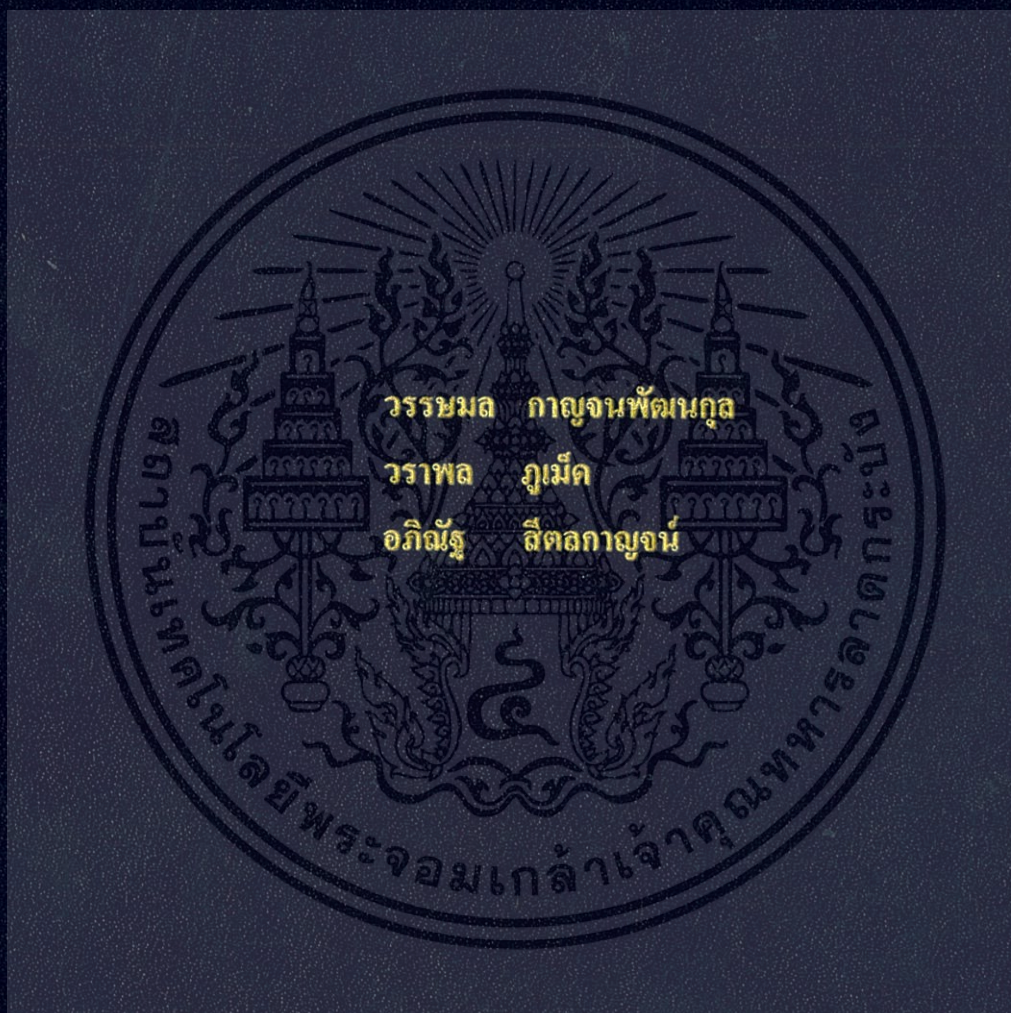


การสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหาร  
EMPIRICAL MODEL FORMULATION OF REFRIGERATION SYSTEM  
FOR FOOD CHILLING ROOM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2557

การสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหาร

EMPIRICAL MODEL FORMULATION OF REFRIGERATION SYSTEM

FOR FOOD CHILLING ROOM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EMPIRICAL MODEL FORMULATION OF REFRIGERATION SYSTEM  
FOR FOOD CHILLING ROOM**

**WASSAMON KANJANAPATTANAKUL**

**WARAPOL PHUMED**

**APHINUT SITALAKARN**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT**

**OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF**

**BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**ACADEMIC YEAR 2014**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2557

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหาร

EMPIRICAL MODEL FORMULATION OF REFRIGERATION SYSTEM FOR FOOD CHILLING ROOM

ผู้จัดทำ

- |               |               |              |          |
|---------------|---------------|--------------|----------|
| 1. นางสาวรชมล | กาญจนพัฒน์กุล | รหัสนักศึกษา | 54011132 |
| 2. นายวราพล   | ภูเม็ต        | รหัสนักศึกษา | 54011142 |
| 3. นายอภิณัฐ  | สีตลกาญจน์    | รหัสนักศึกษา | 54011486 |



(ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่งพระแสง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ	การสร้างแบบจำลองอิมพีริเคิลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหาร
นักศึกษา	นางสาววรรณมล กาญจนพัฒนกุล
	นายวรารพ ภูเม็ต
	นายอภิณัฐ สีตลกาญจน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. เกียรติศักดิ์ รุ่งพระแสง
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร
ปีการศึกษา	2557

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร เป็นตัวอย่างในการศึกษา โดยทำการศึกษาระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารในทางทฤษฎีด้วยการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงผลอยู่ในรูปแบบของพลังงานที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนและงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของระบบทางทฤษฎี จากนั้นทำการวัดค่าเก็บข้อมูลการทำงานจริงจากห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหารเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลและทำเป็นสมการของแบบจำลองอิมพีริเคิลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหาร ซึ่งจะสามารถทำนายลักษณะการทำงานของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารที่จะเปลี่ยนไปตามลักษณะการทำงานที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิด โดยทำการทดลองกับห้องแช่เย็นเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกกำหนดอุณหภูมิภายในห้องแช่เย็นเท่ากับ -5 ถึง 5 องศาเซลเซียส และไม่มีภาระความร้อนภายในห้อง จากนั้นจึงทำการทดลองโดยสร้างภาระความร้อนที่เกิดขึ้นแทนการแช่เย็นวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 kW ที่อุณหภูมิที่กำหนด -5, 0 และ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้สมการฟังก์ชันของแบบจำลองอิมพีริเคิลพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอัดไอ (Compressor) โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 73.13% สัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นอาหารโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.27 และมีค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของห้องแช่เย็นเปิดใช้งานโดยไม่มีภาระความร้อนภายในจะเสียค่าใช้จ่ายไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 บาทต่อชั่วโมง ในขณะที่มีภาระความร้อนภายในห้องแช่เย็นจะมีค่าใช้จ่ายไฟฟ้าโดยเฉลี่ยที่อุณหภูมิ -5, 0 และ 5 องศาเซลเซียสเท่ากับ 5.84, 6.05 และ 6.20 บาทต่อชั่วโมงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Project Title</b>	Empirical Model Formulation of Refrigeration System for Food Chilling Room
<b>Students</b>	Miss Wassamon Kanjanapattanakul Mr. Warapol Phumed Mr. Aphinut Sitalakarn
<b>Project Advisor</b>	Dr. Kiattisak Roonprasang
<b>Academic Year</b>	2014

### ABSTRACT

This research studied the refrigeration system of food chilling room in Department of Food Engineering. Refrigeration system of food chilling room was modeled as theoretical system. Then, it had shown the output of theoretical heat transfer and compressor work. After that, the practical chilling room has measured and collected the data for building the empirical model. The experiment was divided into two parts, first part is no load experiment at setting temperature -5 to 5 degrees Celsius and the second is variation of cooling load inside the chilling room 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 kW at setting temperature -5, 0 and 5 degrees Celsius. The result data have analyzed and use to formulate empirical equations. Then, it was verified by the practical data. It found that the empirical model was good concurrent with the practical. Moreover, the empirical model can be calculated the average efficiency of the compressor of 73.13%, average COP 5.27 and average electricity bill without load in food chilling room is 5.87 Baht per hour. While in case of chilling room with heat load average electricity bill at temperature -5, 0 and 5 degrees Celsius is 5.84, 6.05 and 6.20 baht per hour

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นมาได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่งพระแสงสำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางทั้งด้านทฤษฎีและการปฏิบัติ รวมทั้งคอยสอนแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปริญญาานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ ตลอดจนให้ความกรุณาและไว้วางใจในการใช้ห้องปฏิบัติการล่วงเวลาเพื่อทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณอำนาจ คุตะคุ สำหรับความช่วยเหลือทางด้านการปฏิบัติ เทคนิค และวิธีการต่างๆ ทางด้านงานช่าง

ขอขอบพระคุณ คุณวราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ สำหรับความช่วยเหลือทางด้านการอุปกรณ์การทดลอง เทคนิค และวิธีการต่างๆ ในการใช้งานอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมอาหาร รวมถึงนักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ข้อมูลคำแนะนำ ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้คุณงานความดีอันใดที่เกิดจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาซึ่งเป็นที่รักและเคารพรักรยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

คณะผู้วิจัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	XII
รายการคำย่อและสัญลักษณ์.....	XVI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4. ขอบเขตการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร.....	3
2.1. ระบบทำความเย็น.....	3
2.2. สัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็น.....	7
2.3. สารทำความเย็น.....	7
2.4. แผนภูมิ Psychrometric.....	8
2.5. การหาค่าสมบัติของสารทำความเย็นจากตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็น.....	9
2.6. การคำนวณค่าไฟฟ้า.....	14
2.7. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	14
2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการทดลอง.....	17
3.1. เครื่องมือและอุปกรณ์การวัด.....	17
3.1.1. เครื่องมือวัดความเร็วลม (Digital Anemometer).....	17
3.1.2. เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (Clamp Meter).....	17
3.1.3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature humidity meter).....	19
3.1.4. เทอร์มิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง (WET & DRY Thermometer).....	19
3.1.5. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น (Electric Hygro - Thermograph).....	20
3.2. ขั้นตอนการทดลองและการเก็บข้อมูล.....	21
3.2.1. ขั้นตอนการทดลอง.....	21
3.2.2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล.....	23
3.2.2.1. ความเร็ว อุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงของกระแสลมที่ผ่าน เครื่องควบแน่น.....	23
3.2.2.2. อุณหภูมิและความดันในแต่ละจุดของระบบ.....	26
3.2.2.3. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของกระแสลมที่ผ่านเครื่องระเหย.....	28
3.2.2.4. กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการ ทำงานของระบบ.....	29
3.2.2.5. กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แหล่งให้ความร้อนในงานวิจัย (ไดร์เป่าผม).....	30
3.2.2.6. ความเร็วของลมที่ออกจากเครื่องระเหย.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	34
4.1. ก่อนการวิเคราะห์.....	34
4.2. ผลการวิเคราะห์.....	38
4.2.1. การทดลองห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาวะความร้อน.....	38
4.2.2. การทดลองห้องแช่เย็นที่มีภาวะความร้อน.....	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	45
5.1. สรุปผลการทดลอง.....	45
5.2. ข้อเสนอแนะ.....	45
เอกสารอ้างอิง.....	47
ภาคผนวก.....	49
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลองของห้องแช่เย็นอาหาร.....	50
ภาคผนวก ข สมการฟังก์ชันความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ.....	125
ภาคผนวก ค โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น.....	130

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลความเร็วลมที่ออกจากเครื่องระเหย.....	32
3.2 ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหยและอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	33
3.3 ข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียส.....	33
ก-1 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียส.....	51
ก-2 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียส.....	53
ก-3 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียส.....	54
ก-4 ตารางข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียส.....	55
ก-5 ตารางข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียส.....	55
ก-6 ตารางข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียส.....	56
ก-7 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	57
ก-8 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	60
ก-9 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W.....	63
ก-10 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	66
ก-11 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	69

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก-12 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	72
ก-13 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	75
ก-14 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W.....	78
ก-15 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	81
ก-16 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	84
ก-17 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	87
ก-18 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	90
ก-19 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W.....	93
ก-20 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	96
ก-21 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	99
ก-22 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	102
ก-23 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	102



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก-36 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	109
ก-37 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	109
ก-38 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	110
ก-39 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	111
ก-40 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W.....	112
ก-41 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	113
ก-42 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	114
ก-43 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	115
ก-44 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	116
ก-45 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W.....	117
ก-46 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	118
ก-47 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก-48 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้อง แช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W.....	120
ก-49 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้อง แช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W.....	121
ก-50 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้อง แช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W.....	122
ก-51 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้อง แช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W.....	123
ก-52 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้อง แช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W.....	124



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1. ระบบการทำความเย็นแบบง่ายที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี.....	3
2.2. แผนภาพ P – h diagram และการระบุ state ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	4
2.3. เครื่องอัดไอของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร.....	5
2.4. เครื่องระเหยของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร.....	5
2.5. เครื่องควบแน่นของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร.....	6
2.6. ชนิดของวาล์วขยายตัวที่ใช้ในห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร.....	6
2.7. ตารางคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นชนิด R407c.....	10
2.8. ระบบทำความเย็นของห้องแช่เย็นอาหารจริงที่ใช้ในงานวิจัย.....	11
2.9. P – h diagram ของระบบทำความเย็นเชิงปฏิบัติซึ่งใช้อธิบายกระบวนการของห้องทำความเย็นที่ใช้ ในงานวิจัย.....	12
3.1. Digital Anemometer ที่ใช้ในการวัดความเร็วของลมจ่ายที่เครื่องระเหยและเครื่องควบแน่น.....	17
3.2. Digital Clamp Meter ยี่ห้อ UNI – T ที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอที่ใช้ในการทำงาน....	18
3.3. Digital Clamp Meter ยี่ห้อ Amprobe ที่ใช้ในการวัดกำลังไฟฟ้าและค่าประกอบกำลังไฟฟ้าของ ระบบ.....	18
3.4. Temperature Humidity Meter ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องควบแน่น....	19
3.5. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก – แห้ง ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นที่สภาพแวดล้อมรอบนอก ห้องแช่เย็น.....	20
3.6. Electric Hygro – Thermograph ยี่ห้อ Sekonic ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของลมจ่ายที่ เครื่องระเหย.....	20
3.7. แผนภาพจำลองตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องแช่เย็นสำหรับการทดลองห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระ ความร้อนอยู่ในห้อง.....	21
3.8. แผนภาพจำลองตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องแช่เย็นสำหรับการทดลองห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระ ความร้อนอยู่ในห้อง.....	22

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.9. ตำแหน่งติดตั้งไดร์เป่าผมห่างจากผนังด้านในของห้อง 65 เซนติเมตร.....	23
3.10. วิธีการวัดอัตราการไหลของลมจ่ายที่เครื่องควบแน่นบนพื้นที่หน้าตัดวงกลม.....	24
3.11. วิธีการวัดความเร็วลมที่จ่ายออกจากเครื่องควบแน่นด้วย Digital Anemometer.....	24
3.12. วิธีการวัดอุณหภูมิของลมจ่ายที่เครื่องควบแน่นด้วย Temperature Humidity Meter.....	25
3.13. แผนภาพแสดงการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องควบแน่น.....	25
3.14. อุณหภูมิและความดันในแต่ละจุดที่แสดงผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์.....	26
3.15. จุดติดตั้งอุปกรณ์การวัดของห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้ในการเก็บค่าอุณหภูมิและความดันขาเข้าของเครื่องควบแน่น.....	27
3.16. จุดติดตั้งอุปกรณ์การวัดของห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้ในการเก็บค่าอุณหภูมิและความดันขาออกของเครื่องอัดไอ.....	27
3.17. ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นของห้องแช่เย็นอาหารที่ด้านพลังของเครื่องระเหย.....	28
3.18. ตำแหน่งติดตั้ง Electric Hygro – Thermograph ที่ด้านบนของประตูห้อง.....	29
3.19. วิธีการวัดกระแสไฟฟ้าด้วย Clamp Meter.....	29
3.20. วิธีการวัดค่าประกอบกำลังไฟฟ้าที่แผงควบคุมด้วย Clamp Meter.....	30
3.21. ไดร์เป่าผมที่ใช้ในการทดลองเพื่อสร้างภาวะความร้อนภายในห้องแช่เย็น.....	31
3.22. วิธีการวัดกระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผมโดยใช้ Clamp Meter.....	31
4.1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้าวาล์วขยายตัวกับความดันขาออกเครื่องควบแน่น.....	34
4.2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าเครื่องอัดไอและขาออกของเครื่องระเหยกับภาวะความร้อนและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็น.....	35
4.3. แผนผังความสัมพันธ์ของแต่ละฟังก์ชันในการสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลของห้องแช่เย็นอาหาร.....	37

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเข้าสู่อุณหภูมิที่กำหนดกับอุณหภูมิภายในห้องที่กำหนดไว้.....	38
4.5. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นอาหารช่วงไม่มีภาระความร้อนภายในห้องตั้งแต่ที่อุณหภูมิห้องปกติถึงอุณหภูมิที่กำหนดภายในห้อง.....	39
4.6. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานเมื่อเทียบกับภาระความร้อนภายในห้อง.....	40
4.7. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นต่อหน่วยเมื่อเทียบกับภาระความร้อนภายในห้อง.....	40
4.8. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบเมื่อเทียบกับภาระความร้อนภายในห้อง.....	41
4.9. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นเมื่อเทียบกับภาระความร้อนภายในห้อง.....	42
4.10. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบกับภาระความร้อนโดยเทียบระหว่างแบบจำลองอิมพีริเคิลกับผลการคำนวณทางทฤษฎี.....	43
4.11. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นกับภาระความร้อนโดยเทียบระหว่างแบบจำลองอิมพีริเคิลกับผลการคำนวณทางทฤษฎี.....	44
ข-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาออกกับขาเข้าของเครื่องระเหย.....	126
ข-2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้าเครื่องควบแน่นกับความดันขาออกของเครื่องอัดไอ.....	126
ข-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาออกกับขาเข้าของเครื่องควบแน่น.....	127
ข-4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าและขาออกของเครื่องอัดไอกับภาระความร้อนและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็น.....	127
ข-5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าของวาล์วขยายตัวและความดันขาเข้าของเครื่องระเหยกับพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็น.....	128

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข-6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าและขาออกของเครื่องอัดไอกับกับอุณหภูมิ สภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็นและพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงาน.....	129
ข-7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าและขาออกของเครื่องระเหยกับกับอุณหภูมิ สภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็นและพลังงานที่เข้าสู่ระบบ.....	130



## รายการคำย่อ

$P_{wsT}$	ความดันไออิ่มตัวของอากาศ, Pa
$T$	อุณหภูมิของอากาศ, °C
$rh$	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
$T_a$	อุณหภูมิอากาศแห้ง, °C
$W_a$	อัตราส่วนความชื้นในอากาศ
$P_s$	ความดันบรรยากาศ, Pa
$v$	ปริมาตรจำเพาะของอากาศ, $m^3kg^{-1}$
$V_a$	ปริมาตรของอากาศ, $m^3$
$m_a$	มวลของอากาศ, kg
$h$	เอนทัลปีของอากาศ, $kJkg^{-1}$
$m_f$	อัตราการไหลของสารทำความเย็น, kg/s
$m_a$	อัตราการไหลของอากาศ, kg/s
$h_1$	ค่าเอนทัลปีที่เข้าเครื่องอัดไอ, $kJ/kg$
$h_2$	ค่าเอนทัลปีที่ออกจากเครื่องอัดไอ, $kJ/kg$
$h_3$	ค่าเอนทัลปีที่เข้าเครื่องควบแน่น, $kJ/kg$
$h_4$	ค่าเอนทัลปีที่ออกจากเครื่องควบแน่น, $kJ/kg$
$h_5$	ค่าเอนทัลปีที่เข้าวาล์วขยายตัว, $kJ/kg$
$h_6$	ค่าเอนทัลปีที่เข้าเครื่องระเหย, $kJ/kg$
$h_7$	ค่าเอนทัลปีที่ออกเครื่องระเหย, $kJ/kg$
$P$	กำลังไฟฟ้า, W
$I$	กระแสไฟฟ้า, A
$V$	ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า, V
$\cos \theta$	ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor)

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1. ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมอาหารมีความจำเป็นในการใช้ระบบทำความเย็นเป็นอย่างมากเพื่อการเก็บรักษาคุณภาพอาหาร ถนอมอาหารให้สามารถเก็บไว้ได้นาน รวมทั้งขนส่งไปยังลูกค้าและผู้บริโภค แข็งแรงผลิตน้ำแข็ง นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมอีกหลายประเภทได้นำเอาระบบทำความเย็นไปประยุกต์ใช้ในการกระบวนการ เช่น อุตสาหกรรมเคมี เพื่อแบ่งแยกก๊าซ ควบแน่นก๊าซ รวมทั้งระบบปรับอากาศ กล่าวได้ว่าทั้งระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศมีพัฒนาการควบคู่กันมาโดยมีพื้นฐานในการทำงานและอุปกรณ์หลักของระบบเหมือนกันแตกต่างกันที่การนำไปใช้ประโยชน์

ระบบทำความเย็นในอุตสาหกรรมอาหารมีอยู่ 2 แบบคือแบบสัมผัสโดยตรง (Direct Contact) ระหว่างสารทำความเย็นกับผลิตภัณฑ์ และแบบไม่สัมผัสโดยตรง (Indirect Contact) สารทำความเย็นจะเป็นสารตัวกลางในการทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เย็นลง โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมอาหารจะนิยมใช้แบบไม่สัมผัสโดยตรงและเป็นระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งระบบนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากอีกทั้งอุปกรณ์ในการทำงานมีความซับซ้อน หากไม่มีความรู้ในการใช้งานและดูแลรักษาจะส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองอย่างมาก การใช้ความเย็นถนอมอาหารช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร และชะลอการเสื่อมเสียของอาหารได้นานยิ่งขึ้น อุณหภูมิที่ใช้ในการถนอมอาหารด้วยความเย็นมีอยู่ 2 ระดับ คือ การแช่เย็น (Refrigeration) หรือการใช้อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็งเก็บรักษาอาหารในช่วงอุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์เท่านั้น ไม่ใช่การทำลายจุลินทรีย์ และการแช่แข็ง (freezing) หรือการใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งจะเก็บอาหารไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งหรือต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส (มหาวิทยาลัยแม่โจ้)

โดยทั่วไประบบทำความเย็นจะมีของไหลที่เป็นตัวกลางในการดูดซับความร้อนอยู่ในระบบ เรียกว่า สารทำความเย็น (Refrigerant) เมื่อสารทำความเย็นดูดซับความร้อนด้วยกระบวนการกลายเป็นไอที่ความดันต่ำ (ประมาณ 50 – 240 kPa) และอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ -40 ถึง -5 องศาเซลเซียส) และคายความร้อนทิ้งด้วยกระบวนการควบแน่นที่ความดันสูง (ประมาณ 900 – 1500 kPa) และอุณหภูมิสูง (ประมาณ 40 – 60 องศาเซลเซียส) สลับกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสารทำความเย็นและสภาวะการใช้งานของระบบทำความเย็น โดยส่วนใหญ่นิยมใช้สารทำความเย็นชนิด R22 และ R407c เป็นสารทำความเย็นในระบบแต่เนื่องจากสารทำความเย็นบางชนิดส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ทำให้เกิดภาวะก๊าซเรือนกระจก การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ จึงมีการรณรงค์ลดและเลิกใช้สารทำความเย็นบางชนิดที่ส่งผลกระทบต่อโลก จึงได้มีการหาสารทำความเย็นชนิดใหม่มาเพื่อทดแทน R22 คือ H134a แต่เนื่องจากสารชนิดนี้มีแรงดันต่ำต้องใช้เครื่องอัดไอนขนาดใหญ่ ต่อมาจึงได้มีการเสนอสารทำความเย็นชนิดใหม่ คือ R407c ออกมาใช้ทดแทนและเป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบัน (SU, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็นในการถนอมอาหารที่ชนิดต่างกันจะมีความยากในการปรับค่าต่าง ๆ ภายในระบบให้เหมาะสมกับอาหารชนิดนั้นและใช้เวลาในการปรับสภาพการทำงานของระบบนานพอสมควร อาจส่งผลเสียทำให้อาหารมีการเสื่อมเสียคุณภาพไปบางส่วนได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในการทำแบบจำลองของระบบทำความเย็นเพื่อทำนายสถานะการทำงานที่ภาระการทำความเย็นขนาดต่าง ๆ และอุณหภูมิต่างกัน ในการหาลักษณะการทำงานที่เหมาะสมของระบบทำความเย็น โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหารเป็นตัวอย่างในการศึกษาการทำแบบจำลองของระบบทำความเย็น

## 1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สร้างแบบจำลองทางทฤษฎีของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้สารทำความเย็น R407c ได้
2. ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ในการสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหาร
3. ทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองอิมพีริคัลสำหรับการทำนายค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

## 1.3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองทางทฤษฎีสำหรับคำนวณค่าพารามิเตอร์ทางทฤษฎีในการทำงานของห้องแช่เย็น
2. ได้แบบจำลองอิมพีริคัลของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของสาขาวิศวกรรมอาหาร ซึ่งมีความสามารถในการคำนวณและทำนายค่าทางวิศวกรรม อาทิเช่น  $Q_c$ ,  $W_{in}$  และความดันที่จุดต่าง ๆ, อุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบ รวมไปถึงค่า COP ของระบบทำความเย็น

## 1.4. ขอบเขตการศึกษา

1. สร้างแบบจำลองทางทฤษฎีของระบบทำความเย็นโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร
2. พิจารณาระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้สารทำความเย็น R407c และมีช่วงอุณหภูมิแช่เย็น  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส และ  $60 - 80$  %RH
3. ศึกษาห้องแช่เย็นที่ขนาด  $2 \times 3 \times 3$  เมตร

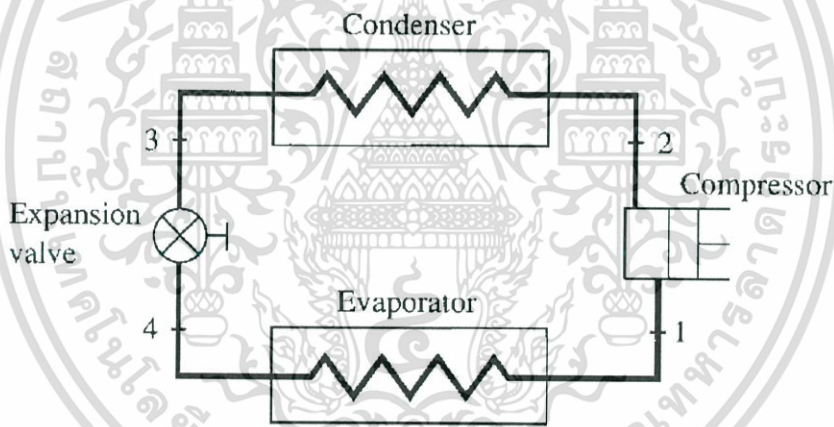
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 2.1 ระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็น (Refrigeration) เป็นระบบที่ดึงความร้อนจากแหล่งอุณหภูมิต่ำไปทิ้งที่แหล่งอุณหภูมิสูงซึ่งระบบนี้จำเป็นต้องใช้สารทำงานที่มีจุดเดือดต่ำจึงเรียกว่า “ระบบอัดไอ” ระบบทำความเย็นจะมีอุปกรณ์หลักทั้งหมด 4 ชนิดดังรูปที่ 2.1 ในการทำงานไอของสารทำความเย็นจะถูกอัดที่เครื่องอัดไอ (compressor) จนกลายเป็นไอร้อนยวดยิ่งจากนั้นจะถูกส่งไปในเครื่องควบแน่น (condenser) เพื่อเปลี่ยนจากไอร้อนยวดยิ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิเดียวกัน แล้วจึงถูกส่งเข้าไปในวาล์วขยายตัว (expansion valve) เพื่อลดความดันและอุณหภูมิลงเป็นอุณหภูมิต่ำ จากนั้นของเหลวความดันต่ำจะถูกส่งไปที่เครื่องระเหย (evaporator) เพื่อดึงความร้อนในระบบออกจนสารทำความเย็นระเหยกลายเป็นไอทั้งหมดแล้วจึงถูกส่งไปอัดอีกครั้งที่เครื่องอัดไอ ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (vapor-compression) โดยพื้นฐานประกอบไปด้วย 4 กระบวนการ บนแผนภาพ P-h ไดอะแกรมดังรูปที่ 2.2 ดังนี้



รูปที่ 2.1 ระบบการทำความเย็นแบบง่ายที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี  
ที่มา : หนังสือระบบปรับอากาศและระบบทำความเย็น (Wang Shan K., 2000)

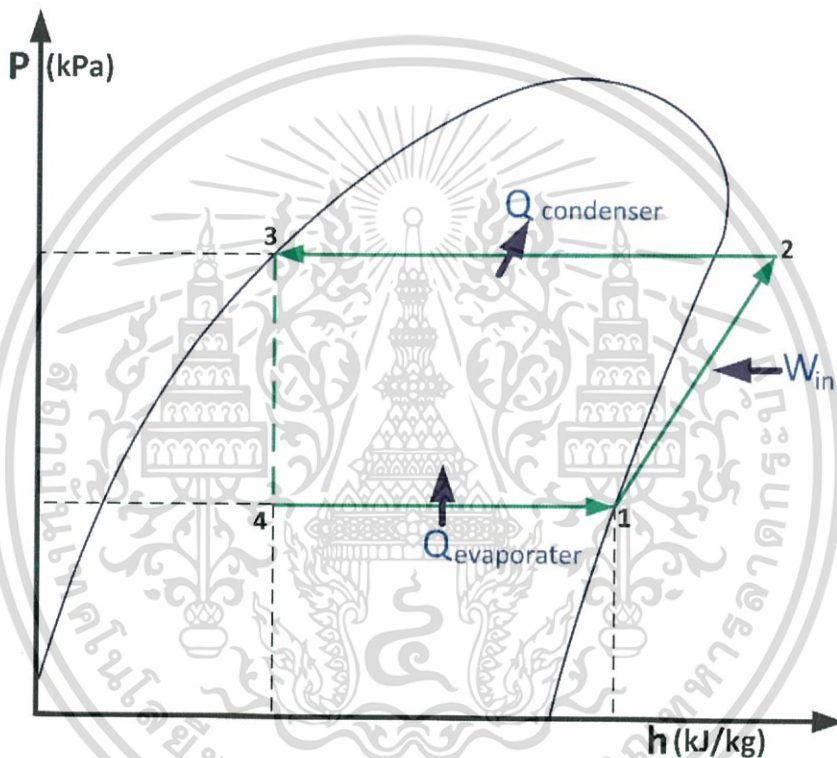
กระบวนการจาก 1-2 เป็นกระบวนการอัดตัวสารทำความเย็นแบบไอเซนโทรปิก (isentropic) โดยเครื่องอัดไอ (compressor) จากไออิ่มตัวจนความดันเท่ากับความดันที่ควบแน่น (condensing pressure) ที่ทางออกเครื่องอัด สารทำความเย็นจะอยู่สถานะไอร้อนยวดยิ่ง

กระบวนการจาก 2-3 เป็นกระบวนการคายความร้อนที่ความดันคงที่แบบผันกลับได้ ซึ่งจะเป็นการลดอุณหภูมิ และเกิดการกลั่นตัวของสารทำความเย็น ซึ่งเป็นการคายความร้อนทิ้งที่แหล่งอุณหภูมิสูงที่เครื่องควบแน่น (condenser)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการจาก 3-4 เป็นกระบวนการขยายตัวของสารทำความเย็นที่เอนทัลปีคงที่ ในวาล์วขยายตัว (expansion valve) จากสภาพของเหลวอิ่มตัวจนมีความดันเท่ากับความดันระเหย (evaporation pressure) ของสารทำความเย็น ที่จุดนี้สารทำความเย็นจะมีสถานะเป็นของผสมระหว่างไอและของเหลว

กระบวนการจาก 4-1 เป็นกระบวนการรับความร้อนที่ความดันคงที่แบบผันกลับได้กลับได้ ซึ่งจะเป็นการทำให้สารทำความเย็นเดือดจนเป็นไออิ่มตัว และเป็นการดึงความร้อนที่แหล่งอุณหภูมิต่ำไปที่อุปกรณ์เรียกว่า เครื่องระเหย (evaporator) (นุภาพ แยมไทรพัฒน์, 2551)



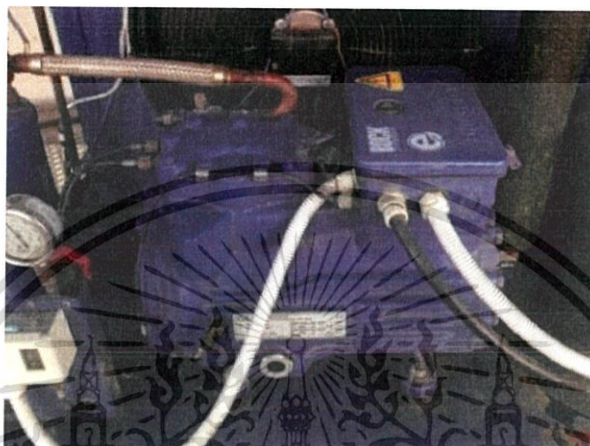
รูปที่ 2.2 แผนภาพ P - h diagram และการระบุ state ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบทำความเย็นทางทฤษฎีมาใช้ในการคำนวณเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองอิมพีริคัล โดยที่ระบบทำความเย็นแบบทฤษฎีนั้นจะมีจุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์หลักทั้งหมด 4 จุดดังในรูปที่ 2.2. คือเครื่องระเหย เครื่องอัดไอ เครื่องควบแน่น และวาล์วขยายตัว จะนำค่าเอนทัลปีในแต่ละจุดมาเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

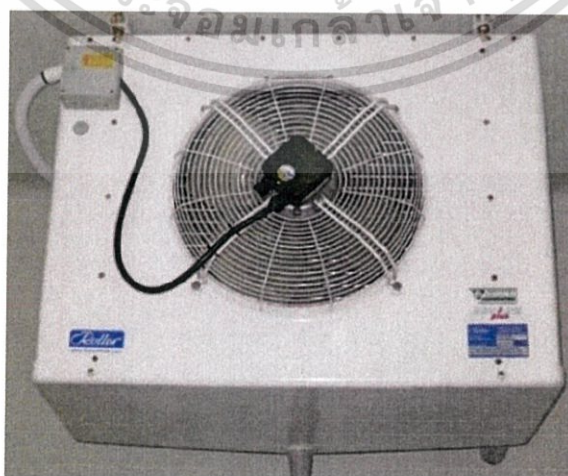
อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบทำความเย็นมีหน้าที่ที่สำคัญต่อระบบระบบทำความเย็นทั่วไปมีดังนี้

1). เครื่องอัดไอ (Compressor) ในรูปที่ 2.3 ทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็นในสภาพที่เป็นแก๊สเข้ามา และอัดให้เกิดความดันสูงซึ่งทำให้แก๊สมีความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งได้มีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความดันที่ทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์โดยเครื่องอัดไอที่ใช้ในระบบนี้เป็นเครื่องอัดไอประเภทลูกสูบชนิด semi-hermetic compressor



รูปที่ 2.3 เครื่องอัดไอของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

2). เครื่องระเหย (Evaporator) ในรูปที่ 2.4 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความเย็น โดยจะอาศัยความร้อนที่อยู่รอบคอยล์เย็น ทำให้สารทำความเย็นซึ่งเป็นของเหลวระเหยกลายเป็นแก๊สเกิดเป็นความเย็นขึ้น ซึ่งได้มีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และความดันที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องระเหยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในของอุปกรณ์รวมถึงอุปกรณ์วัดรอบของพัดลม แสดงไว้ดังรูปที่ 3 ในส่วนของการละลายน้ำแข็งที่เครื่องระเหยที่ระบบจะมีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความดันที่ทางเข้าและทางออกของสารทำความเย็นที่นำมาใช้ในการละลายน้ำแข็ง โดยเครื่องระเหยที่ใช้ในระบบเป็นแบบขดท่อและครีป (Finned-tube coil evaporator)



รูปที่ 2.4 เครื่องระเหยของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

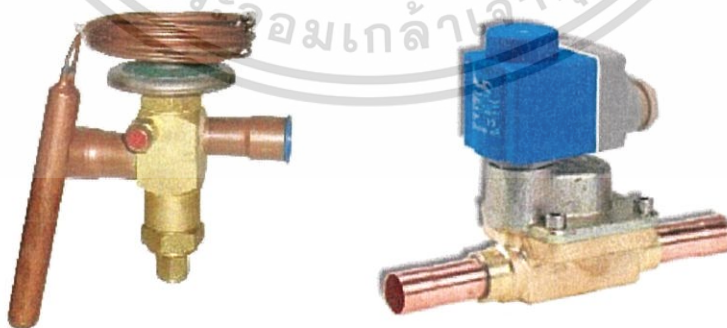
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3). เครื่องควบแน่น (Condenser) ในรูปที่ 2.5 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่ระเหยกลายเป็นแก๊ส และเกิดการควบแน่นเป็นของเหลวซึ่งได้มีการติดตั้งเซนเซอร์การวัดอุณหภูมิและความดันที่ทางเข้าและทางออกรวมไปถึงอุณหภูมิภายในของอุปกรณ์ ซึ่งเครื่องควบแน่นที่ใช้ในระบบเป็นแบบถ่ายโอนความร้อนด้วยอากาศโดยบังคับให้อากาศไหลผ่านด้วยพัดลมแบบ axial fan



รูปที่ 2.5 เครื่องควบแน่นของระบบทำความเย็นสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

4). วาล์วขยายตัว (Expansion Valve) ดังในรูปที่ 2.6 เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่ไหลเข้าไปในคอยล์เย็น และช่วยลดความดันของสารทำความเย็นลง ซึ่งได้มีการติดตั้งเซนเซอร์การวัดอุณหภูมิและความดันที่ทางเข้าของอุปกรณ์ วาล์วขยายตัวที่ใช้ในระบบนี้มี 2 ชนิดคือวาล์วลดความดันแบบเทอร์โมสแตติก (Thermostatic Expansion Valve) กับ วาล์วลดความดันแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Expansion Valve) โดยสามารถใช้วาล์วทั้ง 2 ชนิดได้ด้วยการคอนโทรลที่เมนบอร์ดของระบบ



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.6 ชนิดของวาล์วขยายตัวที่ใช้ในห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

(ก) วาล์วลดความดันแบบเทอร์โมสแตติก (ข) วาล์วลดความดันแบบอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2. สัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็น (Coefficient of Performance : COP)

ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็นสามารถหาได้จากพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ (QL) ที่สามารถทำได้เทียบกับพลังงานที่ใช้ในการทำงานของเครื่องอัดไอ (W) ระบบทำความเย็นที่ดีควรมีสมรรถนะในการทำความเย็นสูงสิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อสมรรถนะการทำความเย็น คืออุณหภูมิในการทำงานของเครื่องควบแน่นและเครื่องระเหยและการลดภาระการทำความเย็นให้ต่ำลง ระบบที่มีสมรรถนะในการทำความเย็นสูงจะสามารถลดการใช้พลังงานของระบบได้รวมถึงจะมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นของระบบที่มากขึ้น ระบบจะมีการถ่ายเทความร้อนภายในห้องที่ดี โดยทั่วไปแล้วจะมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบอยู่ที่ 3.5 – 4.0 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีของระบบทำความเย็น ในการประหยัดพลังงานของระบบสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยโดยการเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน เพิ่มความสามารถในการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่นโดยการเพิ่มพื้นที่การระบายความร้อนของเครื่องควบแน่น หรือลดแรงเสียดทานของการไหลของสารทำความเย็นที่เกิดขึ้นภายในระบบและวิธีอื่น ๆ อีกมากมาย (สาธิต ตรีปิยรัตน์)

ทั้งนี้ประสิทธิภาพของการทำความเย็นขึ้นอยู่กับ การแลกเปลี่ยนความร้อนและความชื้นของลมเย็นกับพื้นผิวโปรดักส์ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดค่าต่าง ๆ ของลมเย็น เช่น ความเร็วของลมเย็น ค่าความแปรปรวนของลมเย็น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รวมไปถึงรูปร่างของโปรดักส์ ค่าอิทธิพลกซ์และมอยเจอร์พลั๊กซ์ที่เหมาะสมของอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างลมเย็นและพื้นผิวโปรดักส์ ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้จึงมีผลต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพของการทำความเย็น (Pierre, 2002)

## 2.3 สารทำความเย็น

สารทำความเย็นคือสารที่ใช้เป็นตัวกลางในการทำความเย็นด้วยการดูดซับความร้อนจากวัตถุหรือสารอื่น ๆ สำหรับในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอด้วยกระบวนการกลายเป็นไอที่ความดันต่ำ (ประมาณ 50 – 240 kPa) และอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ -40 ถึง -5 องศาเซลเซียส) และคายความร้อนทิ้งด้วยกระบวนการควบแน่นที่ความดันสูง (ประมาณ 900 – 1500 kPa) และอุณหภูมิสูง (ประมาณ 40 – 60 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารทำความเย็นและสภาวะการใช้งาน ในช่วงเวลาที่ผ่านมาสสารทำความเย็นที่ผลิตออกมาเช่น R11, R12, R22 และ R502 เมื่อเกิดการรั่วซึมหรือการปล่อยทิ้งในทางบรรยากาศแล้วจะเกิดการสะสมตัวในชั้นบรรยากาศ ส่งผลทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกหรือภาวะโลกร้อน จึงมีการพัฒนาสารทดแทนสารเดิมขึ้นมาเพื่อช่วยลดปัญหาคือสารทำความเย็น R407C สามารถใช้ทดแทน R-22

สารทำความเย็น R-407C เป็นสารทำงานที่ใช้ในงานวิจัยนี้ซึ่งเกิดจากการผสมของสาร HFC-32/HFC-125/HFC-134a 23/25/52% โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นสารไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ODP = 0 (Ozone Depletion Potential) ตามสนธิสัญญามอนทรีออลบังคับให้ประเทศที่กำลังพัฒนายกเลิกการใช้สารทำความเย็นที่ทำลายชั้นบรรยากาศและลดกำลังการผลิตลงเป็นลำดับ สารทำความเย็น R407C มีชื่อทางเคมีว่า Difluoromethane / Pentafluoroethane / Terafluoroethane สูตรทางเคมี  $\text{CH}_2\text{F}_2 /$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\text{CHF}_2\text{CF}_3 / \text{CH}_2\text{FCF}_3$  มีค่าการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก GWP (Global Warming potential) ต่ำที่สุดคือ 1600 เมื่อเทียบกับ R22 = 1700 และ R410A = 1890 สารทำความเย็น R407C มีคุณสมบัติเป็นสารผสมแบบซีโอโทรปิก Zeotropic Blend คือที่ความดันค่าหนึ่งสารนี้จะมีจุดเดือดเป็นช่วง ๆ ไม่เหมือนสารเดี่ยวเช่น R22 ที่มีความดันค่าหนึ่ง (ตระการ ก้าวกลิกรรม, 2555)

## 2.4 แผนภูมิ Psychrometric

แผนภูมิ Psychrometric ใช้แสดงคุณสมบัติของความชื้นในอากาศทางเทอร์โมไดนามิกส์แผนภูมิ Psychrometric เป็นตัวช่วยในการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เกี่ยวกับอากาศได้จากอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ จากแผนภูมิสามารถหาความดันไออิ่มตัวของอากาศ ความดันของน้ำในอากาศ อัตราส่วนความชื้นในอากาศ ปริมาตรจำเพาะของอากาศ และค่าเอนทัลปีของอากาศ ได้จากสมการทางตัวเลขดังนี้ (Singh A.K. et al., 2002) ซึ่งการคิดค่าความชื้นในอากาศที่เข้าไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องระเหยและเครื่องควบแน่น จะทำให้สมดุลพลังงานที่ตั้งขึ้นมีความเที่ยงตรงมากยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้สมบัติของอากาศเพียงอย่างเดียว

### 1). ความดันไออิ่มตัว (Saturation Vapour Pressure)

ที่  $(0^\circ\text{C} \leq T \leq 63^\circ\text{C})$  และ  $(610.78 \text{ Pa} < P_{wsT} \text{ หรือ } P_w < 22870.52 \text{ Pa})$

$$P_{wsT} = 610.78 \exp\left[\frac{17.269T}{237.3+T}\right] \quad (2.1a)$$

ที่  $(63^\circ\text{C} < T < 110^\circ\text{C})$  และ  $(22870.52 \text{ Pa} < P_{wsT} \text{ หรือ } P_w < 143292.97 \text{ Pa})$

$$P_{wsT} = 610.78 \exp\left[\frac{17.269T}{236.3+1.01585T}\right] \quad (2.1b)$$

ที่  $(0^\circ\text{C} > T > -4^\circ\text{C})$  และ  $(610.78 \text{ Pa} > P_{wsT} \text{ หรือ } P_w > 12.838 \text{ Pa})$

$$P_{wsT} = 610.78 \exp\left[\frac{21.874T}{265+0.9615T}\right] \quad (2.1c)$$

เมื่อ  $P_{wsT}$  = ความดันไออิ่มตัวของอากาศ (Pa)

$T$  = อุณหภูมิของอากาศ (C)

### 2). ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity)

$$rh = \frac{\text{ความดันไอที่เกิดขึ้นจริง}}{\text{ความดันไออิ่มตัว}} = \frac{P_w}{P_{wsT_a}} \quad (2.2)$$

เมื่อ  $rh$  = ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$T_a =$  อุณหภูมิอากาศแห้ง (C)

3). อัตราส่วนความชื้นในอากาศ (Humidity Ratio)

$$W_a = \frac{\text{มวลของไอน้ำ } (m_w)}{\text{มวลของอากาศแห้ง } (m_a)} = \frac{0.62198P_w}{P_s - P_w} \quad (2.3)$$

เมื่อ  $W_a =$  อัตราส่วนความชื้นในอากาศ

$P_s =$  ความดันบรรยากาศ (Pa)

4). ปริมาตรจำเพาะของอากาศ (Specific Volume)

$$V_a = \frac{V}{m_a} = \frac{R_a(T_a+273.16)}{P_a} = \frac{287.05(T_a+273.16)}{P_a - P_w} \quad (2.4)$$

เมื่อ  $v =$  ปริมาตรจำเพาะของอากาศ ( $m^3 kg^{-1}$ )

$V_a =$  ปริมาตรของอากาศ ( $m^3$ )

$m_a =$  มวลของอากาศ (kg)

5). เอนทัลปีของอากาศ (Enthalpy)

ที่ ( $-50^\circ C \leq T_a \leq 110^\circ C$ )

$$h = 1.006T_a + W_a(2501 + 1.77T_a) \quad (2.5)$$

เมื่อ  $h =$  เอนทัลปีของอากาศ ( $kJ kg^{-1}$ )

