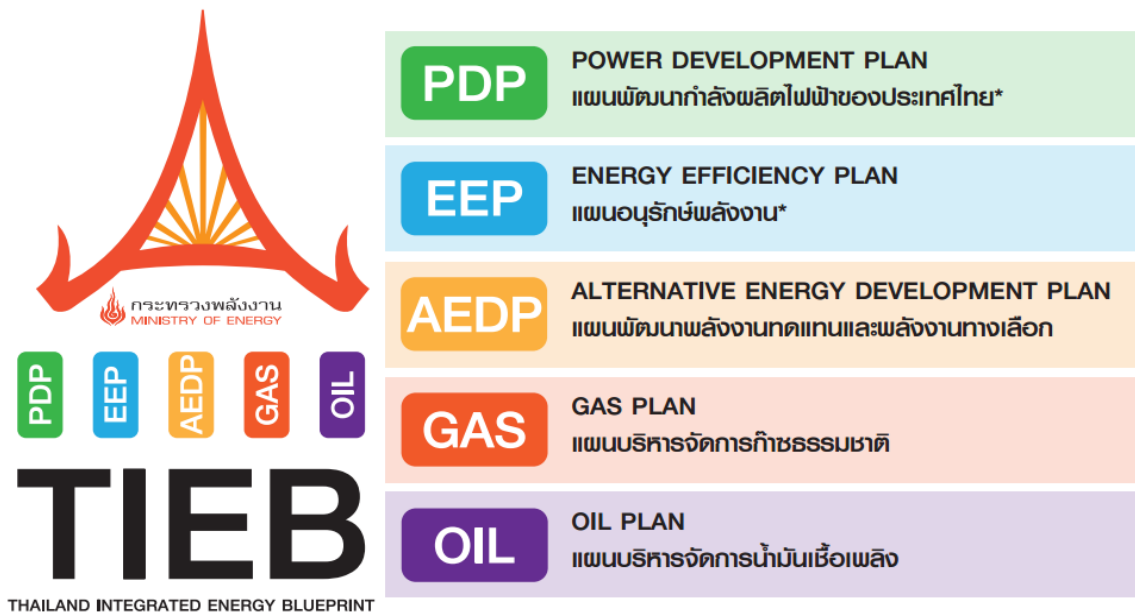
สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดจุดตรวจวัดค่าต่าง ๆ ของห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง	11
ตารางที่ 3.2 เครื่องมือตรวจวัดและบันทึกผล	12
ตารางที่ 3.3 แผนการดำเนินงาน.....	14
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดงบประมาณการดำเนินงาน	14

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ประเทศไทย..... ได้มีการ.....
และ..... ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนบูรณาการพลังงานระยะยาวของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 [กระทรวงพลังงาน, 2563]

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อ.....
- เพื่อ.....

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- ระบบ.....มีขนาดไม่น้อยกว่าความกว้าง 1.0 m × ความยาว 1.0 m × ความสูง 1.0 m
- ระบบ.....มีกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 100 L/h
- สารผสมในการทดลองมีทั้งหมด 3 ชนิด
-
-

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้ทราบ.....
- ได้ทราบ.....

1.5 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน

ระยะเวลาในการดำเนินงาน 4 เดือน

ตั้งแต่วันที่ 1 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563

ถึง วันที่ 1 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563

สถานที่ดำเนินงาน

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

1.6 รายการสัญลักษณ์ย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
Cp	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
h	เอนทัลปี	kJ/kg
$\dot{m}$	อัตราการไหล	kg/s
M	มวล	kg
P	ความดัน	bar
q	อัตราการถ่ายเทความร้อน	W, J
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อน	kW, kJ
RH	ความชื้นสัมพัทธ์	%
w	พลังงาน	kJ/kg
T	อุณหภูมิ	$^{\circ}\text{C}$, K
W	กำลังไฟฟ้า	kW
ตัวกรีก	ความหมาย	หน่วย
η	ประสิทธิภาพ	%
v	ปริมาตรจำเพาะ	m^3/kg
ρ	ความหนาแน่น	kg/m^3
ตัวย่อ	ความหมาย	
SSSF	Steady state steady flow	
R	Rankine cycle	
ตัวห้อย	ความหมาย	
B	Boiler	
BW	Blower	
C	Condenser	
Comp	Compressor	
DC	Direct current	
DR	Drying room	
e	Electricity	
MT	Material	
P	Pump	
th	Thermal	
Tur	Turbine	

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....
ประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 คำสำคัญหลัก

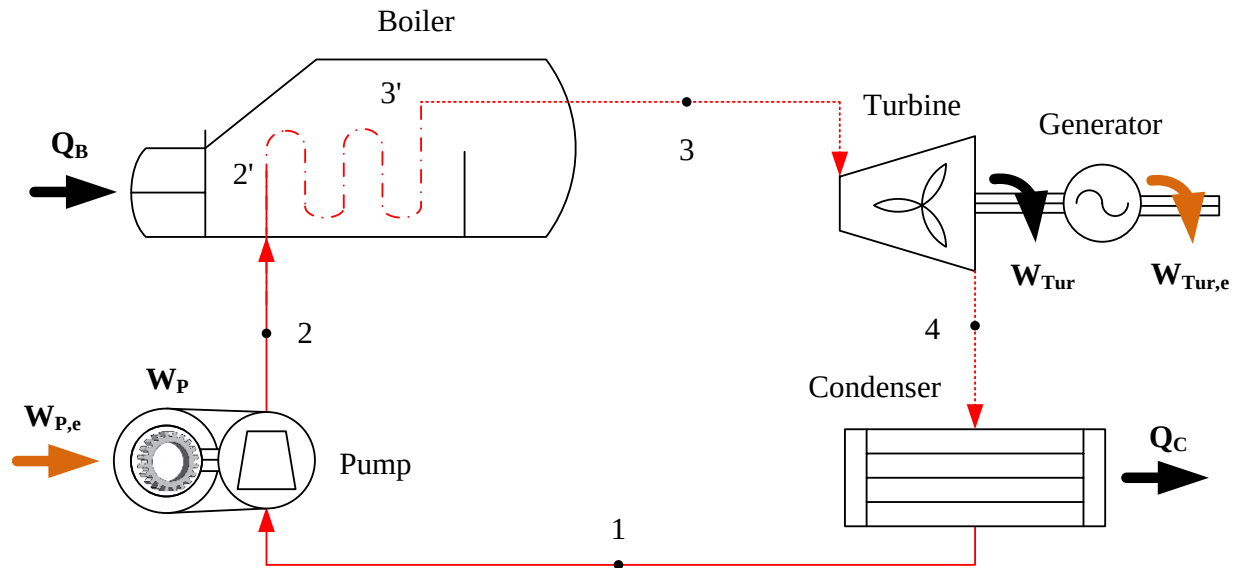
2.1.2 คำสำคัญรอง 1

2.1.3 คำสำคัญรอง 2

2.1.4 คำสำคัญรอง 3

2.1.5 วัฏจักรแรงคิน

วัฏจักรแรงคิน (Rankine cycle, RC) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ใช้สารทำงานในระบบ คือ น้ำ โดยอาศัยคุณสมบัติการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวกลายเป็นไอเมื่อได้รับพลังงานความร้อน และนำไอน้ำความดันสูงดังกล่าวไปใช้ขับเคลื่อนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป หรือบางครั้งเรียกว่า ระบบผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam turbine) [นัฐพร, 2562]



รูปที่ 2.1 แผนภาพวัฏจักรแรงคิน [นัฐพร, 2562]

วัฏจักรแรงคินประกอบด้วยอุปกรณ์หลักทั้งหมด 5 ตัว คือ ปั๊ม (Pump) หม้อต้ม (Boiler) กังหัน (Turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และเครื่องควบแน่น (Condenser) โดยมีหลักการทำงาน คือ สารทำงาน (Working fluid หรือ Refrigerant) ในสถานะของเหลวจุดที่ 1 ถูกจ่ายให้แก่ปั๊ม เพื่อเพิ่มความดันกลายเป็นของเหลวความดันสูงในจุดที่ 2 จากนั้นป้อนเข้าสู่หม้อต้ม เพื่อรับความร้อนจากแหล่งความร้อนและกลายเป็นไอร้อนยวดยิ่ง (Superheat) ในจุดที่ 3 ไอสารทำงานดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการขับเคลื่อนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อไอสารทำงานถูกใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานแล้ว จะมีความดันและอุณหภูมิลดลงในจุดที่ 4 จากนั้นจ่ายเข้าสู่เครื่องควบแน่นเพื่อระบายความร้อน ให้กลายเป็นสารทำงานในสถานะของเหลวอีกครั้ง ซึ่งพิจารณากระบวนการต่าง ๆ อยู่ภายใต้สภาวะคงตัวและการไหลคงตัว (Steady state steady flow, SSSF) ทั้งสิ้น ให้การเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์และการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์มีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของงานและความร้อนจึงตัดทิ้งได้ ($q - w = \Delta h$) พิจารณาสมดุลพลังงานและสมดุลมวล ของอุปกรณ์แต่ละตัวในรูปที่ 2.1 ได้ดังต่อไปนี้