## 2.5. การหาค่าสมบัติของสารทำความเย็นจากตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็น

ในการคำนวณของระบบบอาศัยการเปิดตารางของสารทำความเย็นแต่ละชนิดที่ใช้ในระบบทำความเย็นตัวอย่างตารางดังแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งจากตารางจะได้เอนทัลปีของแต่ละจุดในระบบโดยจะต้องทราบความดันและอุณหภูมิของเครื่องอัดไอ ความดันและอุณหภูมิของเครื่องควบแน่น ความดันและอุณหภูมิของเครื่องระเหย และความดันและอุณหภูมิของวาล์วขยายตัว เพื่อใช้ในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็น (COP) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงาน (Power) พลังงานความร้อนที่เข้าเครื่องระเหย ( $Q_L$ ) และพลังงานที่ใช้ในระบบ (Work) หาได้จากสมการที่ 2.6 ถึง 2.11 (Dupont Suva, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

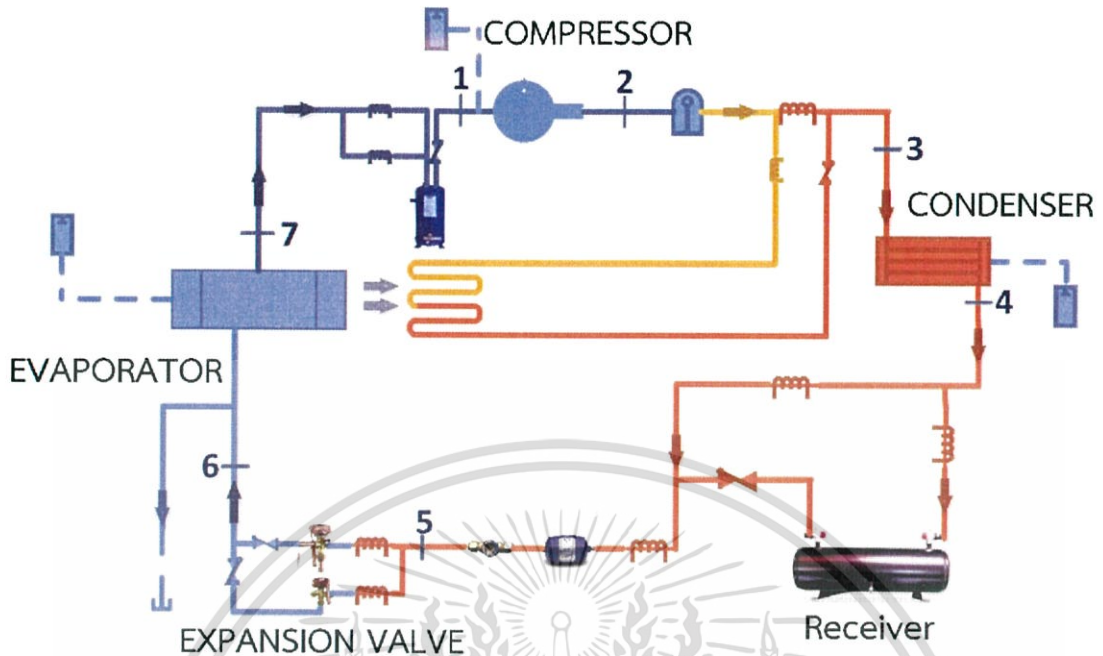
TABLE 1  
Suva® 407C Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE kPa		VOLUME m <sup>3</sup> /kg		DENSITY kg/m <sup>3</sup>		ENTHALPY kJ/kg			ENTROPY kJ/(kg)(K)		TEMP. °C
	LIQUID pf	VAPOR pg	LIQUID vf	VAPOR vg	LIQUID l/vf	VAPOR l/vg	LIQUID hf	LATENT hfg	VAPOR hg	LIQUID sf	VAPOR sg	
-100	2.5	1.2	0.0006	14.1643	1583.8	0.071	75.8	275.4	351.3	0.4409	2.0690	-100
-99	2.7	1.3	0.0006	12.8966	1580.4	0.078	76.9	274.9	351.9	0.4473	2.0629	-99
-98	3.0	1.4	0.0006	11.7371	1577.1	0.085	78.1	274.4	352.5	0.4537	2.0568	-98
-97	3.2	1.6	0.0006	10.7066	1573.7	0.093	79.2	273.9	353.1	0.4601	2.0509	-97
-96	3.5	1.7	0.0006	9.7752	1570.4	0.102	80.3	273.4	353.7	0.4664	2.0451	-96
-95	3.8	1.9	0.0006	8.9445	1567.1	0.112	81.4	272.9	354.3	0.4727	2.0394	-95
-94	4.2	2.1	0.0006	8.1833	1563.7	0.122	82.6	272.4	355.0	0.4790	2.0339	-94
-93	4.5	2.3	0.0006	7.5019	1560.4	0.133	83.7	271.9	355.6	0.4853	2.0284	-93
-92	4.9	2.5	0.0006	6.8823	1557.0	0.145	84.8	271.4	356.2	0.4915	2.0230	-92
-91	5.4	2.8	0.0006	6.3251	1553.7	0.158	85.9	270.9	356.8	0.4977	2.0178	-91
-90	5.8	3.0	0.0006	5.8173	1550.3	0.172	87.1	270.4	357.4	0.5039	2.0126	-90
-89	6.3	3.3	0.0006	5.3533	1546.9	0.187	88.2	269.9	358.1	0.5101	2.0075	-89
-88	6.8	3.6	0.0006	4.9358	1543.6	0.203	89.3	269.4	358.7	0.5162	2.0026	-88
-87	7.3	3.9	0.0006	4.5537	1540.2	0.220	90.5	268.9	359.3	0.5224	1.9977	-87
-86	7.9	4.3	0.0007	4.2052	1536.9	0.238	91.6	268.3	359.9	0.5285	1.9929	-86
-85	8.5	4.7	0.0007	3.8880	1533.5	0.257	92.8	267.8	360.6	0.5346	1.9882	-85
-84	9.2	5.1	0.0007	3.5984	1530.1	0.277	93.9	267.3	361.2	0.5406	1.9836	-84
-83	9.9	5.5	0.0007	3.3344	1526.8	0.300	95.0	266.8	361.8	0.5467	1.9791	-83
-82	10.6	5.9	0.0007	3.0921	1523.4	0.323	96.2	266.3	362.5	0.5527	1.9747	-82
-81	11.4	6.4	0.0007	2.8703	1520.0	0.348	97.3	265.8	363.1	0.5587	1.9703	-81
-80	12.3	7.0	0.0007	2.6667	1516.6	0.375	98.5	265.2	363.7	0.5646	1.9661	-80
-79	13.2	7.5	0.0007	2.4795	1513.2	0.403	99.6	264.7	364.4	0.5705	1.9619	-79
-78	14.1	8.1	0.0007	2.3079	1509.9	0.433	100.8	264.2	365.0	0.5765	1.9578	-78
-77	15.1	8.8	0.0007	2.1501	1506.5	0.465	102.0	263.7	365.6	0.5824	1.9538	-77
-76	16.2	9.4	0.0007	2.0048	1503.1	0.499	103.1	263.2	366.3	0.5883	1.9498	-76

รูปที่ 2.7 ตารางคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นชนิด R407c

ซึ่งในการคำนวณพิจารณากระบวนการทำความเย็นของห้องแช่เย็นอาหารภาควิชาชีพวิศวกรรมอาหารที่จุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ภายในระบบคือ เครื่องระเหย เครื่องอัดไอ เครื่องควบแน่น และวาล์วขยายตัวรวมถึงอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ สามารถเขียนเป็นแผนผังของห้องแช่เย็นอาหารนี้ได้ดังรูปที่ 2.8 และแผนภาพ P - h diagram ของระบบนี้ดังรูปที่ 2.9 ทั้งสองรูปแสดงตำแหน่งที่สนใจในการนำมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อนที่ออกจากระบบทำความเย็น ( $Q_H$ ) ตำแหน่งที่สนใจเนื่องจากเป็นจุดที่เข้าและออกจากอุปกรณ์หลักของระบบทำความเย็นนี้

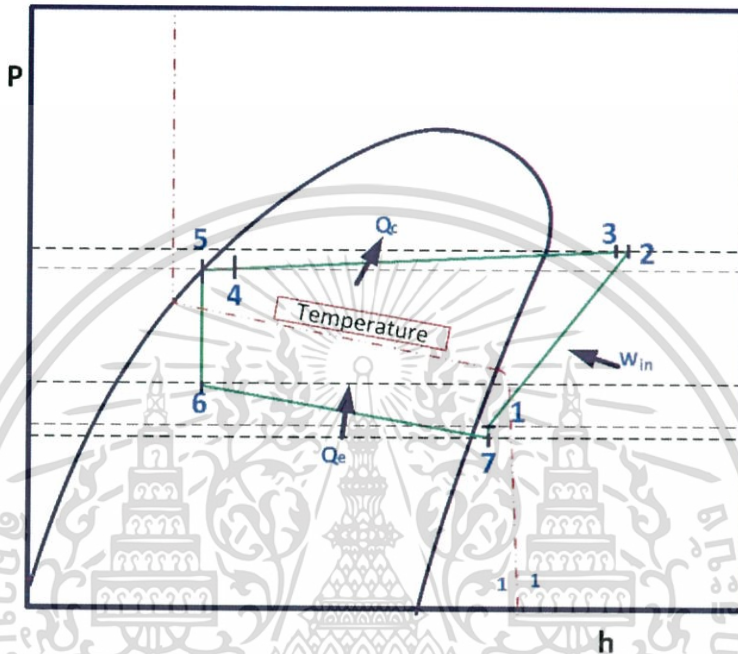
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ระบบทำความเย็นของห้องแช่เย็นอาหารจริงที่ใช้ในงานวิจัย

โดยลักษณะการทำงานของระบบทำความเย็นของห้องแช่เย็นนี้เริ่มจากเมื่อทำการกำหนดอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็น เครื่องระเหยจะเริ่มดูดซับความร้อนภายในห้องและปล่อยลมที่อุณหภูมิต่ำสู่ภายในห้องโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น จากนั้นสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นไอร้อนจะผ่านอุปกรณ์แยกน้ำยาเหลว (Accumulator) เพื่อทำการดักจับสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวก่อนไหลเข้าเครื่องอัดไอเพื่อเพิ่มความดันให้กับสารทำความเย็น โดยเครื่องอัดไอที่ใช้ในระบบจะเป็นชนิดลูกสูบที่ควบคุมโดยอินเวอร์เตอร์ทำให้ประหยัดการใช้ไฟฟ้าของระบบได้ จากนั้นสารทำความเย็นจะไหลผ่านถังแยกน้ำมัน (Oil Separator) ที่ดักจับน้ำมันหล่อลื่นที่ผสมอยู่กับสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่นเพื่อถ่ายเทความร้อนที่อยู่ในสารทำความเย็นออกสู่อากาศภายนอก สารทำความเย็นที่จุดนี้อาจมีสถานะเป็นของผสมเลยมีการต่อท่อให้ไหลเข้าสู่ถังพักสารทำความเย็นเหลว (Receiver) เพื่อกักสารทำความเย็นที่สถานะเป็นของเหลวไม่ให้ไหลเข้าวาล์วขยายตัวเป็นการป้องกันไม่ให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องระเหยลดต่ำลง จากนั้นจะมีอุปกรณ์ในการกรองสิ่งสกปรกและดูดความชื้น (Filter Drier) ที่อยู่ในสารทำความเย็นเพื่อป้องกันการอุดตันของท่อน้ำวาล์วขยายตัว วาล์วขยายตัวที่ใช้ในระบบจะมีอยู่ 2 ชนิดคือแบบเทอร์โมสแตติก (Thermostatic Expansion Valve) กับแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Expansion Valve) โดยสามารถใช้วาล์วทั้ง 2 ชนิดได้ด้วยการคอนโทรลที่เมนบอร์ดของระบบ โดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้วาล์วขยายตัวแบบเทอร์โมสแตติกซึ่งต่างจากแบบอิเล็กทรอนิกส์ตรงที่แบบอิเล็กทรอนิกส์จะมีการนำใช้สัญญาณทางไฟฟ้าแทนสัญญาณทางความร้อนก่อนที่สารทำความเย็นจะไหลเข้าสู่เครื่องระเหยอีกครั้งหนึ่ง

อย่างไรก็ตามการคำนวณแต่ละขั้นตอนจะมีความยุ่งยากและใช้เวลาที่ต้องเปิดค่าในตารางและทำให้การคำนวณโดยคอมพิวเตอร์เป็นไปได้ยาก ในงานวิจัยนี้จึงใช้ฐานข้อมูลสมบัติของสารทำความเย็นและฟังก์ชันในโปรแกรมแมทแล็บ เพื่อเป็นเครื่องมือในการคำนวณสมบัติของสารทำความเย็นในแบบจำลองทางทฤษฎี ซึ่งทำให้เกิดความต่อเนื่องในการคำนวณด้วยตัวโปรแกรมเอง



รูปที่ 2.9 P – h diagram ของระบบทำความเย็นเชิงปฏิบัติซึ่งใช้อธิบายกระบวนการของห้องทำความเย็นที่ใช้ในงานวิจัย

- 1). อัตราการไหลของสารทำความเย็น

$$m_f = Q_{\text{air}} / q_H \quad (2.6a)$$

$$q_H = h_3 - h_4 \quad (2.6b)$$

จากสมดุลพลังงาน  $E_{\text{in}} = E_{\text{out}} \quad (2.6c)$

$$Q_{\text{air}} = Q_H \quad (2.6d)$$

$$= m_a (h_{a,o} - h_{a,i}) \quad (2.6e)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2). พลังงานความร้อนที่ออกจากระบบทำความเย็น ( $Q_H$ )

$$Q_H = m_f(h_3 - h_4) \quad (2.7)$$

3). พลังงานความร้อนที่เข้าระบบทำความเย็น ( $Q_L$ )

$$Q_L = m_f(h_6 - h_7) \quad (2.8)$$

4). พลังงานที่ใช้ในระบบทำความเย็น ( $W$ )

$$W = m_f(h_2 - h_1) \quad (2.9)$$

5). สัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็น

$$COP = Q_L / W \quad (2.10)$$

เมื่อ  $m_f$  = อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kg/s)  
 $m_a$  = อัตราการไหลของอากาศ (kg/s)  
 $h_1$  = ค่าเอนทัลปีที่เข้าเครื่องอัดไอ (kJ/kg)  
 $h_2$  = ค่าเอนทัลปีที่ออกจากเครื่องอัดไอ (kJ/kg)  
 $h_3$  = ค่าเอนทัลปีที่เข้าเครื่องควบแน่น (kJ/kg)  
 $h_4$  = ค่าเอนทัลปีที่ออกจากเครื่องควบแน่น (kJ/kg)  
 $h_5$  = ค่าเอนทัลปีที่เข้าวาล์วขยายตัว (kJ/kg)  
 $h_6$  = ค่าเอนทัลปีที่เข้าเครื่องระเหย (kJ/kg)  
 $h_7$  = ค่าเอนทัลปีที่ออกเครื่องระเหย (kJ/kg)

6). กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงาน

เนื่องจากห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้เป็นตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมอาหารที่ใช้ไฟฟ้า 3 เฟสที่มีแรงดันตกคร่อม 380 V และแยกสายไฟออกเป็น 3 เส้นโดยสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้จากไฟทั้ง 3 เส้นที่ใช้กับเครื่องอัดไอ

$$P = IV \cos \theta \quad (2.11)$$

เมื่อ  $P$  = กำลังไฟฟ้า (W)

$I$  = กระแสไฟฟ้า (A)

$V$  = ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (V) จากการวัดด้วยแคลมป์มิเตอร์ได้ความต่างศักย์ที่ใช้กับเครื่องอัดไอ  $V = 380$  V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\cos \theta$  = ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor) จากการวัดด้วยแคลมป์มิเตอร์ได้  
เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ใช้กับเครื่องอัดไอ pf = 0.65

## 2.6. การคำนวณค่าไฟฟ้า

การคำนวณค่าไฟฟ้าของระบบทำความเย็นสามารถคำนวณได้จากกำลังไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของระบบ ซึ่งที่อุณหภูมิต่าง ๆ หรือที่สภาวะแวดล้อมแตกต่างกันปริมาณในการใช้ไฟฟ้าของระบบจะแตกต่างกัน สามารถคำนวณหาค่าไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{Power} \times \text{time} \times a \quad (2.12)$$

เมื่อ Power = กำลังไฟฟ้าของระบบ (Watt)

time = ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน (hour)

a = ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (Baht) คิดอัตราปกติโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.8875 บาท (MEA, 2555)

## 2.7. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้มีการศึกษามากมายหลายยุคหลายสมัย เพื่อใช้ในการตอบคำถามหรือทำนายในสิ่งที่สนใจอยู่ ไม่ว่าจะเป็นในด้านวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ทางด้านวิศวกรรม ทางด้านการแพทย์ หรือแม้แต่ด้านเศรษฐศาสตร์ รวมถึงสังคมศาสตร์ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันได้ในรูปร่างง่าย มีการกำหนดตัวแปรให้มีความหมายที่สอดคล้องกับความเป็นจริงเพื่อใช้อธิบายสิ่งที่กำลังศึกษา ในงานวิจัยนี้จึงได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสร้างแบบจำลองอิมพีริคัล เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลเป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดในการทดลอง ซึ่งสามารถนำมาเขียนในรูปแบบของสมการคณิตศาสตร์ได้ง่ายและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีมากกว่า 2 ตัวแปรได้โดยใช้หลักเหตุและผล (ทิววรรณ พุทธสนธิพนัง)

## 2.7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hua Li et al. (2007) ได้มีการศึกษาแบบจำลองอิมพีริคัลสำหรับการควบคุมอิสระของระบบทำความเย็นที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว โดยได้ทำการควบคุมตัวแปร 2 ค่า คือ อุณหภูมิภายใน (Ta) และผลต่างอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าและขาออกของเครื่องระเหย (SH) ขั้นตอนแรกได้มีการกำหนดค่าความถี่ของคอมเพรสเซอร์ไว้ที่ 40 – 60 Hz. แล้วดูผลจากกราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิภายในกับระยะเวลา และกราฟความสัมพันธ์ของผลต่างอุณหภูมิของสารทำความเย็นกับระยะเวลา เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองและการใช้แบบจำลองพบว่าค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ขั้นตอนต่อไปคือ ทำการเปลี่ยนมุมเปิดของวาล์วขยายตัวทันทีที่เวลาที่ 200 วินาที โดยเปลี่ยนจาก 70% เป็น 55% ของทั้งหมดและตั้งค่าความถี่ที่คอมเพรสเซอร์ไว้ที่ 40 Hz. พบว่าค่าที่ได้จากการทดลองและการใช้แบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกันมาก รวมทั้งได้มีการเก็บค่าอุณหภูมิภายใน ณ วินาทีที่ทำการทดลองอยู่พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิภายในมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก จากงานวิจัยนี้พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงและแม่นยำเท่ากับผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงค่า COP รวมไปถึงการประหยัดพลังงานของระบบทำความเย็นที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

นันทวัน เทอดไทย และคณะได้ใช้แบบจำลองอิมพิริเคิลเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกระบวนการทอดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นได้นำมาแบบจำลองอิมพิริเคิลมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทอดหอมแดง ซึ่งแบบจำลองที่เหมาะสมกับการทอดหอมแดงคือที่สภาวะสูญญากาศ 551 มิลลิเมตรปรอท 108 องศาเซลเซียสและ 13 นาที สภาวะนี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยลดปริมาณไขมันในหอมแดงทอดโดยการเปรียบเทียบกับกระบวนการ deep fat frying สีของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดจะมีการปรับตัวดีขึ้น นอกจากนี้การทอดสูญญากาศจะชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่ากรดไขมันในระหว่างขั้นตอนการทอดอย่างต่อเนื่อง

ทิพวรรณ พุทธสนธิพจน์ (2012) ได้มีการศึกษาการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับพฤติกรรมของแบคทีเรียเมื่อได้รับยาปฏิชีวนะ โดยแบ่งชนิดของแบคทีเรียออกเป็น 2 ชนิดคือชนิดที่ดื้อยาและไม่ดื้อยา ซึ่งผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำให้ทราบว่าจำนวนประชากรของแบคทีเรียที่ไม่ดื้อยามีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด แต่จำนวนประชากรของแบคทีเรียที่ดื้อยามีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ามาก และความเข้มข้นของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าที่สุด ประโยชน์ที่ได้จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือสามารถเข้าใจพฤติกรรมของแบคทีเรียและสามารถกำหนดขอบเขตของปริมาณยาที่เหมาะสมที่จะใช้ในการรักษา รวมถึงมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจและการควบคุมของวิธีการรักษาทางการแพทย์

ธนสิทธิ์ องค์กรณะสุข ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบเครื่องปรับอากาศ (COP) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ โดยศึกษาระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศทั่วไปกับระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยของน้ำ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยของน้ำดีกว่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศทั่วไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งของอากาศภายนอก เนื่องจากเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยของน้ำจะสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่มีการระบายความร้อนต่ำ ส่งผลให้ความดันด้านส่งของเครื่องอัดไอน้ำมีค่าลดลงช่วยในการยืดอายุการทำงานของเครื่องอัดไอน้ำได้นานขึ้นและพลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอน้ำน้อยลง ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน โดยจากผลการวิจัยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะโดยรวม (COP) หรืออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เพิ่มขึ้น 19.63%

ดิลก ปาณานนท์ (2541) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็นชนิด R407c ทดแทนสารทำความเย็นชนิด R22 โดยใช้การคำนวณเปรียบเทียบระหว่างค่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีกับค่าที่วัดได้จากการทดลองกับชุดทดสอบที่สร้างขึ้น โดยทำการวัดและคำนวณที่อุณหภูมิภายในของเครื่องระเหยเท่ากับ -5 องศาเซลเซียส สรุปได้ว่าความดันที่เครื่องควบแน่นของสารทำความเย็น R407c จะมากกว่าที่ R22 แต่ควรเปลี่ยนวาล์วขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิที่สภาวะไอร้อนยวดยิ่งในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงเกินไป ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดไอต่ำลงเล็กน้อย สิ่งที่ต้องเปลี่ยนของระบบนี้คือน้ำมันหล่อลื่นที่เครื่องอัดไอต้องใช้แบบโพลีโอสเตเตอร์ออยด์เท่านั้น และอุปกรณ์กรองสิ่งสกปรกและดูดความชื้นจะต้องใช้แบบโมเลกุลาร์ทึฟ 100% จะเหมาะสมกว่า และไม่ก่อให้เกิดความสกปรกในระบบทำความเย็น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ในระบบในการทำความเย็น

ชูชัย ต.ศิริวัฒนา (2550) ได้ศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ปรับเปลี่ยนจาก R22 เป็น R407c ทำการศึกษาคุณสมบัติด้านการถ่ายเทความร้อนระหว่างการเดือดและการกลั่นตัวของสารทำความเย็นที่จะใช้แทน R22 คือ R407C โดยการทดลองในห้องที่มีการเพิ่มพื้นผิวภายใน สรุปได้ว่า R407C มีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งในระหว่างการเดือดและการกลั่นตัวต่ำกว่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของ R22 โดยสารทำความเย็น R407C จะมีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงกว่า R410A ทั้งในสภาวะการเดือดและการกลั่นตัวที่อุปกรณ์เครื่องระเหยและเครื่องควบแน่น ในการทดสอบระบบปรับอากาศสองระบบที่ใช้สารทำความเย็น R407C และ R22 ภายใต้สภาวะเดียวกัน และเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R22 มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นสูงกว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R407C เท่ากับ 4.6% (สำหรับการทดสอบที่ช่วงอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส) และ 4.47% (สำหรับการทดสอบที่ช่วงอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส) และ 5.6% (สำหรับการทดสอบที่ช่วงอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส) รวมไปถึงระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R22 มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนมาใช้สาร R407C ประมาณ 7.71% คิดเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 274.15 บาทต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการทดลอง

#### 3.1. เครื่องมือและอุปกรณ์การวัด

การเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัดทั้งหมดพิจารณาจากความแม่นยำ (accuracy) และย่านการวัดของอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการทดลองได้ เช่น เลือกใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่มีย่านการวัดอยู่ในช่วง -5 ถึง 5 องศาเซลเซียสเพราะเป็นช่วงที่ทำการทดลองทั้งหมด รวมถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้ของอุปกรณ์แต่ละชนิด โดยเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัดทั้งหมดดังนี้

##### 3.1.1. เครื่องมือวัดความเร็วลม (Digital Anemometer)

เป็นอุปกรณ์ใช้วัดการไหลนิยมใช้วัดความเร็วลมหรือวัดการไหลของของไหลที่อยู่ในสถานะก๊าซ เมื่อลมพัดผ่านใบพัดของเครื่องวัดทำให้แผ่นแม่เหล็กของวงกลมภายในหมุนตามเพลลาไปด้วย ทำให้เกิดสัญญาณ pulse ของสนามแม่เหล็กขึ้นซึ่งมีเซนเซอร์ 2 ตัวตรวจจับอยู่โดย output ของเซนเซอร์คู่นี้จะเปลี่ยนค่าสนามแม่เหล็กเป็นค่าความถี่ทางไฟฟ้า และคำนวณด้วยอุปกรณ์คอนโทรลเป็นค่าความเร็วลมแสดงผลบนหน้าจอ โดยเลือกใช้ Digital Anemometer ยี่ห้อ Digicon รุ่น DA-43A แสดงในรูปที่ 3.1 โดยย่านการวัดอยู่ในช่วง 0.4 – 25.0 m/s



รูปที่ 3.1 Digital Anemometer ที่ใช้ในการวัดความเร็วของลมจ่ายที่เครื่องระเหยและเครื่องควบแน่น

##### 3.1.2. เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (Clamp Meter)

เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าชนิดหนึ่งใช้สำหรับเปลี่ยนปริมาณทางไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของตัวเลขแสดงผล หรือให้อยู่ในรูปของเข็มชี้ค่าแสดงผล โดยจะสามารถตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้า ที่ไหลในวงจรได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำโดยไม่ต้องดับไฟหรือหยุดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ในการทดลองใช้อุปกรณ์ในการวัดอยู่ 2 ชนิดคือ Clamp Meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยี่ห้อ UNI - T รุ่น UT – 202 ดังในรูปที่ 3.2 โดยความแม่นยำในการวัดอยู่ที่  $\pm (1.5\% + 5)$  กับ Clamp Meter ยี่ห้อ Amprobe รุ่น ACDC-52NAV AC/DC CAT IV 600A ดังในรูปที่ 3.3 มีย่านการวัดกำลังไฟฟ้าที่ 10 – 600 W ความแม่นยำ  $\pm (2.5 \% \text{ rdg} + 5 \text{ LSD})$  ย่านการวัดค่าประกอบกำลังไฟฟ้า -1.0 ถึง 1.0 ความแม่นยำ  $\pm 3^\circ \pm 1\text{dgt}$



รูปที่ 3.2 Digital Clamp Meter ยี่ห้อ UNI – T ที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงาน

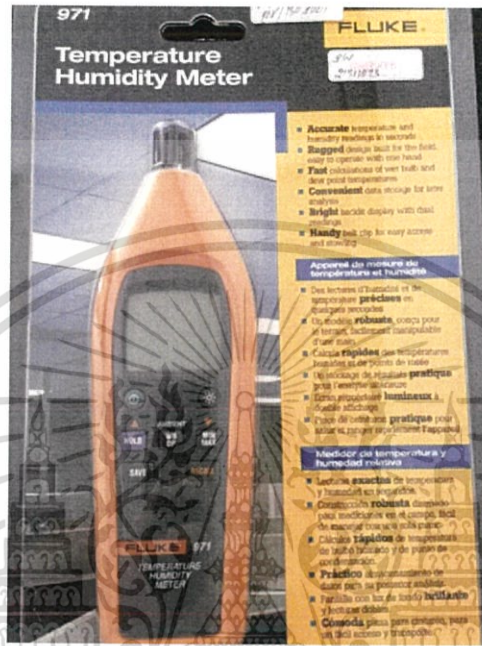


รูปที่ 3.3 Digital Clamp Meter ยี่ห้อ Amprobe ที่ใช้ในการวัดกำลังไฟฟ้าและค่าประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature humidity meter)

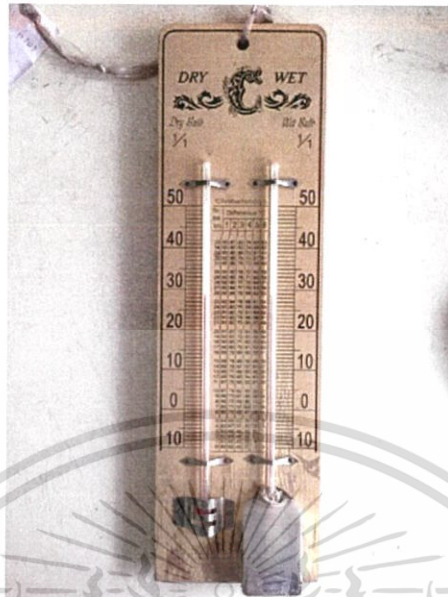
มิเตอร์ยี่ห้อ Fluke รุ่น 971 ดังในรูปที่ 3.4 โดยมีย่านการวัดอยู่ในช่วง 5 - 95 %RH ความแม่นยำ  $\pm 2.5$  %RH และย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ในช่วง -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส ความแม่นยำ  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$



รูปที่ 3.4 Temperature Humidity Meter ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องควบคุม

### 3.1.4. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง (WET & DRY Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง ตุ้มเปียกดังในรูปที่ 3.5 มีลักษณะเป็นแป้นไม้มีหลอดเทอร์โมมิเตอร์ข้างซ้ายเป็นแบบแห้ง ข้างขวามีกระเปาะใส่น้ำเป็นแบบเปียก ทำการใส่น้ำลงไปใกระเปาะข้างขวาแล้วนำมาแขวนไว้ในห้องหรือสถานที่ที่ต้องการทราบความชื้นในอากาศทิ้งไว้จะสามารถอ่านค่าความชื้นได้จากตารางที่อยู่บนแป้นไม้ มีย่านการวัดอยู่ที่ -30 ถึง 50 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.5 เทอร์โมมิเตอร์กระดาษเปียก - แห่ง ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นที่สภาพแวดล้อมรอบนอกห้องแช่เย็น

### 3.1.5. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น (Electric Hygro - Thermograph)

เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่มีการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติในรูปของกราฟ ยี่ห้อ Sekonic รุ่น ST400AAA ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยแยกสายโพรบที่ภายในมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นกับตัวเครื่อง มีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ -10 ถึง 50 องศาเซลเซียส ในช่วง 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำอยู่  $\pm 0.5$  องศาเซลเซียส ช่วง -10 ถึง 0 องศาเซลเซียสมีความแม่นยำอยู่  $\pm 1.0$  องศาเซลเซียส และมีย่านการวัดความชื้นอยู่ที่ 0 ถึง 100 %RH มีความแม่นยำอยู่  $\pm 10$  %RH



รูปที่ 3.6 Electric Hygro - Thermograph ยี่ห้อ Sekonic ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของลมถ่ายที่เครื่องระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2. ขั้นตอนการทดลองและการเก็บข้อมูล

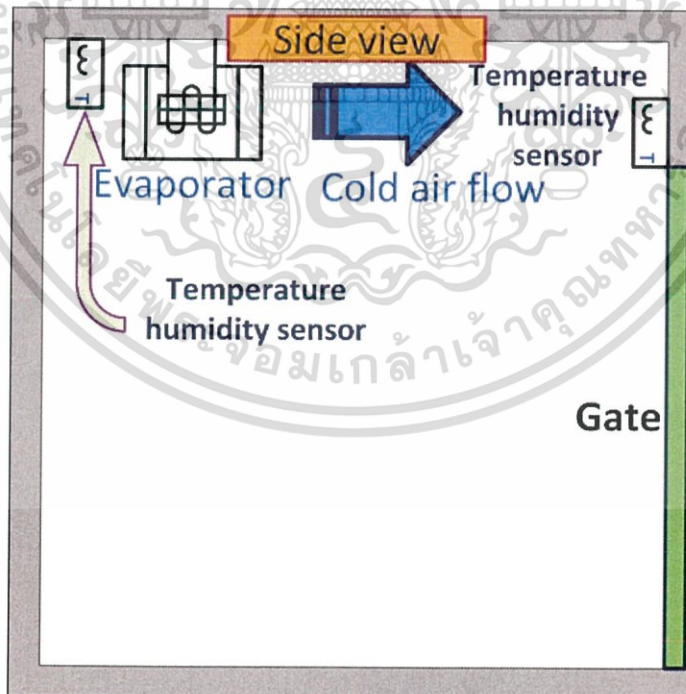
ในการทดลองนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองสำหรับห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาวะความร้อน และการทดลองสำหรับห้องแช่เย็นที่มีภาวะความร้อน โดยการทดลองทั้ง 2 ส่วนนี้จะทำการเก็บข้อมูลทุกส่วนเหมือนกัน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ผลเป็นสมการความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้

#### 3.2.1. ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองทั้งหมด 2 ส่วนเพื่อศึกษาความแตกต่างของลักษณะการทำงานของห้องแช่เย็นอาหาร ตัวอย่างทั้งในกรณีที่ไม่มีภาวะความร้อน และมีภาวะความร้อน รวมทั้งเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ต้องเสียในการทำงานของห้องแช่เย็นนี้ของทั้งสองกรณี

ส่วนที่ 1 การทดลองสำหรับห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาวะความร้อน

ในการทดลองนี้กำหนดอุณหภูมิที่กำหนดของห้องแช่เย็นที่  $T = -5$  ถึง  $5$  องศาเซลเซียส เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มเปิดการทำงานของห้องแช่เย็นจนถึงเมื่ออุณหภูมิภายในห้องถึงจุดที่กำหนดไว้และมีค่าคงที่สม่ำเสมอทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ทุก 5 นาที เพื่อทำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในการสร้างแบบจำลองอิมพีริคัล ซึ่งจากรูปที่ 3.7 แสดงภาพจำลองภายในห้องแช่เย็นอาหารที่ไม่มีภาวะความร้อนอยู่ภายในโดยอากาศที่อยู่ภายในห้องจะไหลวนเข้าที่ด้านหลังของเครื่องระเหย และมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็นที่ไหลเข้าเครื่องระเหย ทำให้อากาศที่ไหลออกจากเครื่องระเหยมีอุณหภูมิที่ต่ำลง



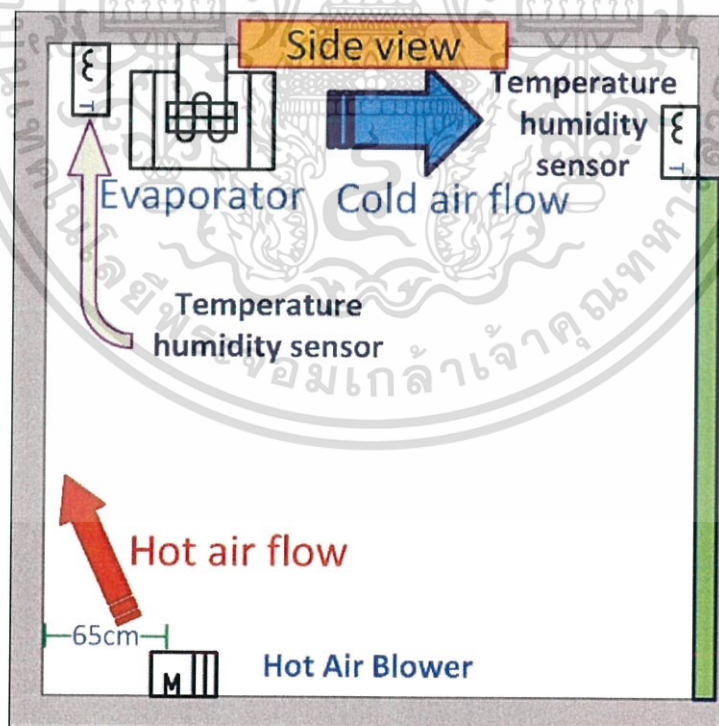
รูปที่ 3.7 แผนภาพจำลองตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องแช่เย็นสำหรับการทดลองห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาวะความร้อนอยู่ภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนที่ 2 การทดลองสำหรับห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน

ในการทดลองทำการสมมติภาระความร้อนของอาหารโดยใช้ไดร์เป่าผมเป็นตัวกำเนิดความร้อนภายในห้องทั้งหมด 3 เครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.9 กำหนดภาระความร้อนที่ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 kW ที่อุณหภูมิห้อง  $T = -5, 0$  และ 5 องศาเซลเซียส เริ่มเก็บข้อมูลเมื่ออุณหภูมิภายในห้องคงที่สม่ำเสมอแล้วทำการเปิดไดร์เป่าผมเพื่อสร้างภาระความร้อนจนอุณหภูมิภายในห้องถึงค่าที่กำหนดไว้หรือมีค่าคงที่ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ทุก 5 นาที เพื่อทำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในการสร้างแบบจำลองอิมพีริเคิล

ซึ่งจากแผนภาพจำลองการวางอุปกรณ์ภายในห้องแช่เย็นอาหารจากรูปที่ 3.8 เป็นแผนภาพโดยรวมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์ในการวัดภายในห้อง รวมไปถึงทิศทางการไหลของลมภายในห้องแช่เย็นอาหาร เริ่มจากเมื่อมีความร้อนจากขดลวดความร้อนของไดร์เป่าผมแล้วใบพัดภายในพัดความร้อนออกมาสู่ภายนอกจะทำให้อุณหภูมิภายในห้องเพิ่มสูงขึ้น และไหลเข้าเครื่องระเหยที่ด้านหลังโดยมีอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิและความดันติดตั้งอยู่ เมื่อลมร้อนไหลผ่านเครื่องระเหยจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็นที่ไหลอยู่ภายในระบบและนำเอาความร้อนของลมไหลออกไปทิ้งที่เครื่องควบแน่น ส่วนลมที่ไหลผ่านจะมีอุณหภูมิต่ำลงและไหลออกจากเครื่องระเหยไปผสมกับอุณหภูมิที่อยู่ภายในห้อง ทำให้อุณหภูมิภายในห้องต่ำลง และเซนเซอร์ที่ได้ติดตั้งไว้ที่หน้าประตูห้องจะบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในห้องออกมาที่จอแสดงผลด้านนอกห้องแช่เย็น



รูปที่ 3.8 แผนภาพจำลองตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องแช่เย็นสำหรับการทดลองห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อนอยู่ภายในห้อง

อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ไดร์เป่าผมในการสร้างภาวะความร้อนภายในห้องแช่เย็นอาหารเนื่องมาจากไดร์เป่าผมมีขดลวดความร้อนที่เป็นตัวสร้างภาวะความร้อน พร้อมทั้งมีใบพัดที่ช่วยกระจายความร้อนออกสู่ภายนอกติดตั้งอยู่ในภายในไดร์เป่าผม โดยได้มีการวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่เป็นแหล่งจ่ายความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละตัว ทำให้ทราบว่าไดร์เป่าผมแต่ละตัวจะมีศักยภาพในการให้ความร้อนที่เบอร์ 1 และเบอร์ 2 เท่ากับ 0.5 และ 1.0 kW

ในการติดตั้งตำแหน่งของไดร์เป่าผมตั้งในรูปที่ 3.9 ให้ห่างจากผนังด้านใน 65 เซนติเมตร เนื่องจากที่ตำแหน่งนี้เมื่อเปิดใช้งานไดร์เป่าผม ลมร้อนที่ออกมาจะพัดกระจายไปทั่วห้องและส่วนด้านหลังของเครื่องระเหยได้มากที่สุด แต่ทั้งนี้ไม่ควรให้ลมร้อนที่ออกมาโดนที่เซนเซอร์ด้านหลังของเครื่องระเหยโดยตรง เพราะจะทำให้เซนเซอร์ได้รับแต่ลมร้อนตลอดเวลาไม่ใช่อากาศที่ผสมกันอยู่ภายในห้อง ลมร้อนที่ไหลวนอยู่ภายในห้องจะผสมรวมกับลมเย็นที่ออกจากเครื่องระเหย ทำให้อุณหภูมิภายในห้องเริ่มลดลงเรื่อย ๆ จนถึงอุณหภูมิที่กำหนด



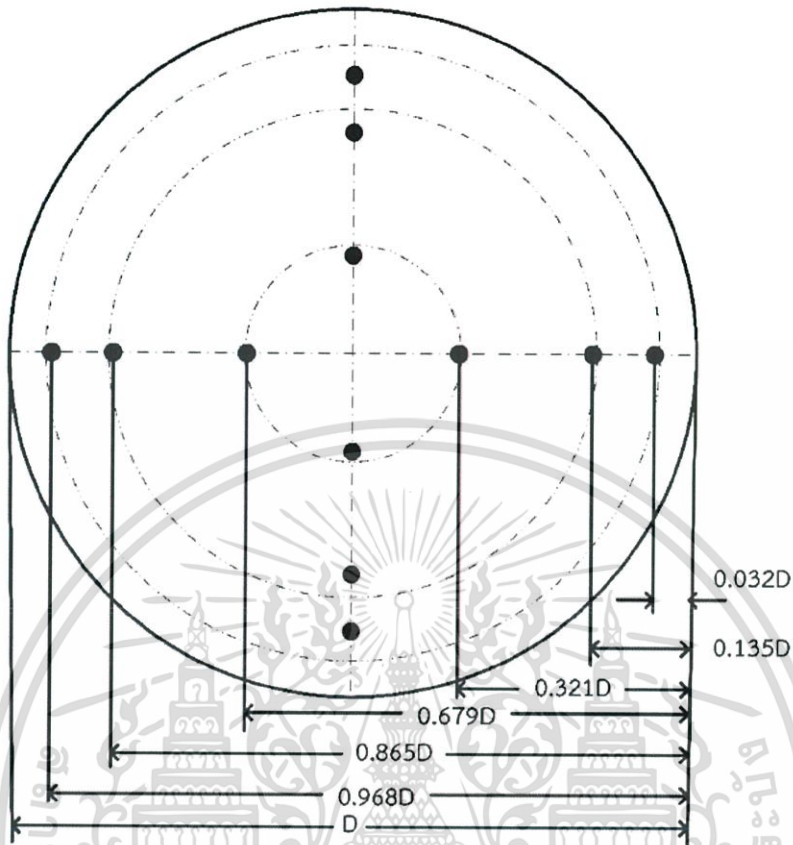
รูปที่ 3.9 ตำแหน่งติดตั้งไดร์เป่าผมห่างจากผนังด้านในของห้อง 65 เซนติเมตร

### 3.2.2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

#### 3.2.2.1. ความเร็ว อุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงของกระแสลมที่ผ่านเครื่องควบแน่น

ทำการวัดความเร็วของลมโดยทำการแบ่งพื้นที่หน้าตัดของด้านหน้าของเครื่องควบแน่น จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นสี่ส่วนและแบ่งตามแนวรัศมีที่เท่ากันดังแสดงในรูปที่ 3.10 (Matthews G.J.) หลังจากนั้นนำผลที่แสดงในแต่ละจุดมาเฉลี่ยเพื่อหาความเร็วลมเฉลี่ยทั้งหมดของพื้นที่หน้าตัดที่ด้านหน้าของเครื่องในรูปที่ 3.11 ในส่วนของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องควบแน่นในรูปที่ 3.12 เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นในอากาศเป็นส่วนสำคัญที่ควรนำพิจารณาเนื่องจากความชื้นในอากาศส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องควบแน่น และเพื่อให้ทราบอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านคอยล์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยแสดงเป็นแผนภาพการไหลของอากาศที่เครื่องควบแน่นในรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

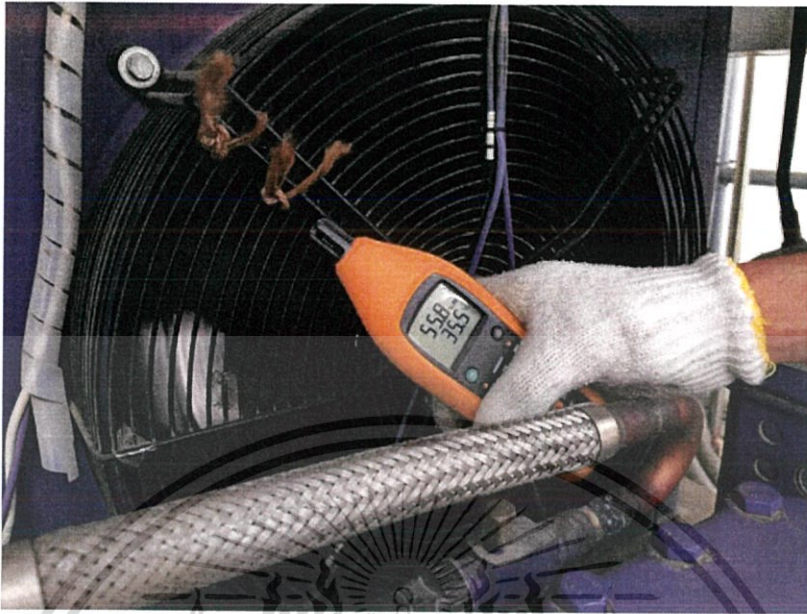


รูปที่ 3.10 วิธีการวัดอัตราการไหลของลมจ่ายที่เครื่องควบคุมบนพื้นที่หน้าตัดวงกลม



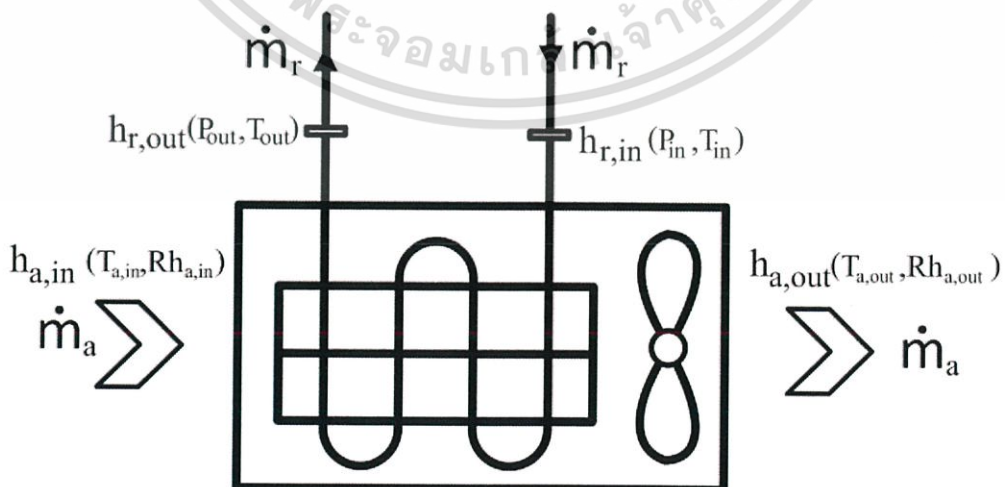
รูปที่ 3.11 วิธีการวัดความเร็วลมที่จ่ายออกจากเครื่องควบคุมด้วย Digital Anemometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วิธีการวัดอุณหภูมิของลมจ่ายที่เครื่องควบแน่นด้วย Temperature Humidity Meter

ในการหาอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลอยู่ภายในระบบสามารถหาได้จากการเก็บอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องควบแน่น ดังแสดงในรูปที่ 3.13 ซึ่งในการคำนวณนั้นจะใช้หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนกันของอากาศที่เข้าเครื่องควบแน่นและสารทำความเย็นที่ไหลผ่านเครื่องควบแน่น โดยสารทำความเย็นที่ไหลเข้าเครื่องควบแน่นจะมีอุณหภูมิสูง ซึ่งไหลมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศเย็นที่ไหลผ่านเครื่องควบแน่น ทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นต่ำลงและความร้อนที่อากาศที่ได้จะทำให้อากาศที่ไหลออกเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น แต่ในบางช่วงเครื่องควบแน่นอาจมีการหยุดการทำงานเนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องคงที่ ซึ่งจะมีความร้อนที่ถ่ายเทออกสู่ด้านนอกน้อยมากหรือไม่มีเลย อากาศที่ไหลออกจากเครื่องควบแน่นจึงมีอุณหภูมิที่เท่ากับอากาศที่ไหลเข้าเครื่องควบแน่น



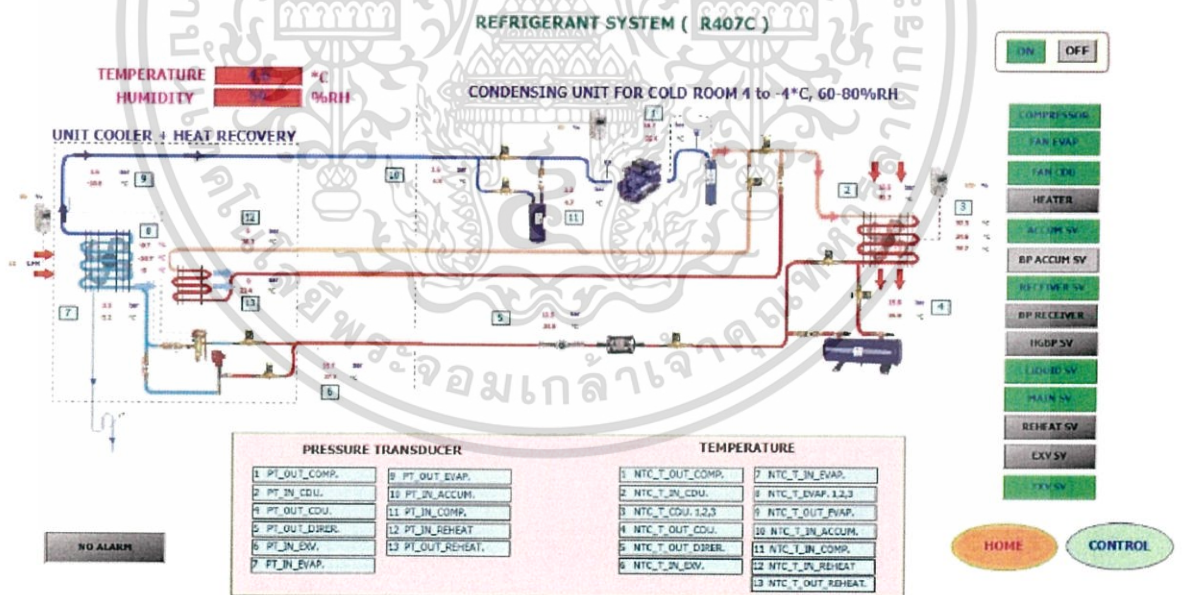
รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องควบแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2.2. อุณหภูมิและความดันในแต่ละจุดของระบบ

สามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความดันในแต่ละจุดที่มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดไว้ภายในระบบโดยผลที่ได้จะแสดงผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.14 ซึ่งความดันและอุณหภูมิภายในระบบของส่วนนี้จะนำไปใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ของอุปกรณ์แต่ละตัว การเปลี่ยนแปลงของความดันและอุณหภูมิทุกช่วงเวลา เพื่อนำไปใช้ในการสร้างสมการฟังก์ชันของแบบจำลองอิมพีริเคิลของห้องแช่เย็นตัวอย่างนี้

ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความดันที่อยู่ภายในระบบทำความเย็นดังในรูปที่ 3.15 และ 3.16 นี้ ได้ติดตั้งเอาไว้ที่อุปกรณ์ทุกตัวคือมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาเข้าและขาออกจากเครื่องอัดไอ ติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาเข้าและขาออกจากเครื่องควบแน่นรวมทั้งภายในเครื่องควบแน่น มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาออกจากตัวกรองสิ่งสกปรกและดูดความชื้น มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาเข้าของวาล์วขยายตัว มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาเข้าและขาออกจากเครื่องระเหยรวมทั้งภายในเครื่องระเหยและที่จุดนี้จะมีอุปกรณ์ในการควบคุมความเร็วของลมที่ไหลออกจากเครื่องระเหย ติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาเข้าของถังแยกน้ำยาเหลว และมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิเอาไว้ที่ขาเข้าและขาออกที่อุปกรณ์ให้ความร้อนภายในระบบ (Reheat) ซึ่งความดันจากที่จุดต่าง ๆ จะสามารถรู้ความดันสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในแต่ละอุปกรณ์หรือท่อ



รูปที่ 3.14 อุณหภูมิและความดันในแต่ละจุดที่แสดงผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 จุดติดตั้งอุปกรณ์การวัดของห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้ในการเก็บค่าอุณหภูมิและความดันขาเข้าของเครื่องควบแน่น

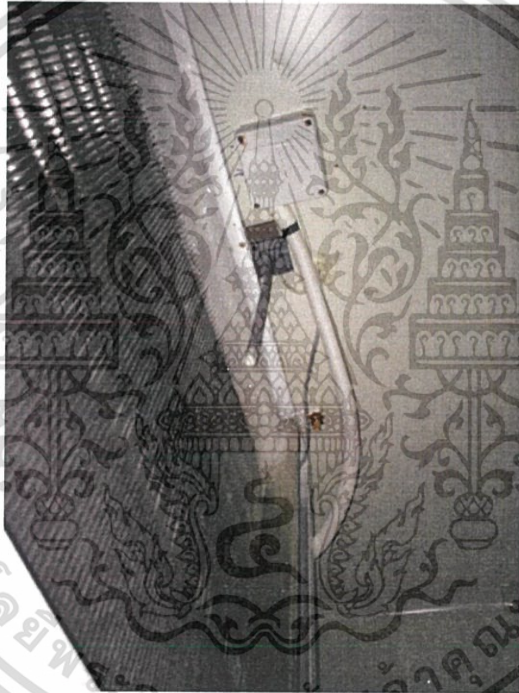


รูปที่ 3.16 จุดติดตั้งอุปกรณ์การวัดของห้องแช่เย็นอาหารที่ใช้ในการเก็บค่าอุณหภูมิและความดันขาออกของเครื่องอัดไอ

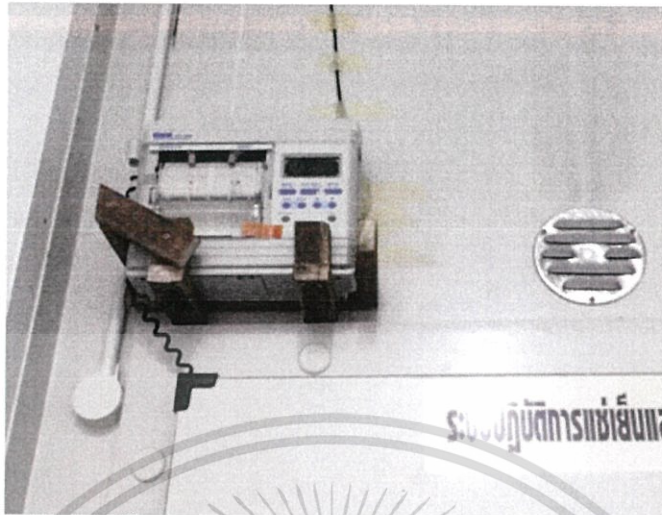
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2.3. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของกระแสมที่ผ่านเครื่องระเหย

ในการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องระเหยจะใช้อุปกรณ์ทั้งหมด 2 ชนิดคือลมที่กลับเข้าเครื่องระเหยจะใช้เซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้กับระบบดังแสดงในรูปที่ 3.17 ในการเก็บค่า ส่วนลมขาจ่ายที่เครื่องระเหยใช้ Electric Hygro – Thermograph ในการเก็บค่าติดตั้งอุปกรณ์ที่ด้านบนของประตูห้องดังรูปที่ 3.18 เพื่อที่จะยื่นสายโทรบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นเข้าไปด้านในห้องแช่เย็นโดยอุปกรณ์ชนิดนี้จะบันทึกผลออกมาในรูปของกราฟ เนื่องจากในการทดลองนี้ไม่ต้องการให้มีการเปิดห้องในระหว่างการทดลองเพราะจะทำให้มีการระความร้อนเข้าไปภายในห้องได้ ซึ่งในแต่ละการทดลองได้กำหนดให้ไม่มีการระความร้อนหรือมีการระความร้อนไว้หากมีการเปิดห้องเพื่อเข้าไปเก็บข้อมูลอาจทำให้ข้อมูลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนเกินกว่าที่เป็น



รูปที่ 3.17 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นของห้องแช่เย็นอาหารที่ด้านหลังของเครื่องระเหย



รูปที่ 3.18 ตำแหน่งติดตั้ง Electric Hygro – Thermograph ที่ด้านบนของประตูห้อง

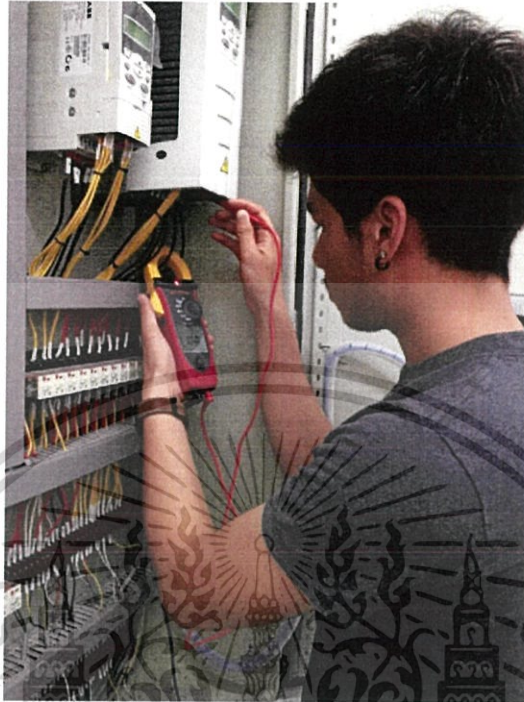
#### 3.2.2.4. กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของระบบ

ทำการเก็บค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัด Clamp Meter วัดที่เครื่องอัดไอเพียงอุปกรณ์เดียวดังในรูปที่ 3.19 เนื่องจากไฟฟ้าที่ใช้ในระบบส่วนใหญ่จะใช้ในการทำงานของเครื่องอัดไอเป็นหลักและระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ไฟฟ้า 3 เฟสค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้จึงเป็นกระแสไฟฟ้าโดยเฉลี่ยจากกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 สาย และวัดกำลังไฟฟ้า และค่าประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบที่แผงควบคุมดังในรูปที่ 3.20 เพื่อนำมาคิดหาประสิทธิภาพในการจ่ายไฟฟ้าของระบบและคำนวณหาค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของระบบทำความเย็นนี้



รูปที่ 3.19 วิธีการวัดกระแสไฟฟ้าด้วย Clamp Meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

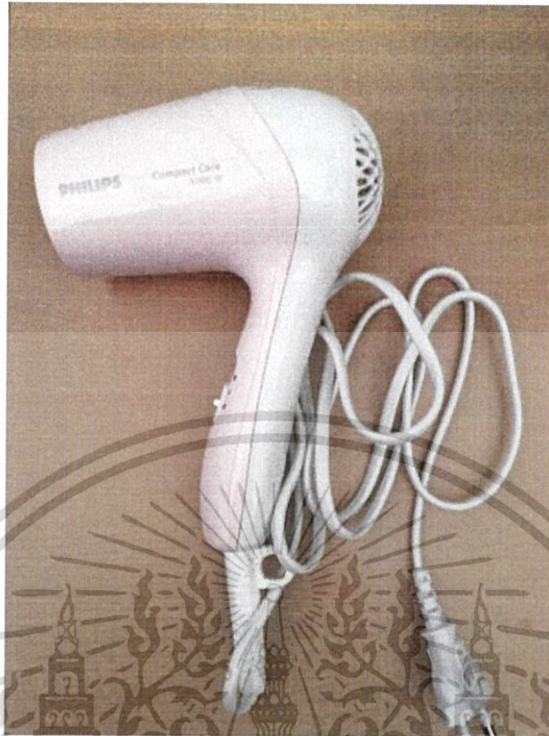


รูปที่ 3.20 วิธีการวัดค่าประกอบกำลังไฟฟ้าที่แผงควบคุมด้วย Clamp Meter

#### 3.2.2.5. กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แหล่งให้ความร้อนในงานวิจัย (ไดร์เป่าผม)

ในการทดลองได้ใช้ไดร์เป่าผมในการจ่ายความร้อนให้กับห้องแช่เย็นอาหารในรูปที่ 3.21 ซึ่งภายในไดร์เป่าผมมีขดลวดความร้อนที่ใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงาน ฉะนั้นจึงทำการวัดกระแสไฟฟ้าที่ไดร์เป่าผมใช้ในการทำงานทั้งเบอร์ 1 และเบอร์ 2 ดังแสดงตัวอย่างในวัดในรูปที่ 3.22 ในการทดลองได้นำไดร์เป่าผมไว้ภายในห้องทำการต่อสายพ่วงออกมาด้านนอกห้องเพื่อไม่ให้เกิดการเปิดห้องจะเป็นการเพิ่มภาระความร้อนจากอากาศเข้าไปในห้องได้ ทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากสายพ่วงที่ต่อเข้ากับไดร์เป่าผมในระหว่างทำงานเพื่อนำไปทวนสอบค่ากำลังไฟฟ้าของไดร์เป่าผมคิดจากกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของไฟ 2 เฟสและค่าประกอบกำลังไฟฟ้า จากการคิดคำนวณจะได้ว่าไดร์เป่าผมขนาด 1.0 kW ที่เบอร์ 1 จะมีกำลังไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 kW ส่วนเบอร์ 2 จะมีกำลังไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.9 kW ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากกำลังไฟฟ้าที่ต้องการอยู่ 4% และ 7% ตามลำดับ เนื่องจากกำลังไฟฟ้าที่กำหนดมาเป็นกำลังไฟฟ้าที่สามารถทำได้สูงสุดที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 ไดร์เป่าผมที่ใช้ในการทดลองเพื่อสร้างภาวะความร้อนภายในห้องแช่เย็น



รูปที่ 3.22 วิธีการวัดกระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผมโดยใช้ Clamp Meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2.6. ความเร็วของลมที่ออกจากเครื่องระเหย

ในการทดลองได้มีการเก็บข้อมูลความเร็วของลมที่ออกจากเครื่องระเหย ซึ่งในระบบมีอินเวอร์เตอร์ที่สามารถควบคุมการทำงานของใบพัดที่เครื่องระเหยได้ ทำให้สามารถกำหนดความเร็วของลมที่ออกจากเครื่องระเหยได้ จึงได้มีการเก็บข้อมูลความเร็วของลมที่ออกจากเครื่องระเหยเพื่อเป็นการทวนสอบอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของใบพัดว่าสามารถทำงานให้ได้ความเร็วลมตามที่กำหนดไว้ 10 m/s ที่อุณหภูมิที่กำหนด -5, 0 และ 5 องศาเซลเซียส โดยทำการเก็บข้อมูลและเฉลี่ยได้ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจากผลการเก็บข้อมูลพบว่าค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมากจึงเฉลี่ยค่าของทั้ง 3 อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 7.97 m/s

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลความเร็วลมที่ออกจากเครื่องระเหย (m/s)

ครั้งที่	-5 องศาเซลเซียส	0 องศาเซลเซียส	5 องศาเซลเซียส
1	7.9	8.4	7.9
2	8.3	7.9	8.1
3	8	8	8
4	8.1	8.1	8.4
5	7.8	7.9	8.4
6	7.6	7.8	7.5
7	8.1	7.6	7.4
8	7.9	7.5	7.5
9	8.2	8.1	8.4
10	8	8.2	8.2
เฉลี่ย	7.99	7.95	7.98

เมื่อทำการเก็บข้อมูลในการทดลองทั้งหมดแล้วจะแสดงผลของข้อมูลในรูปของตารางบันทึกข้อมูล โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ของอุณหภูมิ ความดัน และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละการทดลอง รวมไปถึงที่ภาระความร้อนต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ใน การทดลองนี้ดังแสดงเป็นตัวอย่างตารางที่ 3.2 และ 3.3 (รายละเอียดทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ก) และนำข้อมูลการทดลองทั้งหมดมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรในการสร้างสมการฟังก์ชันของแบบจำลองอิมพีริคัล

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหยและอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอ		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอ		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	30.8	37.0	-4.6	-4.4	63.8	46.9	64.7	74.0
5	31.0	37.5	-5.5	-3.0	62.7	46.0	64.3	64.0
10	30.9	37.1	-5.1	-3.1	63.3	46.8	68.5	64.0
15	31.2	37.8	-6.4	-3.1	61.8	44.7	64.2	59.0
20	31.5	38.2	-5.9	-3.3	61.2	44.9	65.2	64.0
25	31.2	35.6	-5.2	-3.3	62.1	54.0	68.9	59.0
30	31.2	38.0	-6.2	-3.3	63.2	46.7	63.8	61.0
35	31.3	38.5	-6.1	-3.4	62.8	45.0	65.1	62.0
40	31.3	37.1	-7.3	-3.3	63.2	48.5	68.4	61.0
45	31.0	38.7	-6.4	-3.3	63.5	44.7	63.9	60.0
50	31.6	38.3	-6.2	-3.4	63.6	45.0	64.8	61.0
55	31.8	38.2	-5.8	-3.5	61.0	39.0	65.9	62.0
60	31.6	38.0	-6.6	-3.5	61.0	44.4	64.2	60.0

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียส

เวลา (นาท)	กระแสไฟฟ้า (A)	เวลา (นาท)	กระแสไฟฟ้า (A)
0	5.85	35	4.91
5	5.82	40	4.89
10	5.59	45	4.88
15	5.42	50	5.14
20	4.96	55	4.73
25	5.13	60	5.39
30	5.14		

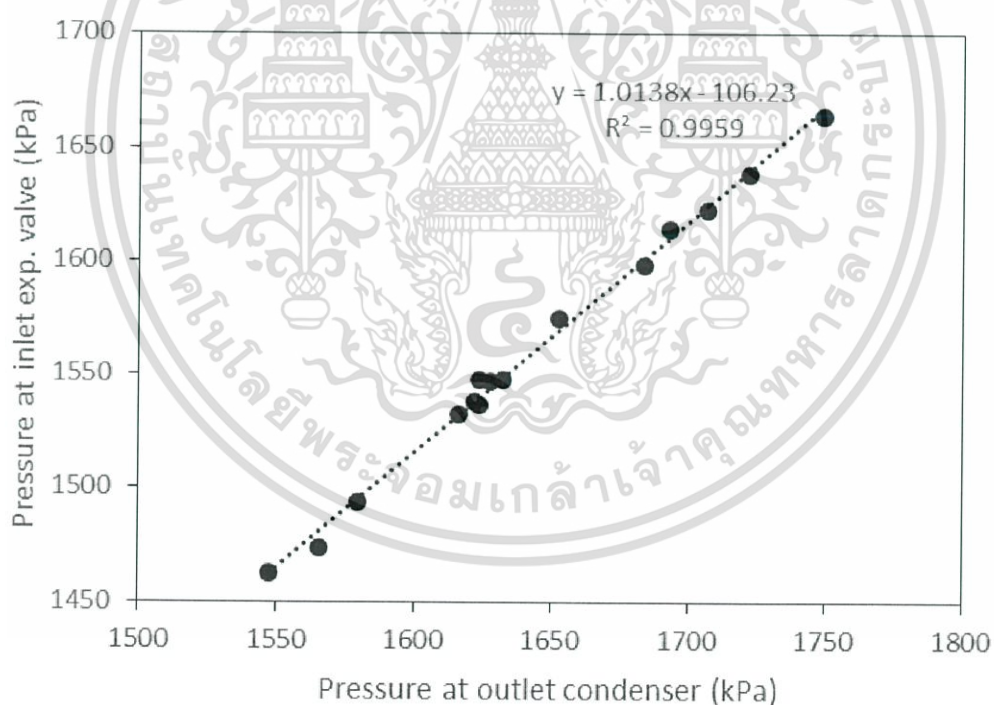
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและการวิเคราะห์

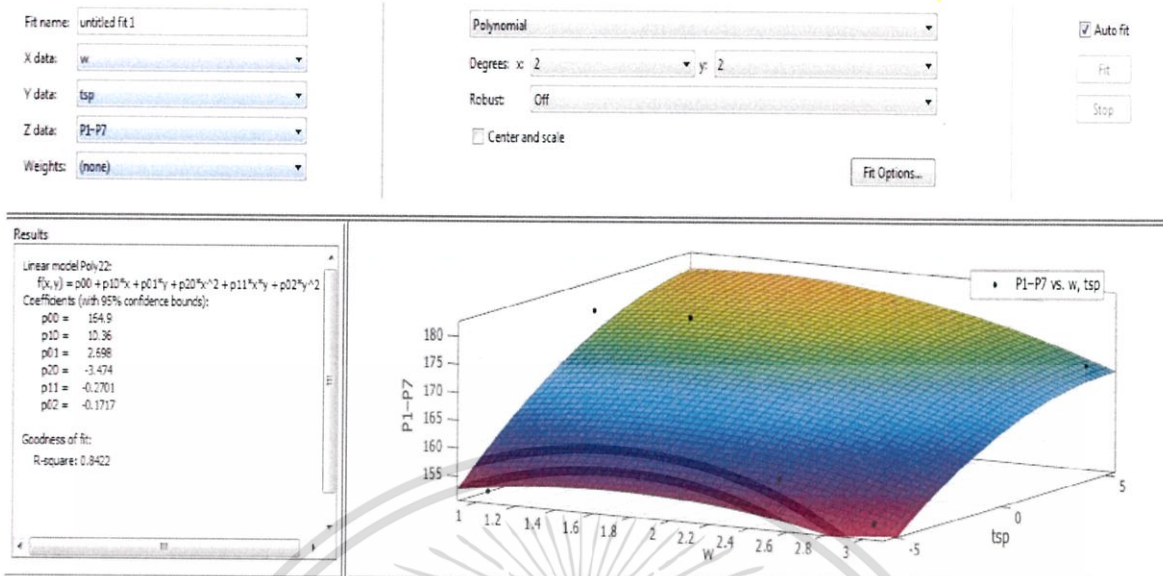
#### 4.1. ก่อนการวิเคราะห์

เมื่อทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของห้องแช่เย็นภาควิชาวิศวกรรมอาหาร (แสดงผลในภาคผนวก ก) แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์และสร้างสมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ (Curve fitting) เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองอิมพีริคัลของระบบดังตัวอย่างในรูปที่ 4.1 และ 4.2 (รายละเอียดทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ข) โดยในการสร้างสมการความสัมพันธ์พิจารณาจากความสัมพันธ์กันของแต่ละอุปกรณ์ รวมถึงความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรที่มีแนวโน้มชัดเจนทั้งทิศทางเดียวกันและตรงข้ามกัน ซึ่งจากการสร้างสมการจะเห็นว่าความดันในแต่ละจุดของระบบมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมรอบนอกห้องแช่เย็น อีกทั้งในกรณีที่ห้องแช่เย็นมีภาระความร้อนปริมาณภาระความร้อนมีความสัมพันธ์กับความดันในแต่ละจุดของระบบด้วย



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้าวาล์วขยายตัวกับความดันขาออกเครื่องควบแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าเครื่องอัดไอและขาออกของเครื่องระเหยกับ ภาวะความร้อนและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็น

สามารถเขียนเป็นสมการฟังก์ชันได้ดังสมการที่ 4.1 ถึง 4.9 โดยที่สมการฟังก์ชันที่ 4.1 เป็นสมการความสัมพันธ์ของความดันขาเข้าที่เครื่องอัดไอ ความดันขาออกที่เครื่องระเหย อุณหภูมิที่กำหนดและภาวะความร้อนภายในห้อง ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันจากการกำหนดเมื่อเริ่มเปิดใช้งานหรือเปลี่ยนวัตถุดิบภายในห้อง สมการฟังก์ชันที่ 4.3 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาออกที่เครื่องอัดไอและความดันขาเข้าที่เครื่องควบแน่นและสมการฟังก์ชันที่ 4.5 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาออกเครื่องควบแน่นและความดันขาเข้าวาล์วขยายตัวเนื่องจากทั้งสองจุดของทั้ง 3 ฟังก์ชันไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกันภายในระบบแต่ความดันลดลงระหว่างสองจุดเกิดจากแรงเสียดทานภายในท่อและอุปกรณ์เสริมภายในระบบ ส่วนสมการฟังก์ชันที่ 4.2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันของเครื่องอัดไอที่ขาเข้าและขาออกกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและภาวะความร้อนที่กำหนด เนื่องจากถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงเครื่องอัดไอจะการทำงานที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาวะความร้อนที่อยู่ภายในห้องว่ามีปริมาณมากหรือน้อย สมการฟังก์ชันที่ 4.4 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้าและขาออกเครื่องควบแน่น เนื่องจากที่เครื่องควบแน่นมีการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกทำให้ความดันทั้ง 2 จุดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน สมการฟังก์ชันที่ 4.6 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้าวาล์วขยายตัวและความดันขาเข้าเครื่องระเหย เนื่องจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและภาวะความร้อนภายในห้องจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารทำความเย็นที่เครื่องควบแน่น รวมไปถึงภาวะความร้อนภายในห้องและอุณหภูมิสภาพแวดล้อม สมการฟังก์ชันที่ 4.7 เป็นความสัมพันธ์ของความดันขาเข้าและขาออกที่เครื่องระเหยเพราะที่จุดนี้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิภายในและอุณหภูมิของสารทำความเย็น ทำให้ความดันทั้ง 2 จุดมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน สมการฟังก์ชันที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่กำหนด ความดันที่เครื่องอัดไอและพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะทั้ง 3 ส่วนมีความแปรผันตามกันคือที่อุณหภูมิกำหนดสูงเครื่องอัดไอจะมีการทำงานที่สูงขึ้นใช้พลังงานในการทำงานที่มากยิ่งขึ้น สุดท้ายสมการฟังก์ชันที่ 4.9 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่เครื่องระเหย อุณหภูมิที่กำหนดและพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบที่สัมพันธ์กันในเรื่องของการแลกเปลี่ยนความร้อนที่อุณหภูมิกำหนดต่าง ๆ อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากสมการฟังก์ชันคือเราสามารถรู้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของระบบทำความเย็นนี้ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด

$$f_1 = 164.9 + 10.36w + 2.698T_{sp} - 3.474w^2 - 0.2701wT_{sp} - 0.1717T_{sp}^2 - P_1 + P_7 \quad (4.1)$$

$$f_2 = -T_{am} - 1.202 + 0.02768(P_2 - P_1) - 1.0748w \quad (4.2)$$

$$f_3 = P_3 + 0.9965P_2 + 11.653 \quad (4.3)$$

$$f_4 = -P_4 + 1.0025P_3 - 10.738 \quad (4.4)$$

$$f_5 = -P_5 + 1.0138P_4 - 106.23 \quad (4.5)$$

$$f_6 = -T_{am} + 11.98 + 0.02069(P_5 - P_6) - 1.133w \quad (4.6)$$

$$f_7 = -P_7 + 0.1432P_6 + 98.979 \quad (4.7)$$

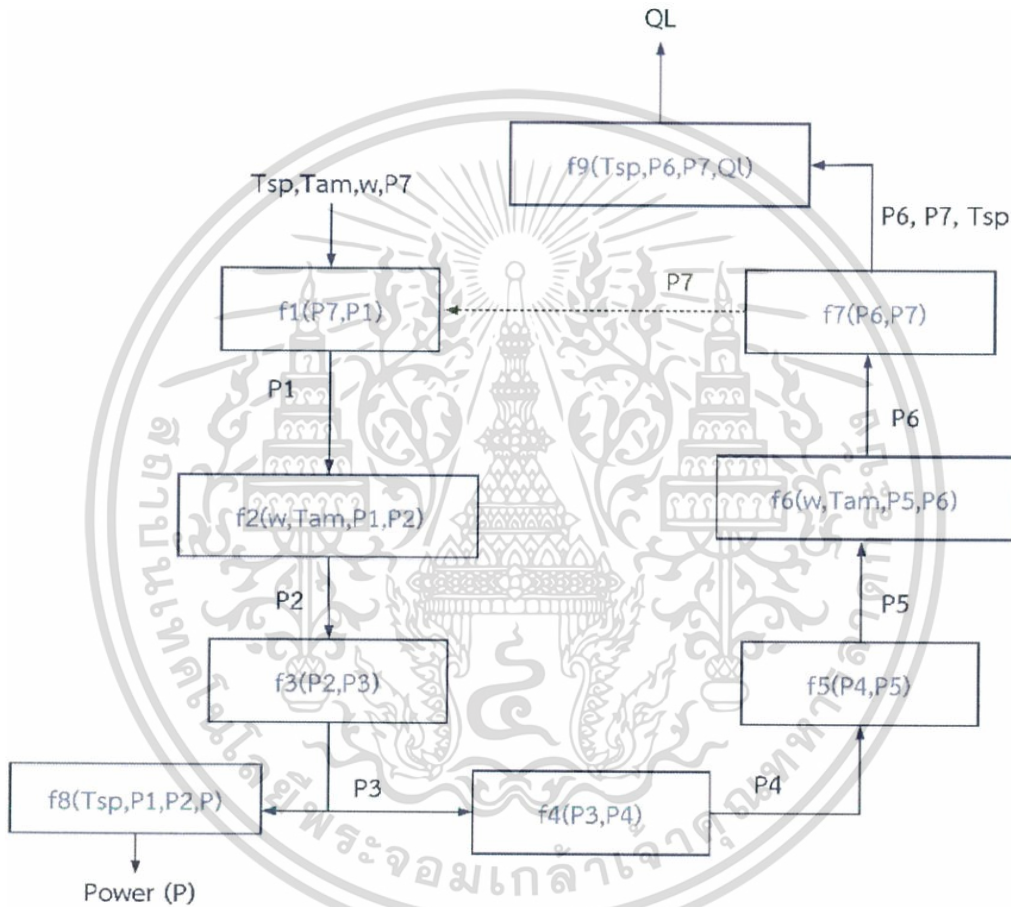
$$f_8 = -P - 22.2 + 0.03573(P_2 - P_1) - 0.07097T_{sp} - 1.292 \times 10^{-5}(P_2 - P_1)^2 + 6.231 \times 10^{-5}(P_2 - P_1)T_{sp} - 0.0003802T_{sp}^2 \quad (4.8)$$

$$f_9 = -Q_L - 177.5 - 2.202T_{sp} + 11.611(P_6 - P_7) - 0.04393T_{sp}^2 + 0.0109T_{sp}(P_6 - P_7) - 0.003366(P_6 - P_7)^2 \quad (4.9)$$

รวมทั้งสามารถเขียนเป็นแผนผังความสัมพันธ์ของแต่ละฟังก์ชันในการการสร้างสมการอิมพีริเคิลได้จากรูปที่ 4.3 โดยเริ่มแรกจะทำการป้อนข้อมูลอุณหภูมิที่กำหนด อุณหภูมิสภาพแวดล้อมและภาระความร้อนที่มีภายในห้องเพื่อใช้ในการคำนวณของแบบจำลองอิมพีริเคิล แบบจำลองนี้จะเริ่มจากสมการฟังก์ชันที่ 1 ก่อนโดยการสุ่มค่าความดันขาออกที่เครื่องระเหยเพื่อใช้ในการหาค่าความดันขาเข้าของเครื่องอัดไอ ใช้แทนในฟังก์ชันที่ 2 เพื่อหาความดันที่ขาออกของเครื่องอัดไอจากข้อมูลที่ป้อนให้กับโปรแกรมในครั้งแรก จากนั้นจะมาคำนวณในฟังก์ชันที่ 3 เพื่อหาความดันขาเข้าเครื่องควบแน่นและพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานที่ฟังก์ชันที่ 8 และคำนวณในฟังก์ชันที่ 4 หาความดันขาออกของเครื่องควบแน่นเพื่อนำไปใช้ในฟังก์ชันที่ 5 หาความดันที่เข้าที่วาล์วขยายตัวก่อนนำไปใช้ในฟังก์ชันที่ 6 กับข้อมูลที่ป้อนเข้าโปรแกรมจะได้ความดันที่เข้าที่เครื่องระเหย ต่อมานำไปใช้ในฟังก์ชันที่ 7 จะได้ความดันที่ขาออกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยอีกครั้งใช้ในการเช็คค่าความดันขาออกที่เครื่องระเหยว่ามีค่าที่ถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งนำไปคำนวณเพื่อหาพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ถึงประสิทธิภาพในการทำความเย็นของระบบนี้เมื่อเทียบกับปริมาณงานที่ให้กับระบบถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของระบบทำความเย็น รวมไปถึงพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงาน (Power) และพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ ( $Q_L$ ) เราสามารถนำไปคำนวณเพื่อหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำความเย็นที่สภาวะต่าง ๆ หรือภาระความร้อนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ภายในระบบทำความเย็น



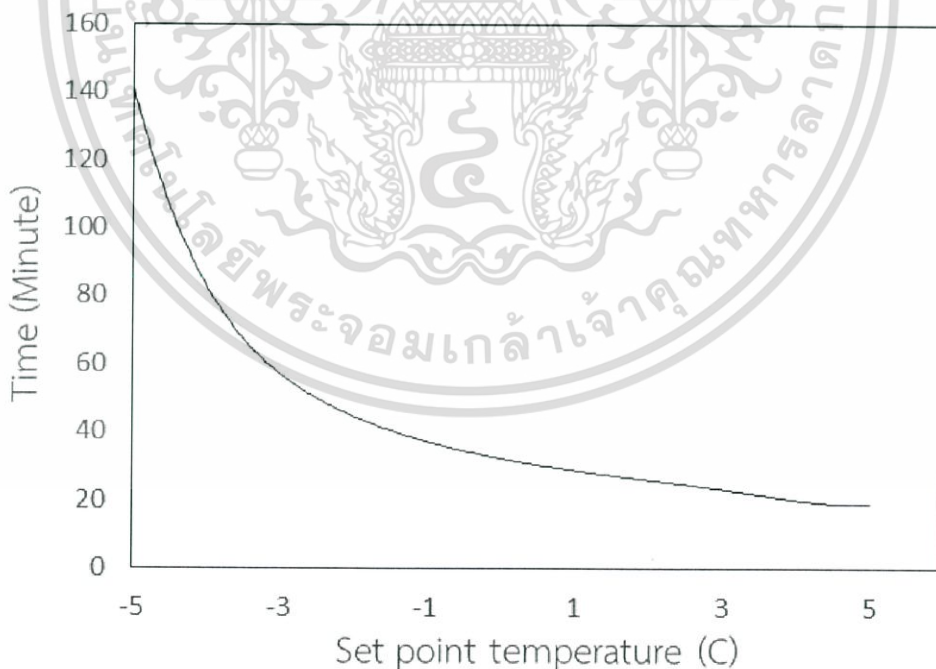
รูปที่ 4.3 แผนผังความสัมพันธ์ของแต่ละฟังก์ชันในการสร้างแบบจำลองอิมพิริเคิลของห้องแช่เย็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2. ผลการวิเคราะห์

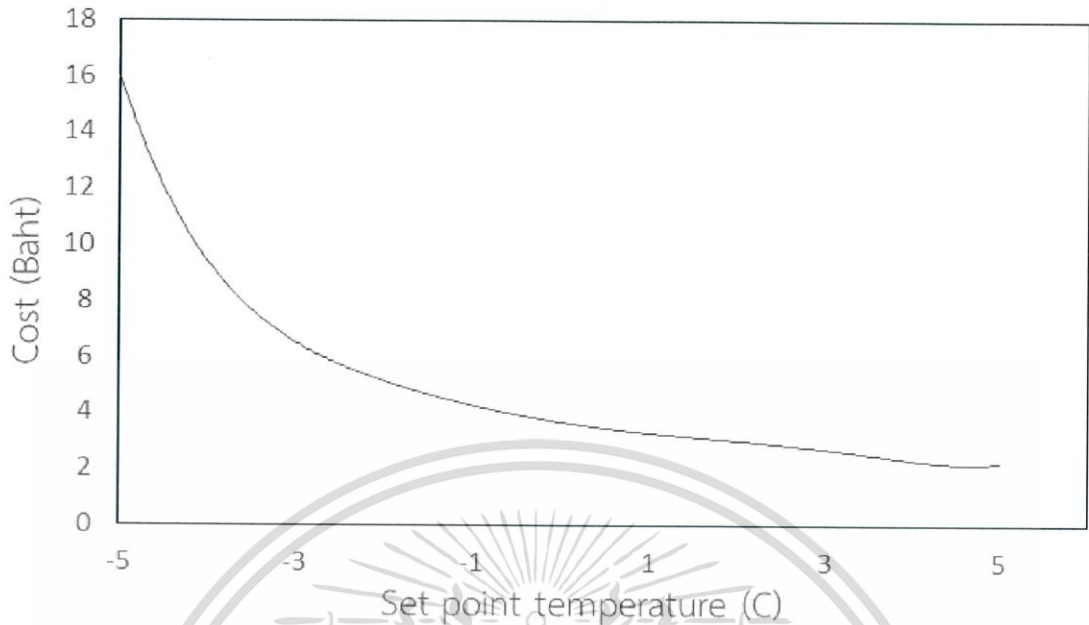
### 4.2.1. การทดลองห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน

โดยทั่วไปในระบบอุตสาหกรรมเมื่อระบบทำความเย็นหรือห้องแช่เย็นถูกเปิดขึ้นใหม่ที่อุณหภูมิห้องหรือถูกรบกวนจากภาระการทำความเย็นจะต้องใช้เวลาในการกลับเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady State) ใหม่ ซึ่งไม่สามารถกำหนดเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่สภาวะคงตัวได้จึงได้นำข้อมูลที่มีมาหาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่อุณหภูมิที่กำหนดภายในห้องดังกราฟในรูปที่ 4.4 จากกราฟได้วาระยะเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่อุณหภูมิที่กำหนดจะแปรผันตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ตัวอย่างเช่นการเก็บรักษาอาหารโดยปกติแล้วจะเก็บที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส ซึ่งในการทำงานของเครื่องจะใช้ระยะเวลาเข้าสู่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียสประมาณ 80 นาที ทำให้สามารถคาดคะเนระยะเวลาในการเข้าสู่สภาวะคงตัวได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้สามารถหาค่าไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการเข้าสู่สภาวะคงตัวได้ จากพลังงานที่เครื่องอัดไอในการทำงานเริ่มแรกกับอัตราค่าไฟฟ้างวดแสดงในรูปที่ 4.5 จะพบว่าอัตราค่าไฟฟ้าที่ต้องเสียจะแปรผันตามกับระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน นั่นก็คือที่อุณหภูมิกำหนดต่ำจะใช้ค่าไฟฟ้าในปริมาณที่มากกว่าที่อุณหภูมิกำหนดสูง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณค่าไฟฟ้าทั้งหมดของระบบทำความเย็นได้เพื่อใช้ในการวางแผนการใช้งานห้องแช่เย็นให้เหมาะสมกับงบประมาณหรือใช้วางแผนแนวทางการลดค่าใช้จ่ายของระบบทำความเย็นได้



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเข้าสู่อุณหภูมิที่กำหนดกับอุณหภูมิภายในห้องที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

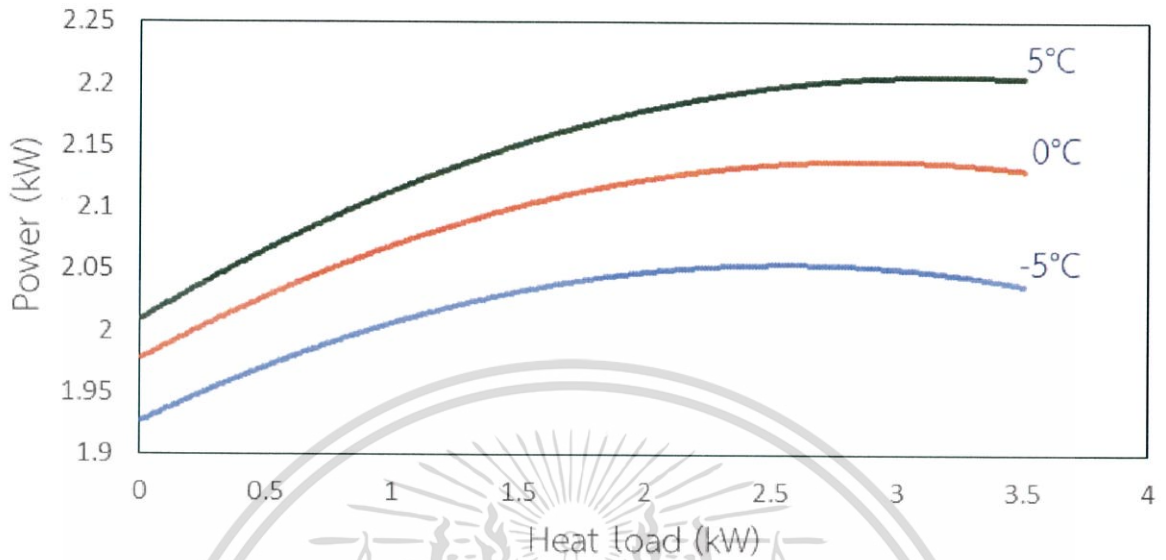


รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นอาหารช่วงไม่มีภาระความร้อนภายในห้องตั้งแต่ที่อุณหภูมิห้องปกติถึงอุณหภูมิที่กำหนดภายในห้อง

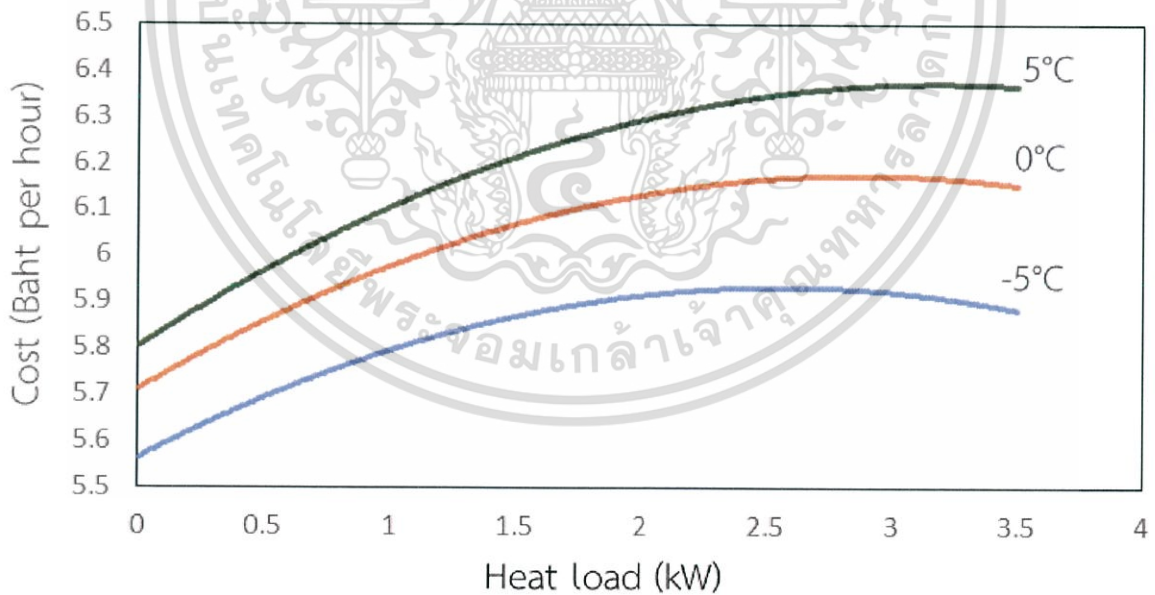
#### 4.2.2. การทดลองห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน

ระบบทำความเย็นในอุตสาหกรรมอาหารโดยปกติแล้วจะมีการนำวัตถุดิบอาหารไว้ภายในห้อง ซึ่งวัตถุดิบทุกชนิดจะมีภาระความร้อนอยู่เสมอ จึงได้ทำการสร้างภาระความร้อนขึ้นภายในห้องแช่เย็นโดยสมมติว่าเป็นภาระความร้อนจากวัตถุดิบอาหารกำหนดภาระความร้อนไว้ที่ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 kW และเปรียบเทียบอุณหภูมิที่กำหนดไว้ที่ -5, 0 และ 5 องศาเซลเซียส ดังกราฟรูปที่ 4.6 พบว่าเมื่อมีภาระความร้อนที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ และอุณหภูมิที่กำหนดสูงพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานจะสูงตามไปด้วย เนื่องจากระบบทำความเย็นนี้มีการติดตั้งระบบการทำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ (Reheat) ระบบจึงมีการทำงานอยู่ตลอดเวลาพิจารณาได้จากเมื่ออุณหภูมิภายในห้องถึงที่กำหนดไว้ ระบบจะมีการนำความร้อนที่ต้องทิ้งออกสู่ภายนอกที่เครื่องอัดไอลงมาทิ้งภายในห้องทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นแล้วกลับมาทำงานที่สภาวะเดิม ทำให้ที่อุณหภูมิกำหนดสูงจะใช้พลังงานในการทำงานของเครื่องอัดไอที่มากกว่าอุณหภูมิกำหนดต่ำ อีกทั้งเมื่อนำมาวิเคราะห์ในส่วนของค่าไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการทำงานของเครื่องอัดไอจากรูปที่ 4.7 จะพบว่าค่าไฟฟ้าที่สูญเสียจะแปรผันไปตามพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคาดคะเนค่าไฟฟ้าของระบบทำความเย็นนี้ได้ เช่น หากมีภาระความร้อนอยู่ภายในห้อง 1.5 kW จะต้องเสียค่าไฟฟ้าในการทำงานของระบบประมาณ 5.9 บาทต่อชั่วโมง โดยระบบทำความเย็นโดยปกติจะมีการทำงานตลอด 24 ชั่วโมงซึ่งสามารถคาดคะเนค่าไฟฟ้าต่อเดือนได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานเมื่อเทียบกับภาวะความร้อนภายในห้อง