- สมดุลพลังงาน (Energy balance)

$$\sum Q_i + \sum \dot{m}_i h_i = \sum Q_o + \sum \dot{m}_o h_o \quad \text{สมการที่ 2.1}$$

- สมดุลมวล (Mass balance)

$$\sum \dot{m}_i - \sum \dot{m}_o = 0 \quad \text{สมการที่ 2.2}$$

ดังนั้นสมการทางคณิตศาสตร์ของวัฏจักรแรงคิน สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

- ปั๊ม

พิจารณาสมดุลพลังงานที่ปั๊ม (พลังงานเข้า = พลังงานออก)

$$W_P + \dot{m}_1 h_1 = \dot{m}_2 h_2$$

$$W_P = \dot{m}_2 h_2 - \dot{m}_1 h_1$$

สมการที่ 2.3

พิจารณาสมดุลมวลที่ปั๊ม (มวลเข้า = มวลออก)

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

กำหนดให้

$$\dot{m}_{ref} = \dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

สมการที่ 2.4

ดังนั้นได้ว่า

$$W_P = \dot{m}_{ref} h_2 - \dot{m}_{ref} h_1$$

$$W_P = \dot{m}_{ref} (h_2 - h_1)$$

สมการที่ 2.5

พิจารณาสารทำงานที่ปั๊มในสถานะของเหลว กำหนดให้ของเหลวเป็นของไหลอัดตัวไม่ได้ (Incompressible fluid) กล่าวคือ ของไหลจะมีความหนาแน่นหรือปริมาตรจำเพาะเป็นค่าคงที่ตลอดกระบวนการ ซึ่งจะทำให้ของไหลมีพลังงานคงตัว ($\Delta h = 0$) ดังนั้นในกรณีการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิกจะใช้ผลของความดันที่แตกต่างในการคำนวณ ดังนี้

$$h_2 - h_1 = v_1 (P_H - P_L)$$

สมการที่ 2.6

ดังนั้น

$$W_P = v_1 (P_H - P_L)$$

สมการที่ 2.7

$$W_P = \dot{m}_{ref} W_P = \dot{m}_{ref} v_1 (P_H - P_L)$$

สมการที่ 2.8

$$W_P = \dot{m}_{ref} W_P = \dot{m}_{ref} (P_H - P_L) / \rho_1$$

สมการที่ 2.9

โดยที่

P ความดัน (kPa)

v_1 ปริมาตรจำเพาะของของไหลในสภาพของเหลวอัดตัวก่อนเข้าปั๊ม (m^3/kg)

ρ_1 ความหนาแน่นของของไหลในสภาพของเหลวอัดตัวก่อนเข้าปั๊ม (kg/m^3)

• หม้อต้ม

พิจารณาสมดุลพลังงานที่หม้อต้ม (พลังงานเข้า = พลังงานออก)

$$Q_B + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3$$

$$Q_B = \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_2 h_2$$

สมการที่ 2.10

พิจารณาสมดุลมวลที่หม้อต้ม (มวลเข้า = มวลออก)

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_3$$

กำหนดให้

$$\dot{m}_{ref} = \dot{m}_2 = \dot{m}_3$$

สมการที่ 2.11

ดังนั้น

$$Q_B = \dot{m}_{ref} h_3 - \dot{m}_{ref} h_2$$

$$Q_B = \dot{m}_{ref} (h_3 - h_2)$$

สมการที่ 2.12

• กังหัน

พิจารณาสมดุลพลังงานที่กังหัน (พลังงานเข้า = พลังงานออก)

$$\dot{m}_3 h_3 = W_{Tur} + \dot{m}_4 h_4$$

$$W_{Tur} = \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_4 h_4$$

สมการที่ 2.13

พิจารณาสมดุลมวลที่กังหัน (มวลเข้า = มวลออก)

$$\dot{m}_3 = \dot{m}_4$$

กำหนดให้

$$\dot{m}_{\text{ref}} = \dot{m}_3 = \dot{m}_4$$

สมการที่ 2.14

ดังนั้น

$$W_{\text{Tur}} = \dot{m}_{\text{ref}} h_3 - \dot{m}_{\text{ref}} h_4$$

$$W_{\text{Tur}} = \dot{m}_{\text{ref}} (h_3 - h_4)$$

สมการที่ 2.15

- เครื่องควบแน่น

พิจารณาสมดุลพลังงานที่เครื่องควบแน่น (พลังงานเข้า = พลังงานออก)

$$\dot{m}_4 h_4 = Q_C + \dot{m}_1 h_1$$

$$Q_C = \dot{m}_4 h_4 - \dot{m}_1 h_1$$

สมการที่ 2.16

พิจารณาสมดุลมวลที่เครื่องควบแน่น (มวลเข้า = มวลออก)

$$\dot{m}_4 = \dot{m}_1$$

กำหนดให้

$$\dot{m}_{\text{ref}} = \dot{m}_1 = \dot{m}_4$$

สมการที่ 2.17

ดังนั้น

$$Q_C = \dot{m}_{\text{ref}} h_4 - \dot{m}_{\text{ref}} h_1$$

$$Q_C = \dot{m}_{\text{ref}} (h_4 - h_1)$$

สมการที่ 2.18

- ประสิทธิภาพ (Efficiency)

$$\eta_{\text{th,RC}} = (W_{\text{Tur}} - W_{\text{P}}) / Q_B$$

สมการที่ 2.19

$$\eta_{\text{R}} = (W_{\text{Tur,e}} - W_{\text{P,e}}) / Q_B$$

สมการที่ 2.20

2.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

นัฐพร [2562] นำเสนอ.....

ชัยวิช และนัฐพร [2563] นำเสนอ.....

วรพันธ์ และคณะ [2563] นำเสนอ.....

Kosuda and Hikichi [2017] นำเสนอ.....

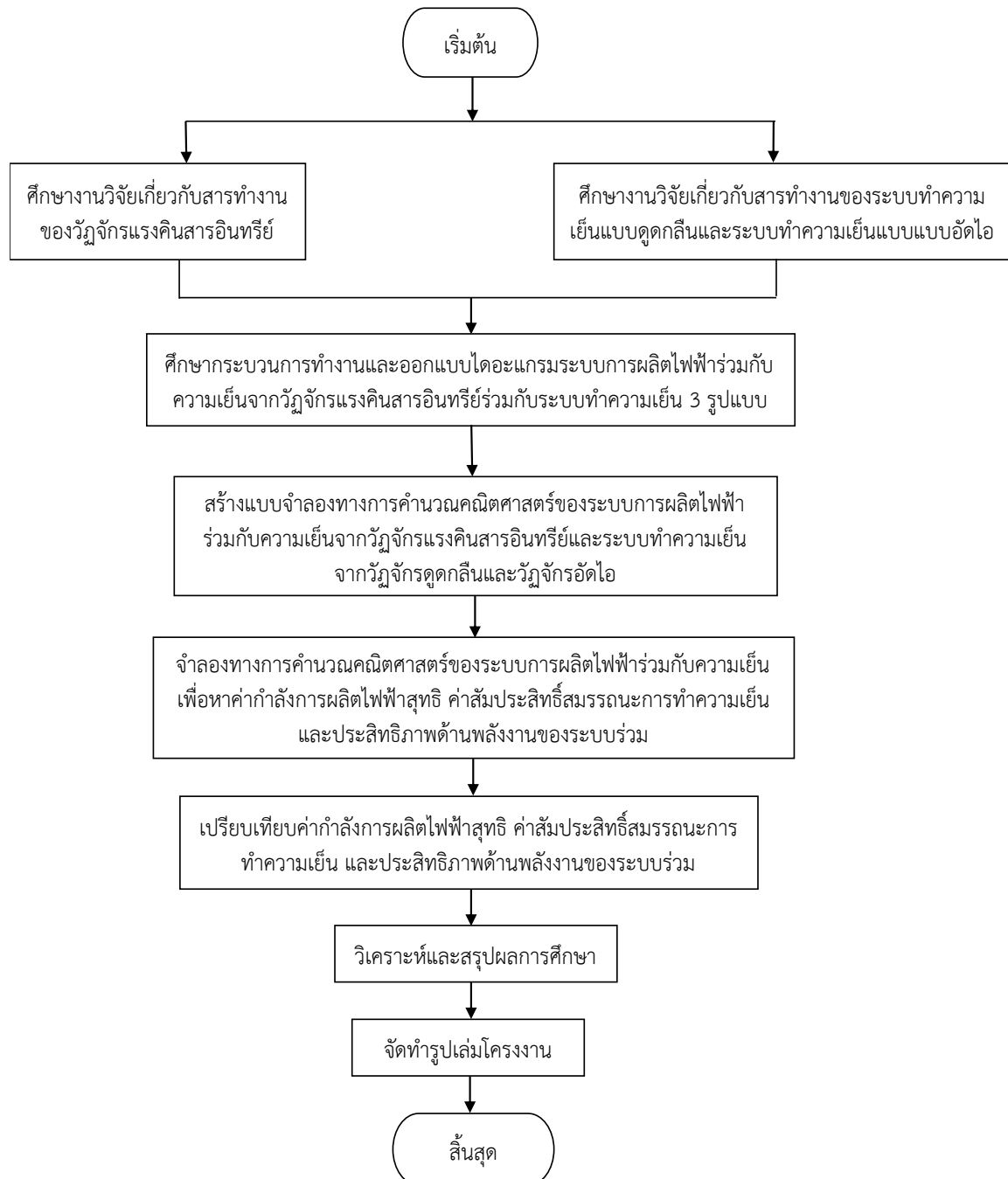
Walraven et al. [2015] นำเสนอ.....