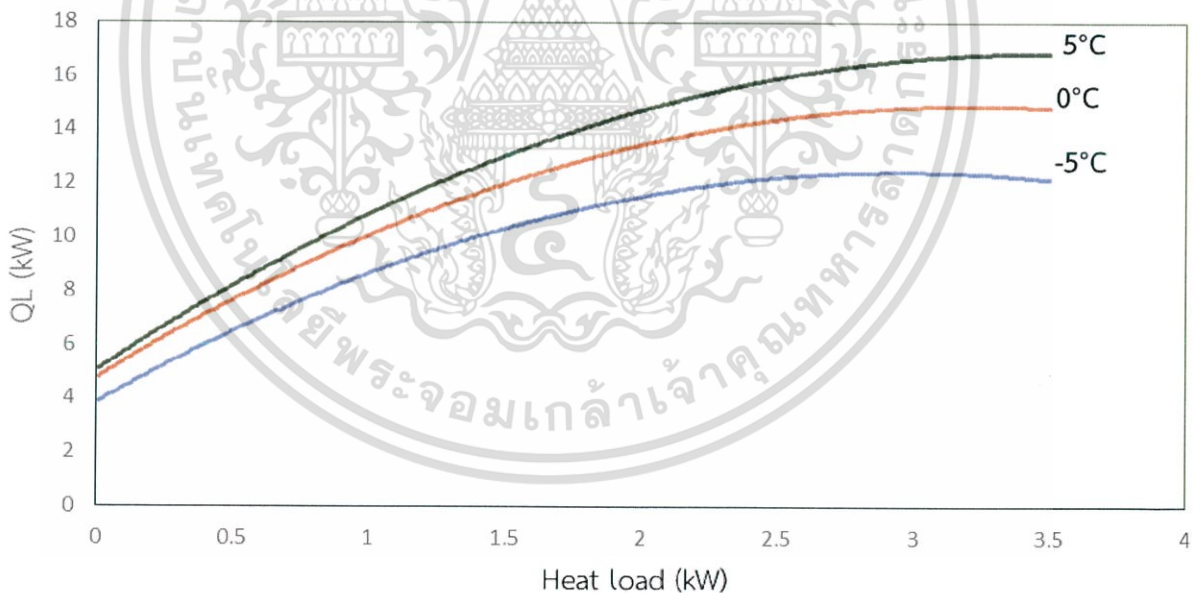


รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นต่อหน่วยเมื่อเทียบกับภาวะความร้อนภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

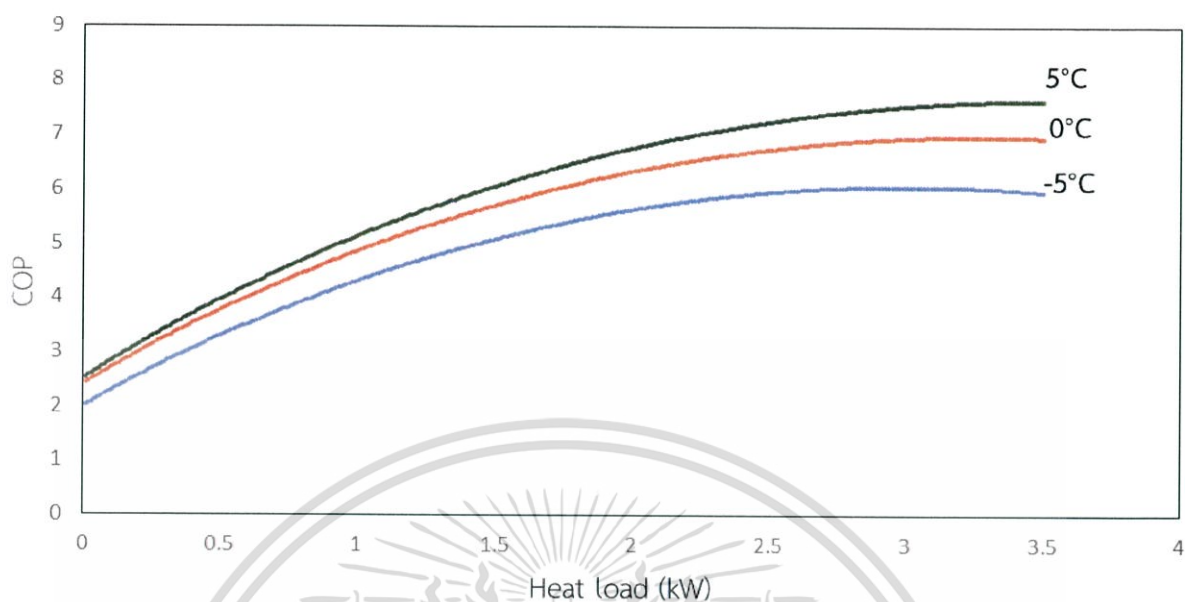
ส่วนที่สำคัญของระบบทำความเย็นคือพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ เนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการทำงานของระบบนี้ได้ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองอิมพิริเคิลของห้องแช่เย็นนี้พบว่าที่อุณหภูมิกำหนดสูงจะมีพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบมากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดต่ำดังแสดงในรูปที่ 4.8 เนื่องจากที่อุณหภูมิของระบบต่ำจะมีสัดส่วนไอของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น ทำให้สารทำความเย็นมีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกได้น้อยกว่าที่อุณหภูมิภายในห้องสูง ฉะนั้นเมื่อนำไปเทียบกับกราฟในรูปที่ 4.9 จะพบว่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นตัวอย่างนี้จะมีทิศทางไปทางเดียวกับค่าพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ ที่อุณหภูมิกำหนดสูงจะมีภาระความร้อนที่ต้องระบายออกสู่ภายนอกที่ต่ำกว่าที่อุณหภูมิกำหนดต่ำทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นที่อุณหภูมิสูงมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ จากกราฟนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบระบบทำความเย็นได้โดยสมมติภาระความร้อนที่อยู่ภายในห้องจะสามารถคาดคะเนประสิทธิภาพในการทำความเย็นของระบบที่ภาระความร้อนนั้น ๆ ได้ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่

อีกทั้งในระบบนี้เราสามารถลดการใช้พลังงานของระบบนี้ได้โดยการล้างฝุ่นที่เกาะบนแผ่นเพลตของเครื่องอัดไอ จะเป็นการลดความหนาบนแผ่นเพลตทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนมากยิ่งขึ้น และสามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในระบบได้



รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบเมื่อเทียบกับภาระความร้อนภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

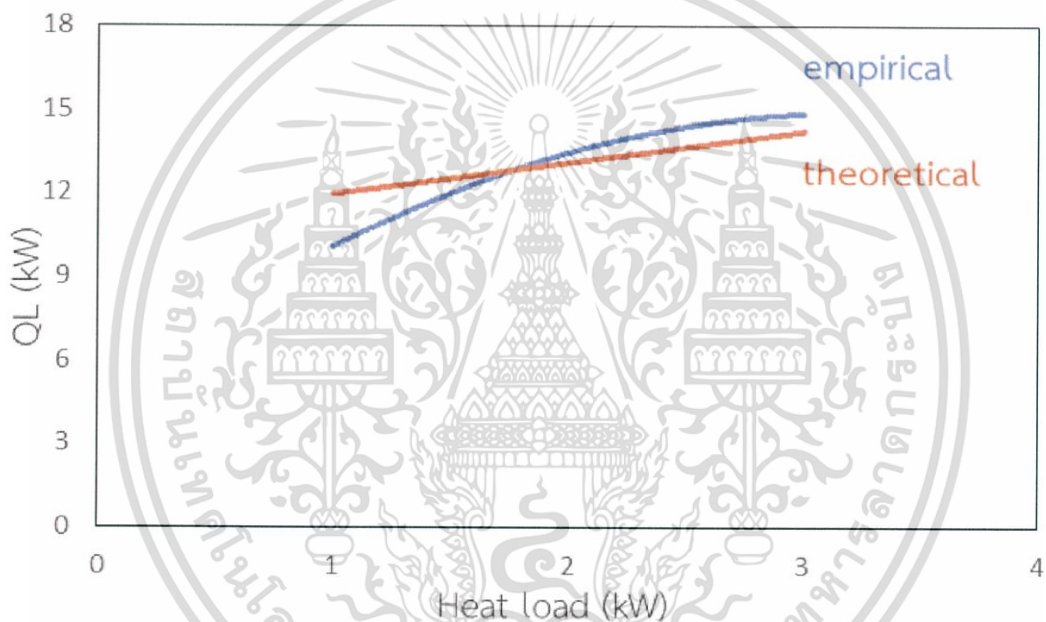


รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นเมื่อเทียบกับภาระความร้อนภายในห้อง

ในส่วนสุดท้ายทำการเปรียบเทียบแบบจำลองอิมพีริคัลกับการคำนวณจากทฤษฎีเพื่อวัดความแม่นยำของผลที่ได้เมื่อเทียบกับผลการคำนวณจากทฤษฎี ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถหาได้จากอัตราส่วนของผลต่างทางทฤษฎีและอิมพีริคัลกับผลการคำนวณทางทฤษฎี โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ดังนั้นเลือกศึกษาความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีจากพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ (QL) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็น (COP) ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญของระบบทำความเย็นนี้ โดยการนำผลการคำนวณจากทฤษฎีมาสร้างสมการเส้นตรง เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณในช่วงภาระความร้อน 1.0 ถึง 3.0 kW ที่เป็นช่วงที่ทำการทดลอง เพื่อนำผลการคำนวณทั้งหมดนี้มาเปรียบเทียบทุกจุดกับผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอิมพีริคัล โดยพิจารณาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเนื่องจากที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นค่ากลางของข้อมูลทั้งหมดที่เทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีได้ดังกราฟรูปที่ 4.10 และ 4.11 จากกราฟจะพบว่าในส่วนของพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ (QL) จะมีความคลาดเคลื่อนที่น้อยเมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนของสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยได้ 5.27% สัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยได้ 11.31% ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากที่ระบบจริงจะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เพิ่มมากขึ้นจากระบบทำความเย็นแบบพื้นฐาน รวมไปถึงความสูญเสียความร้อนที่จุดต่าง ๆ แรงเสียดทานของท่อ ยิ่งถ้าระบบมีการวางท่อที่คดเคี้ยวจะยิ่งทำให้มีค่าต่างจากระบบทางทฤษฎีมากขึ้น หรือในส่วนที่ผลที่ได้จากแบบจำลองอิมพีริคัลมีค่ามากกว่าผลที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี เนื่องจากห้องแช่เย็น

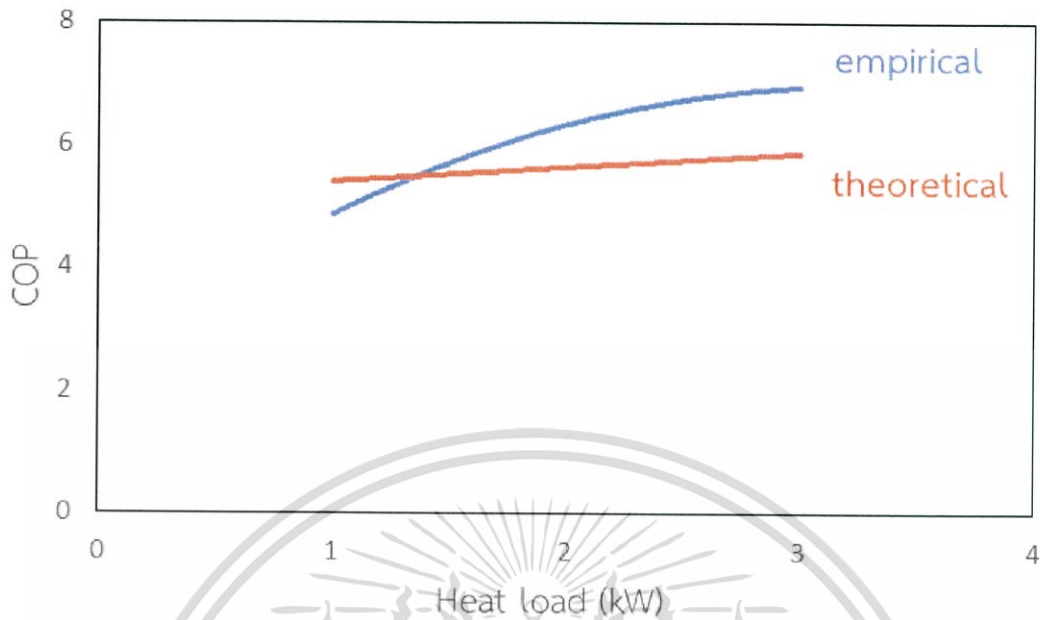
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารนี้ได้มีการใช้เครื่องอัดไอแบบที่มีอินเวอร์เตอร์ติดตั้งอยู่ภายใน ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงานได้ในบางช่วงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของระบบทำความเย็นตัวแบบนี้มากกว่าระบบทำความเย็นแบบทฤษฎี ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นอาหารอาจเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของระบบในช่วงการทดลอง ทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ แต่ทั้งนี้แบบจำลองอิมพีริเคิลที่ได้มานั้นสามารถนำมาทำนายค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และประสิทธิภาพในการทำงานของระบบทำความเย็นได้ และมีผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือและมีความใกล้เคียงกับค่าจริงของระบบทำความเย็นนี้มากที่สุดในช่วงที่มีภาระความร้อนตั้งแต่ 1.0 ถึง 3.0 kW ที่เป็นช่วงที่ใช้ในการทดลองและนำมาสร้างแบบจำลองอิมพีริเคิลนี้



รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบกับภาระความร้อนโดยเทียบระหว่างแบบจำลองอิมพีริเคิลกับผลการคำนวณทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นกับภาระความร้อนโดยเทียบระหว่างแบบจำลองอิมพีริคัลกับผลการคำนวณทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการทดลอง

### 5.1. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและทดสอบแบบจำลองอิมพีริคัลของระบบทำความเย็น โดยใช้ห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหารเป็นตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนแรกได้ทำการศึกษาระบบทำความเย็นทางทฤษฎีด้วยการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากนั้นเก็บข้อมูลของห้องแช่เย็นอาหารที่สภาวะต่าง ๆ เพื่อใช้ในการสร้างสมการความสัมพันธ์หาค่าพารามิเตอร์ในระบบทำความเย็น ซึ่งทำให้ได้สมการฟังก์ชันความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบจำลองอิมพีริคัลของห้องแช่เย็นตัวอย่าง โดยการทดลองแบ่งเป็นการทดลองที่ไม่มีภาระความร้อน และการทดลองที่มีภาระความร้อนอยู่ในห้องเพื่อแทนความร้อนของวัตถุดิบที่แช่เย็นอยู่ในห้อง

จากการศึกษาได้ว่าแบบจำลองอิมพีริคัลสามารถทำนายค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น QL, COP และงานที่ภาระการทำความเย็นต่าง ๆ ได้ ผลที่ได้จากแบบจำลองอิมพีริคัลจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับของจริงและคลาดเคลื่อนจากการคิดคำนวณทางทฤษฎีอยู่ไม่มากก็น้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความดันสูญเสียจากการเดินท่อและอุปกรณ์ภายในระบบจริง หรืออุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบนอกของระบบ และสามารถสรุปผลได้ว่าพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11.55 kW สัมประสิทธิ์สมรรถนะของห้องแช่เย็นอาหารโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.27 และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอัดไอโดยเฉลี่ยเท่ากับ 73.13% ทั้งนี้ได้มีการคิดค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการใช้งานห้องแช่เย็นอาหารที่ไม่มีภาระความร้อนจะมีอัตราค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 5.87 บาทต่อชั่วโมง และห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนอยู่ในจะมีอัตราค่าไฟฟ้าที่อุณหภูมิ -5, 0 และ 5 องศาเซลเซียสอยู่ที่ 5.84, 6.05 และ 6.2 ตามลำดับ ทำให้ทราบว่าห้องแช่เย็นอาหารตัวอย่างนี้มีค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของเครื่องที่มากเกินไปหากอยู่ในสภาวะที่ไม่มีภาระความร้อนอยู่ใน เนื่องจากเครื่องอัดไอของระบบมีการทำงานอยู่ตลอดเวลาแม้ไม่มีภาระความร้อนหรืออุณหภูมิห้องคงที่ ซึ่งจากการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองอิมพีริคัลกับการคำนวณจากทฤษฎีได้ว่าแบบจำลองอิมพีริคัลมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11.8%

### 5.2. ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ควรทำการเก็บข้อมูลจากห้องแช่เย็นอาหารตัวอย่างให้ละเอียดมากขึ้น เช่น อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมรอบนอกห้องแช่เย็น เนื่องจากการเก็บข้อมูลในครั้งนี้พบว่าความดันที่จุดต่าง ๆ ภายในระบบมีความแปรปรวนไปตามอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบนอกห้องแช่เย็น

5.2.2. ควรทำการทวนสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดที่ติดตั้งไว้ภายในระบบ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความละเอียดและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3. ควรทำการทดลองโดยใช้วัตถุดิบอาหารจริง เนื่องจากวัตถุดิบอาหารเมื่อนำไปแช่เย็นในห้องมี ภาวะความร้อนลดลงเรื่อย ๆ จนเมื่ออุณหภูมิของอาหารเท่ากับอุณหภูมิของห้องที่จุดนั้นจะไม่มีภาวะความ ร้อนเหลืออยู่ภายในห้องเลย แต่ภาวะความร้อนที่สมมติในการทดลองนี้เป็นการให้ภาวะความร้อนคงที่ ตลอดเวลาจนอุณหภูมิภายในห้องเข้าสู่ที่กำหนดไว้ ซึ่งหากมีการใช้วัตถุดิบจริงผลที่คาดคะเนได้จะมีค่า ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- Dupont Suva. 2004. Thermodynamics Properties of Refrigerant R407c. [Online] Available: [http://www2.dupont.com/Refrigerants/en\\_US/assets/downloads/h56607\\_Suva407C\\_thermo\\_prop\\_si.pdf](http://www2.dupont.com/Refrigerants/en_US/assets/downloads/h56607_Suva407C_thermo_prop_si.pdf)
- Hua Li., Seok-Kwon Jeong., Jung-In Yoon. and Sam-Sang You. 2007. An empirical model for independent control of variable speed refrigeration system. Applied Thermal Engineering. 28. 2-6.
- MATLAB and Statistics Curve Fitting 2013a. The MathWorks, Inc., United States.
- Matthews G.J. How to measure pressure How to measure flow. [Online] Available: [www.tsi.com/uploadedFiles/.../flow\\_and\\_pressure.pdf](http://www.tsi.com/uploadedFiles/.../flow_and_pressure.pdf).
- Singh A.K., Singh Harpal., Singh S.P. and Saawhney R.L. 2002. Numerical calculation of psychrometric properties on a calculator. Building and Environment. 415 – 419.
- Pierre-Sylvain Mirade., Alain Kondjoyan., Jean - Dominique Daudin. 2002. Three - dimensional CFD calculations for designing large food chillers. Computers and electronics in agriculture, 34, 1-2
- Wang, Shan K.. 2000. Handbook of Air conditioning and Refrigeration 2nd edition. McGraw Hill.
- การไฟฟ้านครหลวง. 2555. อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ. [Online] Available: <http://www.mea.or.th/profile/index.php?l=th&tid=3&mid=259&pid=109>.
- คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร). 2553. ระบบทำความเย็น. [Online] Available: [www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file\\_handbook/.../Build\\_15.pdf](http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/.../Build_15.pdf).
- ชูชัย ต.ศิริวัฒนา และพิพัฒน์ อมตฉายา. 2550. การศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ปรับเปลี่ยนจากสารทำความเย็น R-22 เป็น R-407C. รายงานการวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา.
- ดิลก ปาณานนท์. 2541. การศึกษาสมรรถนะของระบบทำความเย็นโดยการเปรียบเทียบทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติระหว่างสารทำความเย็น HCFC - 22 กับ HFC - 407c สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชนะเลิศ องค์กรสุข. 2546. สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยของน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นันทวัน เทอดไทย , ไพศาล วุฒิจำนงค์, อนุวัตร แจ่มชัด , ฉัตรลดา กู้สุจริต. การศึกษาสภาวะการทอด  
สูญญากาศที่เหมาะสมสำหรับหอมแดง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุภาพ แยมไตรพัฒน์. 2551. การประยุกต์ใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กเชื้อเพลิง LPG ขับคอมเพรสเซอร์ของ  
เครื่องปรับอากาศ. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหา  
นคร.

ผศ. น.อ. ดร.ตระการ ก้าวกลสิกรรม. 2555. การทำความเย็น. [Online] Available:  
[www.ebooks.in.th/download/6444/การทำความเย็น](http://www.ebooks.in.th/download/6444/การทำความเย็น).

ผศ.สิทธิชัย วงษ์ชนสุภรณ์. C.O.P. กับการประหยัดพลังงานในเครื่องทำความเย็น. ภาควิชา  
วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. [Online] Available:  
[www.thairefrig.or.th/download/thairefrig\\_or\\_th/c.o.p.pdf](http://www.thairefrig.or.th/download/thairefrig_or_th/c.o.p.pdf).

ทิพวรรณ พุทธสนธิพจน์. 2555. ตัวอย่างการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Example Study on  
Mathematical Modeling). สายวิชาคณิตศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. (11). 103 – 109.

มะโน ละมุล. การใช้ R407c ทดแทน R22 ในระบบทำความเย็น. บริษัท รีฟริโก อีควิปเมนท์ จำกัด.  
[Online] Available: [www.thairefrig.or.th/download/thairefrig\\_or\\_th/r407c.pdf](http://www.thairefrig.or.th/download/thairefrig_or_th/r407c.pdf).

มหาวิทยาลัยแม่โจ้. การถนอมอาหารด้วยการใช้ความเย็น. [Online] Available:  
[http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning46/ft470/ct/ct\\_0601.html](http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning46/ft470/ct/ct_0601.html).

สาธิต ตรีปิยรัตน์. การประหยัดพลังงานระบบการทำความเย็นบนพื้นฐานความถูกต้องเชิงวิศวกรรม.

บริษัท เรฟเทค จำกัด. [Online] Available:

[www.thairefrig.or.th/download/thairefrig\\_or\\_th/safe%20energy.pdf](http://www.thairefrig.or.th/download/thairefrig_or_th/safe%20energy.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-1 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียส

เวลา (นาทื)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นในห้อง	เวลา (นาทื)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นในห้อง
0	26.7	88	37	-1	69
1	26.7	85	38	-1.3	71
2	25.9	69	39	-1.3	78
3	24.8	62	40	-1.4	74
4	23.1	57	41	-1.7	70
5	21.5	56	42	-2	70
6	19.7	56	43	-2.1	78
7	18.2	57	44	-2.1	75
8	17	57	45	-2.4	71
9	15.7	57	46	-2.7	71
10	14.4	58	47	-2.7	78
11	13.2	58	48	-2.7	78
12	12.1	59	49	-2.8	73
13	11.1	59	50	-3.1	72
14	10.2	60	51	-3.1	80
15	9.3	60	52	-3.1	79
16	8.4	61	53	-3.2	74
17	7.6	62	54	-3.4	74
18	6.9	63	55	-3.4	81
19	6.3	64	56	-3.4	78
20	5.6	63	57	-3.5	74
21	4.9	63	58	-3.6	79
22	4.3	62	59	-3.6	82
23	3.6	62	60	-3.6	77
24	3	62	61	-3.7	80
25	2.5	68	62	-3.7	80
26	2.3	73	63	-3.7	76
27	1.9	68	64	-3.8	80
28	1.5	67	65	-3.8	80
29	1	67	66	-3.9	76
30	0.9	75	67	-3.9	81
31	0.7	72	68	-3.9	81
32	0.4	69	69	-3.9	78
33	0	67	70	-3.9	82
34	-0.3	72	71	-3.9	80
35	-0.4	75	72	-4	79
36	-0.7	71	73	-4	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-1(ต่อ) ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นใน ห้อง	เวลา (นาที)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นใน ห้อง
74	-4	79	110	-4.5	82
75	-4	81	111	-4.6	82
76	-4	82	112	-4.6	84
77	-4.1	78	113	-4.6	80
78	-4.1	82	114	-4.6	83
79	-4.1	80	115	-4.6	81
80	-4.1	79	116	-4.7	82
81	-4.1	83	117	-4.7	83
82	-4.1	79	118	-4.7	81
83	-4.2	81	119	-4.7	84
84	-4.2	83	120	-4.7	81
85	-4.3	80	121	-4.7	84
86	-4.3	83	122	-4.7	81
87	-4.3	80	123	-4.7	82
88	-4.3	80	124	-4.7	83
89	-4.3	83	125	-4.8	82
90	-4.3	80	126	-4.8	84
91	-4.3	83	127	-4.8	81
92	-4.3	82	128	-4.8	83
93	-4.4	80	129	-4.8	81
94	-4.4	83	130	-4.8	83
95	-4.4	80	131	-4.9	82
96	-4.4	82	132	-4.9	82
97	-4.4	82	133	-4.9	83
98	-4.5	80	134	-4.9	82
99	-4.5	83	135	-4.9	84
100	-4.5	81	136	-4.9	81
101	-4.5	82	137	-4.9	84
102	-4.5	83	138	-4.9	82
103	-4.5	80	139	-4.9	83
104	-4.5	83	140	-4.9	83
105	-4.5	82	141	-4.9	82
106	-4.5	81	142	-4.9	84
107	-4.5	83	143	-5	81
108	-4.5	80	144	-5	84
109	-4.5	83	145	-5	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นใน ห้อง	เวลา (นาที)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นใน ห้อง
0	25.3	86	36	-0.5	74
1	25.3	83	37	0	75
2	24.6	70	38	0.7	75
3	23.3	64	39	0.9	76
4	21.8	58	40	0.9	70
5	20.2	55	41	0.5	71
6	18.4	54	42	0.3	74
7	16.8	54	43	-0.1	70
8	15.5	54	44	-0.3	73
9	13.9	55	45	-0.5	71
10	12.8	56	46	-0.2	79
11	11.5	56	47	0.4	80
12	10.5	57	48	0.7	75
13	9.7	62	49	0.7	72
14	8.9	60	50	0.5	74
15	7.9	62	51	0	70
16	7.3	64	52	-0.3	73
17	6.6	62	53	-0.4	72
18	6	65	54	-0.2	79
19	5.5	67	55	0.5	80
20	4.9	66	56	0.7	75
21	4.5	71	57	0.7	72
22	4.2	69	58	0.5	74
23	3.7	66	59	0.1	71
24	3.3	70	60	-0.3	74
25	2.9	68	61	-0.5	72
26	2.4	66	62	-0.4	78
27	2.1	71	63	0.3	80
28	1.8	68	64	0.6	75
29	1.3	67	65	0.6	75
30	1.1	71	66	0.4	73
31	0.7	67	67	0	72
32	0.3	68	68	-0.3	73
33	0.2	73	69	-0.4	73
34	-0.1	68	70	-0.3	78
35	-0.5	70			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียส

เวลา (นาท)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นใน ห้อง	เวลา (นาท)	อุณหภูมิห้อง (C)	ความชื้นใน ห้อง
0	25.8	79	31	5.1	71
1	24.8	67	32	5.4	70
2	23.4	61	33	5.4	67
3	21.9	58	34	4.8	71
4	20.2	57	35	4.4	69
5	18.5	57	36	4.3	69
6	17	58	37	4.5	74
7	15.6	59	38	4.9	74
8	14.4	59	39	5.3	72
9	13.1	60	40	5.3	69
10	12	60	41	4.7	67
11	10.9	61	42	4.3	72
12	9.9	62	43	4.3	72
13	9.2	66	44	4.7	71
14	8.5	66	45	5.1	73
15	7.7	65	46	5.2	73
16	7.2	71	47	5.1	69
17	6.7	69	48	4.4	67
18	6.2	69	49	4.2	73
19	5.7	74	50	4.2	74
20	5.4	73	51	4.7	73
21	5	70	52	5.1	72
22	4.6	71	53	5.3	73
23	4.6	76	54	5.1	69
24	4.9	76	55	4.4	67
25	5.5	74	56	4.2	74
26	5.5	71	57	4.2	74
27	5.2	68	58	4.6	73
28	4.7	72	59	5.1	74
29	4.6	71	60	5.3	73
30	4.6	71			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4 ตารางข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	กระแสไฟฟ้า (A)
0	5.87
5	6.09
10	5.68
15	5.66
20	5.33
25	5.29
30	5.4
35	5.2
40	5.22
45	5.24
50	5.33
55	5.16
60	5.43
65	5.45
70	5.2

เวลา (นาที)	กระแสไฟฟ้า (A)
75	5.11
80	5.15
85	5.33
90	5.44
95	5.28
100	5.35
105	5.38
110	4.97
115	5.03
120	5.18
125	4.97
130	5.21
135	5.48
140	5.17
145	5.27

ก-5 ตารางข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	กระแสไฟฟ้า (A)
0	5.48
5	5.58
10	5.46
15	5.27
20	5.35
25	5.09
30	5.17
35	4.92

เวลา (นาที)	กระแสไฟฟ้า (A)
40	5.01
45	4.54
50	5.26
55	5.35
60	4.97
65	5.12
70	5.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-6 ตารางข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่ไม่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	กระแสไฟฟ้า (A)
0	5.85
5	5.82
10	5.59
15	5.42
20	4.96
25	5.13
30	5.14
35	4.91
40	4.89
45	4.88
50	5.14
55	4.73
60	5.39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-7 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาทื)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	
0	44.2	227.2	226	225	211	61	22.1	0.9	44.8	44.8	31.5	24.4	-7.4	-8.7	
1	45.2	237.9	236.6	235.6	222.5	60.1	22.5	0.1	60.5	60.5	33.9	25.6	-6.8	-9.1	
2	46.7	222.2	221	219.2	207.2	51.1	23.1	5.4	53.9	53.9	32.9	26.5	-5.8	-8.2	
3	43.7	231.2	230.2	229.1	215.5	55.8	22	7.8	60.5	60.5	33.9	26.6	-8.3	-8.3	
4	44.4	237.2	236.1	234.9	221.5	58.2	22.1	4.5	64.2	64.2	34.5	26.7	-7.5	-8.9	
5	44.8	240.4	239.2	238.2	224.9	56.7	22.3	2.4	64.8	64.8	34.9	27.5	-6.7	-9.3	
6	43.7	237.2	236.2	235	221.8	53	22	1.2	65.2	65.2	34.9	27.8	-8.5	-9.7	
7	44.2	238.4	237.3	236	222.6	58.9	22.1	0.5	65.6	65.6	34.9	27.7	-7.5	-10	
8	44.4	241	240	238.7	225.7	55.3	22.2	0	66.1	66.1	35.3	28	-7.2	-10	
9	47.6	219.8	218.1	216.1	204.9	51.3	23.4	4.7	52.5	52.5	33.8	27.6	-6.8	-9.2	
10	43.4	234.2	233.2	232.3	218.5	56.4	21.8	9.1	60	60	34.3	26.9	-8.7	-8.5	
11	44.3	241.7	240.7	239.4	226	58.1	22.1	6	64.4	64.4	35.4	27.3	-7.5	-9.2	
12	44.4	244	242.9	241.9	228.7	53.6	22.2	3.7	66.3	66.3	35.8	27.9	-7	-9.7	
13	43.5	240.8	239.9	238.9	225.8	52.2	21.9	2.2	67.2	67.2	35.6	28.1	-8.7	-9.9	
14	43.6	239.9	239	237.8	224.7	58	21.9	1.2	66.7	66.7	35.5	28.1	-8.6	-10	
15	44.4	243	241.9	240.9	227.7	56.4	22.2	0.7	66.9	66.9	35.5	28.2	-7.2	-9.9	
16	43.6	239.2	238.3	237.5	224.4	49.9	22	0.2	67	67	35.3	28.2	-9.1	-10.1	
17	48	182.3	212.1	212.8	211.9	52.5	23.5	0	66	66	35.1	28	-10.1	-10.3	
18	44	229.9	228.8	227.8	214.5	58.1	22	8.5	48.2	48.2	33.3	26.6	-9.2	-8.4	
19	44.6	242.4	241.5	240.2	226.8	60.3	22.3	7.9	62.1	62.1	34.7	27	-7	-9.1	
20	44.7	244.8	243.7	242.7	229.5	53.6	22.4	5.4	66	66	35.7	27.5	-6.8	-9.4	
21	42.9	239.8	239	238	225	49.7	21.7	3.3	66.9	66.9	35.5	28.3	-9.5	-9.8	

ก-7 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	43.1	236.8	235.8	234.8	220.9	61	21.7	1.7	66.9	66.9	35.3	28.1	-9.2	-10
23	44.6	241.3	240.2	239.2	226	59.5	22.2	0.9	68	68	35.4	28.1	-6.9	-10.2
24	43.6	239.8	239	237.9	225	50.9	22	0.2	67.9	67.9	35.3	28.3	-9.1	-10
25	46.9	218.3	217.1	214.5	203.3	49.2	23.1	4.2	50.9	50.9	33.5	27.6	-8.6	-9.4
26	43.8	233.7	232.8	231.5	217.8	60.6	21.9	9.1	59.3	59.3	34	27	-8.9	-9.2
27	44.7	242.6	241.6	240.3	227.3	60	22.3	6.3	65	65	35.2	27.2	-6.9	-9.7
28	43.8	242.5	241.6	240.5	227.6	51	22.1	3.9	66.8	66.8	35.6	28	-8.5	-9.7
29	42.6	237.6	236.7	235.8	222.3	55.1	21.5	1.9	67.3	67.3	35.3	27.9	-10	-10.3
30	44.1	242.2	241.1	240.1	226.7	58.3	22.1	0.8	68	68	35.6	28	-7.6	-10.2
31	43.7	242.5	241.5	240.3	227.4	52.1	22	0.2	67.9	67.9	35.6	28.6	-8.5	-10.1
32	50.1	172.5	205.8	206.3	200.7	57	24.4	1.6	58.8	58.8	34.4	28.1	-9.2	-10
33	42.8	232.9	232	230.8	216.8	61.9	21.6	9.6	56.6	56.6	34	26.9	-9.8	-8.9
34	44.6	245.4	244.3	243.2	230.1	59.9	22.3	7	65.2	65.2	35.3	27.3	-7	-9.4
35	43.9	245	244.1	242.9	230.2	50	22.1	4.6	67.9	67.9	36.1	28.1	-7.8	-9.5
36	42.6	240.5	239.6	238.5	225.3	53.9	21.6	2.3	68.1	68.1	35.8	28.3	-10	-9.9
37	44	242.5	241.7	240.4	227.3	58.4	22	1.2	68.7	68.7	35.9	28.1	-7.7	-10.3
38	43.9	241.9	240.9	239.9	226.8	50.1	22.1	0.4	68.2	68.2	35.8	28.5	-8	-10.1
39	42.5	195.6	224.7	224.7	221	46.7	21.4	-0.1	67.8	67.8	35.3	28.2	-10.4	-10.2
40	43.3	229.2	228.1	227.1	214.2	46.5	21.9	8.3	47.9	47.9	33.3	26.9	-9.2	-8.8
41	44.3	240.7	239.7	238.5	224.9	60.2	22.1	8.6	61.8	61.8	34.6	27	-7.5	-9.2
42	45	246.8	245.7	244.5	231.8	56.8	22.4	5.9	66.9	66.9	35.8	27.7	-6.6	-9.6
43	42.8	240.8	239.9	239.1	226.1	48.6	21.7	3.5	67.6	67.6	35.8	28.4	-9.9	-10

ก-7 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	43.6	239	238.1	236.8	223.3	59	21.8	1.7	67.8	67.8	35.4	28	-8.6	-10.2
45	44.4	243.5	242.5	241.2	228.4	59.1	22.2	0.7	67.7	67.7	35.7	28.2	-7	-10.2
46	43.6	243.6	242.6	241.7	228.5	51.1	22	0.1	68.2	68.2	35.9	28.7	-9	-10.4
47	45.1	229.1	227.9	226.5	214.4	48.8	22.6	6.1	48	48	34	27.8	-8	-9.3
48	43.9	236.5	235.3	234.2	220.5	60.1	22	9	60.3	60.3	34.8	27.4	-8.2	-9.2
49	44.8	243.6	242.5	241.3	228.5	60	22.3	5.9	65	65	35.7	27.8	-6.8	-9.6
50	43.9	243.9	242.8	241.9	228.9	52.6	22.1	3.7	67	67	35.9	28.5	-8.5	-9.7
51	43.1	241.2	240.3	239.3	225.9	55.2	21.7	1.5	68.2	68.2	35.9	28.3	-9.5	-10.2
52	44.1	245.2	244.2	242.9	230	58.5	22.1	0.6	68.4	68.4	36.1	28.5	-7.5	-10.3
53	44	245.6	244.6	243.6	230.5	52.3	22.1	0	68.8	68.8	36.4	28.8	-8.5	-10.2
54	45.7	228.2	227.2	225.9	213.8	48.2	22.7	5.6	49.8	49.8	34.2	27.8	-7.6	-9.2
55	43.9	237.2	236.1	235	221.3	59.7	22	8.4	61	61	34.7	27.4	-8.4	-9.4
56	44.6	248	246.9	245.8	232.7	59.6	22.3	5.7	65.9	65.9	35.8	27.7	-6.9	-9.6
57	43.7	245.2	244.4	243.4	230.5	50.7	22	3.6	67.7	67.7	36.2	28.4	-8.5	-9.7
58	42.3	238.9	238	236.9	223.8	50.4	21.4	1.7	67	67	36	28.4	-10.2	-10.2
59	44	243.9	243	241.9	228.5	58.9	22	0.8	67.3	67.3	36	28.2	-7.5	-10.4
60	43.9	245.6	244.6	243.7	230.9	51.1	22.1	0.2	67.7	67.7	36.3	28.6	-7.6	-10.1

ก-8 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	42.6	219.9	217.1	217.4	204.4	48.2	21.6	5.9	29.9	29.9	34.7	26.9	-8.6	-4.8
1	42.4	232.6	231.4	230.1	214.7	64.1	21.4	7	32.1	32.1	34.5	26.6	-9.4	-2.1
2	46.3	260.3	259	257.8	245.2	63.9	22.8	4.5	60.5	60.5	38	28.1	-5.3	-2.8
3	45.3	261.5	260.3	259.3	246.6	60.7	22.6	2.7	67.5	67.5	39.6	30.3	-6.8	-4.7
4	45.2	261.2	260.1	259	245.9	64.4	22.5	2	68.6	68.6	39.9	31	-6.1	-5.5
5	45.3	263.3	262.3	261.1	248.6	58.6	22.5	1.6	70.5	70.5	40.1	31.4	-6	-6
6	44.7	258.2	257.3	256.2	243.4	57.5	22.3	1	70.9	70.9	39.9	31.4	-7.7	-6.4
7	45.4	256.2	255.2	254.2	241.4	59.6	22.4	0.7	69.9	69.9	39.7	31	-7.3	-6.6
8	45.7	253.9	252.9	251.8	239.3	55.8	22.5	0.6	68.7	68.7	39.3	30.9	-7.6	-6.6
9	45.3	252.1	251.2	250.2	237.5	55.5	22.4	0.6	68.4	68.4	38.8	30.4	-8.5	-6.8
10	45.8	255.5	254.6	253.6	240.8	58.7	22.5	0.5	67.6	67.6	38.9	30.3	-7.8	-6.9
11	45.7	259.7	258.7	257.7	245.5	54.1	22.6	0.4	68	68	39.5	30.9	-7.8	-6.9
12	44.5	253.7	252.7	251.8	239.3	52.1	22.1	0.2	67.9	67.9	39.2	30.9	-9.6	-7
13	45.1	251.8	250.8	249.8	236.9	59.5	22.3	0.1	67.2	67.2	38.9	30.3	-9	-6.7
14	45.6	259.5	258.4	257.5	245.1	56.1	22.6	0	67.1	67.1	39.2	30.6	-7.5	-6.9
15	47.5	243.5	242.3	241.2	229.8	52	23.2	5.3	59.9	59.9	37.9	30.5	-7	-5.9
16	45.4	254.1	253.2	252.1	239.6	59.2	22.5	8.3	63.4	63.4	38.5	30.2	-8.1	-5.7
17	45.8	261.4	260.2	259.3	246.8	61.7	22.6	5.3	66.2	66.2	39.6	30.5	-7.2	-6.2
18	45.6	261.5	260.6	259.6	247.6	54	22.5	3.2	68.4	68.4	40.1	31.4	-7.5	-6.6
19	44.3	253.2	252.2	251.5	238.9	52.8	22.1	2.2	68.3	68.3	39.2	31.2	-9.9	-6.7
20	45.7	251.6	250.6	249.6	236.3	61	22.5	1.5	66.9	66.9	38.9	30.2	-8.3	-6.2
21	45.7	257.8	256.8	255.8	243.6	53.2	22.6	0.9	67.2	67.2	39.4	30.7	-7.2	-6.7

ก-8 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	44.3	251.4	250.5	249.6	237.1	50.9	22.1	0.4	67.8	67.8	38.9	30.7	-10.1	-6.8
23	52.1	200.6	222.5	222.6	219.3	59.9	24.9	0	67.1	67.1	38.4	30.1	-10.1	-6.4
24	45.9	249.5	248.4	247.4	233.6	52.3	22.7	9.3	56	56	37.4	29.2	-8.6	-5.2
25	46	258.7	257.7	256.7	244.2	54.3	22.7	7.8	65	65	38.9	30.1	-6	-5.9
26	45	253.1	252.1	251.2	238.8	51.5	22.3	5.4	68	68	39.1	30.6	-8.7	-6.3
27	45	249.6	248.6	247.7	234.6	58.9	22.3	3.8	67.5	67.5	38.7	30.2	-9.4	-6.3
28	46.2	257.4	256.2	255.2	242.9	56.8	22.7	2.6	68.1	68.1	39.2	30.6	-6.8	-6.7
29	44.7	253.2	252.4	251.4	239	50.6	22.2	1.9	68.2	68.2	38.9	31	-9.4	-6.8
30	44.2	248.3	247.6	246.5	233.5	55.3	22	1.1	68.1	68.1	38.3	30.2	-10.3	-6.6
31	45.9	258	257.1	256	243.5	59.6	22.6	0.5	68	68	39.2	30.2	-7.3	-6.8
32	44.9	255.8	254.9	254	241.5	49.9	22.3	0.2	68.2	68.2	39.5	30.9	-8.9	-6.9
33	51.8	157.3	222.1	222.6	217.1	59.7	24.8	2.1	59.8	59.8	37.8	30.2	-9.4	-6.3
34	44.1	243.9	242.8	241.9	228.3	57.5	21.9	9.3	57.9	57.9	37.3	29.4	-9.9	-5.3
35	46.3	260.1	259	258.1	245.8	61	22.7	6.5	65.5	65.5	38.8	29.8	-6.5	-5.9
36	45.1	255.8	254.9	254	241.6	49.7	22.3	4.4	67.3	67.3	39.3	30.9	-8.6	-6.3
37	43.8	247.3	246.5	245.6	232.7	51.8	21.8	2.4	67.5	67.5	38.5	30.3	-10.4	-6.2
38	45.8	254.4	253.5	252.4	239.3	59.9	22.5	1.4	67.2	67.2	38.7	30.1	-7.6	-6.1
39	45.3	259.2	258.3	257.4	245.1	50.5	22.4	0.7	67.4	67.4	39.6	31	-7.6	-6.7
40	43.8	249	248.2	247.3	234.5	49.9	21.9	0	67.1	67.1	38.8	30.9	-10.5	-6.8
41	45.2	241.8	240.9	239.9	226.7	48.8	22.4	7.9	47.9	47.9	36.6	29.5	-8.3	-5.1
42	46.2	255.3	254.3	253.3	240.1	61.7	22.7	8.4	61.6	61.6	38.2	29.6	-6.7	-5.1
43	45.8	259.3	258.4	257.5	245.3	51.5	22.6	5.6	65.4	65.4	39.4	30.8	-7	-6

ก-8 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องเย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	44.2	249.1	248.2	247.3	234.8	51.3	22.1	3.4	66	66	38.9	31	-10	-6.2	
45	45.8	254	253.1	252	238.7	60.4	22.5	2	66.1	66.1	38.9	30.2	-8.1	-5.8	
46	45.9	261.8	260.8	259.8	247.6	53.8	22.7	1.2	67.3	67.3	39.8	31	-6.7	-6.4	
47	44.4	250.6	249.7	248.9	236.3	50.2	22.1	0.6	66.2	66.2	39.2	31.3	-10.1	-6.7	
48	51.6	193.1	220.8	221.2	218.5	59.7	24.7	-0.1	65.8	65.8	38.5	30.2	-9.9	-6.1	
49	45.4	252.7	251.7	250.8	237.2	57.2	22.5	9.4	57.1	57.1	37.7	29.2	-8	-5	
50	45.9	259.9	258.9	257.9	245.6	53.9	22.7	7.5	64	64	39.3	30.3	-6.4	-5.6	
51	44.9	252.7	251.9	250.9	238.4	51.7	22.3	5.3	67.2	67.2	39.4	31	-9.2	-6.1	
52	45.3	251.4	250.4	249.4	236.2	63.2	22.4	3.8	67.1	67.1	38.9	30.3	-9.3	-5.9	
53	46.3	260.5	259.6	258.6	246.4	57.8	22.7	2.8	67.9	67.9	39.7	30.8	-6.7	-6.3	
54	44.8	253.7	252.7	251.8	239.6	49.5	22.2	2.1	69	69	39.4	31.3	-9.5	-6.7	
55	44.4	250	249.2	248.1	234.9	57.6	22	1.1	68.1	68.1	38.7	30.4	-10.1	-6.1	
56	46	259.8	258.8	257.7	245.4	59.8	22.6	0.6	67.7	67.7	39.5	30.4	-7.2	-6.5	
57	44.8	256.4	255.6	254.6	242.3	50.4	22.2	0.3	68.1	68.1	39.5	31.1	-9.3	-6.6	
58	50.9	153.9	225.9	225.8	220.5	57.9	24.5	0.2	66.3	66.3	38.6	30.4	-10.2	-6.4	
59	43.8	244	243.1	242.3	228.4	57.1	21.9	9.2	60.6	60.6	37.4	29.3	-9.7	-5.1	
60	46.3	256.6	255.6	254.8	242.1	60.8	22.7	7.5	64.9	64.9	38.7	29.5	-6.6	-5.5	

ก-9 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก
0	42.5	243.6	242.5	241.5	228.6	54.4	21.5	7.7	54.8	54.8	37	28.8	-5	-4		
1	45.1	260.4	259.3	258.3	246.6	55.7	22.5	5.5	64.1	64.1	38.5	29.7	-3.5	-4.3		
2	42.9	246.9	246	244.7	232.3	54.4	21.7	3.7	67.2	67.2	38.8	31	-4.5	-5.4		
3	45.1	257.6	256.5	255.3	243	64.1	22.4	3	67.5	67.5	38.4	30.1	-3.4	-5.2		
4	43.9	253.3	252.2	251	238.7	55	22.1	2.6	68.5	68.5	39	31.6	-3.7	-6.1		
5	44.9	255.6	254.5	253.2	240.7	65.7	22.3	2.5	68.4	68.4	38.5	30.8	-3.7	-5.8		
6	44.4	257.3	256.5	255.1	243.1	55.2	22.2	2.5	69.5	69.5	39.4	31.9	-3.3	-6.6		
7	44.4	253.2	252.2	250.9	238	66.9	22.1	2.4	68.9	68.9	38.6	31.1	-4	-6.2		
8	44.2	254	253	251.7	239.9	55.2	22.2	2.3	69.6	69.6	39.2	32	-3.2	-6.9		
9	44.2	245.3	244.3	243	230.1	64.2	22.1	2.2	68.9	68.9	38	30.7	-4.1	-6.6		
10	44.7	256.6	255.6	254.4	242.7	55.8	22.3	2.2	68.9	68.9	38.9	31.3	-2.8	-7		
11	43.7	248.6	247.8	246.5	233.5	58.1	21.9	2.2	68.9	68.9	38.6	31.1	-4.4	-7.1		
12	45.1	255.9	254.9	253.8	241.8	57.9	22.4	2.3	68.3	68.3	39.1	31	-3.4	-7		
13	44.1	246.7	245.7	244.6	232.2	55.5	22.1	2.2	69.3	69.3	38.6	31.2	-4.4	-7.1		
14	45.1	247.5	246.4	245.4	232.9	61.5	22.4	2.3	68.2	68.2	38.2	30.1	-4.3	-6.8		
15	44.8	245.5	244.5	243.7	231.5	53.5	22.3	2.3	66.8	66.8	38.4	30.6	-3.7	-7.3		
16	44.6	240.6	239.6	238.5	225.7	60.6	22.1	2.2	65.5	65.5	37.5	29.7	-4.9	-7		
17	45.3	249.3	248.4	247.3	235.3	56.2	22.4	2.4	65.5	65.5	38.2	30.1	-3.8	-7.1		
18	44.2	240.8	239.9	238.8	226	55.5	22.1	2.4	64.9	64.9	37.7	29.9	-5	-7.2		
19	45.3	244.9	244	242.9	230.5	60.3	22.4	2.4	64.3	64.3	37.6	29.4	-4.4	-6.8		
20	44.9	245.6	244.6	243.7	231.5	54.5	22.3	2.4	65.1	65.1	37.8	30.1	-4.4	-7.3		
21	44.5	242	241	240	227.1	59.2	22.1	2.3	65.1	65.1	37.6	29.5	-5.2	-7		

ก-9 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	45.1	248.8	247.9	246.9	234.6	56.1	22.4	2.5	65.4	65.4	38.3	30	-4.2	-7.2
23	44.2	242.5	241.6	240.6	227.6	56.5	22	2.5	66.2	66.2	37.9	29.8	-5.1	-7.4
24	45.2	247.7	246.7	245.6	233.3	59.4	22.4	2.5	66.1	66.1	38.1	29.7	-4.4	-7.1
25	44.8	243.8	242.8	241.9	229.5	54.3	22.3	2.5	65.7	65.7	38	30	-4.6	-7.5
26	44.8	244.5	243.5	242.5	229.6	60.7	22.2	2.5	65	65	37.7	29.5	-5	-7.1
27	45.2	247.8	246.8	245.7	233.7	56	22.4	2.5	64.9	64.9	38.1	30	-4.2	-7.6
28	44.3	241	240.1	239.2	226.1	55.9	22.1	2.4	64.5	64.5	37.6	29.7	-5.1	-7.5
29	45.3	248.7	247.8	246.7	234.5	57.7	22.4	2.4	65.4	65.4	37.8	29.7	-4.3	-7.3
30	44.7	246.5	245.5	244.5	232.3	54.2	22.3	2.4	66.7	66.7	38.2	30.2	-4.7	-7.5
31	44.6	244.7	243.7	242.8	230	60.1	22.1	2.3	66.1	66.1	37.9	29.6	-5.2	-7.3
32	45.2	249.6	248.6	247.6	235.5	56.1	22.4	2.4	66.3	66.3	38.4	30	-4.2	-7.6
33	44.6	243.4	242.5	241.3	228.7	54.9	22.2	2.4	66.1	66.1	38	30.1	-5	-7.7
34	45.1	243.3	242.3	241.3	228.8	59.4	22.3	2.4	65.7	65.7	37.6	29.7	-5	-7.4
35	45.1	245.5	244.4	243.4	231.2	55.6	22.3	2.4	66	66	37.8	30	-4.8	-7.5
36	44.7	245.5	244.6	243.6	230.9	56.2	22.2	2.4	66.1	66.1	37.9	30	-5.2	-7.5
37	45	245.8	244.9	243.8	231.7	56.3	22.3	2.5	65.8	65.8	38	30.2	-4.8	-7.5
38	44.5	241.6	240.7	239.6	226.9	57	22.2	2.5	65	65	37.5	30	-5.2	-7.6
39	45	242.2	241.2	240.2	227.8	58.9	22.2	2.5	65.5	65.5	37.2	29.8	-5	-7.4
40	45.1	243.5	242.4	241.2	229.2	56.4	22.4	2.5	66.5	66.5	37.4	30	-4.7	-7.7
41	44.8	242.5	241.5	240.5	227.6	57.1	22.3	2.5	65.8	65.8	37.3	29.8	-4.9	-7.6
42	45.1	244.2	243.2	242.1	229.7	57.1	22.3	2.5	66.1	66.1	37.3	29.7	-4.7	-7.6
43	45.2	244.5	243.5	242.5	229.7	56.3	22.3	2.5	66.2	66.2	37.7	29.8	-4.7	-7.9

ก-9 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	45.1	243.9	242.9	242	229.2	57.8	22.3	2.5	66.1	66.1	37.7	29.9	-4.9	-7.7
45	45.2	245.2	244.3	243.2	231	56.8	22.3	2.6	66.1	66.1	37.9	29.8	-4.7	-7.8
46	45.1	244.3	243.4	242.3	229.7	56.2	22.3	2.5	65.5	65.5	38	29.8	-4.9	-7.8
47	45.2	246.9	246.1	245	232.6	57.6	22.3	2.5	64.8	64.8	38.2	29.9	-4.8	-7.7
48	45	244.2	243.2	242.2	229.6	55.9	22.3	2.7	65.9	65.9	38	30	-4.8	-7.7
49	44.8	243.8	242.9	241.9	228.9	56.2	22.2	2.8	64.9	64.9	37.7	29.9	-5.1	-7.6
50	45.1	244.4	243.5	242.5	230.2	57.9	22.3	2.9	65.1	65.1	37.9	29.9	-4.9	-7.7
51	45	243	242.1	241.1	228.5	55.9	22.3	2.8	65.6	65.6	37.7	29.7	-5.1	-7.9
52	44.9	243.5	242.4	241.4	229.1	58	22.2	2.9	65.3	65.3	37.5	29.6	-5.1	-7.8
53	45.1	244.1	243.1	242	229.5	56.3	22.3	3	64.8	64.8	37.7	29.6	-5	-8
54	44.9	242.7	241.8	240.9	228.2	56.4	22.2	3	64.9	64.9	37.5	29.6	-5.1	-7.8
55	44.9	243.2	242.3	241.2	229	56.7	22.2	3.1	66.1	66.1	37.3	29.5	-5.1	-7.7
56	45	243	242	241.1	228.7	57	22.2	3	65.4	65.4	37.5	29.6	-5.1	-8
57	44.8	240.9	240	239	226.3	55.8	22.2	3.1	65.4	65.4	37.3	29.4	-5.3	-8
58	45	243.3	242.2	241.2	229	57.1	22.3	3.1	65.2	65.2	37.5	29.4	-5.1	-8.1
59	45	244.2	243.1	242.1	230.1	56.4	22.2	3.1	64.8	64.8	37.6	29.7	-5.1	-8.2
60	44.4	241.6	240.7	239.7	227.1	55.9	22.1	3.1	65.2	65.2	37.4	29.6	-5.3	-9.1

ก-10 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	45.9	262.7	261.6	260.4	248.1	56	22.8	1.4	64.9	64.9	38.7	29.3	-4.8	-6.7
1	51.5	215.8	221.9	222.1	216.8	60.4	24.9	0.1	63.4	63.4	38.4	30.4	-7.8	-7.3
2	44.4	250.2	248.9	248	234.5	67	22.2	9.3	60.5	60.5	37.7	29.6	-8.1	-6
3	45.4	266.3	265.2	263.9	251.4	63	22.6	5.4	67.6	67.6	39.1	30	-5.5	-7
4	44	260.8	259.9	258.9	246.4	51.5	22.1	2.4	69.9	69.9	39.7	31.1	-7.8	-7.7
5	47.8	152.3	227.5	227.2	222.9	52.1	23.5	-0.3	70	70	38.9	30.6	-9.8	-8.2
6	43	245.6	244.5	243.6	229.6	50	21.7	9.6	62	62	37.2	29.3	-8.8	-7
7	45	259.3	258.2	257	244.2	63	22.4	7.4	66.3	66.3	38.7	29.6	-5.5	-7.7
8	43.8	256.7	255.8	254.9	242.1	50.5	22.1	3.4	68.6	68.6	39.3	30.5	-8.3	-8.3
9	48	150.5	224.2	224.1	219.8	52.6	23.7	-0.3	68.5	68.5	38.5	30	-10.1	-8.6
10	42.8	244.5	243.5	242.7	228.6	52.7	21.6	9.4	62.2	62.2	36.9	28.8	-9.3	-7.6
11	44.7	260.6	259.6	258.5	245.9	61.6	22.3	7	67.5	67.5	38.8	29.4	-6	-8.3
12	43.5	257.5	256.6	255.6	243.2	49.9	21.9	3	70.1	70.1	39.2	30.6	-9.1	-8.9
13	47.4	148.2	226.5	226.4	222.2	51.1	23.4	-0.4	68.9	68.9	38.8	30.3	-10.3	-9.2
14	43.1	242.8	241.8	240.9	227.5	51.1	21.7	9.4	62.3	62.3	36.8	29.1	-9.7	-8.2
15	44.4	260.3	259.3	258.4	245.2	60.9	22.1	7.3	67.4	67.4	38.3	29.4	-6.4	-8.6
16	43.4	259	258.2	257.1	244.7	50.8	21.9	2.9	69.2	69.2	39.4	30.6	-9.4	-9.2
17	49.9	202.5	222.9	223.4	218.1	56.8	24.4	-0.3	68	68	38.8	30.7	-10.6	-9.5
18	43.5	248.6	247.6	246.5	233.4	49.3	21.9	10.4	54.7	54.7	37.1	29.5	-9.5	-8.3
19	44.5	260.7	259.7	258.6	245.7	61.7	22.2	7.4	65.3	65.3	38.9	29.9	-6.3	-9
20	43.4	257.5	256.6	255.7	243.2	48.2	21.9	3.6	69.6	69.6	39.5	31	-8.8	-9.4
21	49.6	183.4	220.6	220.7	215.5	55.8	24.2	-0.4	66.6	66.6	38	30.5	-10.9	-9.6

ก-10 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	42.9	244.5	243.5	242.7	229.2	49.7	21.7	10	54.3	54.3	36.7	29.3	-9.8	-8.4
23	44.4	260.8	259.8	258.7	245.8	61.7	22.1	6.9	65.8	65.8	38.4	29.6	-6.6	-9.1
24	43.3	260.3	259.3	258.4	246	48.5	21.8	2.4	70	70	39.5	30.7	-9.2	-9.6
25	49.5	173.1	220	220.4	214.8	56.1	24.2	0.7	58.1	58.1	37.9	30.3	-10.4	-9.4
26	42.5	247	246	245.2	231.5	58.3	21.6	10.1	56.1	56.1	37	29.1	-10.3	-8.5
27	44.3	262.2	261.1	260.2	247.1	61	22.1	6.3	66.5	66.5	38.6	29.5	-6.8	-9.2
28	43.3	259.2	258.3	257.4	244.9	48.2	21.8	2.6	69.9	69.9	39.4	30.6	-9	-9.7
29	49.8	176.5	222.7	223	217.4	56.4	24.3	0.6	58	58	37.6	30.2	-10.4	-9.4
30	42.5	245.2	244.3	243.5	230	55.8	21.6	9.4	56.9	56.9	37.1	29.1	-10.3	-8.4
31	44.1	257.7	256.6	255.6	242.4	60.5	22.1	5.6	66	66	38.6	29.4	-7.1	-9.2
32	43.3	259.3	258.3	257.5	244.9	47.2	21.8	2.2	68.3	68.3	39.4	30.3	-8.6	-9.8
33	50.9	212.1	219.2	219.8	213.8	58.6	24.7	2.2	52.2	52.2	37.2	29.8	-9.7	-9.2
34	43	245.6	244.5	243.7	230.2	59.8	21.6	8.2	58.7	58.7	37.1	28.9	-10.6	-8.5
35	44.1	260.1	259.1	257.9	245.1	60.2	22.1	4.2	66.4	66.4	38.7	29.4	-7.1	-9.3
36	43.1	258.8	258	256.9	244.7	48.5	21.8	1	68.5	68.5	39.4	30.6	-9.1	-9.9
37	51.1	217	219.5	220	213.8	59.1	24.7	3.3	50.6	50.6	36.8	29.9	-9.3	-9.1
38	43.1	249.6	248.6	247.5	234.5	57.3	21.7	7.8	58.8	58.8	37.1	29.4	-10.5	-8.5
39	44.1	263.9	262.8	261.9	248.9	59.8	22.1	3.6	67.7	67.7	38.7	29.9	-7.4	-9.3
40	42.3	225	222.5	222.6	210.8	42.6	21.5	0.7	43	43	37.5	29.8	-10.6	-8.7
41	52.7	220	218.9	219.3	208.1	62.5	25.4	1	30.7	30.7	35.1	28.2	-9.8	-5.8
42	43.7	250.2	248.9	248	234.6	69.3	22	7.1	49.6	49.6	36.6	28.9	-7.5	-4.9
43	45.3	260.2	259	257.7	245.2	59.2	22.5	4.2	64.6	64.6	38.4	30.1	-6.5	-6.8

n-10 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	44.5	262.1	261	260.1	247.4	58	22.2	2.2	69.3	69.3	39.2	30.9	-7.5	-8.2	
45	44	260.3	259.3	258.3	245.6	56.7	22	1.3	70.7	70.7	39.4	30.9	-8.3	-8.9	
46	43.9	258.5	257.4	256.4	243.7	57.6	22	0.8	70.8	70.8	39.3	30.9	-8.4	-9.4	
47	44.2	257.4	256.6	255.5	242.9	54.6	22.1	0.3	70.9	70.9	39	30.9	-8.3	-9.7	
48	43.8	255.6	254.8	253.8	241.3	51.1	21.9	0	70.5	70.5	38.8	30.6	-9.8	-10.1	
49	45.7	243.9	242.9	241.8	229.2	48.9	22.6	7.2	49.2	49.2	36.6	29.7	-8.2	-8.8	
50	43.9	252.6	251.5	250.6	238	56	22	8.8	62.5	62.5	37.8	29.8	-8.9	-8.9	
51	44	258	256.9	255.9	243.5	60.3	22	5.5	67.5	67.5	38.9	30.2	-8.3	-9.7	
52	43.4	256.2	255.2	254.2	241.6	52.8	21.8	3.2	69.2	69.2	39	30.8	-9.7	-10.2	
53	42.6	250.8	250	249.1	236.4	50.7	21.4	1.7	68.6	68.6	38.4	30.4	-11.3	-10.6	
54	42.3	224.7	223.1	222.8	210.9	44	21.4	0.9	54.9	54.9	37.4	29.7	-11.6	-10.4	
55	41.1	211.3	209.5	209.7	196.6	46.6	20.9	0.4	27.9	27.9	34.8	27.4	-13.1	-7.3	
56	43.2	233.9	232.9	232	217.2	58.4	21.6	0.3	34.8	34.8	34.6	26.8	-10.6	-4.8	
57	45.1	258.1	256.8	255.9	243.3	57	22.4	0.3	60.2	60.2	37.7	28.5	-6.8	-6.4	
58	48.3	204.5	232.1	232.6	230.1	54	23.7	-0.1	66.5	66.5	39.2	30.2	-9	-8	
59	44.2	250.4	249.3	248.2	234.9	52.9	22.1	9.9	55.1	55.1	37.5	29.6	-8.8	-7.3	
60	44.2	260.8	259.8	258.6	245.7	55.6	22.2	7.9	66.9	66.9	39	30.2	-6.7	-8.1	

ก-11 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก
0	48.9	160.6	203	203.7	192.8	55.3	23.9	-0.2	24	24	33.5	26.7	-11.9	-6.9		
1	41.5	217.2	216.3	214.4	201.1	54.2	21.2	7.3	26.6	26.6	33	25.6	-9.9	-4.2		
2	45.3	248.6	247.1	246.2	232.9	62.2	22.5	5.9	53.9	53.9	35.5	27.1	-6.4	-4		
3	45.3	255.2	254	252.9	239.8	58.3	22.5	3.2	64.1	64.1	37.7	29	-6.8	-6.4		
4	44.7	255.1	254	253	239.9	58.8	22.3	1.8	66.9	66.9	38.4	30.1	-7.1	-7.7		
5	44.4	255.1	254	252.9	240	56.5	22.2	1.1	69	69	38.4	30.4	-7.4	-8.6		
6	43.8	252.1	251.2	250	237.2	54.6	22.1	0.4	68.8	68.8	38.3	30.4	-8.3	-9.2		
7	47.9	195	224.8	225	224.5	52.3	23.6	-0.1	68.8	68.8	38	30	-8.9	-9.6		
8	44.1	241.2	240	239.1	225.5	55.1	22.1	9.4	55.1	55.1	35.7	28.6	-8.9	-8.5		
9	43.6	247.6	246.4	245.5	232.4	51.6	22	7.7	65.1	65.1	36.9	29.1	-7.9	-9.2		
10	43.2	249	248	247.1	234.4	50.4	21.8	4.7	68.1	68.1	37.6	29.6	-8.4	-10		
11	42.9	248	247.1	246.2	233.5	51	21.7	2.6	69.2	69.2	37.6	29.6	-9.8	-10.3		
12	41.9	222.6	220.8	220.3	208.1	44.9	21.4	0.9	64.1	64.1	37	29.2	-11.1	-10.8		
13	39.8	205.4	203.4	203.7	190.3	48.4	20.6	0.1	30.9	30.9	34	26.9	-13	-8.6		
14	51.7	205.5	204.7	205.3	193.1	60.2	24.9	2.8	27.4	27.4	33	25.6	-10.4	-5.9		
15	44.4	245.3	244.1	243	230.2	52.2	22.3	6.4	51.7	51.7	35.7	27.4	-6.7	-5.5		
16	43.8	248.6	247.6	246.4	233.8	54.5	22	4.2	63.7	63.7	37.6	29.3	-8.1	-7.5		
17	43.9	249.4	248.4	247.2	234.4	58.1	22	2.8	66.5	66.5	38	29.6	-7.2	-8.6		
18	43.9	251.2	250.3	249.1	236.5	55.3	22.1	1.9	68.5	68.5	38.5	30.2	-7.2	-9.2		
19	43.3	249.2	248.1	247.2	234.6	51.9	21.7	1.3	68.8	68.8	38.5	30.2	-8.4	-9.7		
20	42.8	249.2	248.1	247.2	234.5	52.8	21.7	0.6	69.1	69.1	38.3	30	-8.7	-10.2		
21	42.9	246.1	245.1	244	231.4	51.6	21.6	0.2	69	69	38.1	30.1	-9.1	-10.6		

ก-11 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแชเย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	46.1	159.2	210	210.6	198.4	48.6	23	-0.1	45.7	45.7	35.9	28.7	-11.2	-10.3
23	42.5	208.9	206.2	206.5	193.1	46.2	21.6	6.1	30.9	30.9	33.7	26.7	-9.4	-7.5
24	42.1	224.7	223.3	222	206.6	56.9	21.4	6.5	28.1	28.1	33	25.8	-9.7	-5.3
25	45.5	252.8	251.4	250.6	237.5	59.2	22.6	4.4	57.4	57.4	36.2	27.4	-5.7	-6.3
26	44.1	253.5	252.3	251.5	238.9	53.2	22.1	2.6	65.8	65.8	38.2	29.5	-8.1	-8.1
27	43.6	252.4	251.3	250.4	237.3	56.3	21.9	1.1	67.5	67.5	38.4	30	-8.4	-9.2
28	43.9	254.9	253.9	252.8	240.2	55.6	22.1	0.4	68.5	68.5	38.6	30.4	-7.5	-9.7
29	48.1	196.5	225.2	225.4	222.1	53.1	23.6	-0.2	67.6	67.6	38.5	30.5	-9.4	-10.1
30	43.4	245.2	244.2	243.1	229.9	49.1	22	9.2	53.8	53.8	36.5	29.2	-9.7	-9
31	43.5	250.3	249.3	248.1	234.9	57.2	21.9	6.6	64.9	64.9	37.6	29.4	-8.6	-9.6
32	43.2	254.3	253.4	252.4	239.9	47.8	21.8	3.5	68.4	68.4	38.5	30	-7.9	-10.4
33	40.2	217.3	215.5	215.7	203.7	45.4	20.7	0.9	40.8	40.8	36	29	-12.9	-9.6
34	50.5	159.1	205.7	206.3	196.4	58	24.6	0.7	26.8	26.8	33.7	26.5	-12.1	-6.5
35	44.2	243.3	242.2	241.1	228.4	58.7	22.1	7	49.2	49.2	35.2	27.2	-8.6	-5
36	43.3	247.6	246.5	245.5	232.9	54.7	21.8	4.6	62.9	62.9	37	28.9	-9.2	-6.9
37	43.9	253.2	252.2	250.9	238.7	58.6	22	3	67	67	37.6	29.6	-8	-8.2
38	43.4	251.9	251	249.9	237.8	55.3	21.9	2	68.6	68.6	38	30.2	-8.3	-9.1
39	43.1	248.2	247.1	246.2	233.2	55.7	21.7	1.5	68.6	68.6	37.8	30.1	-8.9	-9.6
40	43.8	252.4	251.3	250.2	238	55.3	22	1.1	69.8	69.8	38.2	30.1	-7.7	-10
41	43.3	247.2	246.2	245.2	232.7	52.3	21.8	0.7	70.1	70.1	38	30.2	-9	-10.3
42	42.8	227.1	228	227.5	217	49.4	21.6	0.4	68.8	68.8	37.4	29.4	-9.5	-10.7
43	47.6	145.3	204.1	204.4	193.3	51.3	23.4	-0.1	32.4	32.4	34.2	27.1	-12.4	-9.4

ก-11 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
43	47.6	145.3	204.1	204.4	193.3	51.3	23.4	-0.1	32.4	32.4	34.2	27.1	-12.4	-9.4	
44	40.7	205.4	203.3	203.6	190.6	53.7	20.9	6.3	27.1	27.1	33.4	25.9	-10	-6.6	
45	44.7	235.2	233.8	232.9	219	67	22.3	6.5	40.1	40.1	34	26.1	-7.5	-4.8	
46	45.1	249.3	248.2	247.2	234.4	58.1	22.4	4.3	61.2	61.2	36.6	28.1	-6.7	-6.9	
47	43.8	249.9	248.8	247.9	234.9	55.2	22.1	2.5	66	66	37.9	29.4	-8.5	-8.4	
48	43.9	250.2	249.1	248.1	235	57.8	22	1.2	68.3	68.3	38	29.8	-7.9	-9.5	
49	43.7	251.3	250.3	249.2	236.6	54	22	0.5	69.3	69.3	38.1	30.2	-8.1	-9.9	
50	50.1	197.2	215.8	215.9	210.7	56.9	24.4	0.2	67.4	67.4	37.5	30.1	-9.6	-10.1	
51	43.2	246.2	245.2	244.1	230.7	49.7	21.8	9.9	56.3	56.3	36.6	29	-9.6	-9.2	
52	43.2	251.5	250.6	249.6	236.3	54.5	21.8	7.1	65.1	65.1	37.9	29.5	-8.8	-10	
53	41.5	217.6	215.4	215.2	202.4	42.5	21.3	3.9	42.4	42.4	36.2	28.8	-11.5	-9.8	
54	40	208.8	206.7	206.7	193.7	49	20.6	2.2	23.5	23.5	34.1	26.9	-11.8	-7	
55	43.1	234.9	233.7	232.8	218.1	62.5	21.7	1.5	37.6	37.6	34.2	26.4	-9.7	-4.9	
56	45.4	257.2	255.9	254.9	242.1	61.8	22.5	1.1	62.6	62.6	37.1	27.9	-6.6	-6.9	
57	44.1	257	255.9	255	242.3	52.4	22.1	0.5	68.2	68.2	38.8	30.1	-8.5	-8.4	
58	51.1	191.1	214.3	214.7	208.9	59.5	24.8	2.7	56.2	56.2	36.9	29.8	-9	-8.6	
59	43.9	242.7	241.7	240.5	226.9	65	22	9.7	60.6	60.6	36.7	28.9	-8.8	-8.4	
60	44.7	255.1	254.1	253	240.6	60.7	22.3	6.4	68.2	68.2	37.9	29.6	-6.4	-9.2	

ก-12 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	47.5	241.9	240.3	239.1	225.3	67.6	23.3	0.7	50.1	50.1	34.1	26.9	-3.5	-5
1	46.6	250.7	249.5	248.1	235.3	59.7	23	0.8	62.7	62.7	36.1	27.9	-4.8	-4.9
2	50.4	209.1	217.7	218.1	217.5	58	24.4	-0.2	65	65	36.7	28.8	-6	-5.8
3	46	236.3	234.8	233.8	219.9	66.2	22.7	9.8	59	59	34.5	28.3	-5.9	-4.2
4	47	244.8	243.5	242	228.5	67	23.1	7.9	64.9	64.9	35.4	28.3	-3.7	-5.1
5	46.5	248	246.8	245.5	232.2	60.3	23	4.9	67	67	36.1	28.7	-4.2	-5.7
6	45.2	244.2	242.9	242	228.9	57.7	22.6	2.3	66.8	66.8	36	29	-6.2	-6.1
7	45.2	240.9	239.9	238.9	225.4	60.5	22.4	0.8	66.8	66.8	35.8	29.1	-6.3	-6.6
8	46.1	240.1	239	237.7	224.2	63.8	22.7	0.3	67	67	35.5	28.9	-5.1	-6.9
9	46	239.4	238.3	237.3	224.2	55.6	22.7	0	66.3	66.3	35.3	28.6	-6.2	-7
10	46.9	228.2	227	225.7	212.1	54	23.1	6.8	49.6	49.6	33.2	27.7	-5.3	-5.8
11	45.5	235.6	234.5	233.2	219.6	62	22.6	7.5	60.7	60.7	34.1	27.2	-6.2	-6
12	45.1	208.7	205.8	205.7	196.4	53.6	22.6	4.6	63.7	63.7	34.5	27.6	-5.7	-6.6
13	43.6	207.1	202.8	202.4	189.3	55.6	21.9	2.6	34.6	34.6	31.7	25.8	-7.7	-5.5
14	47.1	233.9	232.4	231.1	217.1	67.8	23.2	-1.8	48.8	48.8	32.2	25.5	-4.2	-4.7
15	47.1	244.7	243.3	241.9	228.6	60.6	23.2	-1.5	61.8	61.8	34.7	26.2	-4.5	-4.9
16	45.3	231.8	236.8	235.7	225.6	57.8	22.5	-0.1	64.6	64.6	35.4	27.5	-6.6	-5.7
17	45.1	230.1	228.8	227.7	213.5	59.4	22.6	8.4	56.7	56.7	33.1	27.4	-6.3	-4.6
18	46.5	237.9	236.5	235.1	221.6	65.4	22.9	8	63.2	63.2	34.1	27.3	-4.8	-5.3
19	46.8	241.8	240.6	239.3	225.9	61.9	23.1	5.3	65.5	65.5	34.8	27.8	-4.1	-5.8
20	45.3	239.5	238.3	237.3	224.2	56.7	22.6	2.6	65.9	65.9	35.1	28.2	-6.4	-6.2
21	44.7	235.9	234.8	233.8	220.3	58.9	22.3	0.7	65.9	65.9	34.8	28.5	-7	-6.8

ก-12 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องเย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาสุ ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาสุ ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	45.6	234.4	233.2	232.1	218.5	62.2	22.6	0.1	65.5	65.5	34.6	28.2	-5.9	-7.2	
23	50.1	198.8	211.4	211.7	212.5	56.7	24.3	-0.1	66.1	66.1	34.5	28.1	-5.5	-7	
24	45.9	230.3	228.9	227.8	214.4	58.6	22.8	8.7	57.9	57.9	33	27.1	-6.8	-5.7	
25	45.1	234	232.8	231.5	217.9	59.4	22.4	5.9	63.1	63.1	34.2	26.6	-6.8	-6.4	
26	45.6	237.9	236.6	235.5	221.8	62.1	22.6	3.4	64.2	64.2	34.9	27.2	-6	-7	
27	43.5	204	200.7	201	187.7	54	21.9	1.7	44	44	32.5	26.3	-8.4	-6.6	
28	42.9	203.8	201.8	201.2	186.9	60.4	21.7	1	32.4	32.4	30.6	24.5	-8.8	-5.2	
29	47.1	231.3	229.6	228.4	214.5	66.1	23.2	0.7	54.1	54.1	32.3	25.1	-4.6	-4.3	
30	46.6	237.3	235.8	234.6	221.3	58.7	23	0.5	62.4	62.4	33.8	26.1	-5.4	-5.1	
31	52.1	207.7	205.2	200.5	192.7	60.4	25.2	3.8	56.8	56.8	32.5	26.7	-5.6	-4.9	
32	45.5	228.8	227.6	226.3	212.4	62.9	22.6	9.1	60.4	60.4	32.7	26.4	-6.1	-4.7	
33	46.5	234.4	233	231.8	217.9	64.8	22.9	5.8	63.1	63.1	33.8	26.6	-4.8	-5.6	
34	46.4	236	234.7	233.5	220.2	59.2	23	3.4	64.5	64.5	34.1	27.5	-4.9	-6	
35	44.8	232.5	231.2	230.4	217.1	56.8	22.4	0.9	64.2	64.2	34.2	27.7	-7	-6.5	
36	50.2	191.2	200.3	200.6	199.8	57.5	24.4	-0.1	64	64	33.8	27.4	-7.2	-7	
37	45.6	222.6	221.2	220	205.8	64.9	22.7	9.3	57.2	57.2	31.8	26.4	-6.7	-5.6	
38	46.7	230.2	228.7	227.3	213.8	62.9	23	7	62.6	62.6	33	26.3	-4.7	-6.2	
39	45.5	230.7	229.4	228.2	214.8	57.3	22.7	3.8	63.8	63.8	33.4	26.7	-6.5	-6.6	
40	44.6	231.1	229.8	228.8	215.4	57.8	22.3	1.2	63.8	63.8	34	27	-7.5	-7.2	
41	43.6	202.3	199.4	198.6	186.7	49.3	22	0.1	61	61	33.2	27.1	-8	-7.5	
42	52.4	180.2	181.2	181.5	173.7	62.2	25.3	2.7	34.7	34.7	29.7	24.5	-7.1	-4.5	
43	45.6	222.2	220.8	219.6	205.1	72.4	22.7	6.8	46.3	46.3	30.7	24.4	-6.3	-3.6	

ก-12 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแชเย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	47.5	233.5	232	230.6	217.1	66.3	23.4	4.7	60	60	33	25.6	-4.1	-4.2
45	45.6	231.6	230.3	229.1	215.7	57.9	22.7	3	63	63	33.7	27	-6	-5.1
46	44.5	226.4	225.2	224.1	210.1	62.4	22.2	1.4	63.2	63.2	33.4	27.2	-7.3	-6.1
47	46.6	233.2	231.9	230.6	217.2	64.9	23	0.8	63.9	63.9	33.7	27.2	-4.4	-6.5
48	44.9	228.9	227.8	227.1	213.8	52.4	22.4	0	64.1	64.1	33.7	27.6	-7.3	-6.7
49	45.6	219	217.6	216.4	202.6	49.3	22.7	7.1	45.3	45.3	31.4	26.3	-6.4	-5.5
50	45.7	227.4	226.1	224.9	211	64.9	22.7	8	58.6	58.6	32.6	26.1	-5.8	-5.8
51	46.5	233.5	232.1	230.8	217.7	61.5	23	4.9	63.1	63.1	33.7	26.6	-4.3	-6.3
52	43.8	227.3	226.2	225.4	211.8	52.7	22.1	2.2	63.4	63.4	33.8	27	-8.2	-6.8
53	45.1	229.9	228.7	227.4	213.7	63.3	22.4	0.5	63.1	63.1	33.8	26.7	-6.5	-7.2
54	50.4	196.5	205.8	205.7	202.5	57.5	24.5	-0.1	64.2	64.2	33.9	27.3	-5.5	-7.4
55	45.3	223.8	222.4	221.1	207.7	53.7	22.6	8.8	58.2	58.2	32.2	26.4	-6.9	-5.9
56	42.6	196.7	194.4	194.7	182.3	48	21.6	6	48.9	48.9	31.9	26	-8.7	-6.6
57	42.3	192.3	188	187.3	173.1	59.8	21.4	3.4	24.8	24.8	29.4	23.3	-9.5	-4.8
58	47	229	227.4	226.1	212	66.9	23.1	2.1	50.4	50.4	30.8	23.9	-4.6	-4
59	46.6	231.8	230.3	229.1	215.7	58.3	23.1	1.3	61.3	61.3	32.9	24.9	-5.7	-4.9
60	51.8	191.6	195.7	195.8	190.6	60.9	25.1	1.6	58.3	58.3	32.7	26.1	-6.4	-5.4

ก-13 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก
0	44.5	217.2	212.8	212.3	198.7	60.2	22.2	3	30.9	30.9	33.8	26.4	-6.7	-0.4		
1	47.7	245.4	243.9	242.3	228.2	72.4	23.4	1.4	37.9	37.9	34.4	26.5	-4.2	0.7		
2	48.8	267.3	265.6	264.4	251.2	70	23.7	1.2	60.2	60.2	38	28.1	-2.6	-0.1		
3	48.1	270.9	269.6	268.3	255.4	66.9	23.5	1.1	66.5	66.5	40.2	30	-3.1	-1.7		
4	47.8	267.8	266.5	265.5	253	65	23.4	0.5	68.2	68.2	40.6	31.5	-3.6	-2.4		
5	53.5	224.4	230	229.8	227.2	63.4	25.4	0.2	67	67	39.8	31.6	-5	-2.8		
6	47.5	252.2	251	250	236.3	66.6	23.3	9.2	61.3	61.3	38	30.3	-5.5	-1.8		
7	48.4	260.2	258.9	257.8	244.7	66.2	23.5	6.7	64.9	64.9	38.7	30.3	-4	-2.3		
8	48.5	260.9	259.7	258.6	245.7	63.7	23.5	4.5	66.6	66.6	39.4	30.5	-4	-2.8		
9	48	261.3	260.1	259	246.2	61.2	23.4	2.4	67.5	67.5	39.2	31	-5.5	-3.2		
10	47.4	261	259.9	258.8	246.2	60	23.1	0.7	67.5	67.5	39.2	30.8	-6.3	-3.6		
11	47.3	259.9	258.7	257.7	245	62	23.1	0.1	67.2	67.2	39.6	31	-6.1	-4		
12	47.7	261.3	260.3	259.3	246.4	62.8	23.2	0.1	66.7	66.7	39.6	31	-5.5	-4.3		
13	47.4	261.3	260.2	259.3	246.5	59.3	23.2	0	66.8	66.8	39.4	31.1	-6.1	-4.5		
14	48.8	252.4	251.3	249.9	236.9	55.6	23.7	6.2	57.5	57.5	37.6	30.4	-4.8	-3.2		
15	47.1	258.6	257.5	256.4	243.5	61.5	23.1	7.9	64	64	38.8	30.2	-6	-3.1		
16	47.7	264	262.9	261.9	248.9	62.8	23.2	5	66.1	66.1	39.5	30.5	-5.6	-3.8		
17	47.8	265.5	264.4	263.3	250.6	61.6	23.3	3.3	67.2	67.2	39.9	31	-5.3	-4.2		
18	47.2	263.8	262.9	262	249.4	59	23.1	1.6	67.7	67.7	39.9	31.3	-6.6	-4.5		
19	46.5	262	261.2	260.3	247.5	57.6	22.8	0.4	67.1	67.1	39.8	31.3	-7.4	-4.9		
20	46.7	262.9	261.9	260.9	248.1	60.2	22.8	0.2	68.1	68.1	39.9	31.3	-7	-5		
21	47.1	265.2	264.1	263	250.3	61.2	23	0.2	67.8	67.8	40.1	31.5	-6.3	-5		

ก-13 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิลวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก
22	47	266.1	265	264	251.4	58.6	23	0.2	67.7	67.7	40.3	31.5	-6.6	-5.1	
23	54.2	218.9	227.8	227.8	222.6	64.3	25.6	1.8	62.7	62.7	38.9	31.3	-6.4	-4.7	
24	47	257.4	256.2	255.1	242.4	59.8	23	8.8	61.9	61.9	38.4	30.3	-6.7	-3.8	
25	47.1	262	261.1	260	247.1	61.2	23	5.6	67	67	39.4	30.3	-6.4	-4.5	
26	47.2	261.2	260.2	259.2	246.4	61.4	23.1	3.5	67.7	67.7	39.6	30.9	-6	-5	
27	47.1	262	261	260	247.1	58.4	23.1	2.2	68.4	68.4	39.4	31.1	-6.6	-5.1	
28	46.5	262.6	261.6	260.7	248.1	57.6	22.9	0.7	68	68	39.6	31.3	-7.5	-5.3	
29	46.2	262.5	261.6	260.6	247.9	57.6	22.7	0.1	67.5	67.5	40	31.1	-7.9	-5.6	
30	46.5	262.3	261.4	260.4	247.6	59.1	22.8	0.1	67.9	67.9	40.1	31.4	-7.2	-5.8	
31	46.7	261.8	260.8	259.9	247	59.6	22.8	0.1	67.7	67.7	39.8	31.3	-6.9	-5.8	
32	45.8	186.4	237.7	237.8	232.1	52.7	22.7	0	68.1	68.1	39.9	31.2	-7.5	-5.9	
33	45.3	225.5	223.1	222.8	209.5	48.1	22.5	7.9	44.5	44.5	36.5	29.7	-7.8	-3.1	
34	44.1	239.8	238.8	237.8	224	58.2	21.9	7.1	39.5	39.5	35.6	28.1	-9.6	-0.6	
35	47.8	261.9	260.7	259.6	247	63.1	23.3	4.9	59.7	59.7	38.1	29.4	-5.7	-1.3	
36	46.7	259.9	258.7	257.7	245.2	59.5	22.9	3.5	64.9	64.9	39.3	30.7	-7.2	-2.8	
37	47.9	261.5	260.4	259.3	246.7	68.1	23.3	3	66.8	66.8	39.5	30.9	-5.5	-3.2	
38	47.1	260.9	259.9	258.7	246.6	58.6	23.1	2.7	67.2	67.2	39.7	31.3	-6	-3.8	
39	46.8	258.1	257	255.9	243.2	60.6	22.9	2.5	67.7	67.7	39.4	30.8	-6.9	-4.1	
40	47.3	258.4	257.4	256.3	243.9	61.3	23.1	2.4	68	68	39.3	30.9	-5.4	-4.3	
41	46.6	256.5	255.5	254.4	241.8	57	22.9	2.1	68.2	68.2	39.1	30.9	-6.6	-4.7	
42	46.4	254.6	253.6	252.5	239.5	60.9	22.7	2	68	68	38.6	30.4	-7.3	-4.9	
43	47.2	259.1	258.1	256.9	244.6	59.1	23.1	1.9	67.8	67.8	39.1	30.7	-5.5	-5.1	

ก-13 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	46	254.5	253.5	252.4	240	54.5	22.7	1.7	67.7	67.7	39.1	31.2	-7.5	-5.2	
45	45.9	252.4	251.3	250.2	237.2	62.3	22.6	1.5	67.4	67.4	38.4	30.5	-8.2	-5.1	
46	47	261.9	260.8	259.8	247.5	59.3	23	1.2	66.5	66.5	39.3	30.7	-5.8	-5.3	
47	45.4	255.5	254.6	253.5	241.4	53	22.4	1	67.2	67.2	39.2	31.2	-8.5	-5.6	
48	45.6	252.9	251.9	250.7	237.4	62.4	22.5	0.8	66.7	66.7	38.5	30.3	-8.8	-5.2	
49	46.9	263.8	262.8	261.8	249.5	59	22.9	0.7	66.8	66.8	39.4	30.7	-6	-5.5	
50	45.5	263.6	262.6	261.7	249.5	52	22.5	0.6	67.4	67.4	39.8	31.7	-8.6	-5.8	
51	44.7	255.7	254.9	254.1	240.9	56.8	22.1	0.5	68.1	68.1	39.2	31.1	-9.6	-5.4	
52	44.2	226	224	223.8	210.6	48	22.1	0.4	49.4	49.4	37.7	29.9	-9.4	-5	
53	42.9	218.6	217.3	216	201.6	53.8	21.5	0.2	27.4	27.4	35.3	28	-9.5	-1.5	
54	48	256.8	255.4	254.5	241.8	64.6	23.4	0.6	56.8	56.8	37.4	28.7	-4.9	-1.1	
55	47.4	257	255.9	254.9	242.3	59.5	23.2	0.7	64.9	64.9	38.9	30	-6.3	-2.7	
56	47.7	258.6	257.4	256.3	243.4	66.8	23.2	1	66.9	66.9	39.3	30.4	-5.5	-3.7	
57	47.8	264.9	263.8	262.7	250.3	61.2	23.3	1.2	66.5	66.5	39.8	31.2	-5	-4.2	
58	46.2	260	258.9	257.9	245.4	55.7	22.8	1.1	66.7	66.7	39.8	31.5	-7.5	-4.4	
59	45.8	253.6	252.4	251.5	238.2	61.8	22.6	0.9	67	67	39.2	30.9	-7.9	-4.5	
60	46.9	258.6	257.5	256.6	244.1	59.6	23	0.8	68.1	68.1	39.2	30.9	-5.8	-4.7	

ก-14 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก
0	48.4	245.9	244.4	242.9	228.7	73.4	23.6	1.1	43.6	43.6	34.8	27.2	-1.2	-0.6		
1	48.7	264.4	262.8	261.7	248.4	69.7	23.7	1.3	61.8	61.8	37.6	28.4	-0.5	-1.6		
2	48	264.5	263.1	261.9	248.6	67.7	23.5	0.8	65.4	65.4	38.9	29.8	-0.9	-2.7		
3	53.1	227.5	226.6	226.2	220.7	63.7	25.4	2.8	62.3	62.3	37.5	30.3	-0.9	-2.6		
4	47.1	254.7	253.3	252.1	238.7	68.5	23.2	8.6	64.4	64.4	37.4	29.8	-1.1	-2.5		
5	47.6	261.6	260.2	258.9	245.8	68.6	23.4	5	67.2	67.2	38.4	29.9	-0.7	-3.8		
6	47.7	262	260.9	259.5	246.6	65.2	23.3	1.7	67.7	67.7	39	30.3	-0.9	-4.3		
7	54.2	220.3	222.3	222.1	216.8	65.7	25.8	1	61.9	61.9	37.3	30.3	-0.9	-4.1		
8	46.5	249.8	248.7	247.3	233.7	66.1	23	8.8	62.1	62.1	37	29.3	-1.4	-3.3		
9	47.1	259	257.6	256.4	243.2	67.6	23.2	4.3	65	65	38	29.5	-0.9	-4.5		
10	47.2	260.2	259	257.7	244.9	64.3	23.2	1.3	67.6	67.6	38.5	30.2	-0.7	-5.1		
11	54	218.8	220.2	220.3	214.6	65.4	25.8	2.3	60.8	60.8	36.7	30	-0.9	-4.4		
12	46.5	251.8	250.5	249.2	235.9	65.7	23	7.2	63.4	63.4	37.1	29.3	-1.6	-4		
13	46.8	260.3	259.1	257.7	244.7	66.3	23	2.6	66	66	38.2	29.7	-1.3	-5.2		
14	46.9	260.5	259.3	258.1	245.1	62.9	23.1	0	68	68	38.5	30.3	-1.6	-5.8		
15	48.3	245.3	243.7	242.4	229	57.7	23.6	6.5	56.5	56.5	35.8	29.8	-1.2	-4.4		
16	43.4	215.5	212.9	212.6	200.2	52.3	21.9	5.6	50.1	50.1	34.8	28.1	-3.7	-3.2		
17	45.3	234.2	232.8	231.4	216.7	65	22.5	1.9	40.4	40.4	33.5	26.1	-4.1	-0.6		
18	47.5	255	253.6	252.4	239.3	67.4	23.3	0.9	60.8	60.8	36.8	27.5	-1.6	-2.3		
19	47.2	257.9	256.4	255.1	241.9	64.9	23.3	0.6	64.2	64.2	38.1	29.5	-2.1	-4.1		
20	46.5	227.8	242.2	243.4	238.5	55.7	22.9	-0.1	66	66	38.4	30.3	-2.6	-5		
21	46.4	242.9	241.6	240.5	227.8	52.2	22.9	8.3	55.9	55.9	35.9	29.2	-2.6	-3.6		