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการของงานวิจัยนี้มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงานการศึกษาการทำงานของ..... โดยมีกระบวนการดำเนินงานและขั้นตอนดังรูปที่ 3.1



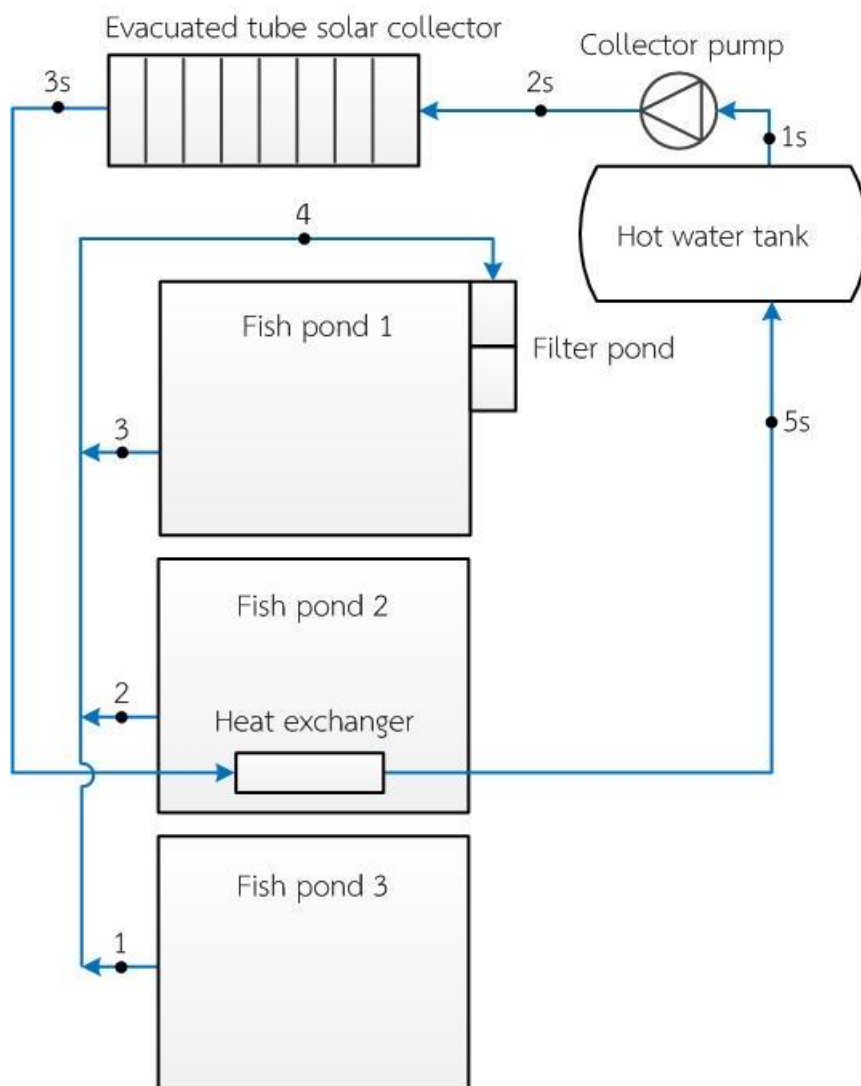
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนิน

3.1.1 ศึกษาการทำงานของ...

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง อันประกอบไปด้วย บ่อเลี้ยงปลา ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ปลาน้ำจืด และการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของปลา

3.1.2 ทำการออกแบบต้นแบบ...

ทำการออกแบบบ่อเลี้ยงปลาที่มีแผนภาพการทำงานอย่างง่าย ดังแสดงในรูปที่ 3.2 โดยมีหลักการทำงาน คือ น้ำในถังเก็บน้ำ (Hot water tank) ถูกจ่ายไปยังตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ (Evacuated tube solar collector) โดยปั๊มน้ำ (Collector pump) จากจุด 1s ไปยังจุด 2s เพื่อรับพลังงานความร้อนและเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้น และจ่ายเข้าสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) ในบ่อเลี้ยงปลา (Fish pond) จากจุด 3s ไปยังจุด 4s เพื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำภายในบ่อเลี้ยงปลาให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด จากนั้นน้ำจะถูกจ่ายเข้าไปเก็บไว้ยังถังเก็บน้ำอีกครั้งในจุด 5s น้ำที่มีสิ่งปฏิกูลปะปนอยู่จะถูกดูดออกจากสะดือบ่อในจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 เพื่อจ่ายไปยังบ่อกรอง (Filter pond) ในจุดที่ 4 ซึ่งบ่อกรองจะทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกออกจากน้ำ



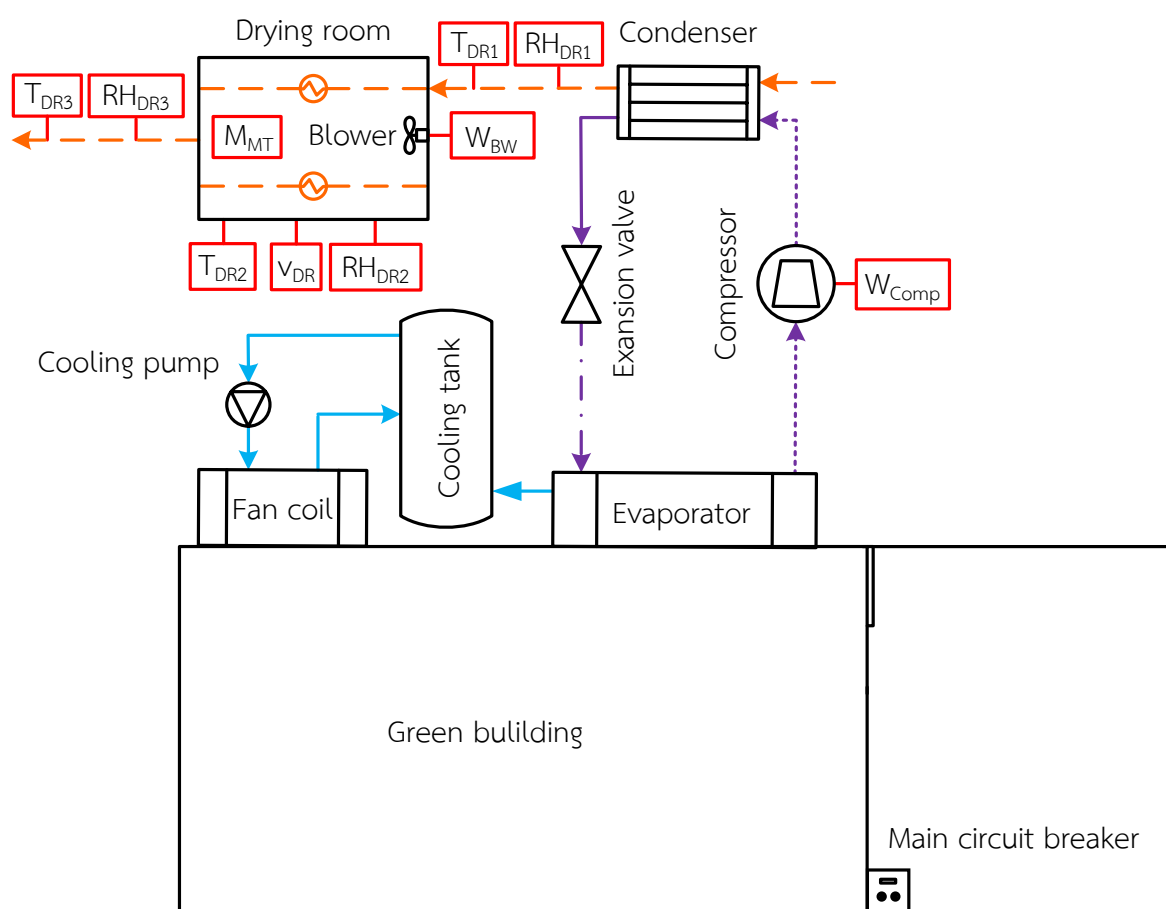
รูปที่ 3.2 แบบจำลองบ่อเลี้ยงปลา และระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

3.1.3 การสร้างต้นแบบ...