ก-14 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องเย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	46.6	250	248.7	247.3	233.8	66.3	23	7.4	62.6	62.6	36.7	29.1	-2.6	-4.4
23	46.9	252.9	251.5	250.5	237.7	64.2	23.1	4.2	65	65	37.6	29.6	-2.1	-5.5
24	45.9	244.2	243.2	242.3	229.5	54.3	22.7	1.7	65.5	65.5	36.9	29.9	-4.4	-5.8
25	53	174.8	210.9	210.9	208.8	62.4	25.2	-0.1	64.2	64.2	36.1	29.1	-5.3	-5.9
26	44.4	203.7	200.8	201	187.4	49.9	22.2	8.6	40.9	40.9	33.1	27.1	-4.7	-4.2
27	43.6	203.6	202.2	199.4	184.9	58.7	21.9	7.3	24.2	24.2	31.5	24.8	-5.9	-1.2
28	47.6	243.7	242	240.9	226.9	68.2	23.4	4.9	51.7	51.7	33.8	26	-2.4	-1.2
29	47.5	251.6	250.2	248.9	235.5	65.5	23.3	3.2	63	63	36.7	27.6	-2.1	-3.4
30	46.6	251	249.8	248.9	235.9	59.5	23	1.3	65.5	65.5	37.4	29.5	-2.7	-4.4
31	52.7	205.3	214.3	214.2	211	61.8	25.2	-0.1	65	65	36.9	29.9	-4.4	-5
32	46.5	236.9	235.6	234.4	220.8	57.5	23	9.7	57.1	57.1	35	28.4	-3.9	-3.7
33	47.3	249.3	248	247	233.6	66.6	23.2	7	63.4	63.4	36.2	28.8	-2.4	-4.9
34	46.1	245.2	244	243	230.3	55.9	22.8	3.6	64.2	64.2	36.9	29.6	-3.4	-5.4
35	45.1	235.9	235	234.2	221	56.2	22.4	0.1	64.1	64.1	35.9	29.1	-5.7	-5.7
36	47.1	229.5	228.2	227.1	212.9	52.7	23.1	6.9	47.1	47.1	33.5	27.7	-4.3	-4.3
37	46.9	240.5	239.2	238.1	224.3	67	23	8.3	58.9	58.9	34.9	27.9	-3.2	-4.7
38	46.8	245.1	243.6	242.8	229.9	55.1	23.1	5.1	62.9	62.9	36.2	28.8	-2.8	-5.5
39	44.1	210.2	207.7	207.4	195.4	48.6	22.1	0	50.4	50.4	34.8	28.2	-5.8	-5.5
40	43.2	202	199	199.3	186	44.8	21.8	6.2	31.7	31.7	32.1	25.8	-5.6	-1.8
41	46.4	230.5	229	227.8	213.8	67.5	22.9	6.8	39.2	39.2	32	25	-5.8	0
42	47.1	242	240.6	239.4	225.9	61	23.2	3.9	58.7	58.7	34.6	26.4	-3.4	-2.3
43	46.8	245.8	244.3	243	229.9	63.5	23.1	2.4	63.2	63.2	36.2	28.4	-3.2	-4.4

ก-14 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องเย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิลวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	46.3	239.5	238.3	237.3	224.5	55.6	22.8	1.8	64.4	64.4	36.1	29	-4	-5
45	45.5	231.8	230.8	229.8	216.1	56.9	22.5	1.4	64.2	64.2	35.1	28.4	-5.8	-5.4
46	47.1	235.2	234.1	233.1	219.8	62.8	23	1.1	62.7	62.7	34.9	28	-4.8	-5.6
47	46.3	236.6	235.4	234.4	221.6	54.9	22.7	0.7	63	63	34.8	28.4	-5.2	-6
48	50.7	144.3	206.7	206.7	202.5	57.3	24.4	-0.2	62.3	62.3	34.2	27.9	-6.9	-6.4
49	43.9	199.5	196.8	196.8	184.2	48.7	22	8.9	39.8	39.8	31.7	26.1	-6.5	-4.4
50	43.4	192.9	191.6	191.3	177.6	54.4	21.9	7.3	22.5	22.5	30.2	23.7	-7.4	-1.3
51	47.2	237.2	235.6	234.3	220.5	67.4	23.2	4.7	51.1	51.1	32.3	24.9	-3.8	-1.4
52	47.3	240.5	239	237.6	224.2	64.8	23.3	2.9	61.3	61.3	34.9	26.5	-2.7	-3.5
53	47	243	241.6	240.3	227	62.4	23.1	0.1	63.9	63.9	35.7	28.3	-3.3	-4.7
54	48.1	228.2	226.9	225.5	212	56.8	23.5	6.8	54	54	33.4	27.7	-2.6	-3.5
55	46.3	234.8	233.3	232.2	218.1	67.3	22.8	7.3	60.1	60.1	34.4	27.5	-3.7	-3.8
56	46.8	242.2	241	239.9	226.4	64	23	3.4	63.8	63.8	35.6	28	-2.7	-5.1
57	50.1	194.4	212.2	213.1	212.4	56.7	24.2	-0.5	62.6	62.6	35.5	28.5	-4.5	-5.7
58	47.5	228.2	226.8	225.7	211.9	52.8	23.3	7.6	43.2	43.2	32.7	27.1	-3.9	-3.7
59	46.4	234.2	232.8	231.6	217.7	65.7	22.8	6.1	57.3	57.3	33.9	27.2	-4.1	-4.2
60	46.6	242.6	241.2	240.2	226.9	63.4	22.9	2.6	61.7	61.7	35.6	27.7	-2.9	-5.7

ก-15 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก
0	54.5	228.5	227.3	227	222.5	66.3	25.9	-1.7	59.6	59.6	35.8	28.4	0.1	-3.4		
1	54	229.5	227.3	224.6	213.1	65.6	26.1	3.7	53.5	53.5	33.8	28.3	0.5	-1.9		
2	49.2	242.1	240.2	238.6	224.6	77.2	24	4.5	57.2	57.2	34.3	27.9	-0.4	-1.9		
3	51.3	233.9	240.1	240.6	235.2	67.8	24.9	-0.5	59.7	59.7	35.8	28.4	0.2	-3.3		
4	54.5	220.9	219.8	219.3	213.6	67.4	26.1	0.6	54.9	54.9	34.2	28.9	0.3	-2.4		
5	49.2	241.2	239.4	237.7	224	74.8	24	5.6	57	57	34.2	28.4	-0.8	-1.9		
6	48.6	252.7	251.2	249.7	235.7	75.3	23.8	0.9	59.7	59.7	35.6	28.4	-0.1	-3.4		
7	54.5	221.5	220.3	220	214.4	66.9	26	-1.4	57.2	57.2	34.8	29	-0.3	-3.4		
8	48.7	241.3	239.8	238.4	224.3	66.4	23.8	7.1	54.4	54.4	33.9	28.3	-1	-2		
9	49	251	249.4	247.9	234.1	74.9	23.8	2.2	58.7	58.7	35.1	28.3	-0.4	-3.2		
10	54.2	222.2	220.9	220.8	215.4	66.1	25.9	-1.8	58.6	58.6	35.6	29	-0.5	-4		
11	48.9	240.2	238.5	237.1	223.4	62.1	23.9	6.7	54.1	54.1	34	28.5	-0.4	-2.2		
12	48.9	248.4	246.9	245.4	231.5	74.7	23.8	2.7	59.7	59.7	35.3	28.5	-0.6	-3.3		
13	53.4	221.1	224.1	223.8	218.3	64.2	25.5	-1.3	60	60	36.6	28.8	-0.5	-4.4		
14	50.6	238.1	236.2	234.2	221.3	65	24.4	4.8	53	53	34.1	28.5	0.2	-2.7		
15	48.7	246.8	245.2	243.6	229.6	74.1	23.8	3.6	59.3	59.3	35.3	28.6	-0.7	-3.3		
16	53.1	221.9	225.7	225.3	219.3	63.9	25.4	-1.3	61.1	61.1	36.5	28.7	-0.7	-4.6		
17	51.4	235.4	233.2	231.4	218.9	62.3	24.8	4.7	53.2	53.2	34.1	28.8	0.3	-2.8		
18	48.8	244.9	243.3	241.7	227.7	73.6	23.8	4.9	58.5	58.5	34.8	28.6	-0.9	-3.1		
19	48.1	255.2	253.9	252.4	238.8	73.6	23.6	0.1	61.5	61.5	36	28.9	-0.6	-4.5		
20	54.4	221.2	219.9	219.5	213.7	66.9	26	1.1	55	55	34.4	29.1	-0.1	-3.4		
21	48.9	244.2	242.5	241	227.3	73.5	23.8	5.8	57.6	57.6	34.6	28.6	-1.3	-2.9		

ก-15 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	48.1	253.9	252.5	250.9	237.3	73.6	23.5	0.3	60.6	60.6	36	28.7	-0.7	-4.6
23	54.3	220.1	219.1	218.6	212.9	66.5	26	0.6	55.7	55.7	34.6	28.9	-0.5	-3.8
24	48.7	244	242.2	240.8	226.9	74.1	23.7	6.4	57.5	57.5	34.7	28.4	-1.5	-3.1
25	48.2	253.9	252.5	251	237.4	73.6	23.6	1.1	60.9	60.9	35.9	28.7	-0.7	-4.5
26	54.3	222.4	221.4	220.8	215.1	66.5	26	-0.4	56.8	56.8	34.8	29	-0.5	-4.2
27	48.5	244.8	243.3	241.7	228	74.5	23.7	6.3	57.5	57.5	34.7	28.8	-1.8	-3.1
28	48.3	253.4	251.9	250.4	236.9	73.4	23.7	0.9	60.9	60.9	35.8	28.8	-0.9	-4.4
29	54.3	220.9	220.1	219.9	214	66.5	26	0.5	56	56	34.8	29	-0.6	-4.1
30	48.6	244.2	242.5	241	227.3	73.3	23.7	6.2	57.7	57.7	34.8	28.9	-1.5	-3.4
31	48.2	252.2	250.6	249.1	235.5	73.3	23.6	1.4	60.8	60.8	35.7	28.9	-0.9	-4.5
32	51.8	150.1	208.5	208.4	202.7	61.5	25.1	-0.9	55.9	55.9	34.6	29.2	-1.1	-4.3
33	46.8	212.4	207.7	207.5	194.4	60.6	23.2	6.2	36.1	36.1	32.4	27.2	-3.2	-1.9
34	48.3	238.1	236.5	234.8	220.5	76.4	23.5	1.8	42.5	42.5	32.5	26.2	-1.6	0.1
35	49.1	254.6	253.1	251.6	238	73.6	23.9	0.7	57.4	57.4	35.2	27.1	-1	-2.2
36	53.7	226.1	224.9	224.5	219.1	64.9	25.7	-0.6	59	59	36.3	28.5	-1.5	-3.4
37	48.4	246.5	245	243.5	229.7	69.6	23.7	6.9	56.4	56.4	35.1	28.5	-2.7	-2.5
38	48.8	257.3	255.8	254.2	240.8	73.3	23.8	1.4	61	61	36.4	28.8	-0.9	-3.7
39	54.1	223.1	222.4	221.9	216.3	65.9	25.9	0.8	57.3	57.3	35.4	29.2	-1.1	-4
40	48.8	249.1	247.5	246	232.2	73.7	23.8	6.2	58.9	58.9	35.4	29.1	-2.1	-3.3
41	48.5	250.4	254	252.6	241.2	72.2	23.7	-0.2	62.1	62.1	36.6	29	-1.3	-4.5
42	49.9	243.8	242.1	240.2	226.9	63.2	24.3	6.4	55.5	55.5	34.8	28.7	-0.9	-3.6
43	48.5	251.9	250.4	248.9	235.3	73.3	23.6	2.7	61.5	61.5	35.7	29	-1.2	-4.2

ก-15 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องเย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	53.7	221.3	220.7	220.3	215.3	65.1	25.7	-0.7	60.9	60.9	36.1	29.2	-1.6	-4.7	
45	48.5	249.2	247.7	246.2	232.5	73.5	23.6	6	59.4	59.4	35.5	28.8	-2.1	-3.9	
46	52.4	224.9	229.9	229.9	226.7	62.2	25.2	-1	62.4	62.4	36.9	29	-1.3	-5	
47	48.2	217.5	213.3	212.4	200.6	56.7	23.7	7.3	53.7	53.7	34.4	28.5	-1.8	-3.6	
48	44.4	212	207.6	207	193	58.2	22.2	2.1	32.6	32.6	32.5	26.5	-4.3	-1.7	
49	54	211.2	209.8	209.6	195.7	65.7	25.8	2	33	33	32.1	25.5	-2.7	0.6	
50	49.5	248.6	246.9	245.4	231.6	74.5	24	8.1	52.9	52.9	34.4	26.1	-0.5	-0.4	
51	49.1	256.9	255.4	253.9	240.3	73.8	23.9	2.9	61.5	61.5	36.7	28.1	-0.5	-2.5	
52	54.1	225.1	224.1	223.6	218.2	66	25.9	0.2	59.7	59.7	36.6	29.4	-1.1	-3.1	
53	49.1	249.6	247.9	246.4	232.7	75	23.9	5.7	59.5	59.5	36.2	29.1	-1.9	-2.5	
54	51.2	238.2	246	245.2	238.9	67.8	24.5	-0.3	62.7	62.7	37.2	29.5	-0.7	-3.7	
55	49.2	246.2	244.5	242.9	228.9	60.6	24	7.2	57.2	57.2	35.4	29.3	-1	-2.9	
56	48.7	254.3	252.7	251	237.5	74.5	23.7	1.1	62.7	62.7	36.6	29.5	-0.8	-3.7	
57	51.7	236.4	234.2	232.2	220.1	62.5	24.9	4.2	58	58	35.4	29.2	-0.7	-3.3	
58	48.5	251.5	249.9	248.4	234.7	74.1	23.7	3.7	61.2	61.2	36.2	29.2	-1.1	-3.6	
59	53.8	222.5	221.6	221.1	215.5	65.4	25.7	-0.5	59.9	59.9	36.1	29.4	-1.2	-4.2	
60	48.7	249.2	247.7	246.2	232.4	74.4	23.7	6.4	59.6	59.6	35.7	28.9	-1.9	-3.3	

ก-16 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	53.4	246.1	244.9	244.8	239.6	65.6	25.5	-0.8	62.2	62.2	38.2	29.2	-0.2	-2.1
1	49.9	251.3	249.5	247.9	234.9	62.7	24.3	6.6	58.2	58.2	36.7	29.6	-1.6	-1.7
2	49.8	263.3	261.8	260.2	246.6	79.9	24.1	0.9	63.5	63.5	37.8	30.1	-0.5	-2.6
3	50.8	251.8	249.9	248	235.3	67.5	24.6	5.2	59.7	59.7	37.4	30.5	-0.7	-2.5
4	49	262.7	261.1	259.6	246.6	70.8	23.9	2.3	62.9	62.9	37.9	30.7	-0.9	-2.9
5	53.9	232.5	231.3	230.8	225.3	65.9	25.8	1.8	60.6	60.6	37.2	30.3	-2	-3.2
6	49.2	261.5	260	258.4	244.9	80	24	4.8	62.7	62.7	37.7	30	-1	-3.3
7	53.9	238.9	237.6	237	231.9	65.4	25.7	-3.8	63.3	63.3	38.9	30.9	-0.7	-4.2
8	50.5	253.1	251.3	249.6	236.6	62.6	24.6	6.9	57.1	57.1	36.8	30.2	-0.2	-2.9
9	49.3	264.3	262.8	261.2	247.6	79.6	23.9	0.8	63.6	63.6	38.1	30.4	-1.2	-3.8
10	52.1	206.1	210.9	211	202.4	61.2	25.3	3.9	56.5	56.5	36.7	30.1	-2.8	-3.4
11	43.5	214.8	210.6	209.9	196.1	64.3	21.9	1.6	32.1	32.1	33.9	27.4	-5.5	-1.3
12	53	223.8	222.5	222	208.7	64.2	25.5	2.6	35.5	35.5	33.6	26.8	-3.4	0.9
13	50.3	260.2	258.4	256.8	243.3	78	24.3	6.8	53.8	53.8	36.2	28.1	-0.8	-0.3
14	49.5	270	268.6	267.1	253.7	78	24.1	1.2	62.3	62.3	38.9	29.6	0	-2.4
15	53.9	236.2	235.2	234.7	228.7	65.9	25.8	2.4	58.5	58.5	37.6	30.6	-1.4	-2.4
16	49.5	258.6	257.2	255.2	241.6	78.1	24.1	3.2	62.7	62.7	37.7	30.1	-1.4	-2.5
17	53.7	237.9	236.6	236.2	230.2	65.2	25.7	0.4	63.1	63.1	38.5	30.6	-1.3	-3.6
18	49.2	261.4	260	258.4	244.9	80.3	23.9	5.6	62.6	62.6	37.9	30.6	-1.8	-3.1
19	53.9	236.4	235.3	234.9	229.7	65.5	25.7	-3.5	63.1	63.1	38.2	30.8	-2.2	-4
20	48.9	251.6	250.2	248.7	234.9	66.2	23.9	8.2	58.8	58.8	36.6	29.7	-2.3	-2.8
21	49.1	265.7	264.3	262.8	249.2	78.5	23.9	0.6	64.1	64.1	38.2	30	-0.4	-4.2

ก-16 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	53.4	240	238.2	235.8	225.2	65.4	25.5	3.9	59.2	59.2	37	30.3	-0.8	-3.9
23	47.5	228.2	223.6	223.2	211.3	60.3	23.4	2.5	60.6	60.6	37	30.1	-2.7	-3.8
24	52.6	205.5	205.9	205.8	193.7	63.1	25.4	1.1	36.1	36.1	33.3	27	-3.9	-1.5
25	46.1	232.1	230.7	228.9	212.7	85.6	22.8	6.7	37	37	32.9	25.7	-5.5	0.5
26	49.6	261.9	260.3	258.9	246.2	67.4	24.1	2.2	59.3	59.3	36.8	28.2	-0.8	-1.4
27	53.3	231.4	230.4	229.7	220.5	64.3	25.5	1.4	61.3	61.3	37	29.8	-2.8	-2.6
28	49.2	253.1	251.5	249.9	236.5	81.5	23.9	7.2	62.1	62.1	36.8	29.4	-2.3	-2.7
29	48.2	266.2	264.6	263.3	251.1	65.8	23.6	1	64.4	64.4	38.8	30.7	-0.6	-4.1
30	49.9	245.2	243.5	241.6	228.8	60	24.2	5.9	58.2	58.2	36.6	30.5	-2.1	-3.4
31	47.8	255.7	254.3	252.9	239	71.2	23.4	2.7	63.1	63.1	37.2	30	-3	-4
32	52.7	234.2	233.2	232.8	224.8	62.8	25.3	0.9	63.5	63.5	38	30.6	-1.6	-5
33	46.4	219.4	215.5	215.4	201.9	57.7	23	5.3	46	46	35.7	29.4	-5	-3.7
34	53	202.7	203.2	203.7	191.5	64	25.5	-0.8	30.9	30.9	32.9	26.3	-5.8	-0.8
35	49	246.5	244.6	243.2	229.8	80.2	23.8	7.5	45.7	45.7	34.1	26.5	-1.9	0.4
36	48.4	259	257.5	256	243.5	68.8	23.7	2.6	61.2	61.2	37.5	29.2	-2.3	-2.3
37	52.9	228.8	227.8	227.3	220.7	63.6	25.4	0	63.6	63.6	38	30.3	-3.3	-4
38	48.3	249.6	248.1	246.6	233.1	82.6	23.6	8.6	61.8	61.8	36.7	29.6	-3.8	-3.5
39	48.1	257.3	255.8	254.3	242	69.4	23.5	3.1	64.6	64.6	38.2	30.2	-2.3	-4.8
40	52.5	223.8	222.5	222.1	213.6	62.9	25.3	0.8	62.1	62.1	37	30.1	-3.8	-4.9
41	45	213.4	209.8	209.7	197.2	61.2	22.4	6.6	38.8	38.8	34.3	27.8	-5.9	-3.4
42	45.3	214.7	209.7	208.9	195.2	64.1	22.5	1.1	31.7	31.7	32.9	26.1	-5	-0.8
43	53.1	221.5	220.3	220.2	207.8	64.2	25.5	0.5	45.3	45.3	34	26.5	-2.1	-0.6

ก-16 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	49.4	255.4	253.9	252.3	238.3	77.1	24	8.9	58.1	58.1	35.9	27.3	-1.1	-1.5
45	49.2	265.2	263.7	262.2	248.9	77.3	24	0.1	63.5	63.5	38.4	29	-0.3	-3.1
46	51.7	244.5	242.8	240.6	228.4	63.7	24.9	4.4	59.1	59.1	37	30.2	-1.7	-2.7
47	49.4	257.9	256.5	254.9	241.3	76.4	24	2.2	63.5	63.5	37.3	30.1	-1.6	-3.1
48	53.6	229.6	228.5	228	222.5	65	25.6	2.6	60.9	60.9	36.7	29.8	-1.7	-3.4
49	49	258.3	256.7	255	241.5	78.9	23.9	2.5	63	63	37.3	29.8	-1.1	-3.8
50	53.5	231.2	230.1	229.6	224.2	64.8	25.6	-0.3	61.2	61.2	36.9	29.9	-1.2	-4.1
51	48.8	255.5	254	252.5	238.9	79.5	23.8	6.1	61.8	61.8	36.8	29.7	-2.7	-3.5
52	52.9	202.5	203.2	203.4	195.3	63.7	25.4	-3.6	53.8	53.8	35.8	28.9	-3.5	-3.4
53	48.2	212.5	207.5	207.2	195.4	56.8	23.7	7.5	32.6	32.6	33.5	26.3	-2.7	-0.8
54	49.3	243.7	242	240.4	226.1	80.6	24	2.2	42.2	42.2	33.4	26.2	-2.4	0.6
55	53.6	237.2	235.8	235.7	227.4	64.9	25.6	-0.6	59.9	59.9	36.5	27.6	-1.3	-1.9
56	49.4	255.2	253.6	252.1	238.2	74.1	24.1	6.8	59.8	59.8	36.6	28.4	-2.8	-2
57	52.6	243.1	243.1	243.2	237.2	64	25.2	-0.5	63.5	63.5	38	29.4	-0.6	-3.3
58	49.2	254.3	252.9	251.2	237.6	65.4	24	7.7	58.7	58.7	36.5	29.8	-2.4	-2.8
59	52.4	243.2	242.5	242.2	235.8	63.6	25.2	-0.8	62.6	62.6	37.7	30	-0.8	-3.9
60	49.6	249.3	247.7	246.1	232.8	62.2	24.1	6.6	59.1	59.1	36.1	29.5	-3	-3.2

ก-17 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	48.3	226.3	221.3	220.5	206.8	66.3	23.5	2	34.6	34.6	33.6	26.6	-3.4	-2.7
1	50.5	236.5	234.8	233.5	219.2	76.5	24.2	1.9	38.7	38.7	33.7	26.5	-2.6	-1.1
2	51.1	250.4	248.9	247.6	234.3	68.2	24.5	2.1	57	57	35.4	27.5	-1.7	-0.8
3	49.3	250.4	249.2	248.2	235.3	63.3	23.9	1.7	60.8	60.8	36.9	28.2	-3.6	-1.2
4	48.8	249.2	248	246.9	233.7	65.9	23.6	1.5	62.1	62.1	37.3	29	-3.8	-1.9
5	49.3	249	247.8	246.6	233.5	67.8	23.8	1.6	62.6	62.6	37.4	29.5	-3	-2.3
6	49.8	252.1	250.8	249.6	236.5	67.1	24	1.7	63.2	63.2	37.5	29.7	-2.5	-2.5
7	48.4	251.4	250.3	249.1	236.2	62.5	23.5	1.5	63.7	63.7	37.5	29.8	-4.4	-2.8
8	48.2	248.2	247.2	246.2	233	63.2	23.4	1.2	63	63	37.3	29.7	-4.4	-3.2
9	48.4	245.9	244.7	243.7	230.4	65.3	23.5	1.2	62.9	62.9	37.1	29.7	-3.9	-3.6
10	49	247.9	246.6	245.4	232.3	64.7	23.7	1.3	63.9	63.9	37	29.5	-3.3	-3.7
11	48	247.9	246.8	245.6	232.8	60.8	23.4	1.2	63.5	63.5	36.9	29.2	-4.8	-3.9
12	47.6	247.1	246	244.9	232	61.3	23.3	0.8	63.4	63.4	36.7	29.6	-5.3	-4.2
13	45.5	210.2	207.7	207.4	194.7	56.9	22.5	0.5	52.8	52.8	34.6	28.3	-7.1	-4
14	46	215.9	214.8	213.2	197.4	72	22.7	0.5	34.6	34.6	31.7	25.6	-6.7	-2.3
15	49.3	235.5	234.1	232.8	219.1	66.2	23.8	0.9	55.6	55.6	33.2	25.7	-3.6	-2
16	48.9	239.5	238.2	237.1	223.8	61.8	23.7	1.1	59.9	59.9	34.5	26.3	-4.4	-2.6
17	47.7	237.9	236.7	235.8	222.5	61.3	23.3	1.1	60.6	60.6	35.2	27.1	-5.5	-3.3
18	47.9	235.9	234.7	233.6	220.3	63.4	23.3	1	60.9	60.9	35.2	27.9	-4.9	-3.7
19	48.1	234.7	233.5	232.4	218.9	64.6	23.4	1	61.4	61.4	34.7	27.9	-4.7	-4
20	48.5	235.6	234.2	233.2	219.8	62.7	23.5	1.1	61.9	61.9	34.7	27.8	-4.3	-4.2
21	47.2	235	233.9	232.8	219.8	58.9	23.1	0.8	61.4	61.4	34.6	27.8	-5.8	-4.4

ก-17 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	44	198.8	196.2	196.2	182.6	50.9	22	0.3	41.4	41.4	32	26	-8.5	-4
23	47.2	213.8	212.6	211.2	195.8	72.4	23	0.2	34.3	34.3	30.2	24	-6.4	-1.9
24	49.1	230.2	228.8	227.6	213.8	65.3	23.7	0.5	54.7	54.7	32.4	24.8	-4.1	-2.3
25	48.5	232.9	231.5	230.5	217.1	60.5	23.6	0.7	59.2	59.2	33.6	25.7	-5	-2.9
26	47.3	232.4	231.1	230.1	216.7	60.4	23.1	0.5	60	60	34	26.5	-6.1	-3.6
27	47.7	232.2	231.1	229.9	216.5	62.8	23.3	0.4	60.6	60.6	34	27	-5.3	-4.1
28	48.2	232.8	231.6	230.5	217	63.5	23.4	0.4	60.7	60.7	34.3	27.3	-4.7	-4.3
29	47.7	233	231.8	230.7	217.4	58.9	23.3	0.5	60.8	60.8	34.3	27.4	-5.5	-4.5
30	44.4	201.4	199.1	199.2	186.2	51	22.2	0.1	49.3	49.3	32.5	26.4	-8.1	-4.3
31	54.7	188	188.7	189.3	181.4	66.1	25.9	0.3	30.2	30.2	30.1	24.2	-6.6	-2
32	47.2	221.4	220.3	219.2	204.8	68	23.1	7.5	41.1	41.1	30.9	24.3	-5.1	-0.5
33	49.2	232.6	231.3	230	216.8	65.8	23.8	6.1	54.6	54.6	33.2	25.4	-3.7	-1.5
34	48.3	231.8	230.6	229.6	216.2	63.5	23.5	4.4	57.9	57.9	34.1	26.7	-4.8	-2.2
35	48.7	232.2	230.7	229.6	215.8	67.6	23.6	3.4	59.4	59.4	34.1	27.2	-4	-2.8
36	48.4	230.5	229.2	228.1	214.9	61	23.6	2.9	59.5	59.5	34.2	27.4	-4.2	-3.2
37	47.2	225.3	224.1	223	209.3	61.6	23.1	2.5	58.9	58.9	33.7	27.1	-5.6	-3.7
38	48.6	227.6	226.2	225.2	211.4	66.7	23.5	2.3	58.5	58.5	33.6	26.7	-4.1	-4
39	47.7	228.3	227.1	226.1	212.8	57.6	23.3	2.1	58.9	58.9	33.6	27.1	-5.2	-4.2
40	46.1	224	223	222	208.3	57.6	22.7	1.5	59.7	59.7	33.3	26.6	-7.2	-4.6
41	43.8	192.5	190.5	190.6	176.5	53.3	22	1	35.6	35.6	31.2	24.9	-8.6	-4.4
42	46.8	210.7	209.3	207.8	191.8	70.6	22.9	0.8	30.2	30.2	29.6	23.2	-6.2	-2.2
43	49.3	229.5	228	226.8	213	65.7	23.8	1	53.4	53.4	31.8	24.3	-3.9	-2.5

ก-17 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	48.3	232	230.8	229.7	216.1	59.6	23.5	0.9	58.5	58.5	33.4	25.2	-5.5	-3
45	47.4	229.5	228.2	227.2	213.7	61	23.2	0.2	59.5	59.5	33.7	26.1	-6	-3.6
46	47.8	229.4	228.1	227.1	213.5	63.3	23.3	0.1	60.1	60.1	33.6	26.8	-5.2	-4.1
47	48.4	231.2	229.9	228.8	215	64.3	23.4	0.2	60.4	60.4	33.7	27.1	-4.7	-4.3
48	47.6	233.8	232.8	231.6	218.4	58.9	23.3	0.3	60.4	60.4	34.3	27.1	-5.6	-4.4
49	51.9	189.3	193.1	193.8	188.4	60.3	24.8	-0.2	53.7	53.7	33	27	-7.7	-4.4
50	47	208.1	207	205.6	192.4	55.9	23	6	32.3	32.3	30.2	24.1	-5.2	-0.9
51	48.6	230.1	228.8	227.5	213.6	66.9	23.5	5.8	52	52	32.3	25	-4	-1.4
52	48.4	235.5	234.1	232.9	219.8	59.6	23.5	4.2	58.3	58.3	34.4	26.4	-4	-2.2
53	47.5	230.6	229.3	228.2	214.9	61.7	23.3	3.3	59.6	59.6	34.4	27.4	-5.3	-2.8
54	48.6	232.4	231.1	229.9	216.5	67.4	23.6	2.9	60.1	60.1	34.4	27.3	-3.8	-3.3
55	48.3	234.5	233.2	232.1	219	61.3	23.5	2.6	60.8	60.8	34.7	27.7	-4.2	-3.6
56	47	230.5	229.4	228.3	214.8	59.3	23.1	2.3	60.6	60.6	34.5	27.5	-5.7	-4
57	47.9	234.5	233.3	232.2	218.9	64	23.4	2.2	61.4	61.4	34.8	27.5	-4.7	-4.4
58	47.2	234.2	233.1	232.1	218.9	58.6	23.1	2.1	61.1	61.1	35	27.7	-5.5	-4.5
59	43.6	197.5	195.4	195.4	182.7	53.3	21.9	1.7	33.7	33.7	32.4	25.9	-8.2	-4.2
60	46.2	212.8	211.5	209.8	194	70.8	22.7	1.6	29.9	29.9	30.5	23.8	-6.2	-1.9

ก-18 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	53.8	167.3	209.5	209.8	204.1	66.2	25.8	2.3	57.1	57.1	36.1	29.5	-0.5	0.4
1	46.4	222.3	216.8	216	202.4	65.1	23	3.7	37.3	37.3	33.4	27.2	-3.3	3.3
2	51.1	253.3	251.3	249.7	236	77	24.6	0.4	50.9	50.9	34.5	26.8	-0.6	4.8
3	54.5	231.7	230.4	229.8	219.4	67.8	26	2.6	58.6	58.6	36.6	28.1	-1.4	3.1
4	51.4	258.7	256.6	254.9	241.2	81.6	24.7	6.6	61.6	61.6	37.1	28.9	-0.1	2.1
5	51.1	263.4	261.8	260.2	246.9	75.6	24.6	2.4	63.8	63.8	38.4	30.1	0	0.9
6	55.2	228.4	227.4	227	221.5	67.4	26.1	1.5	60.7	60.7	37.2	30.4	-0.9	0.9
7	49.5	246.8	245.2	243.6	229.4	76.6	24	7.1	60.5	60.5	36.6	29.8	-2	1.6
8	50.9	256.6	255	253.6	240.2	74.8	24.4	2.8	62.7	62.7	37.5	29.4	-0.6	0.3
9	50.9	254	252.5	251.4	238.5	69.5	24.4	0.1	62.4	62.4	37.7	30.1	-1.8	-0.3
10	53.7	234.1	232.5	230.1	218.3	63.9	25.9	4.6	56.9	56.9	35.7	29.8	-1.5	0.5
11	50	246.9	245.3	243.8	230.2	73.5	24.1	6.1	60.4	60.4	36.1	28.9	-2.3	0.7
12	50.7	254.4	253	251.6	238.4	71.9	24.3	2.8	62.3	62.3	37.3	29	-1.4	-0.6
13	50.5	252.8	251.4	250.3	237.3	68.2	24.3	0.1	62.8	62.8	37.5	29.9	-2.3	-1.1
14	50.9	242.9	241.5	240.2	226.8	60.3	24.4	6.9	56.3	56.3	35.3	29.1	-1.9	0.4
15	49.8	244.9	243.5	242.1	228.5	71.8	24	5.8	60	60	36.1	28.8	-2.5	0
16	50.3	252.3	250.9	249.7	236.3	70.5	24.1	2.4	61.1	61.1	37	29.1	-1.9	-1.1
17	50.1	229.2	238.7	238.2	233.2	62.6	24.1	-0.2	61.5	61.5	37.1	29.6	-2.9	-1.5
18	49.7	216.3	211.7	211.4	199.6	58.2	24	7	44.7	44.7	34.3	28.7	-2.8	0.4
19	45.1	220.4	219.2	217.4	200.8	72	22.4	5.2	30.9	30.9	32.2	26.1	-6.2	3
20	50.6	248.3	246.9	245.5	231.9	72.3	24.3	3	52.6	52.6	34.5	26.7	-1.9	2.5
21	51.5	252.9	251.3	249.9	236.6	71.8	24.6	2.1	59.6	59.6	36.6	28	-1.8	0.6

ก-18 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	50.6	254	252.6	251.4	238.3	69.4	24.3	1.4	61	61	37.6	29.1	-2.5	-0.3
23	53.8	221.1	227.9	228.2	228.7	64.7	25.5	-0.3	61.8	61.8	37.6	29.9	-2.9	-0.9
24	49.5	241.6	240.2	239.1	225.6	65.3	23.9	8.6	56.6	56.6	35.6	29	-3.9	0.2
25	50.1	247.3	245.9	244.6	231.2	70.7	24.1	6.1	60.2	60.2	36.2	28.8	-2.6	-0.4
26	50.2	252.4	250.9	249.8	236.4	69.6	24.1	3.5	62	62	37.1	29	-2.2	-1.2
27	49.3	192.1	221.8	221.8	215.9	60.7	23.9	0.3	61.7	61.7	37.3	29.7	-3.7	-1.7
28	50.9	215.3	209.3	209.4	197.4	59	24.4	5.3	38.9	38.9	33.4	27.2	-3.4	1.3
29	48.1	223.7	222.2	219.9	203.5	70.1	23.4	6.3	29.7	29.7	31.8	25.3	-6.6	3.8
30	50.6	248.8	247	245.6	232	73.3	24.4	3.9	53.2	53.2	34.5	26.4	-1.8	2.7
31	51.3	254.8	253.2	252	238.5	72.3	24.5	2.6	61	61	36.8	27.8	-1.7	0.5
32	50.7	253.9	252.4	251.3	238.4	69.4	24.4	1.8	61.9	61.9	37.6	29.4	-2.3	-0.4
33	53.5	223.5	227	227.3	226.9	63.5	25.4	-0.3	61	61	37.5	29.7	-3.5	-0.9
34	48.9	239.2	237.7	236.5	222.5	64.4	23.7	8.5	56.2	56.2	35.3	28.7	-4.3	0.4
35	50.3	247.7	246.2	245	231.4	71.7	24.1	6.4	59.4	59.4	35.9	28.5	-2.5	-0.2
36	50.4	252.6	251.2	249.9	236.7	69.2	24.2	3.8	62.1	62.1	37	28.9	-2.2	-1.2
37	51.8	143.6	221	221.1	217.7	60.5	24.8	-0.4	62.2	62.2	37.3	29.5	-4.2	-1.7
38	48.6	212.8	209.3	209.2	196.8	56.7	23.7	7.7	39.2	39.2	33.8	27.8	-4.2	0.8
39	47	220.6	218.8	216.9	200.3	80.8	23.1	6.1	27.4	27.4	31.7	25.1	-6.9	3.7
40	51	247.9	246.1	244.8	231	72.7	24.4	3.6	53.6	53.6	34.6	26.5	-2.1	2.2
41	51.5	252.5	251	249.7	236.3	71.6	24.6	2.6	59.4	59.4	36.5	27.7	-1.9	0.5
42	50.7	253.8	252.4	251.2	238.1	69.5	24.4	1.7	61.7	61.7	37.6	29.1	-2.3	-0.4
43	55.1	223.4	222.7	222.5	218.1	66.4	26	-0.3	61.6	61.6	37.3	29.9	-3	-0.7

ก-18 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	49.1	239.5	238	236.8	223.4	67	23.8	8.9	58	58	35.6	28.9	-4.1	0.4
45	50.3	250.3	249	247.6	234.2	70.7	24.1	5.2	61.1	61.1	36.3	28.7	-2.6	-0.5
46	50.3	252.8	251.5	250	236.8	68.9	24.1	3.2	62.4	62.4	37.2	29.1	-2.2	-1.3
47	52.5	132.1	223.5	223.5	223	61.6	25.1	-0.6	62.6	62.6	37.2	29.6	-3.8	-1.5
48	48.2	211.3	208.1	208.1	195.2	55.2	23.5	8.1	41.5	41.5	33.8	28	-4.2	0.4
49	47.1	213.8	212.2	209.9	194.9	70.2	23.1	5.5	28	28	31.7	25.2	-6.6	3.4
50	50.9	243.1	241.5	240.2	226.5	71.6	24.4	3.4	49.9	49.9	33.8	26.3	-2.5	2.8
51	51.5	249.5	248	246.6	233.1	72.7	24.6	2.4	59	59	36.2	27.4	-1.9	0.7
52	50.9	250.2	248.8	247.4	234.2	69.7	24.4	1.7	60.4	60.4	37	28.8	-2.2	-0.1
53	55.1	219.5	219	218.7	213.9	66.6	26	-0.4	59.2	59.2	36.6	29.4	-2.9	-0.7
54	49.2	238.8	237.4	236.2	222.4	68.7	23.8	8.6	56.4	56.4	35.2	28.6	-4	0.3
55	50.5	248.9	247.4	246.2	232.7	70.8	24.2	5.1	61	61	36.3	28.6	-2.4	-0.6
56	50.3	252	250.7	249.4	236.2	68.8	24.2	3.1	61.8	61.8	37	29.1	-2.1	-1.2
57	54.3	222.7	223	222.7	219.2	64.5	25.6	-0.8	62.3	62.3	37.1	29.5	-4	-1.5
58	47.8	209.8	206.8	206.8	193.4	54.7	23.4	7.7	40.8	40.8	33.8	27.9	-4.7	0.3
59	48.4	218	216.7	214.2	198.9	72.6	23.5	4.9	29.2	29.2	31.8	25.3	-5.9	3.5
60	51	242.9	241.5	240.2	226.5	71.4	24.4	3	53	53	34.3	26.6	-2.5	2.4

ก-19 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
0	53.3	162.7	229	228.7	224.2	65.5	25.7	0.8	61.5	61.5	39.4	31.1	0	0.2
1	46.2	230.5	225.1	224.6	211.5	65.9	22.9	5.5	38.8	38.8	35.8	29.3	-3.3	2.5
2	50.7	257.5	255.6	254.1	240.6	77.1	24.5	2	50	50	36	28.6	-0.7	4.5
3	50.8	272.9	271.1	269.4	256.3	78.1	24.5	1.2	61.5	61.5	39	29.4	0	2.1
4	50.6	273.1	271.3	269.7	256.7	74.8	24.5	1	63.4	63.4	40.3	30.9	-0.1	0.6
5	53.9	240	238.9	238.5	233.7	65	25.7	0.9	63.2	63.2	39.4	31.4	-1.3	0
6	48.9	261	259.4	257.9	244	78.1	23.8	7.8	63.3	63.3	38.6	30.8	-1.9	0.4
7	50	273.6	272.2	270.6	257.6	74.5	24.2	4.5	66.4	66.4	39.9	30.9	-0.5	-0.6
8	49.8	271.2	269.9	268.8	256.2	68.6	24.1	0.8	66.3	66.3	40.5	31.5	-2	-1.4
9	50.1	222.6	221.5	222.1	214.8	59	24.4	4.9	52.1	52.1	37.6	31.2	-2.6	-0.3
10	43.1	215.8	212.5	212.3	197.7	57.7	21.8	7	29.9	29.9	34.8	28.2	-6.1	2.3
11	49.8	254.4	252.5	251.1	237.6	75	24.1	4.3	45.2	45.2	35.4	27.5	-1.7	3.8
12	50.1	269.3	267.7	266.2	252.8	75.5	24.2	2.8	61.1	61.1	39	29.1	-0.7	1.4
13	50.1	276	274.7	273.2	260.3	72.7	24.3	2.2	64.6	64.6	40.6	30.8	-0.5	-0.3
14	52.5	246.4	251.1	251.3	251.8	61.9	25.1	-0.3	66	66	41.1	32	-1.7	-1.1
15	48.2	258	256.7	255.6	242.4	64.8	23.6	8.7	61.2	61.2	39	31.5	-3.4	-0.2
16	46.7	227.1	223.8	223.7	210.1	58.1	23.1	5.6	59.2	59.2	38.2	30.7	-3.7	-0.7
17	47	223.6	219	218.3	205.1	76.4	23	3.5	34.4	34.4	35.3	28.2	-4.8	1.9
18	50.9	249.7	248.2	246.8	233	73.6	24.4	2.8	45.7	45.7	35.7	28.2	-1.8	3.2
19	51.5	262.5	261.1	259.7	246.5	73.2	24.6	2.5	60.1	60.1	38.2	28.9	-1.5	1.4
20	51.3	267.7	266.2	264.8	252.1	71.2	24.5	2.3	62.7	62.7	39.7	30	-1.3	0
21	50.5	264.8	263.5	262.4	249.8	68.8	24.3	0.9	64.1	64.1	39.8	31.1	-2.3	-0.6

ก-19 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแชเย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	54.8	234	232.9	232.5	227.1	66.2	25.9	2	60.9	60.9	38.2	31.1	-2.6	-0.6
23	47.3	217	221.4	221.6	214.5	61.6	23.3	8.3	61.4	61.4	37.9	30.5	-3.4	-0.3
24	45.9	220.5	216.4	215.8	202.1	59.8	22.7	5.2	35.5	35.5	35.2	28.2	-5.3	1.5
25	49.8	244.6	243	241.6	227.2	78.5	24.1	3.7	38.9	38.9	35	27.6	-3.1	3.5
26	51.5	261.7	260.1	258.8	245.6	73.4	24.6	3.1	58.6	58.6	37.9	28.4	-1.4	2
27	51.4	265.5	264	262.8	249.8	71.6	24.6	2.8	62.1	62.1	39.4	29.9	-1.3	0.3
28	50.6	264.4	263.1	261.9	249.1	69.4	24.3	1.8	63.3	63.3	39.7	30.9	-2.1	-0.6
29	50	263	261.7	260.6	247.7	67.8	24.1	0.2	63.8	63.8	39.8	31.3	-2.7	-1.1
30	49.4	220.5	220.8	221.1	211.1	58.5	24	6.8	57.1	57.1	37.6	30.7	-2.5	-0.3
31	45.2	219.4	215.5	215.1	200.5	57.7	22.5	7.2	31.4	31.4	35.1	28.3	-5.6	2.1
32	49.4	244.2	242.6	241.2	227.2	76.7	23.9	4.8	43.5	43.5	35.2	27.8	-3.2	4
33	51.1	264	262.6	261.2	247.8	74.2	24.4	3.6	60.2	60.2	37.8	28.6	-1.2	1.8
34	51.2	267.4	265.8	264.5	251.5	71.5	24.5	2.9	64.5	64.5	39.4	30	-1.1	0.1
35	50.5	266	264.8	263.6	250.9	68.7	24.3	1.7	65.1	65.1	40	31	-2.3	-0.6
36	49.7	264.1	262.9	261.8	248.9	67.2	24	0.1	64.9	64.9	39.9	31.6	-3.1	-1.2
37	48.8	225.1	221.7	221.5	210.1	57.4	23.7	7.4	53.1	53.1	37.4	30.7	-3	-0.3
38	44.6	216.6	213.1	212.8	198.3	59.1	22.3	7.5	29.4	29.4	34.7	28.1	-5.8	2.3
39	49.5	245.6	243.9	242.5	228.5	77.5	24	5.1	44.7	44.7	35.2	27.7	-2.4	3.7
40	51.1	266.2	264.6	263.1	249.9	74.7	24.5	3.7	61.4	61.4	38.1	28.8	-1.2	1.4
41	51.1	267.1	265.5	264.3	251.5	70.7	24.5	3	64.6	64.6	39.7	30.3	-1.2	0.1
42	50.4	266.7	265.5	264.2	251.5	68.5	24.2	0.8	65	65	39.9	31.3	-2.4	-0.6
43	54.9	236.3	235.2	234.9	229.5	66	25.9	1.3	63	63	39.4	31.5	-2.8	-0.8

ก-19 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	48.8	256.9	255.7	254.3	241.2	71.4	23.7	8.4	62	62	38.8	30.9	-3.4	-0.3
45	46.5	222	219	218.8	205.8	58.8	22.9	5.2	45	45	36.7	29.5	-5.2	-0.2
46	48.1	223.7	219.1	218.5	205.2	65.5	23.4	3.6	34.2	34.2	34.7	27.4	-4.2	2.7
47	51.5	256.7	255.2	253.9	240.6	72.7	24.5	3	53.1	53.1	36.6	28.1	-1.7	2.9
48	51.8	263.8	262.3	261	247.7	74.1	24.7	2.5	61.2	61.2	38.7	29.3	-1.3	1
49	51.1	265.8	264.3	263	250.3	70.2	24.5	2.1	63.7	63.7	39.5	30.4	-1.7	0
50	50.5	265.8	264.3	263	250.3	69.1	24.2	0.4	64.7	64.7	39.8	31.1	-2.5	-0.7
51	51.5	250	248.5	246.9	234.2	60.9	24.7	4.7	60.7	60.7	38.2	31.1	-2.1	-0.4
52	49.4	201.6	255.6	254.4	244.2	71	23.9	7.3	63.2	63.2	38.7	30.8	-2.7	-0.6
53	46.7	220.6	217.3	217.3	203.9	58	23	4.1	41.1	41.1	36.2	29	-5.4	0.1
54	48.5	227.5	223.1	222.3	209.1	65.3	23.5	3	34.6	34.6	34.8	27.4	-3.9	2.8
55	51.4	259.2	257.7	256.5	243.1	73.2	24.6	2.6	54.7	54.7	37	28.4	-1.7	2.7
56	51.8	265.7	264.2	262.9	249.7	73.9	24.7	2.4	62.1	62.1	39	29.7	-1.1	0.9
57	51	265.9	264.6	263.3	250.5	69.9	24.4	1.9	63.3	63.3	39.8	30.8	-1.8	-0.1
58	50.2	263.8	262.5	261.4	248.6	67.8	24.2	0	63.7	63.7	39.7	31.3	-2.6	-0.8
59	49.9	252.2	250.9	249.7	235.9	58.5	24.1	7	58.2	58.2	37.5	30.4	-2.6	-0.1
60	49.8	256.7	255.3	254	240.7	71.2	24	6.7	62.5	62.5	38.1	30.2	-2.4	-0.6