นำผลการออกแบบมาดำเนินการสร้างห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง ที่มีขนาดประมาณกว้าง 0.70 m × ยาว 1.06 m × สูง 1.00 m โดยใช้แหล่งความร้อนหลักจากความร้อนทิ้งจากระบบปรับอากาศมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 TR เพื่อใช้ในการอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง

3.1.4 การทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานของต้นแบบ...

ดำเนินการติดตั้งจุดตรวจวัดและทดสอบการทำงานของห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง อันประกอบไปด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม น้ำหนักผลิตภัณฑ์ และกำลังไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดจุดตรวจวัดต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และรายละเอียดอุปกรณ์การตรวจวัดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.3 จุดตรวจวัดของห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดจุดตรวจวัดค่าต่าง ๆ ของห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง

จุดตรวจ	รายละเอียดจุดตรวจวัด	ระยะเวลา	อุปกรณ์
W_{Comp}	กำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ (W)	5 min	เพาเวอร์มิเตอร์ (Power mete)
W_{BW}	กำลังไฟฟ้าของห้องอบแห้ง (W)	5 min	
T_{DR1}	อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง ($^{\circ}C$)	5 min	เทอร์โมคัปเปิล

จุดตรวจ	รายละเอียดจุดตรวจวัด	ระยะเวลา	อุปกรณ์
T _{DR2}	อุณหภูมิของอากาศในห้องอบแห้ง (°C)	5 min	(Thermocouple)
T _{DR3}	อุณหภูมิของอากาศออกจากห้องอบแห้ง (°C)	5 min	
RH _{DR1}	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง (%)	5 min	เซ็นเซอร์ความชื้น (Humidity sensor)
RH _{DR2}	ความชื้นสัมพัทธ์ของลมกลับ (%)	5 min	
RH _{DR3}	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศออกจากห้องอบแห้ง (%)	5 min	
V _{DR}	ความเร็วลมในห้องอบแห้ง (m/s)	1 time	เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
M _{MT}	น้ำหนักผลิตผลทางการเกษตร (kg)	60 min	เครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight scale)

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือตรวจวัดและบันทึกผล

อุปกรณ์	คุณลักษณะ
เพาเวอร์มิเตอร์ 	- รุ่น KP-835 - วัดค่าทางไฟฟ้าได้มากถึง 52 พารามิเตอร์ - แสดงผลการวัดพารามิเตอร์แบบเรียลไทม์ - วัดค่ากำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า - แบบติดตั้งขนาดมาตรฐาน 96 mm × 96 mm
เทอร์โมคัปเปิล 	- เทอร์โมคัปเปิลชนิดเค - ช่วงวัดอุณหภูมิ 200-1,350 °C
เซ็นเซอร์ความชื้น 	- รุ่น DHT22 - ขนาด 27.0 mm × 59.0 mm × 13.5 mm - รองรับแรงดัน 3-5 V - กระแสสูงสุด 2.5 mA - วัดความชื้นได้ตั้งแต่ 0-100% - วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 40-80 °C
เครื่องวัดความเร็วลม 	- รุ่น DA-45M - จอแสดงผลขนาด 51 mm × 32 mm - ขนาด 68 mm × 174 mm × 42 mm - แบตเตอรี่ 1.5 V_{DC} 6 ก้อน
เครื่องชั่งน้ำหนัก 	- ชั่งน้ำหนักสูงสุด 10 kg ความละเอียด 1 g - หน่วย kg - ขนาด 263 mm × 200 mm × 114 mm - แบตเตอรี่ 6 V_{DC}

3.1.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ทำการวิเคราะห์ผลการทำงานของห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าอัตราการอบแห้ง ความสามารถในการอบแห้ง ความชื้นมาตรฐานแห้ง ความชื้นมาตรฐานเปียก ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของห้องอบแห้ง

3.1.6 สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะของการศึกษาการออกแบบ สร้าง และทดสอบห้องอบแห้งพืชสมุนไพรทางการแพทย์มูลค่าสูง

3.1.7 จัดทำรายงานโครงการ

จัดทำรายงานโครงการตามแบบฟอร์มของหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการอนุรักษ์พลังงาน (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3.1.8 นำเสนอการดำเนินงานและผลดำเนินงาน