ก-20 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	
0	54.2	208.2	208.3	208.7	199.8	67.2	26	2.9	34.5	34.5	34	27.3	-1.8	3.4		
1	49.1	236.3	234.5	232.5	216.3	71.7	23.9	7.5	35.3	35.3	33.8	27.1	-1.8	4.3		
2	52.2	266.2	264.3	262.5	249	81.2	25.1	5	57.4	57.4	36.5	28	0.2	3.1		
3	51.2	269.1	267.2	265.6	252.5	76.8	24.7	2.2	63.3	63.3	38.8	29.7	0.2	1.4		
4	53.8	237.5	236.3	235.8	229.5	65.6	25.7	0.9	62.4	62.4	38.5	30.7	-0.7	0.7		
5	49.2	255.7	254	252.4	238.2	78.6	24	6.8	62.9	62.9	37.6	30.4	-1.5	0.8		
6	49.8	265.9	264.3	262.8	249.4	76.2	24.2	3.3	65.4	65.4	38.6	30.5	-0.1	-0.7		
7	51.6	140.2	237.3	237.7	238.4	61.7	25	-0.8	65.2	65.2	39.1	31.1	-1.1	-1.3		
8	47	220.6	216.4	216.4	203.2	60.2	23.2	7.7	41.1	41.1	35	29.4	-3.7	0.6		
9	46.3	218.7	213.1	212.4	198.1	70.9	22.8	3.8	33.5	33.5	33.1	26.8	-4.9	3.2		
10	49.7	240	238.1	236	221.6	79	24.1	1.8	36.9	36.9	33.6	26.6	-2	3.5		
11	50.9	260.1	258.2	256.6	243.1	76.6	24.6	1.4	58.2	58.2	36.4	27.7	-0.2	1.8		
12	50	263.6	261.9	260.3	247	73.3	24.2	0.9	63.1	63.1	38.3	29.5	-0.9	-0.1		
13	53.3	229.3	228.1	227.8	222.7	64.1	25.5	1.8	60.7	60.7	37.7	30.4	-1.5	-0.7		
14	48.7	252	250.5	248.9	234.8	75.3	23.7	7.8	62	62	36.9	29.9	-1.7	-0.5		
15	46.1	219.8	214.7	214.1	200.3	64.6	22.8	3.5	39.3	39.3	34.5	28	-4.4	0.1		
16	49.4	229.7	223.1	222.2	209	70.3	24	2.3	35.3	35.3	34	27.1	-1.8	1.8		
17	49.4	239.2	237.5	235.7	220.6	78.8	23.9	2	37.2	37.2	34.1	27.4	-2.4	2.7		
18	51.5	257.7	255.8	254.4	241	76	24.7	2	57.6	57.6	36.5	28.3	-0.8	1.6		
19	51.2	259.4	257.8	256.6	243.4	71.8	24.5	1.8	62	62	37.8	29.5	-1.1	0.1		
20	54.6	229.3	231.3	231	227.6	65.5	25.7	-0.5	63.8	63.8	38	30.2	-2.3	-0.7		
21	49.7	247.2	245.9	244.6	230.5	72.4	24	8.1	58.8	58.8	36.2	29.5	-3	0		

ก-20 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)	อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	46.3	216.4	211.8	211.2	197.4	62.1	22.8	4.7	39.4	39.4	34.2	27.6	-4.8	0.6
23	48.8	223.8	217.8	217.2	202.6	79.1	23.7	2.9	34.4	34.4	33.3	26.3	-3	2.8
24	51.1	241.8	240	238.5	224.4	75.7	24.5	2.3	43	43	34.3	27.1	-1.6	2.9
25	51.7	255	253.3	252	238.5	75.2	24.7	2.1	58.2	58.2	36.6	28.2	-0.9	1.2
26	51.1	257.6	255.9	254.7	241.5	71	24.5	1.8	61.7	61.7	37.8	29.4	-1.2	-0.2
27	54.8	227.4	226.5	226.1	221.8	66	25.9	-0.6	61.5	61.5	37.6	30.1	-2.4	-0.9
28	47.7	217.3	213.8	213.2	201	59.8	23.4	8.1	53.9	53.9	35	28.9	-3.9	0.2
29	45.8	215.4	210.4	209.7	195.2	68.4	22.7	4.8	35.1	35.1	32.7	26.3	-5.4	3
30	50.5	242.7	240.8	239.2	225	75	24.4	2.6	38.7	38.7	33.7	26.5	-1.4	3.2
31	50.8	257.2	255.3	253.9	240.1	76.3	24.5	2.1	59.1	59.1	36.5	27.8	-0.5	1.5
32	50.1	258.2	256.6	255.1	241.9	72.5	24.3	1.3	61.8	61.8	37.9	29.4	-1	-0.2
33	54	225.2	224.2	223.8	219	64.9	25.7	0.5	60.9	60.9	37.2	30.1	-1.8	-0.8
34	47.6	199.3	216.6	216.4	208.6	63.6	23.4	7.9	60.1	60.1	36.2	29.3	-2.5	-0.4
35	45.9	217.3	212.1	211.5	198.1	61.4	22.8	3.9	37.4	37.4	33.5	26.9	-4.8	1
36	50.2	228.3	221.5	220.7	207.1	70.1	24.2	2.4	34.3	34.3	33.2	26.2	-1.4	2.7
37	51.2	246.5	244.5	243.2	229.5	74.9	24.6	2	50.7	50.7	34.7	27.4	-1.2	2.4
38	51.5	254.1	252.6	251.2	237.9	74.2	24.7	1.9	59.8	59.8	36.6	28.4	-0.9	0.6
39	50.9	253.4	252	250.7	237.7	69.5	24.4	1.1	61.4	61.4	37.3	29.3	-1.9	-0.5
40	55	222.2	221.1	220.8	215.1	66.7	26	1.7	58	58	36.2	29.7	-2.1	-0.6
41	45.1	212.7	208.3	207.9	194.5	62.2	22.4	7.4	40.5	40.5	33.6	27.5	-5.1	0.9
42	47.6	220.2	214.1	213.3	198.7	72.2	23.4	4.3	34	34	32.5	25.7	-4.1	3.5
43	50.5	246.4	244.5	243	229.3	74	24.4	2.7	46.1	46.1	34.2	26.6	-1.3	3.1

ก-20 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	50.8	255.4	253.6	252.2	238.6	74.8	24.5	2.1	60.1	60.1	36.7	28.1	-0.8	0.7
45	50.1	256.5	254.9	253.6	240.4	71	24.2	0.9	62.5	62.5	37.7	29.4	-1.5	-0.8
46	54.6	222.8	221.7	221.2	215.6	66	25.9	3.3	58.9	58.9	36.3	29.9	-1.7	-0.6
47	44.8	213.6	209.4	209.1	194.8	59.7	22.4	6.9	43.6	43.6	34	27.8	-5.1	0.9
48	47.8	222.2	216.4	215.6	200.9	69	23.4	3.7	34.6	34.6	32.7	26	-3.6	3.3
49	50.6	246.2	244.3	242.9	229.1	74.2	24.4	2.4	43.8	43.8	34.2	26.8	-1.4	2.9
50	51.1	255.9	254.1	252.6	239.2	74.7	24.6	2	59.4	59.4	36.6	28.1	-0.9	1.1
51	50.3	256.6	254.9	253.5	240.3	71.2	24.3	1.6	62.6	62.6	37.8	29.4	-1.5	-0.5
52	54.5	224.9	224.9	224.6	221.1	65.4	25.8	-0.4	62.9	62.9	37.7	30.2	-2.5	-1.4
53	47	215	211.5	211.5	198.1	62	23.1	7.7	44.1	44.1	34.2	28.6	-4.6	0.3
54	46.7	217.4	212.3	211.6	197.6	69.1	23	4.5	34.1	34.1	32.8	26.3	-5.3	3
55	50.3	238.4	236.5	234.8	220.6	74.4	24.2	2.8	37	37	33.2	26.3	-2.5	3.4
56	51.3	251.4	249.7	248.2	234.6	74.4	24.6	2.4	57.4	57.4	36	27.5	-1.1	1.8
57	50.9	253.9	252.3	250.9	237.8	71.1	24.5	2.1	61.3	61.3	37.2	28.8	-1.5	0
58	50.4	253.1	251.7	250.6	237.7	69.3	24.2	0.4	62.4	62.4	37.6	29.8	-2.3	-1
59	50	213	210.1	210.4	200.1	59.1	24.2	5.9	51.9	51.9	35.2	29.3	-2.3	-0.2
60	45.1	211.6	207.4	206.8	192.7	63.2	22.4	5.9	32.7	32.7	32.8	26.6	-5.6	2.1

ก-21 ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)		ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)	
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	
0	49.1	228.4	221.5	220.6	206.4	72.6	24	0.6	34.4	34.4	33.2	26.4	-2.2	2.7		
1	49.9	234.7	232.7	230.4	215.4	74.1	24.2	0.6	35.4	35.4	33.5	27	-1.2	3.1		
2	51.4	256.4	254.6	253.1	239.2	79.4	24.7	0.8	55.7	55.7	35.6	27.6	0.1	2.1		
3	50.4	261.3	259.3	257.8	244.6	74.2	24.4	0.1	61.9	61.9	37.4	28.9	-0.3	0.2		
4	50.5	247.8	246	244.5	230.9	65.4	24.5	5.5	58.9	58.9	36	29.6	-1.3	0.4		
5	48	219.5	215.7	215.7	207.2	61.8	23.6	4.1	61.1	61.1	36.5	29.6	-1.4	-0.8		
6	47.3	223	217.2	216.3	203	69.7	23.3	1.7	38.7	38.7	33.9	27.3	-3.4	0.4		
7	48.6	226.9	220.6	219.6	206	66.8	23.7	1	35.2	35.2	33.5	27	-2	1.6		
8	48.9	227.3	220.8	220.2	206.2	69.3	23.8	0.9	34.9	34.9	33.4	26.8	-2.6	2.3		
9	51.5	247.2	245.2	243.7	230.1	76.7	24.7	1.2	50.4	50.4	34.5	27.1	-0.6	2.4		
10	51.5	252.1	250.3	248.9	235.5	72.8	24.7	1.3	59.2	59.2	36.4	28.1	-0.6	0.7		
11	54.5	225.8	224.5	224.5	218.4	65.8	25.8	-0.6	60.9	60.9	36.9	29.3	-2.1	-0.5		
12	48.7	182.4	218.1	218.5	212.6	66.5	23.9	8	58.1	58.1	35.5	29	-2.8	0.2		
13	45.7	216	210.8	209.9	196.3	66.5	22.7	4.5	38.4	38.4	33.1	26.8	-4.9	1.4		
14	49.8	227.5	220.3	219.5	205.8	74	24.2	2.5	34.4	34.4	32.9	26.2	-1.3	2.4		
15	49.1	229.2	222.6	222	208.1	69.4	23.9	1.7	34.9	34.9	33.5	26.9	-2.3	2.6		
16	51.4	253.6	251.6	250.2	236.6	76.8	24.7	1.7	53.5	53.5	34.9	27.6	-0.7	2.2		
17	51.1	256.9	255.1	253.8	240	73.7	24.6	1.7	60.9	60.9	37	28.6	-0.3	0.4		
18	54.2	228.1	227	226.8	222.2	65.4	25.7	0.8	62.3	62.3	37.2	29.9	-2	-0.7		
19	46.5	215.8	211.7	211.5	197.8	61.9	23	7.2	46	46	34	28.3	-4.1	0.5		
20	46.4	218.6	213	212.4	197.4	70.6	23	3.9	35.1	35.1	32.6	26.1	-4.6	3.2		
21	49.6	229.8	222.6	221.9	207.7	73.7	24.1	2.2	34.1	34.1	33.2	26.3	-1.9	3		

ก-21 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
22	50.9	245.1	243.2	241.4	227.6	76	24.5	1.7	47.8	47.8	34.4	27.3	-0.8	2.8
23	50.9	257.2	255.6	254	240.5	76	24.6	1.6	60	60	36.3	28.2	-0.5	0.8
24	50	257.8	256.4	255	242.2	70.3	24.2	0.3	63.1	63.1	37.6	29.6	-1.6	-0.8
25	49.2	210.8	210.4	210.6	200.9	59.2	24	6.1	57.2	57.2	35.4	29.6	-1.8	-0.2
26	45.3	215.5	210.8	210	196.1	63	22.5	5.5	36.2	36.2	32.9	26.7	-5	2
27	48.8	226.1	219.1	218.4	204.2	70.9	23.8	3	34	34	32.9	26.2	-2.4	3.1
28	49.4	229.4	226.8	224.1	209.4	69.9	24	1.9	34.5	34.5	33.5	26.6	-1.8	2.8
29	50.9	251.4	249.6	248.1	234.4	75.9	24.5	1.7	54.7	54.7	35.4	27.7	-0.8	2
30	50.6	257.1	255.4	254	240.6	73.3	24.4	1.6	60.3	60.3	37.4	28.7	-0.6	0
31	53.5	230.7	229.8	229.7	225.8	64	25.5	-0.8	62.3	62.3	38.1	29.7	-2.1	-1
32	47.1	215.2	211.3	211.3	197.5	56.7	23.3	7.6	45.6	45.6	34.5	28.8	-3.6	0.3
33	46.3	217.2	211.8	211.1	196.5	69.8	22.9	4.4	33.9	33.9	32.6	26.1	-4.9	3.2
34	49.5	227.7	220.8	220	205.7	74.6	24	2.5	33.6	33.6	33	26.1	-2.2	2.9
35	50.8	244.8	242.7	241.2	227.5	75.3	24.4	1.9	47	47	34.4	27.2	-1	2.7
36	50.8	255.4	253.5	252.1	238.5	75.6	24.5	1.7	59.3	59.3	36.6	28.2	-0.7	0.7
37	50	256.2	254.8	253.3	240.4	70	24.2	0.7	62.2	62.2	37.8	29.3	-1.5	-0.8
38	52.6	153	211.5	212	206.1	62.6	25.3	2.6	54.7	54.7	35.8	29.7	-2.3	-0.6
39	44.3	211.8	207.5	206.6	192.7	58.4	22.2	6.5	32.6	32.6	32.9	27.1	-5.5	1.6
40	47.6	222.5	216.3	215.7	201.1	69.4	23.4	3.4	33.1	33.1	32.6	25.8	-3.7	3.3
41	49.8	226.6	224.5	223	209.3	69.4	24.2	2.1	34	34	33.4	26.4	-1.4	2.8
42	50.8	248.9	247	245.5	231.8	75.7	24.5	1.8	53.1	53.1	35.2	27.5	-0.9	2.1
43	50.6	255.4	253.8	252.4	238.9	73.5	24.4	1.7	60.1	60.1	37.2	28.4	-0.6	0.1

ก-21 (ต่อ) ตารางข้อมูลความดันและอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อนที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความดันของเครื่องอัดไอ (psi)		ความดันของเครื่อง ควบแน่น (psi)		ความดันวาล์ว ขยายตัว (psi)	ความดันเครื่องระเหย (psi)		อุณหภูมิเครื่องอัดไอ (C)		อุณหภูมิเครื่องควบแน่น (C)		อุณหภูมิวาล์ว ขยายตัว (C)		อุณหภูมิเครื่องระเหย (C)
	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า	ขาออก	ขาเข้า
44	52.7	230.5	234	234.4	232.4	62.1	25.1	-0.4	61.9	61.9	37.7	29.5	-2	-1
45	48.1	214.4	210.2	210.1	197.3	56.3	23.5	7.4	48.3	48.3	34.6	28.7	-2.7	0
46	44.6	213.4	208.6	208	193.9	63.5	22.3	5.5	33.8	33.8	32.4	26.1	-5.7	2.5
47	49.2	226.7	219.8	219.1	204.7	75	24	2.8	33.5	33.5	32.8	25.9	-2.6	2.9
48	49.6	236	234.2	232.2	217.3	75.1	24.1	2	35.1	35.1	33.6	26.9	-1.9	2.8
49	50.8	252.2	250.5	249	235.2	75.9	24.5	1.8	57.2	57.2	35.9	27.9	-0.8	1.4
50	50.4	255.5	253.9	252.5	239.3	71.5	24.3	1.6	61	61	37.3	29	-1	-0.3
51	52.7	137.3	220.1	220.1	217.6	62.8	25.4	-0.4	61.3	61.3	37.3	29.7	-2.4	-1.1
52	45.6	213.9	209.8	209.8	196.2	61.3	22.7	7.8	38.9	38.9	33.7	28	-4.9	0.4
53	46.4	216.9	211.3	210.7	196.3	68.8	22.9	4.7	33.4	33.4	32.4	26	-4.8	3.1
54	49.5	226.8	219.9	219.2	205	73.4	24.1	2.7	33.5	33.5	32.9	26	-2.2	2.7
55	49.7	235	233.1	231.5	216.8	77.9	24.1	2	37.1	37.1	33.4	26.8	-2.3	2.8
56	51.1	254.4	252.4	250.9	237.3	76.6	24.6	1.9	57	57	36	27.6	-0.7	1.5
57	50.5	257.2	255.6	254.2	241	71.3	24.4	1.7	61.1	61.1	37.7	28.8	-1.1	-0.2
58	54.1	142.1	221.3	221.5	217.6	64.6	25.7	0.2	60.8	60.8	37.3	29.9	-2.4	-1
59	45.1	213.8	209.4	209.1	195.7	62.4	22.5	7.4	39	39	33.7	27.7	-5.1	0.7
60	46.9	218.3	212.7	211.9	197.3	69.7	23.1	4.4	33.6	33.6	32.4	25.8	-4.6	3.3

ก-22 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มี ภาวะความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาวะความร้อน 3000 W

เวลา (นาทื)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอ		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอ		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	30.8	37.0	-4.6	-4.4	63.8	46.9	64.7	74.0
5	31.0	37.5	-5.5	-3.0	62.7	46.0	64.3	64.0
10	30.9	37.1	-5.1	-3.1	63.3	46.8	68.5	64.0
15	31.2	37.8	-6.4	-3.1	61.8	44.7	64.2	59.0
20	31.5	38.2	-5.9	-3.3	61.2	44.9	65.2	64.0
25	31.2	35.6	-5.2	-3.3	62.1	54.0	68.9	59.0
30	31.2	38.0	-6.2	-3.3	63.2	46.7	63.8	61.0
35	31.3	38.5	-6.1	-3.4	62.8	45.0	65.1	62.0
40	31.3	37.1	-7.3	-3.3	63.2	48.5	68.4	61.0
45	31.0	38.7	-6.4	-3.3	63.5	44.7	63.9	60.0
50	31.6	38.3	-6.2	-3.4	63.6	45.0	64.8	61.0
55	31.8	38.2	-5.8	-3.5	61.0	39.0	65.9	62.0
60	31.6	38.0	-6.6	-3.5	61.0	44.4	64.2	60.0

ก-23 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มี ภาวะความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาวะความร้อน 2500 W

เวลา (นาทื)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอ		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอ		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	34.6	35.7	-2.8	-5.5	51.6	50.5	78.2	76.0
5	35.0	42.1	-7.0	-1.5	52.8	37.5	74.1	60.0
10	34.8	40.7	-7.6	-1.6	48.5	39.0	74.8	56.0
15	34.8	41.7	-6.5	-1.9	51.0	35.0	79.8	57.0
20	34.7	40.0	-7.3	-1.8	50.5	39.2	74.8	57.0
25	36.0	40.7	-6.9	-1.8	46.0	36.0	77.4	60.0
30	35.0	40.4	-7.5	-1.7	47.2	37.0	75.5	57.0
35	35.7	41.0	-6.9	-1.8	46.0	36.0	77.0	60.0
40	35.7	37.0	-7.7	-1.7	45.0	39.0	76.1	56.0
45	35.4	41.2	-7.2	-1.6	46.3	36.0	75.0	57.0
50	35.9	41.1	-7.1	-1.5	45.5	35.0	77.1	59.0
55	35.5	40.4	-7.3	-1.5	46.7	36.4	75.5	56.0
60	35.5	40.5	-6.8	-1.6	50.5	37.0	76.2	59.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-24 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	35.0	40.6	-5.3	-3.4	50.0	38.5	82.3	78.0
5	34.2	42.1	-5.8	-2.0	48.5	35.0	75.9	62.0
10	34.7	41.3	-6.9	-2.0	49.0	30.7	74.6	59.0
15	34.3	39.2	-7.2	-2.2	50.5	38.5	75.8	59.0
20	34.0	39.8	-7.5	-2.4	51.0	38.5	76.1	60.0
25	34.0	39.4	-7.4	-2.5	51.0	39.0	76.0	60.0
30	34.8	39.9	-7.5	-2.6	49.1	38.0	75.6	60.0
35	34.3	40.0	-7.6	-2.8	50.3	38.0	76.1	60.0
40	34.0	39.5	-7.6	-2.9	50.6	39.0	75.7	60.0
45	34.3	39.7	-7.7	-2.9	50.1	39.0	75.6	59.0
50	34.6	39.3	-7.8	-2.9	52.0	41.8	75.9	59.0
55	33.8	39.2	-7.9	-3.0	54.8	43.8	75.6	59.0
60	33.9	39.0	-7.9	-3.0	56.5	44.5	75.4	59.0

ก-25 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	33.6	40.9	-7.3	-4.4	55.5	40.0	73.0	74.0
5	33.7	36.0	-7.5	-3.6	54.5	49.0	78.2	63.0
10	33.6	40.1	-8.3	-3.7	53.1	40.0	86.4	62.0
15	34.1	40.9	-9.3	-4.2	54.9	39.0	79.4	62.0
20	34.6	40.8	-9.9	-4.7	52.1	40.0	76.8	62.0
25	34.2	40.3	-8.6	-4.9	51.5	39.0	80.4	61.0
30	33.6	39.6	-9.8	-5.0	53.5	41.0	77.5	64.0
35	34.2	40.7	-10.0	-5.0	53.0	38.2	77.5	64.0
40	34.7	35.3	-5.3	-5.2	55.2	49.5	75.9	62.0
45	34.7	40.9	-9.9	-3.6	50.0	37.5	74.5	61.0
50	38.7	40.6	-10.6	-4.9	50.6	38.0	75.8	63.0
55	34.9	35.8	-6.1	-5.3	49.0	48.5	68.8	57.0
60	34.8	42.0	-9.4	-3.7	49.5	35.5	76.5	63.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-26 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	32.6	38.2	-7.3	-5.7	60.8	48.0	78.2	68.0
5	33.4	40.2	-8.5	-3.4	58.2	42.0	73.5	63.0
10	33.0	39.5	-10.0	-4.8	58.4	41.5	75.6	62.0
15	34.1	40.0	-7.3	-4.2	56.5	41.0	74.8	74.0
20	34.6	39.5	-10.3	-4.8	54.5	43.0	73.8	60.0
25	34.1	40.6	-8.1	-4.1	54.6	41.2	83.5	71.0
30	33.7	36.0	-9.1	-4.9	56.0	54.0	79.9	63.0
35	33.6	39.6	-6.1	-4.3	54.0	42.7	76.4	73.0
40	33.5	39.5	-10.2	-4.6	56.0	42.0	73.3	59.0
45	34.3	39.6	-6.3	-4.4	55.5	42.5	73.0	71.0
50	34.1	35.0	-9.3	-4.9	54.1	53.0	77.5	59.0
55	34.1	37.5	-5.7	-4.4	55.0	50.0	76.9	66.0
60	33.0	40.1	-9.5	-4.3	56.6	41.0	77.5	63.0

ก-27 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแช่เย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	32.3	39.0	1.0	0.6	54.6	38.0	55.0	64.0
5	31.4	38.7	-1.0	1.2	55.6	39.0	65.7	62.0
10	30.4	34.3	-3.1	-0.1	58.0	55.0	63.3	61.0
15	31.0	38.1	0.9	1.2	58.0	40.7	58.4	64.0
20	31.0	37.4	-1.8	0.7	58.7	42.1	63.9	61.0
25	30.3	37.1	-2.6	-0.2	59.4	42.8	66.3	63.0
30	30.2	34.0	-0.7	1.3	62.0	45.8	62.3	62.0
35	29.5	35.8	-2.4	0.7	62.5	45.5	61.8	60.0
40	29.5	36.4	-3.1	-0.1	61.7	43.9	62.1	60.0
45	29.1	36.0	-1.1	1.4	63.0	45.0	61.4	62.0
50	29.3	36.0	-1.7	0.4	62.1	46.0	67.4	64.0
55	29.3	34.0	-2.1	-0.2	64.0	46.0	67.1	61.0
60	29.2	35.2	-0.6	1.1	63.8	46.7	68.1	61.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-28 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี ภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอก		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอก		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	34.3	36.6	1.4	-0.6	56.0	54.5	58.3	68.0
5	34.1	40.5	-3.0	2.3	55.4	41.0	74.3	57.0
10	34.5	41.1	-4.5	2.0	52.6	38.5	75.1	56.0
15	35.4	41.1	-4.5	2.1	50.7	38.5	76.6	59.0
20	35.6	42.0	-5.7	0.7	49.6	37.5	74.1	55.0
25	35.5	41.3	-5.3	0.3	49.9	38.9	76.3	58.0
30	37.5	40.2	-6.5	-0.1	51.0	38.0	74.3	55.0
35	35.7	41.5	-3.6	1.4	48.0	37.0	70.5	59.0
40	34.1	40.8	-5.1	1.3	51.0	38.0	72.8	54.0
45	34.9	40.5	-5.9	0.3	51.2	39.0	72.3	53.0
50	36.5	41.7	-6.3	-0.1	46.1	37.0	73.1	53.0
55	34.2	41.2	-4.3	1.5	50.2	37.5	71.2	55.0
60	34.5	41.6	-5.5	0.9	50.6	36.0	72.6	53.0

ก-29 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี ภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอก		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอก		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	34.3	36.6	1.4	-0.6	56.0	54.5	58.3	68.0
5	34.1	40.5	-3.0	2.3	55.4	41.0	74.3	57.0
10	34.5	41.1	-4.5	2.0	52.6	38.5	75.1	56.0
15	35.4	41.1	-4.5	2.1	50.7	38.5	76.6	59.0
20	35.6	42.0	-5.7	0.7	49.6	37.5	74.1	55.0
25	35.5	41.3	-5.3	0.3	49.9	38.9	76.3	58.0
30	37.5	40.2	-6.5	-0.1	51.0	38.0	74.3	55.0
35	35.7	41.5	-3.6	1.4	48.0	37.0	70.5	59.0
40	34.1	40.8	-5.1	1.3	51.0	38.0	72.8	54.0
45	34.9	40.5	-5.9	0.3	51.2	39.0	72.3	53.0
50	36.5	41.7	-6.3	-0.1	46.1	37.0	73.1	53.0
55	34.2	41.2	-4.3	1.5	50.2	37.5	71.2	55.0
60	34.5	41.6	-5.5	0.9	50.6	36.0	72.6	53.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-30 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี ภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอก		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอก		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	32.8	41.8	0.2	0.2	59.8	40.0	59.2	67.0
5	32.6	41.1	-4.0	1.1	58.1	40.0	73.9	61.0
10	33.1	36.0	-5.2	0.5	57.0	46.4	75.6	59.0
15	33.3	35.5	-4.1	-0.3	58.1	48.0	82.0	61.0
20	32.8	37.0	-4.7	0.9	60.0	55.0	73.4	58.0
25	32.1	34.5	-5.0	-0.3	58.7	56.6	78.1	56.0
30	32.2	39.0	-4.0	1.1	56.1	41.0	70.3	59.0
35	32.0	34.0	-4.9	0.0	56.2	47.0	79.2	58.0
40	31.4	34.0	-1.8	-0.1	56.0	55.5	79.5	63.0
45	31.5	36.4	-3.4	0.7	55.3	42.0	72.1	56.0
50	30.9	37.9	-1.7	-0.1	54.6	37.7	76.0	63.0
55	31.0	37.6	-5.0	0.9	52.3	38.0	75.4	62.0
60	30.9	37.8	-5.9	-0.1	53.5	37.9	76.1	60.0

ก-31 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี ภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอก		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอก		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	31.2	36.5	-2.7	0.5	67.0	61.0	81.6	72.0
5	30.8	38.3	-2.2	0.7	69.5	50.0	88.2	75.0
10	31.2	33.0	-3.0	0.7	69.0	65.0	86.8	66.0
15	31.8	37.8	-3.1	0.5	66.4	49.0	87.9	72.0
20	31.4	38.8	-3.0	0.3	69.6	48.9	88.2	67.0
25	31.8	34.5	-4.8	0.1	66.7	57.0	82.0	68.0
30	31.5	38.7	-3.8	-0.1	66.9	47.0	87.2	72.0
35	32.0	39.0	-2.9	1.1	65.8	47.0	71.8	68.0
40	32.0	39.1	-3.4	0.7	65.7	46.4	85.2	68.0
45	31.7	39.2	-4.5	0.0	64.7	46.5	83.8	69.0
50	32.1	39.9	-2.3	1.4	64.7	45.0	75.4	75.0
55	32.7	39.6	-3.7	1.0	63.6	45.5	83.5	67.0
60	31.9	39.4	-4.3	0.3	65.1	46.0	83.8	70.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-32 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	32.8	35.4	-2.1	0.5	61.7	54.9	73.4	75.0
5	33.3	38.0	-3.5	0.4	60.0	54.5	81.8	70.0
10	33.9	35.5	-2.0	-0.3	59.5	56.0	85.2	71.0
15	33.7	41.2	-2.1	1.2	60.5	42.5	84.3	69.0
20	33.7	40.8	-4.3	0.2	61.5	43.0	82.5	72.0
25	32.6	40.3	-0.1	0.3	61.0	44.4	75.0	76.0
30	33.3	40.1	-3.4	0.3	60.4	43.7	82.8	67.0
35	32.1	40.0	-0.7	0.5	60.1	43.2	76.6	76.0
40	33.6	34.5	-4.0	-0.3	60.9	57.0	82.9	65.0
45	33.5	40.7	-3.3	0.8	62.5	43.5	75.7	69.0
50	32.0	40.5	-3.6	-0.1	61.5	43.0	85.2	69.0
55	32.7	40.7	-1.7	0.9	59.6	42.9	77.4	72.0
60	32.2	40.2	-3.5	0.2	63.5	44.5	85.3	69.0

ก-33 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	31.9	33.5	5.8	4.8	59.2	53.0	48.8	57.0
5	32.3	40.0	0.6	6.7	56.5	38.9	54.3	52.0
10	32.2	39.0	-1.1	5.2	59.1	40.5	66.5	51.0
15	30.3	37.7	1.7	6.1	61.3	43.3	57.7	52.0
20	30.2	37.0	-1.9	5.1	61.0	44.5	65.7	49.0
25	30.0	36.7	-0.5	6.1	63.3	45.4	62.8	50.0
30	30.0	33.0	2.0	4.6	61.0	59.0	60.8	49.0
35	30.3	36.3	0.0	6.4	60.8	44.9	44.4	51.0
40	29.1	33.0	-0.7	4.8	63.0	47.3	65.0	49.0
45	29.5	35.5	-0.8	6.0	62.5	46.0	63.0	49.0
50	30.0	34.6	2.5	5.2	63.0	54.8	62.1	53.0
55	30.2	36.6	-1.2	5.8	62.9	45.0	65.3	49.0
60	30.1	37.0	3.0	5.3	61.8	44.6	57.1	49.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-34 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	32.0	37.0	2.8	4.6	62.6	54.0	75.0	64.0
5	32.5	36.0	0.4	6.8	62.5	46.0	75.7	58.0
10	32.0	39.2	0.2	5.7	64.4	45.0	82.1	58.0
15	32.0	38.8	-1.1	5.1	63.0	46.5	79.0	60.0
20	32.5	39.5	0.6	5.9	62.2	44.5	68.4	60.0
25	31.8	38.8	-1.1	5.1	64.0	47.0	77.5	59.0
30	32.3	39.4	1.4	5.9	64.5	45.9	67.8	61.0
35	32.6	39.8	-2.0	5.1	63.6	45.0	76.8	59.0
40	32.2	39.5	-0.5	5.9	64.4	45.0	72.8	60.0
45	32.7	39.2	-1.5	5.1	63.5	45.9	76.9	58.0
50	32.0	39.0	2.4	5.8	64.9	46.5	66.0	60.0
55	32.6	39.4	-1.0	5.2	62.8	45.0	77.9	58.0
60	32.0	38.5	1.8	5.9	65.0	47.3	65.8	59.0

ก-35 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี  
ภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาท)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัด ไอ		อุณหภูมิลม จ่ายที่เครื่อง ระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่อง อัดไอ		%RH ของ ลมจ่ายที่ เครื่องระเหย	%RH ของ ห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	34.1	35.2	2.4	4.7	53.8	52.0	75.3	64.0
5	34.5	42.5	0.2	6.0	52.9	36.5	75.2	58.0
10	34.6	42.5	3.0	4.7	53.2	36.0	75.2	62.0
15	34.8	35.5	-0.6	4.9	51.6	50.0	80.4	61.0
20	35.4	39.9	-0.1	5.8	51.0	37.0	71.6	58.0
25	34.5	41.5	3.7	5.3	53.4	37.8	63.8	59.0
30	34.8	34.8	0.4	4.7	52.4	53.0	80.7	59.0
35	35.2	36.5	-1.1	5.6	52.7	43.5	74.9	58.0
40	34.4	41.9	1.8	5.9	52.1	36.5	65.3	60.0
45	34.3	35.0	1.5	4.7	49.5	48.0	73.9	59.0
50	35.0	41.5	-1.1	5.5	48.8	36.2	75.1	58.0
55	35.5	41.9	2.2	5.8	48.2	34.9	63.2	58.0
60	34.3	34.6	-1.1	4.8	50.4	50.0	78.7	60.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-36 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี ภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอก		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอก		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	32.6	41.1	6.0	4.6	64.0	45.0	59.1	63.0
5	32.7	41.2	0.6	5.5	63.9	43.4	76.5	63.0
10	32.7	41.0	4.5	5.2	64.7	42.3	59.8	62.0
15	32.2	34.5	3.3	4.6	64.9	61.0	63.9	60.0
20	32.7	37.5	0.1	5.2	64.8	46.9	78.4	58.0
25	32.2	40.3	1.5	5.6	65.1	45.0	63.9	59.0
30	32.5	40.7	4.4	5.3	65.3	43.2	59.5	61.0
35	32.0	39.2	3.5	4.7	65.0	47.0	63.7	60.0
40	32.3	33.5	-0.1	4.8	66.6	64.0	78.4	59.0
45	32.2	34.5	0.6	5.4	66.4	56.0	72.9	59.0
50	32.8	38.2	1.5	5.6	65.6	46.5	63.6	59.0
55	32.3	39.8	4.2	5.3	66.9	45.6	58.0	59.0
60	31.9	33.5	3.7	4.6	69.9	63.5	68.2	62.0

ก-37 ตารางข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของลมที่เครื่องอัดไอกับเครื่องระเหย และอุณหภูมิภายในของห้องแชเย็นที่มี ภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิลมที่เครื่องอัดไอก		อุณหภูมิลมจ่ายที่เครื่องระเหย	อุณหภูมิห้อง	%RH ของลมที่เครื่องอัดไอก		%RH ของลมจ่ายที่เครื่องระเหย	%RH ของห้อง
	ลมกลับ	ลมจ่าย			ลมกลับ	ลมจ่าย		
0	31.8	39.6	5.1	4.5	69.5	48.0	56.0	62.0
5	31.7	34.0	1.1	4.4	68.3	62.0	71.4	62.0
10	32.1	36.0	0.9	5.3	67.2	51.0	64.8	58.0
15	32.8	39.9	5.1	4.9	67.3	46.5	55.1	59.0
20	31.6	39.4	4.4	4.4	68.8	48.0	62.4	63.0
25	31.8	33.7	1.1	4.4	68.7	65.0	76.9	61.0
30	31.9	34.5	0.5	5.3	67.9	59.0	65.5	59.0
35	31.9	39.8	4.3	5.3	69.4	46.8	54.8	59.0
40	31.5	39.3	4.5	4.4	69.1	47.0	60.2	62.0
45	32.1	35.5	1.4	4.3	68.3	64.5	76.5	61.0
50	32.3	35.0	0.4	5.2	67.5	58.0	65.4	59.0
55	32.4	40.3	4.1	5.1	68.1	47.0	54.3	59.0
60	32.5	34.0	4.0	4.3	69.7	65.0	64.0	62.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-38 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไฮโซในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	6.62	8.30	3.76	1.90	6.50	5.56	7.31	8.45	2.83	2.80	6.15	4.20	5.4	5.03	4.94	4.76	4.9
5	5.69	6.87	2.89	2.25	8.04	7.79	6.56	8.24	2.07	3.70	7.65	4.90	5.6	4.96	4.87	4.47	4.8
10	5.90	7.37	3.10	1.97	7.93	6.31	8.15	8.30	2.01	3.40	7.72	5.47	5.6	4.84	4.78	4.59	4.7
15	5.03	7.30	3.06	2.74	8.50	8.26	7.30	8.25	1.80	2.80	7.66	6.15	5.7	4.72	4.77	4.63	4.7
20	5.88	7.77	3.36	1.80	7.66	6.60	7.59	7.95	2.50	3.60	6.75	4.91	5.5	4.81	4.57	4.62	4.7
25	5.31	6.83	4.10	2.46	8.54	8.40	6.54	7.87	1.80	3.61	7.95	5.90	5.8	4.67	5.03	4.77	4.8
30	4.46	7.62	3.40	2.06	7.41	6.00	6.23	6.50	1.96	2.88	5.90	4.50	4.9	4.59	4.99	4.68	4.8
35	5.23	7.12	3.90	2.51	8.10	7.40	6.52	7.45	2.18	4.80	7.85	5.65	5.7	4.62	4.95	4.40	4.7
40	5.98	7.26	3.62	2.10	7.95	6.14	7.96	8.25	2.31	4.10	6.82	4.94	5.6	5.08	4.81	4.60	4.8
45	4.65	5.60	2.66	1.95	7.03	7.00	5.50	6.90	2.12	3.80	7.40	4.94	5.0	4.82	5.05	4.75	4.9
50	6.00	7.77	3.54	2.11	8.00	6.85	7.80	8.44	2.68	4.15	7.12	5.57	5.8	4.86	4.77	4.62	4.8
55	5.10	6.88	3.40	3.39	8.12	8.08	6.21	7.38	2.19	3.70	7.80	5.25	5.6	4.82	4.80	4.85	4.8
60	5.19	6.50	3.00	2.00	7.40	6.36	7.40	8.40	2.80	2.81	7.15	5.20	5.4	4.81	5.00	4.71	4.8

ก-39 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาท)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	4.87	6.87	2.29	2.10	7.14	6.90	7.90	8.37	2.30	3.30	6.20	5.34	5.3	5.00	4.85	4.98	4.9
5	5.13	6.30	2.60	2.03	7.90	7.75	6.70	6.70	2.12	3.40	8.50	6.08	5.4	4.90	5.09	4.80	4.9
10	5.64	8.24	2.60	2.10	7.44	6.54	7.50	8.00	1.80	2.34	5.82	4.40	5.2	4.86	4.92	4.73	4.8
15	5.35	6.66	3.20	1.65	7.77	6.17	6.40	7.60	2.15	2.53	8.84	4.82	5.3	4.92	4.97	4.77	4.9
20	6.66	8.20	3.51	2.15	7.69	6.64	8.20	8.10	2.00	3.94	6.80	4.92	5.7	4.90	4.94	4.72	4.8
25	5.59	6.77	2.94	1.79	8.70	7.50	6.72	7.60	2.10	3.50	7.50	5.60	5.5	4.86	4.86	4.67	4.9
30	5.60	7.45	2.76	2.10	7.29	6.70	8.10	8.42	4.84	2.18	6.82	5.90	5.7	4.89	5.03	4.79	4.8
35	5.38	6.11	4.00	2.25	7.04	7.00	6.70	7.05	2.10	3.80	8.12	5.52	5.4	4.82	4.92	4.72	4.8
40	4.79	7.50	2.83	2.20	7.20	6.70	6.72	6.80	2.53	3.15	6.84	4.95	5.2	4.75	4.87	4.69	4.9
45	5.00	6.22	2.53	1.58	8.51	7.94	6.51	7.83	2.10	3.27	7.37	5.40	5.4	4.84	4.95	4.79	4.8
50	5.10	7.47	3.50	2.10	8.13	7.10	7.60	6.68	2.10	3.12	7.40	5.27	5.5	4.75	4.89	4.74	4.9
55	5.80	6.86	2.50	3.20	8.80	8.20	6.95	7.50	2.15	3.02	8.10	5.32	5.7	4.95	5.02	4.80	4.8
60	6.59	8.20	2.93	2.15	7.30	7.00	8.10	8.30	2.20	2.60	7.10	5.77	5.7	4.83	4.92	4.64	4.8

ก-40 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.20	7.95	4.00	2.17	8.00	6.62	7.32	8.15	2.00	2.44	6.53	5.16	5.5	4.78	4.51	4.83	4.7
5	5.42	6.70	2.50	2.00	8.35	7.67	6.51	7.80	2.10	3.80	7.37	5.29	5.5	4.72	4.63	4.45	4.6
10	5.56	8.09	4.10	2.14	7.70	6.43	7.69	8.10	2.71	3.78	6.40	4.50	5.6	4.83	4.75	4.40	4.7
15	5.60	6.85	2.95	2.20	7.88	6.09	6.30	7.90	2.22	3.26	7.50	4.95	5.3	4.86	4.93	4.73	4.8
20	7.30	8.16	3.02	2.23	7.60	6.50	7.65	8.10	2.18	3.00	6.80	4.58	5.6	4.86	4.90	4.66	4.8
25	4.70	6.07	2.73	2.35	8.23	8.20	6.70	7.30	2.12	2.30	7.60	5.44	5.3	4.84	4.92	4.72	4.8
30	5.60	7.45	3.02	2.15	7.85	6.04	7.50	8.00	2.37	3.30	6.80	5.13	5.4	4.78	4.86	4.66	4.8
35	4.70	7.10	3.80	2.47	8.00	7.38	6.30	7.40	2.20	3.01	8.54	5.60	5.5	4.84	4.88	4.68	4.8
40	5.12	7.90	4.50	2.15	8.00	6.35	7.60	8.05	1.96	2.73	6.95	4.79	5.5	4.83	4.89	4.67	4.8
45	5.75	6.70	4.00	3.20	7.44	7.91	6.51	7.30	2.10	2.18	7.85	5.10	5.5	4.80	4.86	4.67	4.8
50	5.07	7.60	2.63	2.11	7.85	6.16	6.70	8.00	2.30	3.10	7.10	5.50	5.3	4.81	4.86	4.64	4.8
55	4.98	6.70	2.82	2.50	8.05	7.15	6.48	7.53	1.90	2.80	7.47	6.00	5.4	4.78	4.84	4.65	4.8
60	5.34	8.40	3.30	2.15	7.55	6.64	7.35	7.80	2.25	2.40	6.94	4.10	5.4	4.77	4.83	4.65	4.8

ก-41 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	4.46	7.48	2.19	2.05	7.81	6.79	8.19	8.00	1.63	3.00	7.16	5.66	5.4	5.22	5.32	4.86	5.1
5	5.10	6.30	3.05	2.10	8.50	8.15	6.56	7.70	2.10	2.56	7.15	4.85	5.3	4.56	4.90	4.65	4.7
10	6.10	8.01	3.60	2.10	7.38	6.70	8.25	8.32	2.24	2.95	6.74	5.11	5.6	4.88	5.07	4.57	4.8
15	5.40	6.95	3.10	2.80	7.71	7.60	6.10	7.05	2.20	2.85	8.70	6.00	5.5	4.69	4.83	4.44	4.7
20	5.70	7.52	2.50	2.13	7.80	6.71	7.27	7.43	2.41	2.65	5.80	4.50	5.2	5.05	4.85	4.75	4.7
25	4.70	7.75	3.00	2.00	8.10	7.58	6.22	7.04	2.10	2.30	8.10	4.70	5.3	4.60	4.85	4.72	4.8
30	5.30	8.77	3.16	2.00	7.20	6.01	7.30	7.69	2.40	2.50	6.10	4.70	5.3	4.71	4.89	4.74	4.7
35	5.33	6.30	2.40	1.80	7.70	7.45	6.46	8.16	2.10	3.30	7.59	4.94	5.3	4.92	4.68	4.46	4.8
40	4.34	7.51	2.42	2.05	7.78	6.44	7.80	7.97	2.18	3.10	7.75	5.60	5.4	5.01	4.79	4.64	4.8
45	4.68	6.50	3.10	1.40	7.41	7.12	6.01	7.73	1.95	2.88	7.79	5.50	5.2	4.83	4.90	4.71	4.7
50	4.30	7.66	2.21	3.10	7.73	6.33	7.57	7.91	1.70	2.25	6.70	5.06	5.2	4.83	4.75	4.64	4.8
55	5.01	6.70	3.30	2.50	8.10	7.70	6.85	7.80	2.15	2.60	8.20	6.10	5.6	4.79	5.03	4.70	4.6
60	6.00	8.13	2.16	2.10	7.73	6.31	7.40	8.16	2.49	2.00	6.38	4.58	5.3	4.62	4.83	4.45	4.6

ก-42 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ -5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	6.90	8.30	2.99	1.95	7.30	6.60	7.61	8.30	1.80	3.20	6.50	5.31	5.6	4.45	4.84	4.93	4.7
5	4.90	6.40	3.50	3.80	6.50	6.40	6.64	7.60	2.10	2.80	7.90	5.00	5.3	4.84	4.72	4.53	4.7
10	6.40	8.30	2.00	2.10	7.80	6.20	6.14	6.60	1.20	2.97	6.09	4.74	5.0	4.42	4.86	4.57	4.6
15	5.00	6.60	2.82	2.45	8.59	7.64	6.70	7.70	2.10	2.90	8.20	5.70	5.5	4.69	5.03	4.45	4.7
20	6.20	7.13	1.58	2.06	7.41	6.06	5.62	6.69	1.80	1.79	5.31	4.38	4.7	4.72	4.70	4.50	4.7
25	4.63	6.49	3.00	1.80	7.80	7.20	6.40	8.00	2.60	2.40	7.50	5.30	5.3	4.77	4.67	4.78	4.7
30	5.07	7.28	2.30	2.00	7.82	6.30	7.36	7.59	2.20	3.00	7.79	5.19	5.3	4.77	4.81	4.50	4.7
35	5.30	6.62	2.70	2.71	8.10	8.05	6.90	8.00	2.00	3.50	7.50	5.80	5.6	4.83	4.62	4.56	4.7
40	5.50	7.53	2.21	2.10	7.58	6.40	5.72	6.76	2.00	2.70	6.40	5.10	5.0	4.75	4.83	4.66	4.8
45	5.70	6.60	3.70	2.15	8.20	7.20	7.30	7.80	2.12	2.05	8.20	5.60	5.6	4.85	5.02	4.53	4.7
50	6.00	7.60	3.30	2.10	7.81	6.60	6.70	8.10	1.84	3.70	6.60	5.40	5.5	4.61	4.80	4.60	4.9
55	5.50	7.70	3.10	1.80	7.10	6.50	6.00	7.90	2.10	2.80	7.90	5.40	5.3	5.13	4.87	4.84	4.6
60	4.85	7.80	3.20	2.05	7.90	6.60	5.30	6.80	1.50	2.80	6.10	5.70	5.1	4.71	4.61	4.38	4.6

ก-43 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควมแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.32	7.68	4.27	1.70	6.07	5.33	4.32	5.98	2.40	8.61	7.63	3.33	5.2	5.00	5.15	5.10	5.1
5	5.49	7.71	3.97	1.90	7.42	6.34	7.15	8.31	2.61	4.58	7.28	5.81	5.7	5.11	4.85	4.70	4.9
10	5.27	6.97	4.70	2.50	8.30	7.76	6.73	7.61	1.90	2.96	7.59	6.31	5.7	4.95	5.05	4.85	5.0
15	6.41	7.73	4.00	1.95	6.60	5.49	6.81	8.35	2.51	3.00	4.30	5.96	5.3	5.24	5.38	5.15	5.3
20	5.53	7.27	2.80	2.68	8.24	7.11	6.47	7.95	2.00	4.00	8.15	5.72	5.7	4.64	4.75	4.53	4.6
25	6.40	7.93	3.15	1.80	6.40	5.50	6.15	6.94	1.90	3.20	6.20	4.97	5.0	5.21	5.23	5.00	5.1
30	5.00	7.15	3.90	2.10	8.38	7.92	6.68	7.62	1.95	3.00	6.40	5.32	5.5	5.14	5.15	4.39	4.9
35	5.22	7.09	3.52	1.80	6.67	5.72	6.85	7.79	2.63	2.94	6.60	5.10	5.2	5.02	4.92	4.74	4.9
40	4.70	6.10	2.30	2.00	6.70	6.20	6.02	6.55	1.80	3.58	7.56	4.59	4.8	4.89	4.92	4.38	4.7
45	6.64	7.94	3.80	1.95	8.08	7.04	7.30	8.40	3.00	4.25	7.00	5.00	5.9	5.06	5.00	4.60	4.9
50	5.05	6.97	3.30	2.54	8.26	6.70	6.71	7.95	2.03	2.29	7.80	4.45	5.3	4.77	5.32	4.52	4.9
55	6.43	7.28	3.32	1.80	6.15	5.50	6.70	6.80	2.24	2.90	6.10	4.52	5.0	4.29	4.43	4.26	4.3
60	5.30	7.03	3.40	2.80	8.50	7.50	6.75	8.03	2.00	2.81	8.45	7.78	5.9	4.92	4.84	4.96	4.9

ก-44 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควมแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	7.42	2.51	2.15	7.85	6.40	5.17	6.00	7.55	8.34	2.35	2.31	6.38	5.4	5.33	5.02	5.23	5.2
5	5.42	6.40	2.90	2.60	6.98	6.72	6.83	8.10	2.20	2.87	7.20	4.83	5.3	5.03	5.10	5.02	5.1
10	5.70	7.10	3.73	2.15	7.75	6.33	6.90	7.71	1.80	2.40	6.32	4.73	5.2	5.08	5.13	4.89	5.0
15	4.95	6.40	2.90	1.80	8.55	7.67	6.74	7.84	2.15	3.10	7.78	4.60	5.4	5.10	5.18	4.96	5.1
20	5.15	7.39	2.70	2.15	8.21	6.90	7.60	7.92	1.50	2.50	6.32	5.40	5.3	5.03	5.14	4.89	5.0
25	5.62	6.46	3.69	1.92	8.12	7.40	6.68	8.02	2.16	2.17	8.05	4.50	5.4	5.04	5.13	4.89	5.0
30	5.75	7.63	3.45	2.00	8.30	6.83	6.67	7.67	2.24	3.45	6.22	4.45	5.4	5.00	5.08	4.86	5.0
35	4.76	5.79	2.60	6.78	7.89	7.53	6.57	8.10	2.15	3.20	8.50	6.50	5.9	5.04	5.10	4.88	4.9
40	4.60	8.00	2.63	2.13	7.70	6.65	7.90	8.20	2.20	3.06	6.20	5.21	5.4	4.94	5.04	4.81	5.0
45	5.31	6.42	3.18	7.70	8.29	7.27	7.10	8.65	2.13	2.48	7.33	5.70	6.0	4.97	5.08	4.86	4.8
50	6.40	6.83	3.80	2.15	6.25	6.80	6.70	8.09	2.92	3.49	6.10	4.48	5.3	4.89	4.94	4.69	5.1
55	5.14	6.20	2.40	1.50	7.75	7.90	6.35	8.20	2.10	3.83	8.20	6.56	5.5	5.12	5.16	4.97	4.9
60	5.60	9.00	2.45	2.15	6.90	6.24	6.72	7.82	7.92	2.46	6.16	5.25	5.7	4.93	5.01	4.80	4.9

ก-45 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.40	7.78	2.40	2.00	7.80	5.68	6.40	7.80	2.80	4.80	6.22	4.60	5.3	5.41	5.14	5.26	5.3
5	5.50	6.50	2.58	1.90	8.18	7.15	6.41	7.89	2.00	3.95	8.40	5.70	5.5	5.16	5.24	5.02	5.1
10	5.70	7.50	3.20	2.00	7.56	6.10	6.10	8.10	2.28	3.70	6.57	5.50	5.4	5.24	5.33	5.13	5.2
15	4.40	5.70	2.18	1.50	7.80	7.45	5.53	6.60	1.95	2.34	6.51	5.08	4.8	4.53	4.83	4.34	4.6
20	5.77	8.24	3.10	2.06	8.05	6.45	6.00	8.56	2.63	3.30	7.00	5.69	5.6	5.06	5.14	4.44	4.5
25	5.20	6.77	2.86	2.10	8.16	7.15	6.57	7.50	2.00	2.96	8.15	5.56	5.4	4.47	4.53	4.38	5.0
30	5.01	6.10	3.00	2.00	7.54	6.51	6.90	7.90	2.50	3.26	6.24	4.54	5.1	4.98	5.14	4.92	4.9
35	4.65	6.08	2.94	2.41	8.13	6.70	6.70	7.80	2.02	3.70	8.30	4.98	5.4	4.85	4.96	4.78	5.0
40	4.95	8.70	3.20	2.10	7.76	6.14	7.60	8.15	1.29	2.80	6.69	3.90	5.3	4.74	5.17	4.95	4.9
45	5.93	6.25	2.34	1.68	7.80	5.17	6.16	7.80	1.95	2.90	7.73	4.82	5.0	4.93	5.02	4.78	5.0
50	5.77	7.86	2.30	2.10	7.66	7.49	5.20	6.61	2.36	3.81	6.26	4.70	5.2	4.79	5.32	4.79	5.0
55	4.54	5.74	3.28	1.60	6.61	5.95	5.01	7.77	2.10	2.62	8.70	5.00	4.9	4.98	5.07	4.83	4.3
60	5.60	6.34	2.79	1.90	6.10	5.20	5.98	6.61	1.70	2.58	5.62	4.68	4.6	4.33	4.32	4.12	4.3

ก-46 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควมแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.26	8.42	5.00	1.90	7.94	6.68	5.12	6.50	3.48	2.60	8.40	9.00	5.9	5.10	5.20	5.36	5.2
5	6.62	7.12	1.80	2.50	6.15	4.50	5.31	8.03	3.90	1.80	6.73	4.66	4.9	5.32	5.26	5.02	5.2
10	6.52	7.44	2.05	3.50	7.60	4.45	4.69	6.64	3.40	2.53	8.34	7.35	5.4	5.17	5.15	5.17	5.2
15	8.27	8.38	3.38	4.20	6.72	4.59	4.90	8.22	4.40	1.90	7.21	5.82	5.7	5.08	5.53	4.86	5.2
20	6.10	7.37	1.85	4.40	7.77	6.60	4.76	6.10	3.03	2.78	8.40	8.26	5.6	5.42	4.94	5.20	5.3
25	7.30	8.32	2.09	3.50	6.34	4.82	4.78	7.88	3.61	1.85	7.38	5.92	5.3	5.38	5.28	5.29	5.2
30	6.47	7.60	2.10	4.90	7.80	4.00	5.25	6.45	3.31	2.47	6.78	6.10	5.3	5.33	5.30	4.90	5.4
35	7.68	8.24	2.38	4.15	7.58	4.76	5.16	7.96	4.93	2.05	7.51	6.26	5.7	5.33	5.68	5.25	5.4
40	6.56	7.92	1.90	4.14	8.20	5.44	4.80	6.46	3.15	2.35	8.30	7.32	5.5	5.41	5.38	4.52	5.1
45	6.10	7.58	2.70	3.30	6.07	5.05	5.98	8.52	3.66	1.85	7.53	6.15	5.4	5.26	5.52	5.05	5.3
50	6.03	6.55	1.85	3.17	8.50	5.76	5.01	6.60	3.30	2.43	8.10	7.55	5.4	5.49	5.27	4.92	5.2
55	7.99	8.25	2.55	3.79	5.72	4.99	4.75	8.83	5.20	2.10	7.50	5.95	5.6	5.03	5.15	5.14	5.1
60	6.08	7.74	2.11	4.02	7.95	6.20	5.25	6.35	3.80	2.52	8.55	6.40	5.6	5.50	5.16	5.16	5.1

ก-47 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 0 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	7.05	8.27	4.00	1.95	7.61	6.49	4.96	6.98	3.44	2.17	8.14	7.64	5.7	5.20	5.55	5.46	5.4
5	7.03	7.86	2.70	2.90	6.38	4.85	6.27	7.88	4.20	2.05	7.98	6.75	5.6	5.11	5.45	5.44	5.3
10	6.11	7.86	1.96	4.43	8.25	5.90	5.75	6.75	2.84	2.34	7.92	7.83	5.7	4.94	4.80	4.65	4.8
15	7.91	7.86	2.22	3.19	6.60	5.00	6.35	7.89	3.40	2.05	7.58	6.00	5.5	5.38	5.62	5.21	5.4
20	6.26	7.88	1.90	4.54	8.50	5.70	5.20	6.17	3.40	2.30	8.52	7.98	5.7	5.04	4.93	4.62	5.3
25	7.94	7.66	2.54	3.72	6.91	5.05	4.88	7.50	5.30	1.95	7.72	6.14	5.6	5.44	5.22	5.37	5.1
30	5.95	7.45	1.95	4.00	7.30	4.81	4.71	6.98	3.25	2.35	8.07	7.75	5.4	4.91	5.41	5.06	5.2
35	7.05	8.04	2.70	3.75	6.70	5.63	4.48	8.58	3.00	2.00	7.97	6.57	5.5	5.04	5.58	4.89	4.8
40	5.30	6.73	1.75	3.07	7.08	3.85	3.75	5.11	2.58	2.23	6.40	6.43	4.5	4.65	4.94	4.79	5.4
45	7.61	8.02	2.00	3.30	6.47	4.98	4.10	8.21	3.48	1.95	8.05	6.27	5.4	5.19	5.47	5.46	5.2
50	4.91	6.50	1.75	4.45	7.76	6.30	4.05	5.48	2.55	2.30	6.70	6.15	4.9	5.04	5.56	4.98	5.2
55	7.54	7.80	2.15	3.69	6.37	5.00	5.78	8.06	3.59	1.85	7.91	6.50	5.5	5.40	5.29	4.99	5.2
60	6.35	7.87	1.82	3.60	8.01	5.60	5.10	6.32	2.96	2.50	7.68	6.50	5.4	5.03	5.55	5.10	5.2

ก-48 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควมแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 3000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.96	7.80	3.26	2.10	8.14	7.20	7.58	8.45	2.58	2.60	6.35	4.50	5.5	5.30	5.35	5.09	5.2
5	4.55	6.30	2.36	2.21	8.56	8.00	6.98	8.32	2.05	3.60	7.40	6.49	5.6	5.20	5.28	5.04	5.2
10	4.40	7.45	4.17	2.06	8.00	6.50	7.10	8.90	2.46	3.10	7.03	4.94	5.5	5.04	5.15	4.89	5.0
15	5.55	6.70	3.90	2.36	8.69	7.20	6.70	8.08	2.06	3.50	8.05	6.03	5.7	5.11	5.18	4.95	5.1
20	6.30	8.03	4.20	2.08	7.10	5.60	6.73	7.20	2.80	3.04	6.10	7.60	5.6	4.62	4.70	4.54	4.6
25	5.02	6.51	3.67	2.41	7.20	8.20	6.30	7.00	2.00	4.30	7.65	5.48	5.5	4.98	5.02	4.80	4.9
30	5.97	7.10	2.68	2.00	8.24	6.86	8.08	8.24	2.53	3.38	6.27	4.97	5.5	4.96	5.00	4.76	4.9
35	5.30	7.79	3.20	2.43	8.25	7.90	6.87	7.62	1.90	2.73	7.86	6.66	5.7	5.00	5.07	4.88	5.0
40	4.97	6.95	3.10	1.85	6.22	5.40	6.25	6.91	2.57	2.79	5.60	4.40	4.8	4.50	4.56	4.38	4.5
45	5.30	6.53	2.94	2.40	8.20	7.47	6.26	7.93	2.00	3.17	8.91	5.91	5.6	5.00	5.06	4.82	5.0
50	5.82	6.65	3.60	1.90	7.80	6.34	7.60	8.05	2.30	3.20	7.10	5.96	5.5	5.07	5.14	4.92	5.0
55	5.16	6.60	3.20	2.45	8.46	8.10	6.48	8.10	2.15	3.50	8.96	6.17	5.8	4.96	5.01	4.77	4.9
60	6.17	8.12	2.71	2.00	7.85	6.77	7.20	8.00	2.02	2.80	6.50	5.23	5.4	5.09	5.14	4.92	5.1

ก-49 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2500 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	4.67	8.75	5.00	2.10	8.20	6.53	7.15	8.08	2.40	2.84	6.51	5.51	5.6	4.70	4.76	5.04	4.8
5	5.03	6.25	2.74	2.11	8.47	7.43	6.56	8.07	2.05	3.88	8.00	4.00	5.4	5.40	5.47	5.19	5.4
10	3.80	8.30	4.50	2.10	7.50	6.40	6.00	7.49	2.36	2.40	6.94	4.70	5.2	5.15	5.20	4.98	5.1
15	5.08	6.80	2.49	2.90	8.12	6.63	6.52	7.80	1.95	3.42	8.57	5.50	5.5	5.24	5.53	5.08	5.3
20	4.63	8.63	3.79	2.10	8.07	6.24	7.26	7.74	3.22	2.84	6.86	5.20	5.5	5.34	5.43	5.16	5.2
25	5.29	6.70	3.00	2.74	7.10	6.20	6.18	7.52	2.00	4.23	8.70	4.10	5.3	5.25	5.31	5.06	5.3
30	4.50	8.08	4.50	2.05	8.04	6.74	6.60	8.56	2.65	2.96	6.75	5.05	5.5	5.36	5.46	5.20	4.3
35	4.26	5.12	2.80	2.30	6.53	5.33	5.10	6.62	2.00	4.07	8.54	4.65	4.8	4.31	4.40	4.26	5.2
40	4.85	8.37	3.90	2.00	8.10	6.80	7.24	8.41	3.26	3.40	6.76	4.72	5.7	5.26	5.35	5.12	5.2
45	4.44	6.58	3.20	2.90	9.03	6.00	6.93	8.20	2.05	5.00	8.47	5.35	5.7	5.23	5.32	5.09	5.2
50	6.60	8.10	4.60	2.05	8.00	6.55	8.30	8.33	3.50	3.72	6.51	5.20	6.0	5.29	5.34	5.09	5.2
55	4.95	5.15	2.43	2.10	6.90	5.60	6.30	7.43	2.05	3.60	7.80	5.67	5.0	5.21	5.30	5.06	5.2
60	5.10	8.50	3.20	2.10	7.96	6.70	6.73	8.80	3.10	3.27	6.46	4.47	5.5	5.25	5.32	5.10	5.2

ก-50 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควบแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 2000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	4.24	8.50	4.50	2.07	8.20	6.48	7.20	8.20	2.20	2.11	6.21	4.32	5.4	4.74	4.93	4.96	4.9
5	4.63	6.40	3.20	2.70	8.03	6.59	6.63	8.26	2.00	3.74	8.45	4.15	5.4	5.26	5.40	5.17	5.3
10	4.88	9.10	3.70	2.05	8.22	6.70	7.45	8.20	2.20	3.90	6.71	5.23	5.7	5.11	5.42	5.12	5.2
15	4.79	6.35	3.46	3.20	8.36	5.98	5.29	6.84	1.95	2.70	7.08	4.98	5.1	4.98	5.37	5.05	5.1
20	4.80	7.95	4.66	2.10	7.87	6.60	6.00	8.40	2.00	3.80	6.48	4.78	5.5	5.32	5.43	5.16	5.3
25	4.82	6.62	3.20	2.40	7.59	7.43	6.71	7.97	2.05	4.42	8.10	5.50	5.6	5.36	5.42	5.18	4.7
30	5.10	7.05	2.74	2.10	7.92	6.65	7.05	7.81	2.96	3.47	7.10	5.22	5.4	4.74	4.80	4.62	5.2
35	4.17	5.32	2.51	2.70	7.20	6.50	6.39	7.71	1.95	4.38	7.60	4.15	5.0	5.25	5.39	5.09	5.4
40	4.51	8.16	4.20	2.10	8.14	6.57	7.50	8.00	2.40	3.56	6.27	5.15	5.5	5.42	5.50	5.28	4.7
45	5.20	6.32	2.65	2.16	7.95	7.20	6.70	7.90	2.05	3.60	8.02	4.61	5.4	4.76	4.81	4.62	5.3
50	4.39	7.94	4.26	2.10	8.29	6.53	6.00	6.50	2.30	3.20	6.65	4.46	5.2	5.35	5.43	5.19	5.4
55	4.93	6.66	3.60	2.68	6.32	7.00	6.62	8.10	2.05	3.42	6.85	5.70	5.3	5.43	5.49	5.23	4.9
60	5.50	6.90	3.16	1.95	6.69	5.44	5.92	6.89	2.85	2.67	5.75	4.60	4.9	4.91	5.02	4.81	4.9

ก-51 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควมแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1500 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.05	8.20	4.16	1.95	8.48	7.42	8.10	8.84	3.37	2.64	7.23	4.88	5.9	5.09	5.02	5.26	5.1
5	4.10	5.66	4.10	2.60	6.82	5.20	5.60	8.00	2.00	3.80	8.14	5.29	5.1	5.31	5.47	5.04	5.3
10	4.89	7.76	2.70	2.60	7.43	6.26	5.43	8.16	3.60	2.84	6.50	5.29	5.3	5.16	5.34	5.30	5.3
15	5.30	6.22	3.20	2.35	8.16	6.47	6.52	7.12	2.15	3.90	8.52	4.60	5.4	5.12	5.19	5.02	5.1
20	4.80	7.10	2.64	1.95	6.56	4.91	6.08	6.74	2.45	2.36	5.03	4.70	4.6	5.19	5.31	5.05	5.3
25	4.75	6.80	3.50	3.60	8.53	7.50	6.47	7.86	2.05	4.32	8.11	4.41	5.7	5.27	5.44	5.23	5.4
30	4.60	7.80	3.35	2.05	8.24	6.71	7.61	8.89	2.93	3.60	7.37	5.06	5.7	5.34	5.47	5.26	5.2
35	5.15	6.88	3.05	3.08	8.00	7.21	6.45	8.04	2.10	3.67	8.51	4.92	5.6	5.19	5.26	5.02	4.8
40	4.87	8.10	3.98	1.95	8.12	6.28	6.94	8.05	3.55	3.74	6.31	4.41	5.5	4.82	4.85	4.76	5.3
45	4.68	5.49	2.60	2.56	7.03	6.40	5.36	6.77	19.00	3.90	6.41	4.82	6.3	5.27	5.38	5.11	5.3
50	5.95	8.15	3.72	1.80	6.49	5.50	5.90	6.45	3.20	3.32	5.79	4.40	5.1	5.32	5.41	5.19	5.3
55	5.60	6.81	3.98	3.32	8.16	6.45	6.82	7.82	2.00	4.14	7.82	4.10	5.6	5.32	5.39	5.17	5.0
60	4.92	7.18	3.69	2.00	7.94	6.70	6.19	8.20	3.70	4.13	6.67	5.00	5.5	4.98	5.04	4.84	5.0

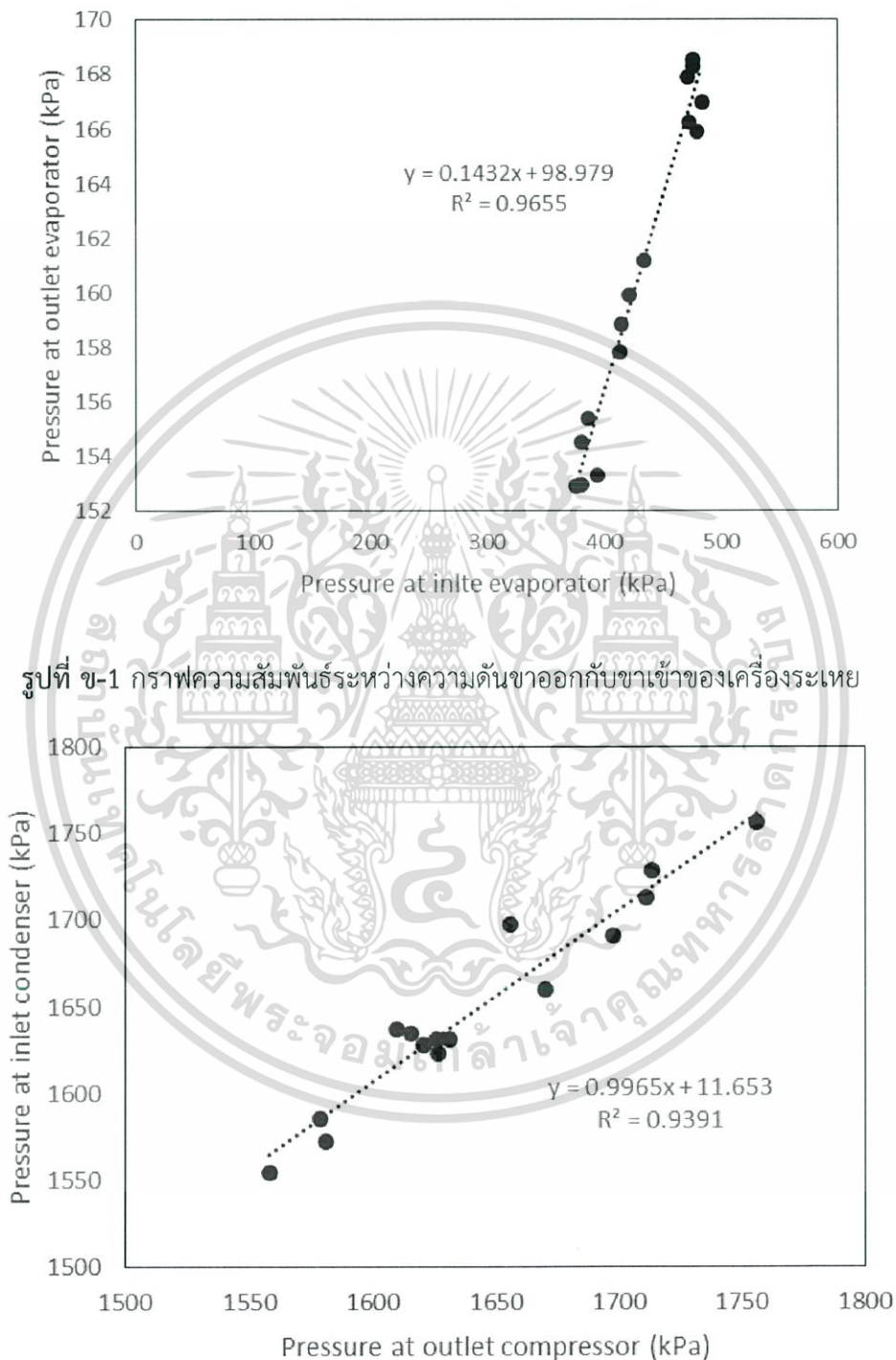
ก-52 ตารางข้อมูลความเร็วลมที่เครื่องควมแน่น และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานของห้องแช่เย็นที่มีภาระความร้อน ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีภาระความร้อน 1000 W

เวลา (นาที)	ความเร็วลม													กระแสไฟฟ้า			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	5.46	8.03	3.90	1.97	8.20	6.98	6.92	8.80	3.34	3.30	6.95	5.80	5.8	5.05	5.19	5.24	5.2
5	4.88	6.63	3.15	3.22	8.90	7.18	7.84	7.79	1.85	3.00	7.13	5.18	5.6	4.78	4.17	4.68	4.5
10	4.54	6.74	2.43	1.80	6.73	5.57	6.92	7.10	2.56	2.74	5.38	4.30	4.7	5.32	5.42	5.14	5.3
15	5.02	6.82	3.60	2.99	6.75	6.09	6.86	8.19	2.03	4.12	8.16	5.22	5.5	5.11	5.33	5.05	5.2
20	5.72	8.06	3.20	1.95	8.21	6.81	8.10	8.74	3.16	2.89	6.35	5.50	5.7	5.07	5.31	5.22	4.8
25	5.33	6.10	2.70	3.60	8.37	7.60	6.98	7.86	2.00	3.50	7.48	4.25	5.5	4.80	4.95	4.73	5.3
30	4.20	6.54	3.40	1.95	6.50	5.01	6.55	7.14	2.81	2.77	5.42	3.80	4.7	5.28	5.40	5.17	5.3
35	5.00	5.30	2.50	2.51	7.22	7.43	7.80	8.35	2.05	4.07	8.61	5.45	5.5	5.32	5.45	5.20	5.0
40	5.52	8.15	3.63	2.15	7.52	6.67	7.29	8.69	2.73	3.07	7.44	5.34	5.7	4.86	5.02	4.99	4.7
45	4.79	5.60	2.82	3.28	7.78	7.32	6.42	7.09	2.05	3.59	7.31	4.29	5.2	4.75	4.84	4.65	5.3
50	4.46	7.60	2.95	1.85	6.46	5.21	5.23	6.79	2.57	2.75	4.92	3.91	4.6	5.30	5.38	5.13	5.3
55	5.66	6.40	2.82	3.50	7.20	6.58	6.83	8.02	2.00	3.40	8.10	5.00	5.5	5.35	5.37	5.24	5.1
60	4.05	8.07	2.50	1.95	7.20	5.80	7.00	7.78	3.80	2.98	6.35	4.80	5.2	5.06	5.23	4.95	5.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

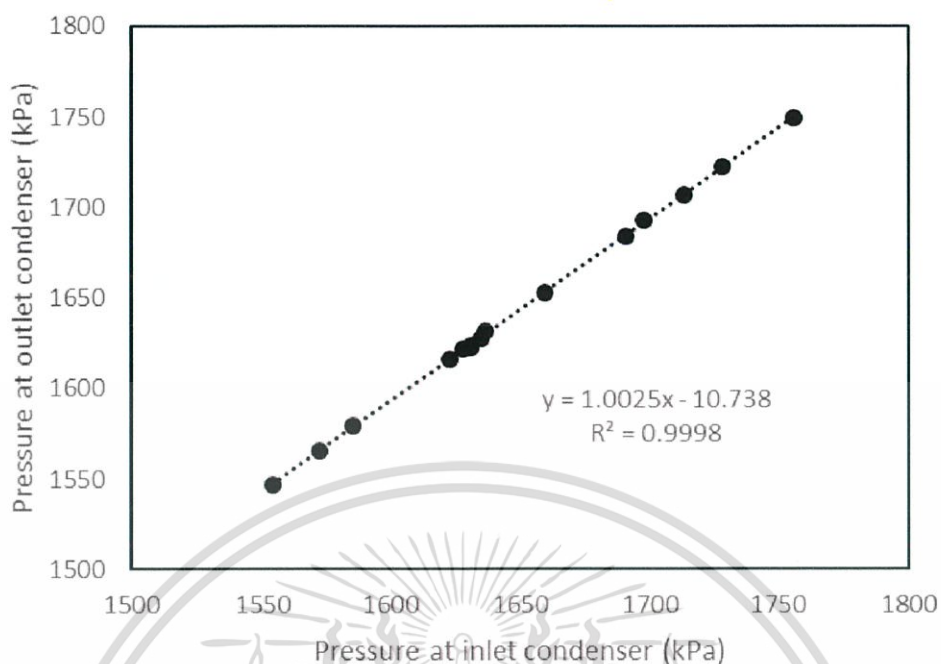
## ความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเก็บข้อมูล



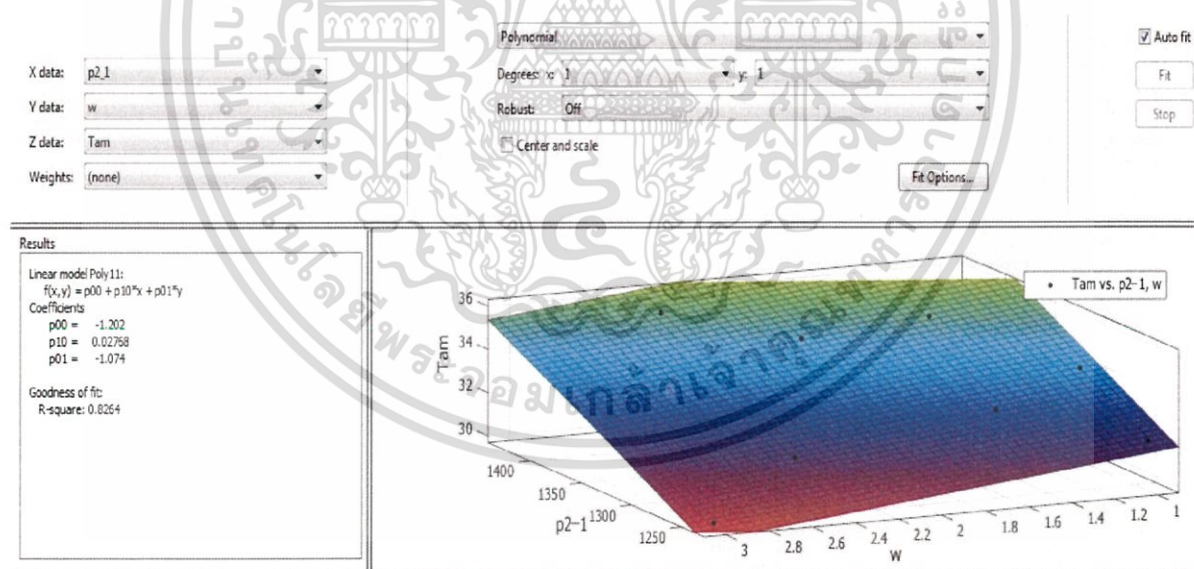
รูปที่ ข-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาออกกับขาเข้าของเครื่องระเหย

รูปที่ ข-2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้าเครื่องควบแน่นกับความดันขาออกของเครื่องอัดไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

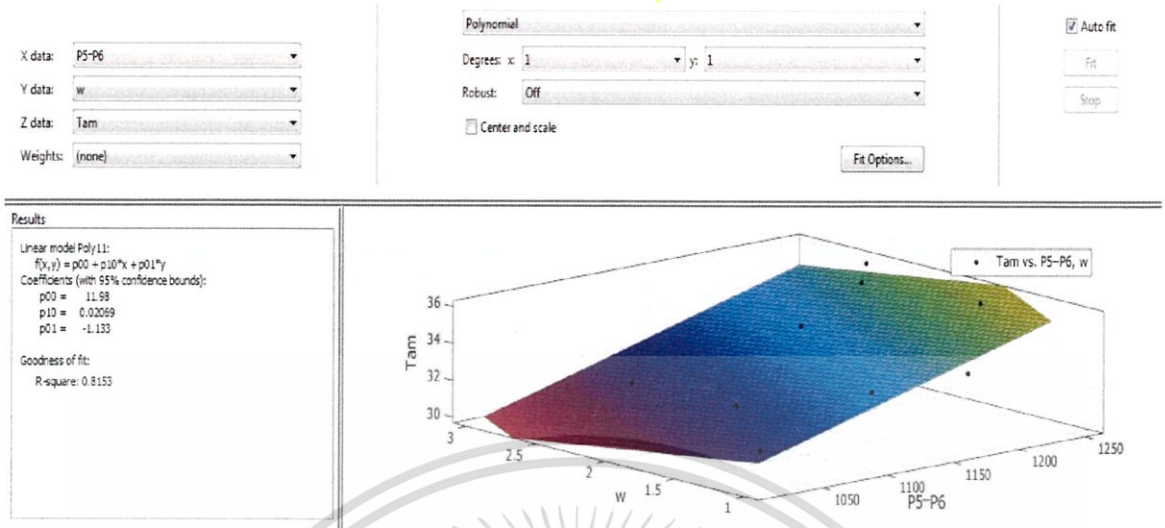


รูปที่ ข-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาออกกับขาเข้าของเครื่องควบแน่น

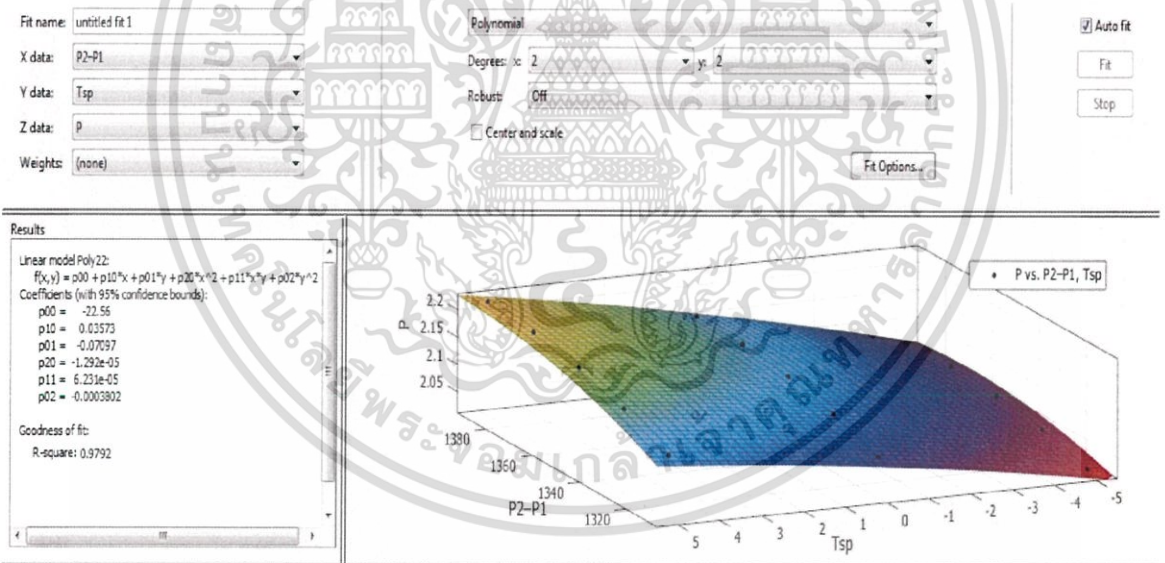


รูปที่ ข-4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าและขาออกของเครื่องอัดไอกับภาระความร้อนและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

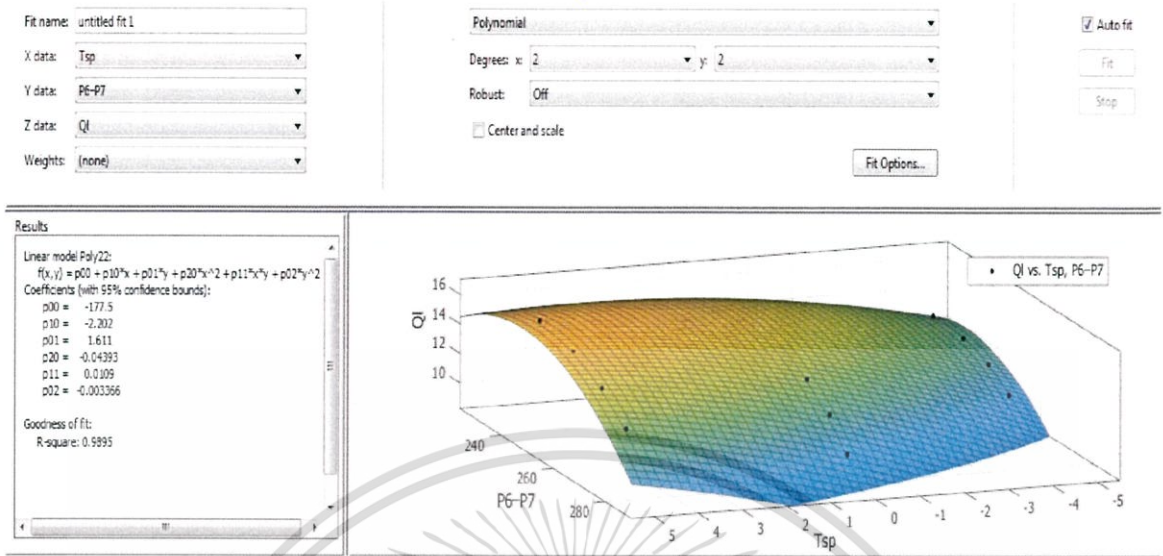


รูปที่ ข-5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าของวาล์วขยายตัวและความดันขาเข้าของเครื่องระเหยกับพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงานและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็น



รูปที่ ข-6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าและขาออกของเครื่องอัดไอกับกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็นและพลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความดันขาเข้าและขาออกของเครื่องระเหยกับกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบห้องแช่เย็นและพลังงานที่เข้าสู่ระบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ชุดคำสั่งสำหรับการคำนวณทางทฤษฎี

Real calculation of refrigeration System (Department of food engineer)

clc

clear all

p1= input ('Enter Pressure (kPa) :');

p2= input ('Enter Pressure (kPa) :');

p3= input ('Enter Pressure (kPa) :');

p4= input ('Enter Pressure (kPa) :');

p5= input ('Enter Pressure (kPa) :');

p6= input ('Enter Pressure (kPa) :');

p7= input ('Enter Pressure (kPa) :');

t1= input ('Enter Temperature (C) :');

t2= input ('Enter Temperature (C) :');

t3= input ('Enter Temperature (C) :');

t4= input ('Enter Temperature (C) :');

t5= input ('Enter Temperature (C) :');

t6= input ('Enter Temperature (C) :');

t7= input ('Enter Temperature (C) :');

%% Properties

%Incomp (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sg1=R407c('sg_T',t1);
s1=R407c('s_TP',t1,p1);
if sg1==s1;
    h1=R407c('hg_T',t1);
elseif sg1<s1;
    h1=R407c('h_TP',t1,p1);
elseif sg1>s1,
    Tf=R407c('Tf_P',p1);
    Tg=R407c('Tg_P',p1);
    x=(Tf-t1)/(Tf-Tg);
    h1=R407c('h_Tx',t1,x);
end

%Out comp, In cond (2)
h2=R407c('h_TP',t2,p2);

%In cond (3)
h3=R407c('h_TP',t3,p3);

%Out cond (4)
sft4 =R407c('sf_T',t4);
    sfp4 =R407c('s_Px',p4,0);
    if sft4<=sfp4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        h4 = R407c('hf_T',t4);

elseif sft4>sfp4

    pf=R407c('Pf_T',t4);

    pg=R407c('Pg_T',t4);

    x=(pf-p4)/(pf-pg);

    if x>1;

        h4=R407c('h_TP',t4,p4);

    else

        h4=R407c('h_Tx',t4,x);

    end

end

end

%ln EXV (5)
sft5 =R407c('sf_T',t5);
sfp5 =R407c('s_Px',p5,0);
if sft5<=sfp5

    h5 = R407c('hf_T',t5);

elseif sft5>sfp5

    pf=R407c('Pf_T',t5);

    pg=R407c('Pg_T',t5);

    x=(pf-p5)/(pf-pg);

    h5=R407c('h_Tx',t5,x);

end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%Out EXV, In Evap (6)
sft6 =R407c('sf_T',t6);
sfp6 =R407c('s_Px',p6,0);
    if sft6<=sfp6
        h6 = R407c('hf_T',t6);
    elseif sft6>sfp6
        pf=R407c('Pf_T',t6);
        pg=R407c('Pg_T',t6);
        x=(pf-p6)/(pf-pg);
        if x>1;
            h6=R407c('h_TP',t6,p6);
        else
            h6=R407c('h_Tx',t6,x);
        end
    end
end

```

```

%Out Evap (7)
sg7=R407c('sg_T',t7);
s7=R407c('s_TP',t7,p7);
if sg7==s7;
    h7=R407c('hg_T',t7);
elseif sg7<s7;
    h7=R407c('h_TP',t7,p7);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

elseif sg7>s7,
    pf=R407c('pf_T',t7);
    pg=R407c('pg_T',t7);
    x=(pf-p7)/(pf-pg);
    h7=R407c('h_Tx',t7,x);
end

```

```
%% calculation
```

```
qe=h6-h5;
```

```
qc=h2a-h3;
```

```
w=h2-h1;
```

```
cop=qe/w;
```

```
fprintf('Success')
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ชุดคำสั่งสำหรับคำนวณคุณสมบัติอากาศ (Psychrometric)

Numerical calculation of Psychrometric properties

(Temperature and Relative humidity )

function A=psy(p1,t,rh)

c1=610.78;

c2=17.269;

c3=237.3;

c4=236.3;

c5=1.01585;

c6=21.874;

c7=265;

c8=0.9615;

p=101325.15;

rh=rh/100;

if t >= -40 && t <= 110

if t >= 0 && t <= 63

pws = c1\*exp(c2\*t/(c3+t));

elseif t > 63 && t < 110

pws = c1\*exp(c2\*t/(c3+(c5\*t)));

elseif t > -40 && t < 0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pws=c1*exp(c6*t/c7+(c8*t));
```

```
end
```

```
end
```

```
pw=rh*pws;
```

```
W=0.62198*(pw/(p-pw));
```

```
if strcmp(p1,'h')==1
```

```
A=(1.006*t)+(W*(2501+1.77*t));
```

```
elseif strcmp(p1,'v')==1
```

```
A=(287.05*(t+273.16)*(1+(W/0.62198))/p);
```

```
end
```

```
end
```

```
clc
```

```
clear all
```

```
ta1= input ('Inlet Air Temperature ( C)');
```

```
ta2= input ('Outlet Air Temperature ( C)');
```

```
rh1= input ('Inlet Relative humidity of air');
```

```
rh2= input ('Outlet Relative humidity of air');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

va2= input ('Outlet Air velocity');

%% Properties

ha1=psy('h',ta1,rh1); % Enthalpy inlet air
ha2=psy('h',ta2,rh2); % Enthalpy Outlet air

V2=psy('v',ta2,rh2); % Specific Volume air outlet

%% calculation
%air
A = (22/7)*(0.24^2); % Area
ma = va2*A/V2;

ha=(ha2-ha1);
Qair=ma.*ha;
fprintf('Qair;',Qair);

```

## แบบจำลองอิมพีริเคิลสำหรับห้องแช่เย็นอาหารของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clc
clear all

tsp=input('Setpoint Temperature(C):');

tam=34;

w=input('Load(kW):');

syms p1 p2 p6 p7 P Ql
f(1)=164.9+10.36*w+2.698*tsp-3.474*w^2-0.2701*w*tsp-0.1717*tsp^2-p1+p7;
f(2)=-tam-1.202+0.02768*(p2-p1)-1.0748*w;
f(3)=-tam+11.98+0.02069*((1.0138*(1.0025*((0.9965*p2)+11.653)-10.735)-106.23)-p6)-
1.133*w;%%(f6(f5(f4(f(3))))))
f(4)=-p7+(0.1432*p6)+98.979;
f(5)=-P-22.56+0.03573*(p2-p1)-0.07097*tsp-(1.292*((p2-p1)^2)*10^-5)+((6.231*10^-
5)*tsp*(p2-p1))-0.0003802*tsp^2;
f(6)=-Ql-177.5-2.202*tsp+1.611*(p6-p7)-0.04393*(tsp^2)+0.0109*tsp*(p6-p7)-
0.003366*((p6-p7)^2);

var(1)=p1;

var(2)=p2;

var(3)=p6;

var(4)=p7;

var(5)=P;

var(6)=Ql;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

p1=200;
p2=1500;
p6=400;
p7=200;
P=2;
Ql=10;
for i=1:6
    for j=1:6
        Matrix(i,j)=diff(f(i),var(1,j));
    end
end
for i=1:6
    for j=1:6
        Sub_Matrix(i,j)=subs(Matrix(i,j));
    end
    Sub_f(i)=-subs(f(i));
end
Sub_ft=transpose(Sub_f);
Var = inv(Sub_Matrix)*Sub_ft;

while abs(double(Var(1)))>.0001 && abs(double(Var(2)))>.0001
    p1=p1+Var(1);
    p2=p2+Var(2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

p6=p6+Var(3);

p7=p7+Var(4);

P=P+Var(5);

QL=QL+Var(6);

P1=double(p1);

P2=double(p2);

P6=double(p6);

P7=double(p7);

Po=double(P);

QL=double(QL);

syms p1 p2 p6 p7 P QL

f(1)=f(1);

f(2)=f(2);

f(3)=f(3);

f(4)=f(4);

f(5)=f(5);

f(6)=f(6);

var(1)=p1;

var(2)=p2;

var(3)=p6;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var(4)=p7;

var(5)=P;

var(6)=Ql;

p1=P1;

p2=P2;

p6=P6;

p7=P7;

P=Po;

Ql=QL;

for i=1:6
    for j=1:6
        Matrix(i,j)=diff(f(i),var(1,j));
    end
end

for i=1:6
    for j=1:6
        Sub_Matrix(i,j)=subs(Matrix(i,j));
    end

    Sub_f(i)=-subs(f(i));

end

Sub_ft=transpose(Sub_f);

Var = inv(Sub_Matrix)*Sub_ft;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end

p1=p1+Var(1);
p2=p2+Var(2);
p6=p6+Var(3);
p7=p7+Var(4);
P=P+Var(5);
QL=QL+Var(6);
P1=double(p1);
P2=double(p2);
P6=double(p6);
P7=double(p7);
Po=double(P);
QL=double(QL);
Cop=QL/Po;
fprintf('Heat transfer rate of Evaporator(kW): %.2f\n',QL);
fprintf('Power consume(kW): %.2f\n',Po);
fprintf('Coefficient of performance: %.4f\n',Cop);
fprintf('success');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้