นำเสนอรายงานโครงการ การดำเนินงาน และผลการดำเนินงานต่อคณะกรรมการ รวมทั้งทำการแก้ไขปรับปรุงโครงการตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการสอบโครงการ

3.2 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงานวิจัยใช้เวลาประมาณ 4 เดือน ซึ่งจะมี
รายละเอียดแผนการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนการดำเนินงาน (เดือนที่)			
	1	2	3	4
1. ศึกษาการทำงานของ				
2. ทำการออกแบบต้นแบบ				
3. การสร้างต้นแบบ				
4. การทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานของต้นแบบ				
5. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ				
6. สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา				
7. จัดทำรายงานโครงการ				
8. นำเสนอการดำเนินงานและผลดำเนินงาน				

3.3 งบประมาณในการดำเนินงาน

งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงานของโครงการรวมทั้งสิ้น บาท โดยมีรายละเอียด
ดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดงบประมาณการดำเนินงาน

รายการ	งบประมาณ (บาท)
รวมทั้งสิ้น (.....บาทถ้วน)	17,000

บทที่ 4
ผลและวิเคราะห์ผล

โครงการฉบับนี้ได้ทำการศึกษการ.....

.....

4.1 ผลการศึกษการทำงานของ

4.2 ผลการออกแบบต้นแบบ

4.3 ผลการสร้างต้นแบบ

4.4 ผลการทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานขอต้นแบบ

4.5 ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาคำถาม.....

.....

5.1 สรุปผลโครงการ

จากการศึกษาการทำงาน..... สามารถสรุปผล
การศึกษาต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบผลิต..... มี
ประสิทธิภาพ.....
2. ระบบผลิต..... มี
ประสิทธิภาพ.....
3. ระบบผลิต..... มี
ประสิทธิภาพ.....
4. จากการศึกษาคำถาม..... มี
.....
5. จากการศึกษาคำถาม..... มี
.....

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการทำงานของ..... มีข้อเสนอแนะ
แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ควร.....
2. ระบบสามารถปรับปรุง.....
3.

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก.
<http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/aedp>
- ชัยธวัช แก้วเมือง และ นัฐพร ไชยญาติ. (2563). สมรรถนะทางความร้อนของเตาเผาขยะขนาดเล็กสำหรับการ
ผลิตร่วมความร้อนและไฟฟ้าด้วยวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ (Thermal Performance of Small
Incinerator for Combined Heat and Power by Organic Rankine Cycle). วารสารวิชาการ คณะ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 13(1), 12-25.
- นัฐพร ไชยญาติ. (2562). เทคโนโลยีพลังงานทดแทนด้านความร้อน (Thermal Renewable Energy
Technology) (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- วรพันธ์ กันธิยะ, นัฐพร ไชยญาติ และ วรชมล เลิศจตุรนนท์. (2563). การประเมินวัฏจักรชีวิต และวัฏจักร
ชีวิตเอ็กเซอร์จีติกของผลิตภัณฑ์ ควอตซ์ คริสตัล ยูนิต ร่วมกับวัฏจักรแรงดันอินทรีย์โดยใช้เชื้อเพลิง
ขยะ (Conventional and exergetic life cycle assessments of Quartz Crystal Unit product
combined with Organic Rankine Cycle by using refuse derived fuel). วารสารวิชาการ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 13(1), 71-89.
- Kosuda O., and Hikichi T. (2017). Development of air-cooled compact Organic Rankine Cycle
power generation technology utilizing waste heat. Energy Procedia, 129, 559-566.
- Walraven D., and Laenen B. (2015). Economic system optimization of air-cooled organic Rankine
cycles powered by low-temperature geothermal heat sources. Energy, 80, 104-113.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก)

ภาคผนวก ข) ประวัติผู้จัดทำคนที่ 1

ชื่อสกุล

รหัสนักศึกษา

วัน เดือน ปีเกิด



ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	โรงเรียน/วิทยาลัย	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)		
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)		
มัธยมศึกษาตอนต้น		
ประถมศึกษา		

สถานที่ที่ติดต่อ

บ้านเลขที่

.....

เบอร์โทรศัพท์:

Email:

ภาคผนวก ข) ประวัติผู้จัดทำคนที่ 2

ชื่อสกุล

รหัสนักศึกษา

วัน เดือน ปีเกิด



ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	โรงเรียน/วิทยาลัย	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)		
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)		
มัธยมศึกษาตอนต้น		
ประถมศึกษา		

สถานที่ที่ติดต่อ

บ้านเลขที่

.....

เบอร์โทรศัพท์:

Email: