อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

A STUDY MIXING OF VENTILATION AND RETURN AIR FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน.....
เลขทะเบียน.....
เลขเรียกหนังสือ.....

นายทรรศน์พิพัฒน์ คำก่อ รหัสนิสิต 55363162
นายปวเรศร์ หงส์หิน รหัสนิสิต 55363308
นายอนุพงศ์ คงมั่น รหัสนิสิต 55363674

ปร
ท1516ก
2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2558

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย ทรรศน์พิพัฒน์	คำก่อ	รหัสนิสิต 55363162
	นาย ปวเรศร์	หงส์หิน	รหัสนิสิต 55363308
	นาย อนุพงศ์	คงมั่น	รหัสนิสิต 55363674
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.นินนาท	ราชประดิษฐ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร		
ปีการศึกษา	2558		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานวิศวกรรมเครื่องกลฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล

(ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์) ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว) กรรมการ

(อ.ชูพงศ์ ช่วยเพ็ญ) กรรมการ

หัวข้อโครงงาน	:	การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
ดำเนินโครงงาน	:	นาย ทรรศน์พิพัฒน์ คำก่อ รหัสนิสิต 55363162
		นาย ปวเรศร์ หงส์หิน รหัสนิสิต 53363308
		นาย อนุพงศ์ คงมั่น รหัสนิสิต 53363674
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	:	ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์
สาขาวิชา	:	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	:	วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	:	2558

บทคัดย่อ

การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อหาแนวทางในการควบคุมความชื้นภายในห้องพักอาศัย โดยการพิจารณาจากความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) และคุณภาพของอากาศ (Indoor air quality) ให้ได้ตามมาตรฐาน ทำการศึกษารูปแบบของการระบายอากาศที่มีผลกระทบต่อชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศโดยปราศจากการระบายอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีแนวโน้มเพิ่มสูง-ลดลง เป็นผลมาจากการรั่วซึมของอากาศผ่านช่องว่างระหว่างขอบประตู บานหน้าต่างซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องพักอาศัย แต่อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศจะพยายามรักษาช่วงของอุณหภูมิให้อยู่ในขอบเขตของอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ในส่วนของการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องโดยตรง เมื่อมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องพักอาศัย จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัยโดยตรงมีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกที่เพิ่มขึ้น ผลมาจากเมื่อทำการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรงนั้นเป็นการเพิ่มภาระของห้องปรับอากาศให้แก่ห้องโดยตรง เกิดการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้แก่ห้องพักอาศัย และส่วนสุดท้ายเมื่อมีการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อน มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มลดลง จากผลการศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเพื่อเป็นข้อมูลในการการควบคุมความชื้นภายในห้องพักอาศัยที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ ข้อมูลดังกล่าวเหมาะสมสำหรับบริษัทเพื่อพัฒนาเครื่องปรับอากาศ

Project Title	: A STUDY OF MIXING VENTILATION AND RETURN AIR FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER.
Manipulator	: Mr. Thatpiphat Kumgor ID. 55363162
	: Mr. Pavaret Honghin ID. 55363308
	: Mr. Anupong Kongman ID. 55363674
Project Advisor	: Asst.Prof.Dr. Ninnart Ratchapradit
Department	: Mechanical Engineering Naresuan University
Academic Year	: 2015

Abstract

Study of the mixing ventilation with return air for split-type air conditioner to find ways to control moisture inside the room live. By considering the thermal comfort and the quality of the air (Indoor air quality) to the standards. The study of ventilation effect on the relative humidity within the residence from relative Humidity outside the room. When open air conditioning without ventilation. Relative humidity in air - conditioned room will likely increase - decrease. As a result of leakage of air through the gap between the door frame. The window pane, which increase or decrease of the relative humidity room live. But the temperature inside the air-conditioned room to try to maintain the range of temperature in the scope of temperature set. On the part of the ventilation inside the room directly. When the ventilation into the living rooms. From the experimental results show that the ventilation inside the residence directly. Affect the relative humidity inside the air conditioned room .The relative humidity of the air conditioning room increase with the relative humidity of the air exterior increases. The result of the ventilation air conditioning room there is added into the burden of air conditioned room to room directly. The increased relative humidity to the residence .And the last part when ventilation in mixed with return air of the air conditioner. From the experimental results show that the mixed with return air in air. Affect the relative humidity inside the air conditioned room .The relative humidity of the air conditioning room tended to decrease. From the results of this study can be applied in writing in order to control the humidity inside the residence use of split air conditioner. Such information is appropriate for the company to develop air conditioning.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณคณะบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาให้โครงงานประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

1. ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. ผศ.ดร. อนันต์ชัย อยู่แก้ว กรรมการสอบโครงงาน
3. อ. ชูพงศ์ ช่วยเพ็ญ กรรมการสอบโครงงาน
4. คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ

สุดท้ายนี้กลุ่มของข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ทั้งนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลจากงานวิจัยเพื่อใช้ในการจัดทำโครงงาน และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทดลองในการทำโครงงานครั้งนี้

คณะผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองโครงงาน.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
Abstract.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ-ฉ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ช-ฌ
สารบัญกราฟ.....ญ-ฏ
สารบัญสัญลักษณ์.....ฏ-ฐ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2-3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....5
2.1 หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ.....5
2.2 ความชื้นสัมพัทธ์กับความสบายเชิงความร้อนและคุณภาพของอากาศ.....6-8
2.3 ไซโครเมตริกส์ (Psychometric).....8-14
2.4 ปริมาณลมในอากาศ (Q).....14
2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ.....14-16
2.6 วรรณกรรมปริทรรศน์.....16-18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....19
3.1 ห้องทดลอง, อุปกรณ์และเครื่องมือวัด.....19-23
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง.....23-28
3.3 อุปกรณ์, การเขียนโปรแกรม และการออกแบบ.....29-32
สำหรับชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....33
4.1 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์.....34-40
ภายในห้องปรับอากาศของห้องพักอาศัย (ช่วงเวลากลางคืน)
4.2 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์.....40-46
ภายในห้องปรับอากาศของห้องพักอาศัย (ช่วงเวลากลางวัน)
4.3 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ.....46-48
โดยมีรูปแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาต่างๆ
4.4 ผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อ.....48-51
การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย
4.5 ผลของรูปแบบการควบคุมชุดการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ.....52
ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....53
5.1 สรุปผลการทดลอง.....53-54
5.2 ข้อเสนอแนะ.....54
5.3 แนวทางการพัฒนา.....54

เอกสารอ้างอิง.....55-56

ภาคผนวก ก.....57-62
ภาคผนวก ข.....63-66
ภาคผนวก ค.....67-70
ภาคผนวก ง.....71-75
ภาคผนวก จ.....76-80
ภาคผนวก ฉ.....81-86
ภาคผนวก ช.....87-96
ภาคผนวก ซ.....97-98

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน.....99

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 รายละเอียดการดำเนินงาน....3
2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสบายเชิงความร้อนและคุณภาพของอากาศ.... 7-8
3.7 แสดงรูปแบบการระบายอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1 24
3.8 แสดงรูปแบบการระบายอากาศในรูปแบบต่า ของการทดลองที่ 2 25
ก.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง 58-59
ก.2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูล 60-62
ที่ 10 นาที เวลา 10.50 น. - 19.20 น.
ข.1 Outdoor air requirements for ventilation....64
ข.2 General Design Values SHR....65-66

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า
2.1 วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ..... 5
2.2 บริเวณที่คนมีความรู้สึกสบายขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์.....6
2.3 ปริมาณของเชื้อโรค การเกิดโรคที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ 7
2.4 อัตราส่วนความชื้นในไซโครเมตริกซ์ 11
2.5 เส้นทาง Process ของ RSHF สามารถ.....13
ลากเส้นขนานกับค่าที่อยู่ในครึ่งวงกลม ในไซโครเมตริกส์
2.6 ไซโครเมตริกชาร์ตของเครื่องปรับอากาศ 13
2.7 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Adruino Uno R3 15
และจุดเชื่อมต่อต่างๆ
2.8 จุดเชื่อมต่อระหว่าง Adruino Uno R3 กับ Bipolar Stepper Moto.....16
3.1 ตำแหน่งที่ใช้วัดค่าและห้องทดลอง.....19
3.2 เครื่อง AP-104.....21
3.3 หัววัดอุณหภูมิและความชื้น.....21
3.4 เครื่องวัดความเร็วลม.....22
3.5 เครื่องปรับอากาศ.....22
3.6 เครื่องผสมอากาศ.....23
3.9 บอร์ด Adruino Uno R3 ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุม.....29
3.10 บอร์ดแปลงไฟ L298N Development Board.....29
3.11 ตัวอ่าน sensor และบอร์ดอ่าน sensor.....30
3.12 stepping motor 30
3.13 ตัววัดความชื้นและอุณหภูมิ.....31
3.14 หน้าจอแสดงผล 16x2 Character LCD 1602.....31
3.15 พัดลมระบายอากาศรุ่น PL_FA12 32
3.16 แสดงเงื่อนไขในการปรับบานพับของเครื่องผสมการระบายแบบอัตโนมัติ.....32
4.18 อัลกอริทึมของโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ.....52
ค.1 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Comport ==> com1 68
ค.2 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Baudrate ==> 19200 69
ค.3 แสดงการกดคลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง (SILA AP-104).....69
ค.4 แสดงการตั้งค่าเวลาที่เริ่มเก็บค่า หยุดเก็บค่า และช่วงเวลาที่เราต้องการเก็บค่า 70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.5 แสดงการกดคลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมทำงาน....70

ง.1 ตัวอย่างการหาค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสบนไซโครเมตริกชาร์ท....75

จ.1 การติดตั้งเครื่องผสมอากาศ....77

จ.2 ทดลองโดยการนำอากาศภายนอกเข้าห้องโดยตรง....77

จ.3 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณนอกห้องปรับอากาศ....78

จ.4 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณ Supply air....78

จ.5 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณกลางห้อง (ra)....79

จ.6 แบบการระบายอากาศเมื่อนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator....79
ก่อนเข้าห้อง

จ.7 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณคอมเพรซเซอร์....80

แบบสั่งงานของชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติในมุมมองสามมิติ....82

แบบสั่งงานของชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติในมุมมองภาพฉาย....83

stepping motor ของชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติในมุมมองภาพฉาย....84

พัดลมระบายอากาศของชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติในมุมมองภาพฉาย....85

ฉ.1 ชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ....86

ฉ.2 ชุดควบคุมภายในชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมมัติ....86

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า
4.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 35
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยไม่มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ
4.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้อง 36
ปรับอากาศในช่วงเวลา กลางคืน (Night) เที่ยงคืน (Midnight) และตอนเช้า (Morning)
4.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 37
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ
4.4 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศในช่วงเวลา 38
กลางคืน (Night) เที่ยงคืน (Midnight) และตอนเช้า (Morning) โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้อง
4.5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 39
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ
4.6 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศในช่วงเวลา 40
กลางคืน (Night) เที่ยงคืน (Midnight)และตอนเช้า(Morning)โดยการระบายอากาศผสมกับลมกลับ
4.7 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 41
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยไม่มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ
4.8 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศในช่วงเวลา.....42
กลางวัน (Noon) ช่วงบ่าย (After-noon) และช่วงเย็น (Evening)
4.9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 43
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ
4.10 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศในช่วงเวลา.....44
กลางวัน (Noon) ช่วงบ่าย (After-noon) และช่วงเย็น (Evening)
4.11 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 45
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ
4.12 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศในช่วงเวลา.....46
กลางวัน (Noon) ช่วงบ่าย (After-noon) และช่วงเย็น (Evening)
4.13 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 47
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศในรูปแบบที่ต่างกัน
4.14 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ 47
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศในรูปแบบที่ต่างกัน
4.15 กราฟเปรียบเทียบผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง 49
ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย
4.16 แสดงอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องพักอาศัยที่ปรับอากาศ 50
ในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่รูปแบบการระบายอากาศแบบที่แตกต่างกัน

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า
4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสบายเชิงความร้อน กับ IAQ 51
บนไซโครเมทริกส์ชาร์ท ที่รูปแบบการระบายอากาศแตกต่างกัน

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์		หน่วย
$\dot{m}$	คือ อัตราการไหลของสารที่ทำงาน	kg/s
P	คือ ความดันรวม	Pa
P_v	คือ ความดันของอากาศแห้ง	Pa
P_a	คือ ความดันของไอ	Pa
ω	คือ ความชื้นจำเพาะ	$kg_{water\ vapor}/kg_{\ dry\ air}$
m_v	คือ มวลของไอน้ำ	g/kg
m_a	คือ มวลของอากาศแห้ง	g/kg
T	คือ อุณหภูมิ	^oc
V	คือ ปริมาตรต่อหน่วยมวล	(m^3/kg)
R	คือ ค่าคงที่ของก๊าซ	$(kJ/kg.^oK)$
m	คือ มวล	(kg)
w	คือ อัตราส่วนความชื้น	-
T_{db}	คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	^oc
T_{wb}	คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก	^oc
T_{dw}	คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง	^oc
m_v	คือ มวลของไอน้ำ	(kg)
m_a	คือ มวลของอากาศแห้ง	(kg)
H	คือ เอนทาลปี	-
SHR	คือ อัตราส่วนความร้อนสัมผัส	-
SH	คือ ความร้อนสัมผัส	(kw)
TH	คือ ปริมาณความร้อนทั้งหมด	(kw)
ΔT	คือ อุณหภูมิแตกต่างของอากาศที่นำเข้าและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศ	^oc
h_t	คือ การเปลี่ยนแปลงเอนทาลปีของอากาศที่นำเข้า	$(kJ/kg.^oK)$
1.006	คือ ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศแห้ง	$(kJ/kg.^oK)$
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์	%

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์		หน่วย
cfm	คือ อัตราการไหลของอากาศ	cfm
oa	คือ outside air	-
ma	คือ mix air	-
ea	คือ entering apparatus air	-
la	คือ leaving apparatus air	-
sa	คือ supply air	-
exa	คือ exhaust air	-
ra	คือ return air	-
fa	คือ fresh	-

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันผู้คนต้องการความสะดวกสบายในการพักอาศัยมากขึ้น ซึ่งในสภาพอากาศปัจจุบันมีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอย่างแพร่หลาย อันเนื่องมาจากสามารถติดตั้งและหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพบว่ามีการคำนวณภาระทางความร้อนโดยใช้การประมาณแบบหยาบคิดเฉพาะพื้นที่ในการติดตั้ง แต่เนื่องจากในความเป็นจริงแล้วมีการรั่วซึมจากอากาศภายนอกห้องอากาศที่รั่วซึมเข้ามาภายในห้องปรับอากาศมีการปนเปื้อนของฝุ่นละอองมีผลทำให้ความชื้นของอากาศภายในห้องปรับอากาศไม่ได้มาตรฐานทำให้ผู้ที่อยู่ในห้องปรับอากาศได้รับอากาศที่ไม่สะอาด ฉะนั้นในการปรับอากาศที่ดีนั้น ห้องปรับอากาศจะต้องมีระบบในการระบายอากาศเข้าห้องที่ดีเพื่อทำให้คุณภาพอากาศ(Indoor air quality) และความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแก่การอยู่อาศัย

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ภายในหอพักในปัจจุบันสามารถควบคุมได้เฉพาะอุณหภูมิเท่านั้น แต่ไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ตามที่ต้องการได้ จึงมีการศึกษาผลกระทบของการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพัก โดยมีการผสมการระบายกับลมกลับเข้าเครื่อง Evaporator ก่อนเข้าสู่ภายในห้องห้อง โดยตามสมมติฐานที่ตั้งไว้น่าจะมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเพื่อเป็นแนวทางในการปรับความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพอากาศ และความสบายเชิงความร้อนในห้องพักอาศัย โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยด้านอาคารของ ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยเนื่องจากการระบายอากาศที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน(split type)

1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.3.1 ทำการทดสอบผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ในห้องพักที่มีขนาดกว้าง 3 เมตรยาว 4 เมตร สูง 3 เมตร

1.3.2 ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 1 ตัว ยี่ห้อ Panasonic ขนาด 12167.2 BTU

- แฟนคอยด์รุ่น CS-PC12EKT

- ชุดคอนเดนซิงรุ่น CU-PC12EKT

1.3.3 จำนวนผู้อยู่อาศัยในห้องพักอาศัยจำนวน 3 คน

1.3.4 ทำการใช้ชุดผสมอากาศ โดยการระบายเข้าส่วน Return Air เพื่อผสมก่อนเข้าห้องพักอาศัย

1.3.5 ในกระบวนการศึกษาผลกระทบของความชื้น กำหนดให้ อุณหภูมิ ความเร็วลม ของห้องพักอาศัยที่ใช้ในการทดลองอยู่ในสภาวะคงที่

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาหาทฤษฎีรวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 วางแผนการดำเนินงาน

1.4.3 ดำเนินการทดลอง

- เปิดเครื่องปรับอาการก่อนทำการทดลอง 30 นาที (เริ่มวัดค่าเวลา 18.00 น.) ดำเนินการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ โดยวัดค่าดังนี้ รูปแบบที่ No vent →To room →To return แล้ววัดค่ากลับตามรูปแบบ ที่ To Return →To Room→ No vent

รูปแบบที่ 1 เปิดเครื่องปรับอากาศโดยปราศจากการระบายอากาศ

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับคงที่
2) บันทึกค่าทุก 10 นาที จนครบ 3 ชั่วโมง แล้วบันทึกค่ารูปแบบใหม่

รูปแบบที่ 2 เปิดเครื่องปรับอากาศ ด้วยการผสมลมกลับที่ Return air

1) นำการระบายอากาศมาผสมกับลมกลับ
2) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับคงที่

3) บันทึกค่าทุก 10 นาที จนครบ 3 ชั่วโมง แล้วบันทึกค่ารูปแบบใหม่

รูปแบบที่3 เปิดเครื่องปรับอากาศเข้า Room air โดยตรง

1) นำการระบายอากาศมาผสมกับลมกลับ
2) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับคงที่
3) บันทึกค่าทุก 10 นาที จนครบ 3 ชั่วโมง

1.4.4 วิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง และสรุปผล

1.4.5 สร้างแนวคิดการจัดทำชุดคอนโทรน

1.4.6 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

ระยะเวลาในการดำเนินงาน 31 สิงคาคม 2558 – 31 ธันวาคม 2559

กิจกรรม	2558					2559			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาหาทฤษฎีรวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง									
2.วางแผนการดำเนินงาน									
3.ดำเนินงาน									
4.วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองและสรุปผล									
5.ออกแบบแนวคิดการทำชุดคอนโทรล									
6.สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

ตารางที่1.1 การดำเนินงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่างๆ ที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์เพื่อเป็นแนวทางในการปรับความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิความสบายภายในห้องพักอาศัย

1.5.2 ได้เรียนรู้เกี่ยวกับผลกระทบของรูปแบบในการนำอากาศภายนอกเข้ามาระบายอากาศต่อสภาวะภายในห้องปรับอากาศ

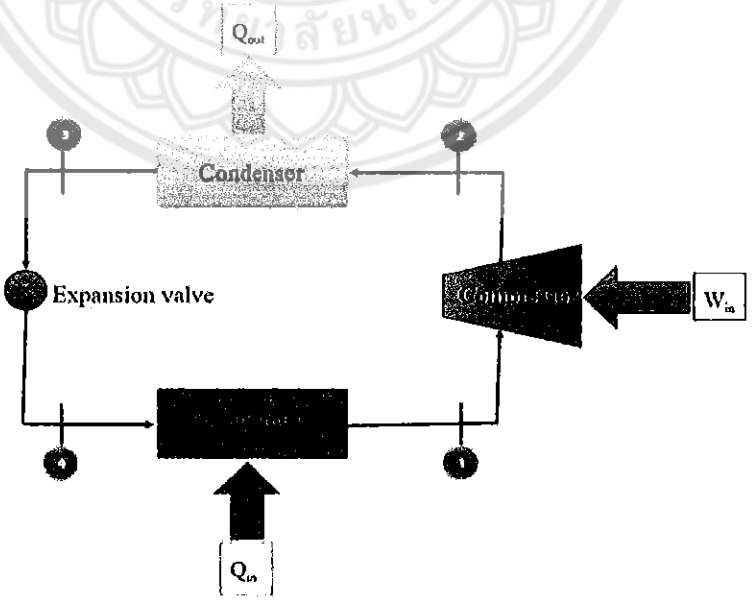
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.6.1 กระดาษ	750	บาท
1.6.2 จัดทำรูปเล่ม	750	บาท
1.6.3 ค่าอุปกรณ์อื่นๆ	2,000	บาท
1.6.4 ค่าจัดทำชุดอุปกรณ์ผสมการระบายอากาศกับลมกลับ	3000	บาท
รวม	6,500	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศโดยทั่วไปต้องอาศัยสารทำความเย็นที่ไหลอยู่ในระบบท่อปิดเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนโดยมีเครื่องอัดไอสารทำความเย็นหรือคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้แก่สารทำความเย็นซึ่งเป็นไอให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าอากาศภายนอกแล้วระบายทิ้งที่แผงท่อระบายความร้อนที่บริเวณคอนเดนเซอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายนอกห้อง โดยมีพัดลมระบายความร้อนที่แผงระบายความร้อนนี้ สารทำความเย็นภายหลังผ่านคอล์ยร้อนจะมีสถานะเป็นของเหลวที่ความดันสูงจะไหลผ่านเข้าชุดลดความดัน (expansion valve) ก่อนจะไหลเข้าไปยังแผงท่อทำความเย็น (คอล์ยเย็นหรือแฟนคอล์ย) ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้อง สารทำความเย็นจะดูดความร้อนจากอากาศบริเวณโดยรอบของแผงท่อทำความเย็นทำให้อากาศที่ไหลผ่านมีอุณหภูมิต่ำลงและถูกส่งผ่านลมเย็นโดยพัดลมที่ติดตั้งอยู่ที่แผงทำความเย็นนี้ไปสู่บริเวณห้องเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ สารทำความเย็นภายหลังผ่านทางแผงคอล์ยทำความเย็นแล้วจะมีสถานะเป็นไอความดันต่ำก่อนจะไหลเข้าสู่เครื่องอัดไอสารทำความเย็น และทำงานอย่างนี้ต่อไปเป็นวัฏจักร

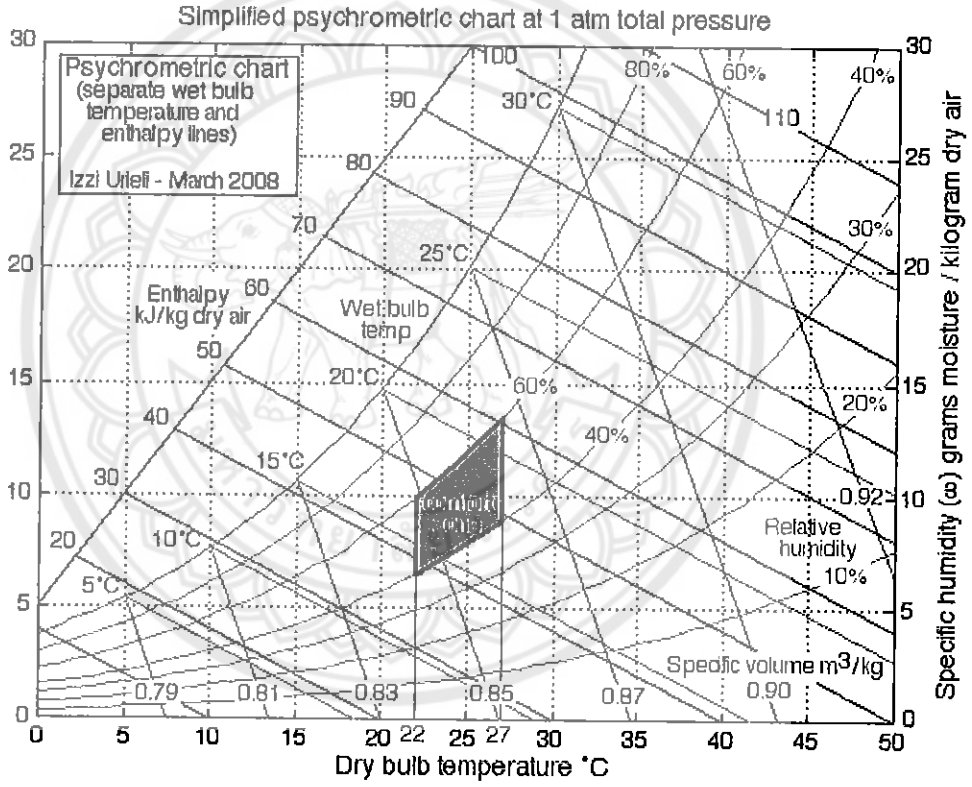


รูปที่2.1 แสดงรูปวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ

2.2 ความชื้นสัมพัทธ์กับความสบายเชิงความร้อนและคุณภาพของอากาศ

2.2.1 ความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort)

หมายถึงสภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบาย โดยร่างกายของมนุษย์มีอุณหภูมิปกติอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิร่างกายเกิดขึ้นจากความสมดุลของการผลิตความร้อน และการสูญเสียความร้อน ปัจจัยที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อนของร่างกาย 6 แบบคือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสี ค่าความเป็นฉนวนของเครื่องแต่งกาย และระดับกิจกรรม ในการออกแบบระบบปรับอากาศในอาคารต่างๆจึงคำนึงถึงความสบายเชิงความร้อนเป็นหลัก พื้นที่แรเงาในรูปที่ 2.1 คือ บริเวณที่คนมีความรู้สึกสบายมากที่สุดตามฤดูกาลต่างๆ

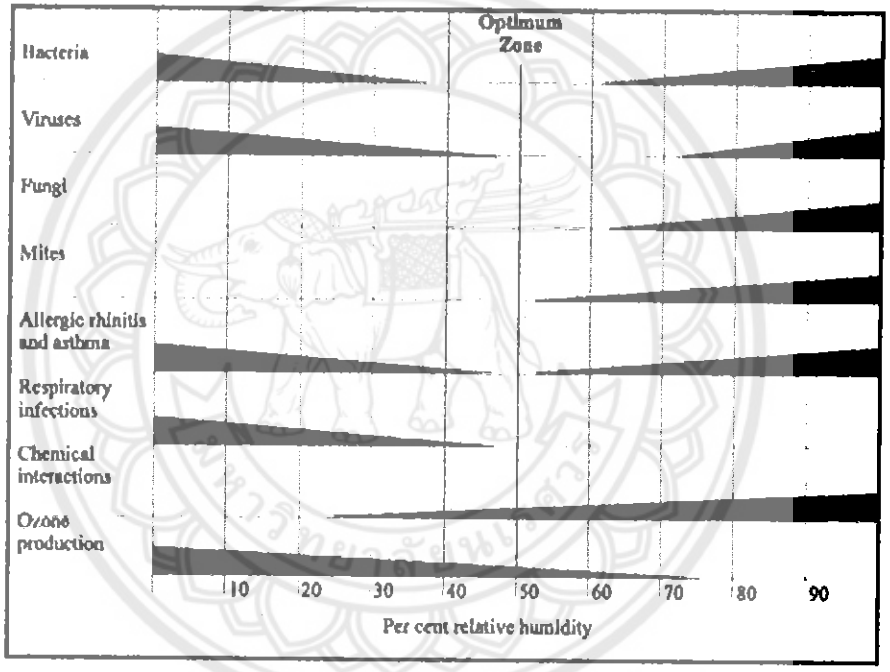


รูปที่2.2 บริเวณที่คนมีความรู้สึกสบายขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์[1]

2.2.2 คุณภาพอากาศ (Indoor air quality)

หมายถึงคุณภาพของอากาศที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของคนที่อยู่ภายในอาคาร เพื่อให้คุณภาพของอากาศภายในอาคารอยู่ในความพึงพอใจของผู้พักอาศัย โดยพิจารณาจากความพึงพอใจ

ของผู้พักอาศัย 80 เปอร์เซ็นต์ อากาศที่พบส่วนใหญ่จะมีสิ่งปนเปื้อนเจือปนไปกับอากาศเสมอทำให้เกิดปัญหาเรื่องของคุณภาพของอากาศในอาคาร ปัญหาที่กล่าวมานี้มีสาเหตุมาจากระดับของกิจกรรมภายในอาคาร มีการระบายของอากาศที่ไม่เพียงพอ มีการรั่วไหลของอากาศที่เป็นมลพิษจากภายนอกอาคารผ่านทางขอบหน้าต่าง ขอบประตู ทำให้มีสิ่งปนเปื้อนเจือปนไปกับอากาศภายในอาคาร จึงต้องหาแนวทางในการปรับลดปริมาณเชื้อโรคโดยพิจารณาจากอัตราการเกิดของเชื้อโรคแต่ละชนิดที่ความชื้นต่างๆ พบว่าเชื้อโรคที่เกิดขึ้นในอาคารส่วนใหญ่ประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรีย (Bacteria), เชื้อไวรัส (Viruses), เชื้อรา (Fungi), ไรฝุ่น (Mites), โรคภูมิแพ้จมูกอักเสบและโรคหืด (Allergic rhinitis and asthma), โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ (Respiratory infection), จากสารเคมี (Chemical interaction), อากาศจากเครื่องฟอกอากาศโดยรอบอาคาร (Ozone production)



รูปที่2.3 แสดงปริมาณของเชื้อโรค การเกิดโรคที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ[2]

ตารางที่2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสบายเชิงความร้อนและคุณภาพของอากาศ

ตัวแปร	ความสบายเชิงความร้อน	คุณภาพของอากาศ
ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับความสบายของร่างกายมนุษย์อยู่ที่ 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์	ความชื้นสัมพัทธ์ที่มีปริมาณของการเจริญเติบโตของเชื้อโรคน้อย ควรอยู่ระหว่าง 40 ถึง 60เปอร์เซ็นต์
ความเร็วลม	ความเร็วลมภายห้องปรับอากาศค่าความเร็วลมที่แนะนำสำหรับการ	ความเร็วลมเมื่อนำอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศควรจะอยู่ที่ 2 ถึง 2.5 เมตรต่อวินาที หรือปริมาณลมถ่ายเท

	ออกแบบระบบปรับอากาศของ มีค่าเท่ากับ 0.15 ถึง 0.25 เมตรต่อวินาที	ภายในอาคารต้องไม่น้อยกว่า6 ถึง 10 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์สามารถกระจายไปสู่ส่วนต่างๆของอาคารอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว
อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสี	วัตถุที่มีอุณหภูมิมากกว่า 0องศาเคล วินย่อมมีการแผ่รังสีความร้อนเสมอ ดังนั้นในวัสดุภายในอาคารเช่นผนัง กระจก จะมีการสะสมความร้อนและมีการคายความร้อนออกมาอยู่เสมอ	
ค่าความเป็นฉนวนของเครื่องแต่งกาย	เครื่องแต่งกายหรือเสื้อผ้าที่สวมใส่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อน ถ้ามีการใส่เสื้อผ้าที่หนาจะทำให้เกิดสภาวะความไม่สบายเชิงความร้อนมากขึ้น	
ระดับกิจกรรม	กิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะมีการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย ยิ่งระดับกิจกรรมที่ใช้พลังงานมาก ต้องมีการเผาผลาญอาหารมาก เพื่อให้เกิดพลังงานขึ้น โดยการเผาผลาญพลังงานก่อให้เกิดความร้อนภายในร่างกาย ดังนั้นจึงต้องมีการระบายความร้อนในร่างกายออก	

ความสบายเชิงความร้อนและคุณภาพของอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่สำคัญ โดยความชื้นที่ใช้ในการออกแบบอยู่ในช่วง 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ มีการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม 23 ถึง 27 องศาเซลเซียส และความเร็วลมภายห้องปรับอากาศควรจะอยู่ที่ 0.15 ถึง 0.25 เมตรต่อวินาที

2.3 ไซโครเมตริกส์ (Psychometric)

การศึกษาคุณสมบัติของอากาศชื้นหรืออากาศซึ่งมีไอน้ำผสมอยู่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการต่างๆปัจจุบันมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในระบบปรับอากาศระบบทำความเย็นต่างๆ และประยุกต์ใช้กับก๊าซสมบูรณ์ตัวแปรที่สำคัญในไซโครเมตริกส์ มีดังนี้

สูตรก๊าซสมบูรณ์เบื้องต้น

$$Pv = RT \text{ หรือ } PV = mRT \qquad (2.1)$$

v คือปริมาตรต่อหน่วยมวล (m^3 / kg)

V คือปริมาตรทั้งหมด (m^3)

m คือมวล (kg)

T คืออุณหภูมิสมบูรณ์ (^oK)

R คือค่าคงที่ของก๊าซ (kJ/ kg.^oK)

สำหรับอากาศแห้ง Ra = 0.287 (kJ/kg.^oK)

สำหรับไอน้ำ Rv = 0.462 (kJ/kg.^oK)

ความดัน (P) มีหน่วย (kPa) ความดันรวมของอากาศทั้งหมดจะเท่ากับความดันของอากาศแห้งรวมกับความดันของไอน้ำในอากาศไอน้ำที่อยู่ในอากาศจะมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรอากาศ แต่ความดันของไอน้ำจะน้อยกว่าความดันของอากาศแห้งมากเพราะว่ามีมวลน้อยกว่ามาก มวลของไอน้ำในอากาศทั่วไปจะมีเพียงประมาณ 1 ถึง 2เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ถ้าให้ v คือปริมาตรต่อมวลอากาศแห้งและให้อากาศแห้ง 1 กิโลกรัม (kg) มีไอน้ำอยู่ w กิโลกรัม (kg) หรือพูดอีกนัยหนึ่ง อากาศชื้น 1 กิโลกรัม (kg) จะมีอากาศแห้ง 1/(1+w) กิโลกรัม (kg) จะได้สมการที่ใช้คำนวณดังนี้

$$v = \frac{(0.287 + 0.46w)T}{P} \qquad (2.2)$$

w คืออัตราส่วนความชื้น

T คืออุณหภูมิ (^oK)

P คือความดัน (kPa)

2.2.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb Temperature), T_{db}

คือ ค่าอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่บรรจุด้วยปรอท หรือแอลกอฮอล์

2.2.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wetbulb Temperature), T_{wb}

คือ ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยสำลีที่ชื้น ในขณะที่มีกระแสลมพัดผ่านกระเปาะด้วยความเร็วไม่น้อยกว่า 5 เมตรต่อวินาที

2.2.3 จุดน้ำค้าง (Dew Point), T_{dw}

คือ จุดที่ไอน้ำในอากาศเริ่มเกิดการกลั่นตัวจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำลงเรื่อยๆ จนกระทั่งความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆจนเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ อากาศอิ่มตัวสมบูรณ์ (Saturated)โดยที่ความดันบรรยากาศคงที่

2.2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity), RHหรือ ϕ

คือ อัตราส่วนโดยมวลของไอน้ำในอากาศในขณะหนึ่ง(ที่อุณหภูมิหนึ่ง) ต่อไอน้ำสูงสุดที่อากาศ (ที่อุณหภูมินั้น) สามารถแบกรับไว้ได้การที่เรามีอากาศหนึ่งที่มีความชื้นสัมพัทธ์เป็น 100 เปอร์เซ็นต์จะหมายความว่าอากาศนั้นได้อิ่มตัว(Saturated) และไม่สามารถรับไอน้ำไว้ได้อีกต่อไป

$$\phi = y_v / y_{vs} = P_v / P_{vs} \qquad (2.3)$$

y_v คือสัดส่วนโดยมวลของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิที่สนใจ

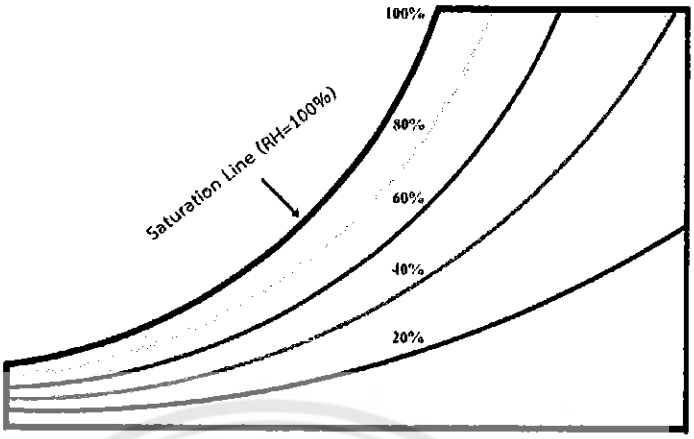
y_{vs} คือสัดส่วนโดยมวลไอน้ำในอากาศสูดสุดที่อุณหภูมิที่สนใจ

P_v คือความดันไอน้ำในอากาศ (kPa)

P_{vs} คือความดันอิ่มตัวที่ตรงกับอุณหภูมิไอน้ำ (kPa)

2.2.5 อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio or Specific Humidity), W

มวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้ง และโดยปกติ จะมีหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง (g/kg) หรือ กิโลกรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง (kg/kg) ในหนังสือคู่มือของสมาคมวิศวกรอเมริกัน เกี่ยวกับการทำความเย็น ได้ให้ความหมาย อัตราส่วนความชื้น หรือ ความชื้นจำเพาะ หมายถึง มวลของไอน้ำต่อมวลของความชื้นของอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน



รูปที่2.4 แสดงอัตราส่วนความชื้นในไซโครเมตริกซ์

$$w = \frac{0.622P_v}{(P - P_v)} \tag{2.4}$$

$$\ln P_{vs} = \frac{C_8}{T} + C_9 + C_{10}T + C_{11}T^2 + C_{12}T^3 + C_{13}\ln T \tag{2.5}$$

m_v คือมวลของไอน้ำ (kg)

m_a คือมวลของอากาศแห้ง (kg)

0.622 คืออัตราส่วนค่าคงที่ของก๊าซของไอน้ำต่ออากาศแห้ง (Rv/Ra)

P_v คือความดันไอน้ำ (kPa)

P คือความดันรวมของอากาศ (kPa)

$C_8 = -5800.2206$

$C_9 = 1.3914993$

$C_{10} = -0.04860239$

$C_{11} = 4.1764768 \times 10^{-5}$

$C_{12} = -1.445209 \times 10^{-8}$

$C_{13} = 6.5459673$

2.2.6 เอนทาลปี (Enthalpy), h

คือค่าความร้อนที่ผ่านหรือเข้าออกจากระบบ โดยเอนทาลปีของอากาศและน้ำสามารถหาได้จากตารางเทอร์โมฯ ของอากาศและตารางไอน้ำ ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ตารางไอน้ำมักจะมีมาตรฐานอ้างอิงมาจากการสมมุติให้เอนทาลปีของน้ำที่ใช้ในตารางไอน้ำมักจะมีมาตรฐานอ้างอิงมาจาก ASHRAE[1]หรือ Carier[2] ใช้ 0 kJ/kg ที่อุณหภูมิ 0องศาเซลเซียสไอน้ำจะมีค่าเอนทาลปี h_g ประมาณ 2501 kJ/kg ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศแห้ง (c_{pa}) มีค่าประมาณ 1.006 $(kJ/kg.^{o}K)$ ของน้ำ (c_{pv}) มีค่าความร้อนจำเพาะประมาณ 1.86 $(kJ/kg.^{o}K)$

จะได้ค่าเอนทาลปีของอากาศ $h = T + w(2501 + 1.86T)$ (2.6)

และค่าเอนทาลปีของน้ำควบแน่น $h_w = 2501 + 1.86T$ (2.7)

T คืออุณหภูมิ (^{o}C)
w คืออัตราส่วนความชื้น

2.3 การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

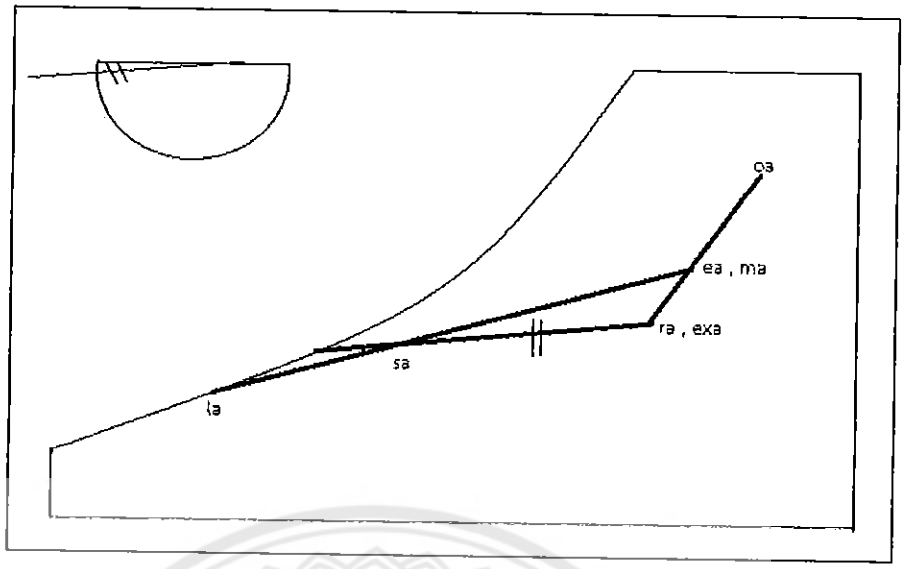
2.3.1 อัตราส่วนความร้อนสัมผัสSensible heat ratio ต่อ Total heat, (RSHF)

คือ อัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงความร้อนสัมผัส Sensible heat ratio ต่อ ผลรวมของ Sensible heat กับ Latent heat โดย RSHF จะสามารถ บอกได้ว่าความชื้นในห้องมีค่ามากขึ้น หรือน้อยลง ซึ่ง RSHF จะแปรผกผันกับค่าความชื้น ดังสมการข้างต้นนี้

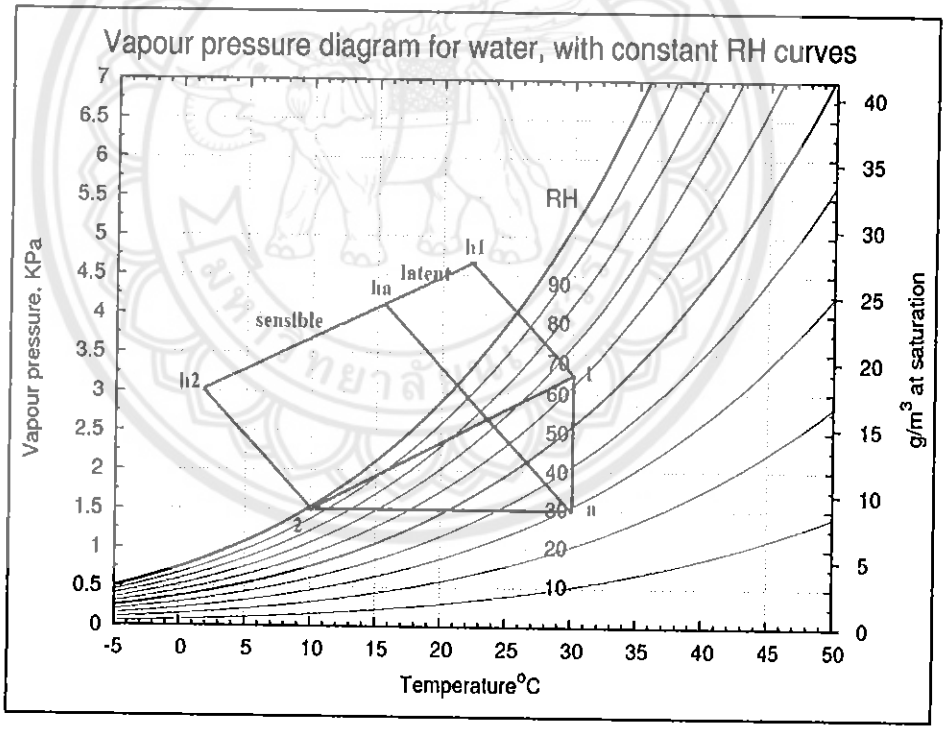
$$RSHF = \frac{RSH}{RTH} = \frac{RSH}{RSH + RLH} \quad (2.8)$$

RSH คือ ความร้อนสัมผัส (kw)
RTH คือ ปริมาณความร้อนทั้งหมด (kw)

และอัตราส่วนความร้อนสัมผัสSensible heat ratio ต่อ Total heat, (RSHF) ยังสามารถหาได้จากไซโครเมตริกส์ ดังรูปที่ 2.5 โดยการหาสมบัติของอากาศในแตละจุดโดยการใช้ไซโครเมตริกซ์และรูปที่ 2.6 แสดงไซโครเมตริกซ์ของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่2.5 แสดง เส้นทาง Process ของ RSHF สามารถลากเส้นขนานกับค่าที่อยู่ในครึ่งวงกลม ใน ไซโครเมตริกส์



รูปที่2.6 ไซโครเมตริกชาร์ตของเครื่องปรับอากาศ[3]

2.3.2 Room total heat (RTH) คือ ภาระการทำความเย็นภายในพื้นที่ปรับอากาศ (ไม่รวมการระบายอากาศ)คือผลรวมของ Room Sensible Heat (RSH) กับ Room Latent Heat (RLH) ดังสมการนี้

$$RTH = RSH + RLH \quad (2.9)$$

2.3.3 Room Sensible Heat (RSH) จะทำให้ห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งสามารถหาได้ดังสมการนี้

$$RSH = (1.1)(cfm_{sa})(t_{ra} - t_{sa}) \quad (2.10)$$

2.3.4 Room Latent Heat (RLH) จะทำให้ห้องมีความชื้นสูงขึ้น ซึ่งสามารถหาได้ดังสมการนี้

$$RLH = (4840)(cfm_{sa})(W_{ra} - W_{sa}) \quad (2.11)$$

2.4 ปริมาณลมในอากาศ (Q)

หน่วยในการวัดปริมาณลมจะใช้เป็น CFM (ลูกบาศกฟุตต่อนาที) ซึ่งการวัดปริมาณลมสามารถหาได้โดยการวัดความเร็วลม ที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์หรือหัวจ่าย และใช้สมการดังนี้

$$Q = V \times A \quad (2.12)$$

โดยที่ Q = ปริมาณลมที่ต้องการวัด หน่วยเป็น cfm. (ลูกบาศกฟุตต่อนาที)

V = ความเร็วลมที่วัดได้ หน่วยเป็น ft./m. (ฟุตต่อนาที)

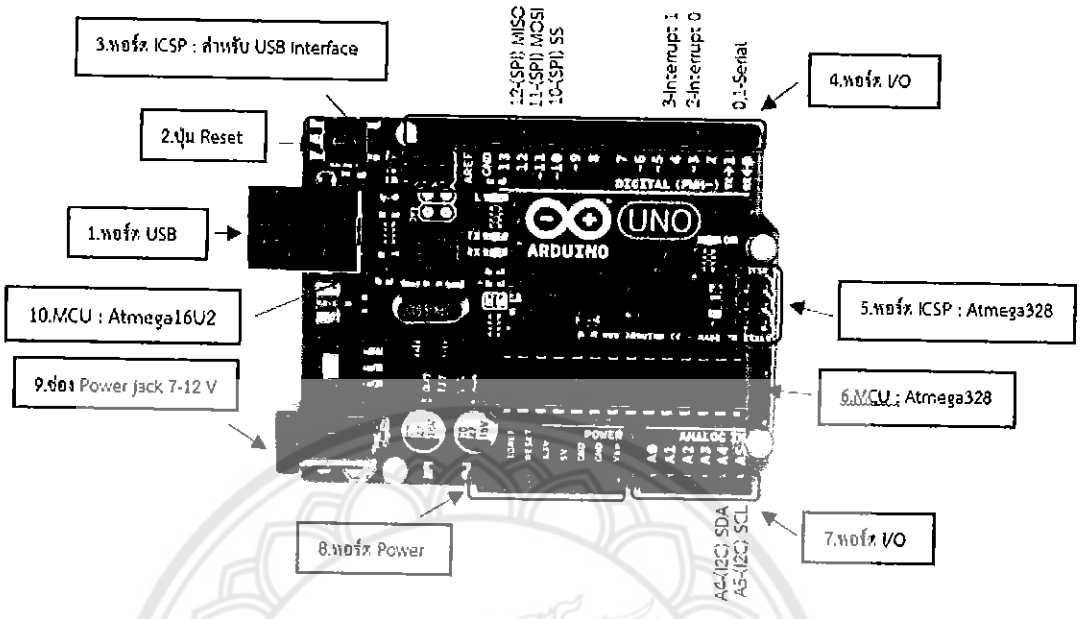
A = พื้นที่หน้าตัดที่ทำการวัดปริมาณลม หน่วยเป็น sq.ft. (ตารางฟุต)

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

2.5.1 Adruino Uno R3

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์เสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 2.7) เช่น Arduino XBee

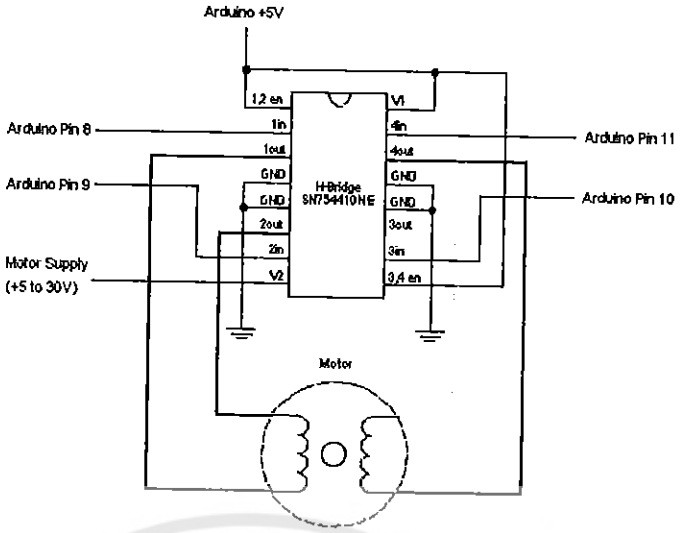
Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วทำการเขียนโปรแกรมพัฒนา



รูปที่2.7 แสดงตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Adruino Uno R3 และจุดเชื่อมต่อต่างๆ[4]

2.5.2 Stepping Motor

สเตปปิ้งมอเตอร์เป็นอุปกรณ์เอาต์พุต ซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ มาทำการควบคุมได้สะดวก และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเตปปิ้งมอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้นๆ ละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเตปปิ้งมอเตอร์ตัวนั้นๆ สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ปๆ ได้ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเตปปิ้งมอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิตอล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดร์ฟ (Disk drive) ฯลฯ



รูปที่2.8 แสดงจุดเชื่อมต่อระหว่าง Adruino Uno R3 กับ Bipolar Stepper Motor[5]

2.5.2.1 Bipolar Stepper Motor

Stepper motor แบบ Bipolar (ตัวอย่างเช่น Stepper ที่ใช้ขับ Floppy Drive) การจะหมุนก็ทำได้โดยการใส่ Pulse เข้าไปที่ Coil ในกรณีนี้อาจจะต้องใช้วงจร H-Bridge เข้ามาช่วยในลักษณะเดียวกันกับ DC Motor [6]

2.6 วรรณกรรมปริทรรศน์

ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์[7] ได้ทำการวิจัยผลกระทบจากการระบายอากาศ ที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยและสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทย ที่มีการปรับอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และทำการทดสอบการระบายอากาศในช่วงเวลาต่างๆ ทั้งในเวลากลางวัน ตอนเย็น และตอนเช้า โดยนอกจากพิจารณาตัวแปรพื้นฐานคือ อุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ยังได้พิจารณาตัวแปรของเวลาในแต่ละช่วง การทำงานของคอมเพรสเซอร์ และระดับของความรู้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณา และได้ทำการทดลองในรูปแบบการระบายอากาศเข้าโดยตรงกับการนำอากาศระบายผ่านเข้าเครื่องปรับอากาศก่อนเข้าสู่ห้อง งานวิจัยพบว่า กรณีที่มีระบบการระบายอากาศหากนำอากาศระบายผ่านคอล์ยเย็นก่อนจะสามารถลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในห้องได้ แต่กรณีให้อากาศระบายเข้าห้องโดยตรงอากาศภายในห้องจะรับความชื้นก่อนที่ จะถูกกำจัดจากการใช้ชุดเติมอากาศเพื่อศึกษาผลจากรูปแบบการระบายอากาศ พบว่าการนำอากาศผ่านเข้า

คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนเข้าห้องจะทำให้ห้องมีความชื้นน้อยกว่าการ ส่งอากาศเข้าห้องโดยตรง ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ให้ห้องที่ดีที่สุด อยู่ในช่วง 50 – 60 %

ทำการตรวจสอบการลดการสัมผัสสสารมลพิษในสภาวะความสบายเชิงความร้อน โดยการออกแบบการระบายอากาศ N.P.Gao, H.Zhang, J. L.Niu[8] ทำการจำลอง CFD ของการไหลของอากาศแบบ 3 มิติ และกำหนดแบบจำลองสามารถรักษาระดับอุณหภูมิปกติของร่างกายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้ พบว่าลักษณะใหม่ของการออกแบบการระบายอากาศแบบทั่วไปมี 3 ลักษณะ คือ การระบายอากาศแบบแทนที่ การระบายอากาศแบบผสม การระบายอากาศแบบแพร่

การศึกษาโดยมุ่งเน้นไปที่ความสะดวกสบายเชิงความร้อนและคุณภาพอากาศโดยใช้พลังงานซึ่งค่อนข้างใหม่ในทวีปอเมริกาเหนือ Mike Beamer David Bisers, Sophia Duluk, Diana Hogard, Alison Kwok[9] ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล อุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น อุณหภูมิผิวหน้าต่างและผนัง และพฤติกรรมความสะดวกสบายแสดงให้เห็นว่าบ้านมีประสิทธิภาพดีผู้อาศัยจะมีความสะดวกสบายเชิงความร้อน มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีส่วนใหญ่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานหน้าต่างและผนังจะมีอุณหภูมิ 4 ^{o}F หรือ 5 ^{o}F ของอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

ความสะดวกสบายความร้อนและลักษณะคุณภาพอากาศจากทางธรรมชาติ และทางกลของห้องนอนปรับอากาศในสภาพอากาศที่ร้อนและชื้น S.C. Sekhar, S.E. Goh[10] ทำการทดลองหาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในห้องนอนที่เวลาต่างๆ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลต่อระยะเวลาในการนอนที่ลดลง

คุณภาพของอากาศภายในห้องพักอาศัย ควรจะต้องคำนึงถึงสภาวะความสบาย ความสะอาดของอากาศและคุณวรวิชย์ สิงหนาท[11] ได้ทำการศึกษาคุณภาพของอากาศภายในอาคารโดยการควบคุมคุณภาพภายในอาคารให้เป็นระบบปิด ได้ใช้หลักทางวิศวกรรม โดยการเติมอากาศดีเพื่อไปเจือจางอากาศไม่บริสุทธิ์ กำหนดทิศทางการไหลของอากาศ โดยการติดพัดลมเติมอากาศจากภายนอกอาคารเข้าห้องพักอาศัยโดยการกรองสิ่งปนเปื้อน ซึ่งจะทำให้อากาศภายในห้องสะอาด และความดันมากกว่าในห้องน้ำและบริเวณภายนอกห้อง ทำให้สามารถแก้ปัญหาเรื่องกลิ่นของห้องน้ำได้

ในระบบปรับอากาศสิ่งสำคัญอีกอย่างที่ควรคำนึงถึงคือการประหยัดพลังงาน โดย ดร. ไพบูลย์ หังสพฤกษ์[12] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศโดยการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศอย่างคุ้มทุนและคุ้มค่าการลงทุน เลือกใช้สีอ่อนแทนสีเข้ม ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศเย็นที่จะทิ้งให้กับอากาศร้อนจากภายนอกเพื่อปรับ

อุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องปรับอากาศ จากการเลือกใช้วัสดุที่กล่าวมานี้จะช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมากทำให้คุ้มทุนในการติดตั้งระบบปรับอากาศ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการจัดทำโครงงานเล่มนี้เป็นการศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ในห้องพักอาศัยที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

3.1 ห้องทดลอง, อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.1.1 ตำแหน่งของการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ในการทดลองนั้น จะทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆตามตำแหน่งจากรูป 3.1 ดังนี้คือ

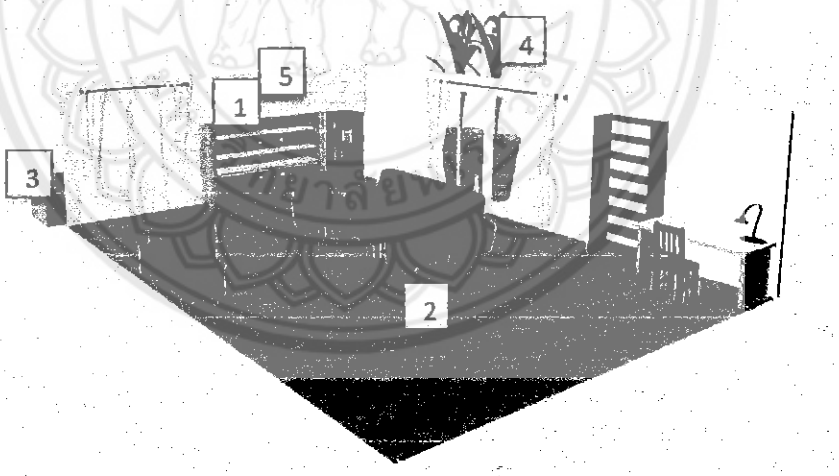
ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องส่วน Supply air (sa)

ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง room air (ra)

ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตำแหน่งหน้าคอมเพรสเซอร์ (com)

ตำแหน่งที่ 4 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกห้องทดลอง outside air (oa)

ตำแหน่งที่ 5 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องตรงส่วน return air (return)



รูปที่3.1 แสดงตำแหน่งที่ใช้วัดค่าและห้องทดลอง

3.1.2 ห้องทดลอง

สำหรับการทดลองนี้จะใช้ห้องพักอาศัยเป็นห้องที่ใช้ในการทดลอง โดยห้องทดลองมีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 3 เมตร ผนังเป็นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร ภายในห้องทดลองมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 1 ตัว

เครื่องปรับอากาศ : Panasonic Standard 12000 BTU

Model : CS-PC12EKT

รุ่น : Standard

ขนาด (BTU) : 12167

ค่า EER : 11.70ประหยัดไฟ

เบอร์: 5 ระบบไฟฟ้า (Volt) : 220

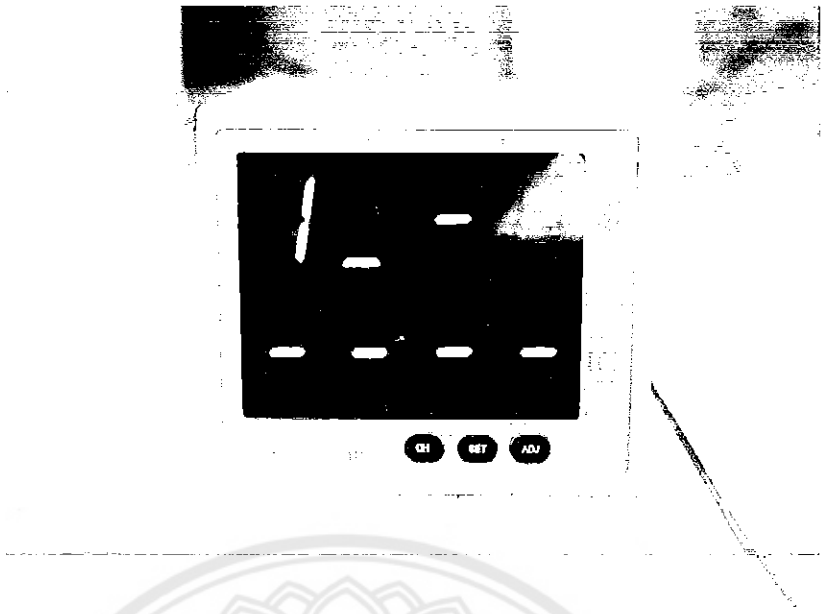
ขนาด : กว้าง 280 x ยาว 799 x สูง 230 มม.

และภายในห้องทดลองจะติดหัววัดตามตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการวัด ต่อสายช่องสัญญาณ 5 สายไปเข้ากับเครื่องมือที่ใช้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ นอกจากนี้ยังมีเครื่องผสมการระบาย ที่ใช้ในการระบายอากาศ เพื่อนำมาทดลองผลของการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.1.3.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (AP-104)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดและบันทึกค่าของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ โดยจะใช้สายต่อช่องสัญญาณในการวัดแต่ละตำแหน่งไปยังจุดที่ต้องการวัด ซึ่งวัดได้ถึง 5 ตำแหน่งช่องสัญญาณ ใช้หัววัดเป็นแบบดิจิตอลประมวลผลสัญญาณออกมา ซึ่งต้องต่อไปยังคอมพิวเตอร์จะแสดงค่าออกมาในจอสามารถตั้งค่าช่วงเวลาการวัดและบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมและยังวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 120 °C accuracy 0.1 °C และวัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 10 ถึง 90% accuracy 1% ในการทดลองนี้จะตั้งค่าเวลาตั้งแต่ 20.00-07.00 น. และทำการให้เครื่องเก็บค่าทุกๆ 5 นาที



รูปที่3.2 แสดงเครื่อง AP-104

3.1.3.2 หัววัดอุณหภูมิและความชื้น

เป็นเครื่องมือที่ใช้หัววัด SHT15 วัดอุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 120 องศา**เซลเซียส และวัดความชื้น**ตั้งแต่ 10 ถึง 90% ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ต่อกับเครื่องวัด SILA AP-104 เพื่อส่ง**ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้น**ไปยังเครื่องวัด SILA AP-104 เพื่อให้เครื่องวัด SILA AP-104 แสดงผล

รูปที่3.3 แสดงหัววัดอุณหภูมิและความชื้น

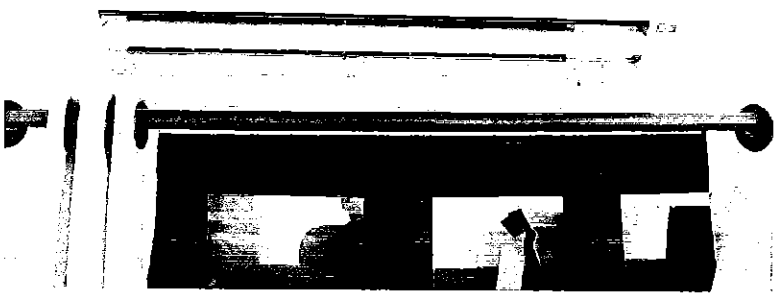
3.1.3.3 ANEMOMETER (เครื่องวัดความเร็วลม)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลม สามารถแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลออกมาได้หลายหน่วยวัด ซึ่งสามารถวัดความเร็วลมได้ในช่วง 0.1-20 m/s

รูปที่3.4 แสดงเครื่องวัดความเร็วลม

3.1.3.4 เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Panasonic

เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งมีขนาด 12,271.16 BTU



รูปที่3.5 แสดงเครื่องปรับอากาศ

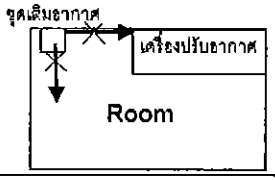
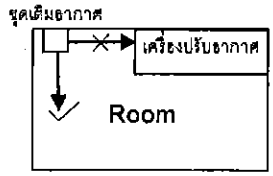
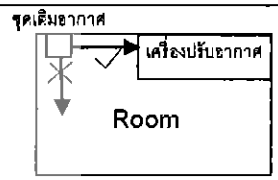
3.1.3.5 เครื่องผสมอากาศ

อัตราการไหลของอากาศ 0-150 cfm

รูปที่3.6 แสดงเครื่องผสมอากาศ

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

การทดลองศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ในที่พักอาศัยโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนครั้งนี้จะแบ่งเป็น 6 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยไม่มีการระบายอากาศเข้าห้อง การทดลองที่ 2 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง การทดลองที่ 3 และจะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับก่อนเข้าห้อง ทั้งนี้การทดลองที่ 1-3 จะทำการทดลองในเวลากลางคืนตามช่วงเวลาที่แสดงในผลการทดลอง การทดลองที่ 4 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยไม่มีการระบายอากาศเข้าห้อง การทดลองที่ จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง การทดลองที่ 6 และจะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับก่อนเข้าห้อง ทั้งนี้ที่การทดลองที่ 4-6 จะทำการทดลองในเวลากลางวัน โดยทดลองทั้งหมดจะทดลองโดยการตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25°C ของช่วงเวลาตอนกลางวันและตอนกลางคืน ซึ่งมีการนำเครื่องผสมอากาศมาช่วยในการระบายอากาศ โดยเครื่องผสมอากาศจะมีพัดลมดูดอากาศเพื่อเป็นตัวควบคุมอากาศที่จะเข้ามาภายในห้อง

รูปแบบที่	เงื่อนไขการทดลอง	รูปประกอบ แสดงการทดลอง
1	ห้องทดลองปราศจากอากาศภายนอก ในเวลากลางคืน	
2	เติมอากาศภายนอก เข้าห้องทดลองโดยตรง ในเวลากลางคืน	
3	เติมอากาศภายนอกเข้าในส่วนลมกลับ ของเครื่องปรับอากาศ ภายในห้องทดลอง ในเวลากลางคืน	

รูปที่3.7 ภาพแสดงรูปแบบการระบายอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1

3.2.1 การทดลองที่ 1

ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยในเวลากลางคืน โดยไม่มีการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องพักอาศัยและไม่มีอากาศภายในออกไป โดยจะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ℃ ในช่วงตอนกลางคืน ของวันที่ 14 กันยายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร

ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยในเวลากลางคืน อันเนื่องมาจากการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัย โดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรงและไม่มีอากาศภายในออกไป โดยจะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ℃ . ในช่วงตอนกลางคืน ของวันที่ 15 กันยายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร

ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยในเวลากลางคืน อันเนื่องมาจากการระบายอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัยโดยการผสมการระบายลกับลมกลับ ก่อนเข้าห้องพักอาศัยและไม่มีอากาศภายในออกไป โดยจะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ℃ ในช่วงตอนกลางคืน ของวันที่ 16 กันยายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.) เปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 ℃

1919650ธ

สำนักหอสมุด

2.) ทำการเลือกเงื่อนไขการทดลองตามรูป 3.7

** รูปแบบที่ 2 และ 3 ต้องมีการใช้พัดลมดูดอากาศ เพื่อเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรง และ ผสมการระบายอากาศกับลมกลับ ตามลำดับ

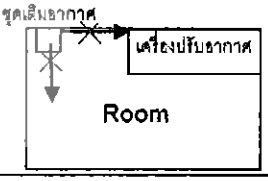
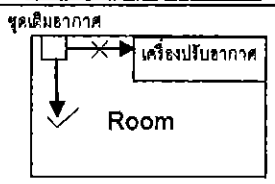
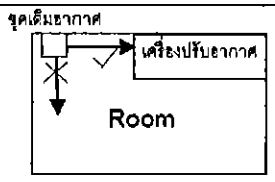
3.) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกับเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP 104)

4.) เปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ที่ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลโดยมีวงจรติดอยู่ที่ปลายหัววัดและต่อกับสายช่องส่งสัญญาณ 5 ตำแหน่ง ซึ่งหัววัดจะนำไปไว้ที่ตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการจะวัด

5.) เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104)ในเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งค่าโปรแกรมที่ Comport ==> com 1และ Baudrate ==>19200 และตั้งเวลาตั้งแต่เวลา 21.40-2.20 น. ให้เครื่องเก็บค่าทุกๆ 10 นาที จากนั้นเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการกดตั้งที่ปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าไว้

6.) รอให้เครื่องบันทึกค่าทั้งหมดตั้งแต่เวลา 21.40-2.20 น. จึงมาปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และเก็บข้อมูลการทดลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปพล็อตกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.2.2 การทดลองที่ 2

รูปแบบที่	เงื่อนไขการทดลอง	รูปประกอบ แสดงการทดลอง
1	ห้องทดลองปราศจากอากาศภายนอก ในเวลากลางวัน	
2	เติมอากาศภายนอก เข้าห้องทดลองโดยตรง ในเวลากลางวัน	
3	เติมอากาศภายนอกเข้าในส่วนลมกลับ ของเครื่องปรับอากาศ ภายในห้องทดลอง ในเวลากลางวัน	

รูปที่3.8 ภาพแสดงรูปแบบการระบายอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2

ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยในเวลากลางวัน โดยไม่มีการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องพักอาศัยและไม่มีอากาศภายในออกไป โดยจะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ℃ ในช่วงตอนกลางคืน ของวันที่ 15 กันยายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร

ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยในเวลากลางวัน อันเนื่องมาจากการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัย โดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรงและไม่มีอากาศภายในออกไป โดยจะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ℃ . ในช่วงตอนกลางคืน ของวันที่ 15 กันยายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร

ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยในเวลากลางวัน อันเนื่องมาจากการระบายอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัยโดยการผสมการระบายลกับลมกลับ ก่อนเข้าห้องพักอาศัยและไม่มีอากาศภายในออกไป โดยจะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ℃ ในช่วงตอนกลางคืน ของวันที่ 16 กันยายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 ℃
2. ทำการเลือกเงื่อนไขการทดลองตามรูป 3.8
   ** รูปแบบที่ 2 และ 3 ต้องมีการใช้พัดลมดูดอากาศ เพื่อเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรงและ ผสมการระบายอากาศกับลมกลับ ตามลำดับ
3. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกับเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104)
4. เปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ที่ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลโดยมีวงจรติดอยู่ที่ปลายหัววัดและต่อกับสายช่องส่งสัญญาณ 5 ตำแหน่ง ซึ่งหัววัดจะนำไปไว้ที่ตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการจะวัด
5. เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SILA AP-104) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าโปรแกรมที่ Comport ==> com 1 และ Baudrate ==>19200 และตั้งเวลาตั้งแต่เวลา 22.30-2.30 น. ให้เครื่องเก็บค่าทุกๆ 10 นาที จากนั้นเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการกดตั้งที่ปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าไว้
6. รอให้เครื่องบันทึกค่าทั้งหมดตั้งแต่เวลา 22.30-2.30 น. จึงมาปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และเก็บข้อมูลการทดลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปพล็อตกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.2.3 การทดลองที่ 3

ศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ ไม่มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรง และมีการระบายอากาศผสมกับลมกลับ ตามลำดับ ทำการทดลองรูปแบบละ 3 ชั่วโมง โดยตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้คงที่ที่ 25 °C โดยทำการทอดลองวันที่ 16 กันยายน 2558 เพื่อเปรียบเทียบว่าแต่ละรูปแบบมีความแตกต่าง และส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร

โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.) เปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C ทำการวัด 3 ชั่วโมง
2.) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกับเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(AP-104)
3.) เปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ที่ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลโดยมีวงจรติดอยู่ที่ปลายหัววัดและต่อกับสายช่องส่งสัญญาณ 5 ตำแหน่ง ซึ่งหัววัดจะนำไปไว้ที่ตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการจะวัด
4.) เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SILA AP-104) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าโปรแกรมที่ Comport ==> com 1 และ Baudrate ==>19200 และตั้งเวลาตั้งแต่ 18.00-3.00 น. ให้เครื่องเก็บค่าทุกๆ 10 นาที จากนั้นเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการกดตั้งที่ปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าไว้
5.) ติดตั้งพัดลมดูดอากาศเพื่อระบายอากาศเข้าสู่ห้องพักอาศัยโดยตรง
6.) เปิดพัดลมดูดอากาศทำการวัด 3 ชั่วโมง
7.) ติดตั้งพัดลมดูดอากาศเพื่อระบายอากาศเข้าเข้าสู่ห้องพักอาศัยโดยการผสมการระบายกับลมกลับ
8.) เปิดพัดลมดูดอากาศทำการวัด 3 ชั่วโมง
9.) รอให้เครื่องบันทึกค่าทั้งหมดตั้งแต่เวลา 18.00-3.00 น. จึงมาปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และเก็บข้อมูลการทดลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปพล็อตกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.2.4 การทดลองที่ 4

ศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ มีการระบายอากาศผสมกับลมกลับ มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรง และไม่มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ตามลำดับ ทำการทดลองรูปแบบละ 3 ชั่วโมง โดยตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้คงที่ที่ 25 °C โดยทำการทอดลองวันที่ 27 ตุลาคม 2558 และวันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้องพักอาศัยอย่างไร

โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

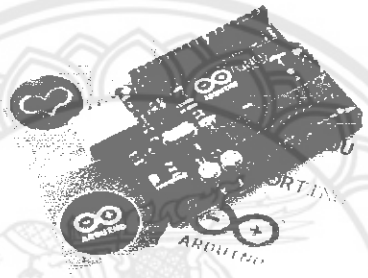
1.) เปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C
2.) ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องผสมลมกลับระบายที่หน้าพัดลมดูดอากาศเข้าทางด้านข้างในห้อง ซึ่งมีท่อลม (flexible duct) ต่อเข้ากับเครื่องผสมลมกลับและต่อไปยังทางด้านบนของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีพัดลมดูดอากาศเข้าไปยัง Evaporator
3.) เปิดพัดลมดูดอากาศทำการวัด 3 ชั่วโมง
4.) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกับเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(AP-104)
5.) เปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ที่ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลโดยมีวงจรติดอยู่ที่ปลายหัววัดและต่อกับสายช่องส่งสัญญาณ 5 ตำแหน่ง ซึ่งหัววัดจะนำไปไว้ที่ตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการจะวัด
6.) เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SILA AP-104) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าโปรแกรมที่ Comport ==> com 1 และ Baudrate ==>19200 และตั้งเวลาตั้งแต่ 16.30-1.30 น. ให้เครื่องเก็บค่าทุกๆ 10 นาที จากนั้นเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการกดตั้งที่ปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าไว้
7.) ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องผสมลมกลับระบายที่หน้าพัดลมดูดอากาศเข้าทางด้านข้างในห้อง
8.) ทำการทดลองซ้ำเปิดพัดลมดูดอากาศทำการวัด 3 ชั่วโมง
9.) ปิดพัดลมดูดอากาศ
10.) ทำการทดลองซ้ำโดยปล่อยให้เครื่องปรับอากาศเปิดแบบธรรมดาที่อุณหภูมิ 25 °C ระบายต่ออีก 3 ชั่งโมง
11.) รอให้เครื่องบันทึกค่าทั้งหมดตั้งแต่เวลา 16.30-1.30 น. จึงมาปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และเก็บข้อมูลการทดลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปพล็อตกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.3 อุปกรณ์, การเขียนโปรแกรม และการออกแบบสำหรับชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

ทำการออกแบบชุดควบคุมการระบายอากาศโดยมีอัตตราการไหลของอากาศเท่ากับ 50 cfm เป็นชุดควบคุมการระบายอากาศ ซึ่งสามารถระบายอากาศได้ 2 รูปแบบคือระบายอากาศเข้าห้องโดยตรงและระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำ ดังนี้

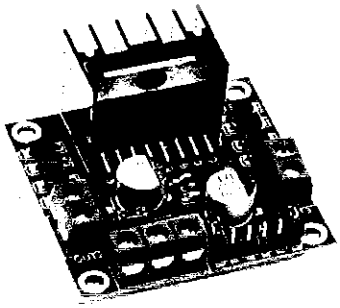
3.3.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Adruino Uno R3)



รูปที่3.9 แสดงบอร์ด Adruino Uno R3 ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุม
ที่มา http://www.arduitronics.com

3.3.1.2 บอร์ดแปลงไฟ (L298N Development Board)

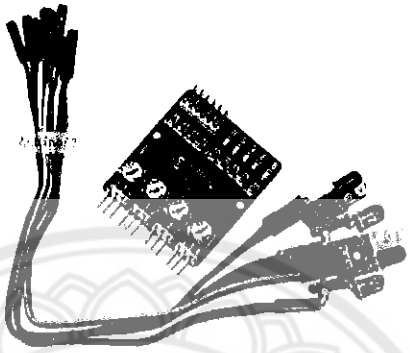
เป็นโมดูลสำหรับขับ Step Motor โดยใช้ L298 H-bridge สามารถขับได้ 2 แอมป์ต่อ 1 ช่องสัญญาณ



รูปที่3.10 แสดงบอร์ดแปลงไฟ L298N Development Board
ที่มา http://www.thaieasyelec.com

3.3.1.3 ตัวอ่าน sensor และบอร์ดอ่าน sensor

เซนเซอร์ตรวจจับเส้น ขาว ดำ 4 จุดแยกอิสระ



รูปที่3.11 แสดงตัวอ่าน sensor และบอร์ดอ่าน sensor
ที่มา http://www.arduinoall.com

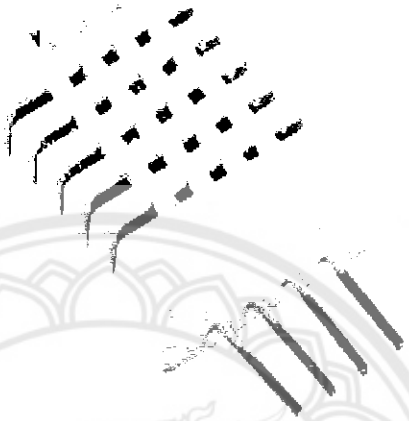
3.3.1.4 stepping motor

Stepping Motor แรงบิด 0.70 N.m 1.8 ° c ต่อหนึ่งสเตป

รูปที่3.12 แสดง stepping motor
ที่มา http://www.arduitronics.com

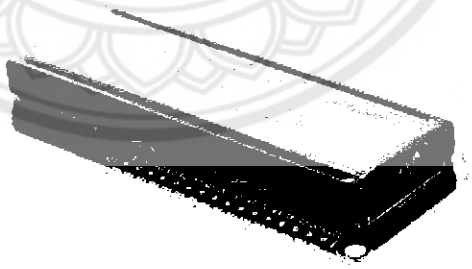
3.3.1.5 ตัววัดความชื้นและอุณหภูมิ DHT22

ความแม่นยำในการวัดความชื้น +-2%RH (มากที่สุด +-5%RH) ; อุณหภูมิ +-0.2 Celsius ความละเอียดในการวัดค่าความชื้น 0.1%RH ; อุณหภูมิ 0.1Celsius



รูปที่3.13 แสดง ตัววัดความชื้นและอุณหภูมิ
ที่มา http://www.arduinoall.com

3.3.1.6 หน้าจอแสดงผล 16x2 Character LCD 1602

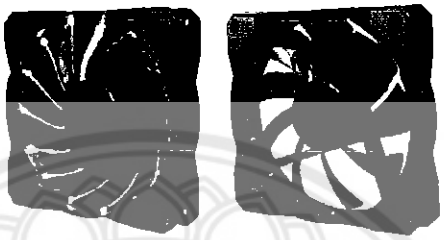


รูปที่3.14 แสดงหน้าจอแสดงผล 16x2 Character LCD 1602

ที่มา http://www.arduitronics.com

3.3.1.7 **พัดลมระบายอากาศรุ่น** PL_FA12

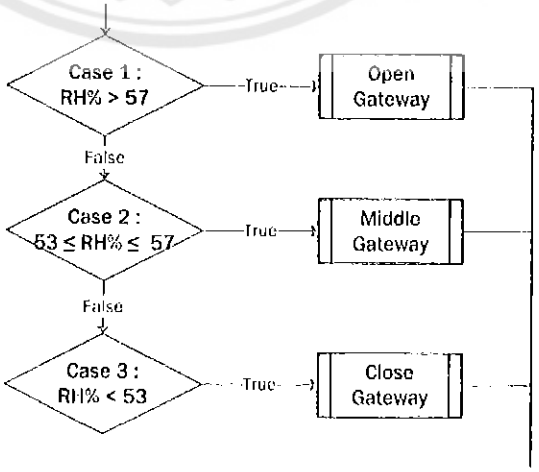
พัดลมระบายอากาศ ขนาด 120x120x25mm ความเร็วรอบ 1200 R.P.M มีอัตราการไหลของอากาศ 60.4 CFM



รูปที่3.15 แสดงพัดลมระบายอากาศรุ่น PL_FA12
ที่มา http://www.lazada.co.th

3.3.2 การเขียนโปรแกรม และการออกแบบสำหรับชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

ในส่วนของการเขียนโปรแกรมและการออกแบบชุดการระบายอากาศแบบอัตโนมัตินั้น ได้ทำการกำหนดเงื่อนไขการทำงานของชุดควบคุมไว้ทั้งหมด 3 กรณีโดยกรณีที่1 เมื่อความชื้นน้อยกว่า 53 RH จะส่งผลให้บานพัด ปรับไปฝั่ง To room ในส่วนกรณีที่ 2 เมื่อความชื้นอยู่ระหว่าง 53 RH ถึง 57 RH จะส่งผลให้บานพัดปรับไปตรงกลางของกล่องชุดระบายอากาศอัตโนมัติ เพื่อชะฟลอความชื้นให้อยู่ในช่วงความชื้นที่กำหนด และกรณีที่ 3 เมื่อความชื้นมากกว่า 57 RH จะส่งผลให้บานพัด ปรับไปฝั่ง To return



รูปที่3.16 แสดงเงื่อนไขในการปรับบานพับของเครื่องผสมการระบายแบบอัตโนมัติไปตำแหน่งต่างๆ

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ในที่พักอาศัย ในเวลาที่ผู้คนพักผ่อนจากการทำงาน โดยขนาดของห้องพักอาศัยที่ใช้ในการศึกษาคือ 20 m^2 มีผู้พักอาศัยจำนวน 3 คน และห้องที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนยี่ห้อ PANASONIC ขนาด 12167.2 BTU โดยการทดลองจะศึกษาผลของการผสมการระบายกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศ (%RH_{ra}) จาก 5 ส่วนคือ

- ผลจากความชื้นภายนอกห้องพักอาศัย (%RH_{oa})
- ผลจากการผสมการระบายกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศ โดยมีอัตราการไหลของอากาศคือที่นำมาผสมคือ 50 cfm
- ผลของอุณหภูมิภายในห้องพักอาศัย (T_{ra}) โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองคือ 25 °C
- ผลของรูปแบบการระบายอากาศมีการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาช่วยในการปรับเพิ่มหรือลดความชื้นโดยนำอากาศจากภายนอกเข้ามาในห้องโดยตรงและนำอากาศจากภายนอกผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อนปล่อยเข้าห้อง

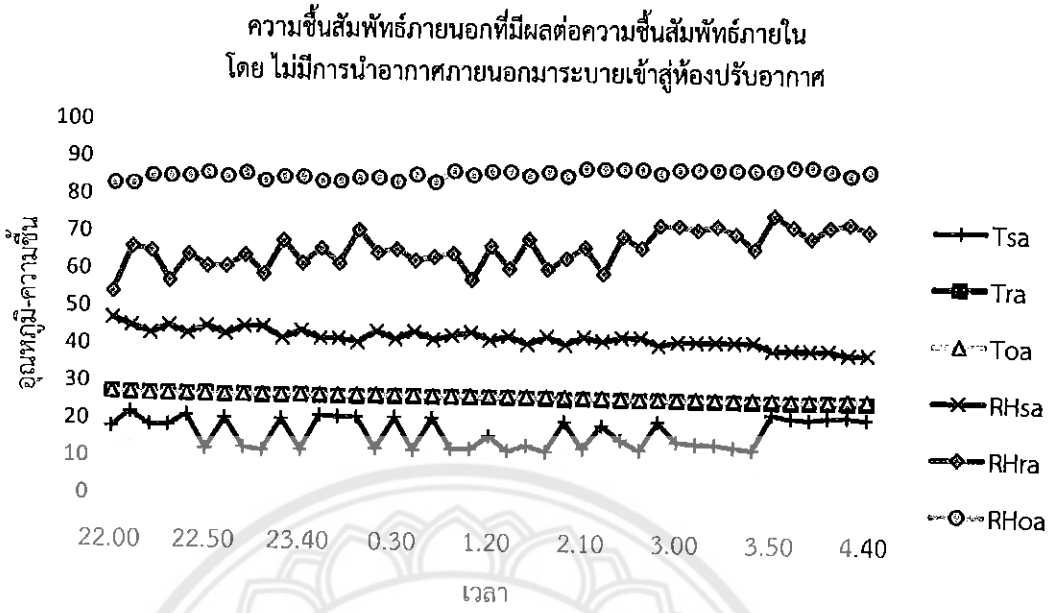
โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 กันยายน 2558 ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2559 ซึ่งทำการทดลองหลากหลายช่วงเวลาและมีหลายรูปแบบ โดยแยกวิธีการทดลองตามภาคผนวก

4.1 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศของห้องพักอาศัย (ช่วงเวลากลางคืน)

อุณหภูมิภายนอกในเวลากลางคืนจะลดลง อันเนื่องมาจากการแผ่รังสีความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่รับได้รับไว้ในเวลากลางวัน อากาศที่ร้อนจะเกิดการยกตัวสูงขึ้นและมีอากาศเย็นเข้ามาแทนที่ ทำให้อุณหภูมิของตอนกลางคืนลดลงตามช่วงเวลาดังแสดงในกราฟ ซึ่งไม่มีต่อการลดของของอุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายในห้องจะมีลักษณะคงที่ แต่ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าเพิ่มขึ้นสวนทางกับอุณหภูมิที่ลดลง การทดลองของ กฤษฎา ปิ่นชัยมูล, ณัฐพงศ์ แก้วใส, อรรถสิทธ์ ต๊ะศรี[12] ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิภายนอก (T_{oa}) ไม่มีผลต่ออุณหภูมิภายในห้อง ในกราฟอุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายในห้องจะมีลักษณะคงที่ เนื่องจากการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงแคบๆได้ โดยที่อุณหภูมิในห้องจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 25 - 26 °C และแม้ว่ากราฟ อุณหภูมิ Supply air (T_{sa}) จะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิห้อง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ Supply air เป็นผลมาจากการที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงานและไม่ทำงาน ซึ่งเป็นกระบวนการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องของเครื่องปรับอากาศ

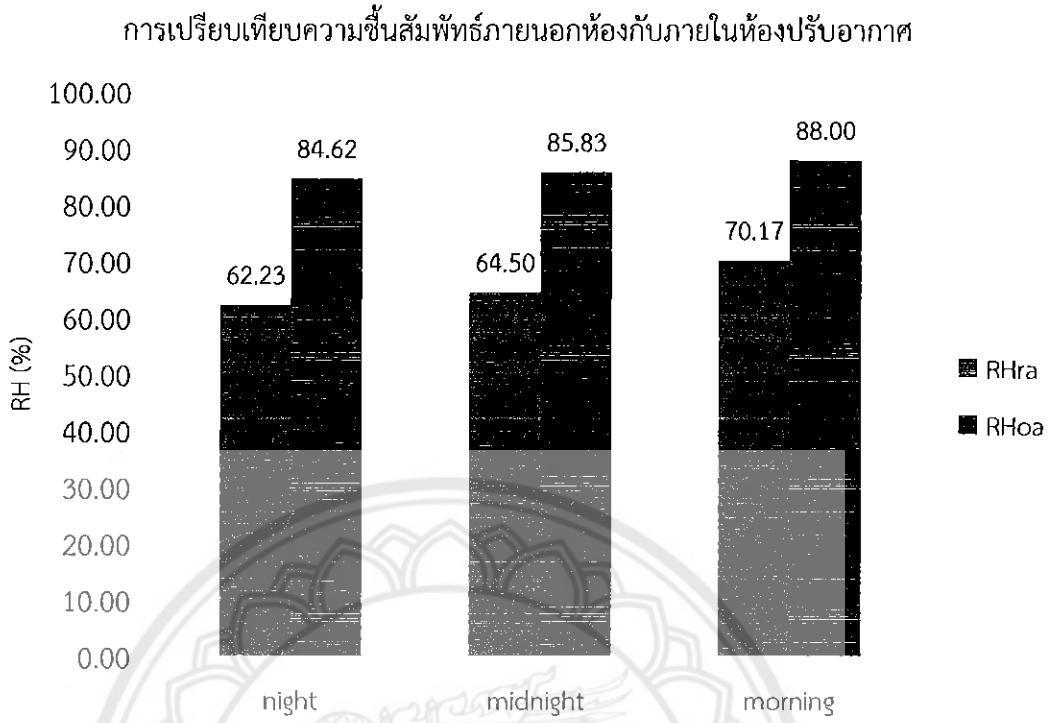
4.1.1 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก

โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 14 กันยายน 2558 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C และไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 22.00 น. ถึง 4.40 น. ของวันที่ 15 กันยายน 2558



รูปที่4.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ กับภายในห้องปรับอากาศ โดยไม่มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

จากรูปที่4.1 พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) เพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในก็จะลดลงตาม จึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและรูปแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกันก็จะส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ในห้องพักอาศัยที่แตกต่างกัน โดยสามารถสรุปได้ว่าการเปิดเครื่องปรับอากาศโดยไม่มีการระบายอากาศจากภายนอกความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะมีค่าหรือลดลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง ($\%RH_{oa}$)

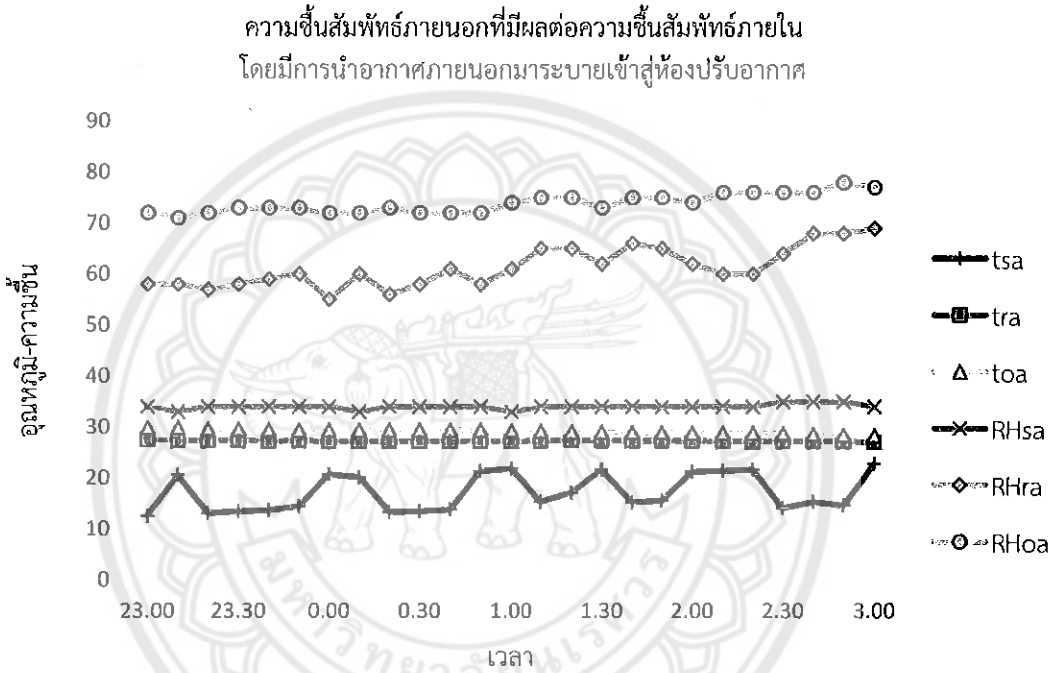


รูปที่4.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอา**กาศในช่วงเวลา** กลางคืน (Night) เที่ยงคืน (Midnight) และตอนเช้า (Morning)

จากรูปที่4.2 การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศและน**อกห้องปรับอากาศ จากการ**นำความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาต่างๆมาเฉลี่ย ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจา**รณา กลางคืนเวลา เฉลี่ยคือ** 22.00 – 00.00 น. เที่ยงคืนเวลาเฉลี่ยคือ 00.00 – 02.00 น. และตอ**นเช้าเวลาเฉลี่ยคือ** 02.00 – 04.00 น. พบว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นของอากาศภายนอกมีผลต่อการ**เพิ่มขึ้นของความชื้น สัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าความชื้นของอากาศภายนอกในเวลากลางคืนมี ลักษณะเพิ่มขึ้น และก่อนที่จะถึงเวลาเช้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่ามากที่สุด นอกจากนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอก ยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมของอากาศ ในสภาพภูมิอากาศที่มีฝน ตกความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าสูง ส่วนพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวเย็นความชื้นสัมพัทธ์ของ อากาศจะมีค่าน้อย โดยจากการทดลองนี้จะทำการทดลองในสภาพการเปิดเครื่องปรับอากาศโดย ปราศจากการระบายอากาศจากภายนอก ซึ่งพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ ($\%RH_{ra}$) มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) และขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ แตกต่างกันด้วย**

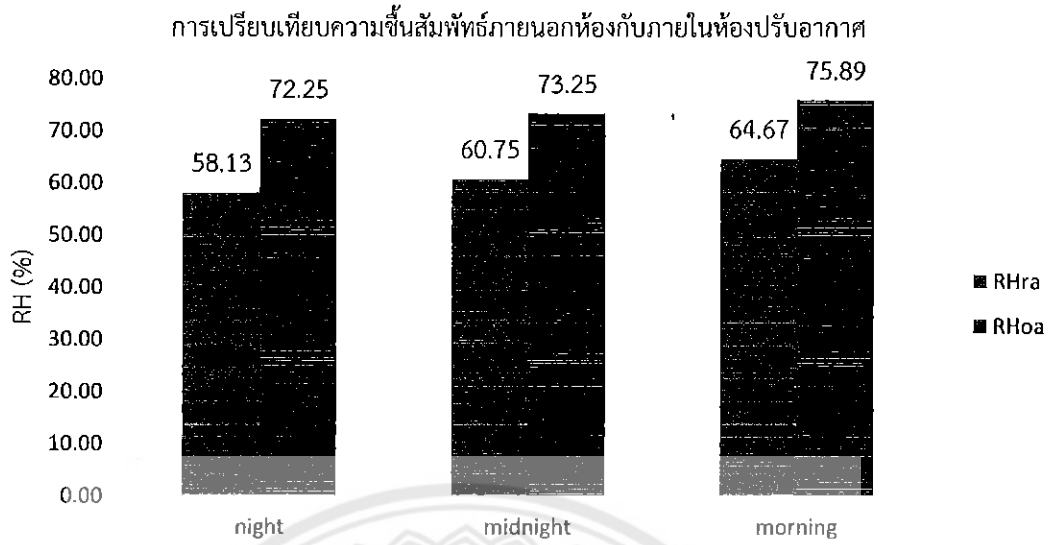
4.1.2 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยมีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องโดยตรง

โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 15 กันยายน 2558 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C และมีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 23.00 น. ถึง 3.00 น. ของวันที่ 16 กันยายน 2558



รูปที่4.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

จากรูปที่4.3 พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) เพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในก็จะลดลงตาม จึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องซึ่งจะมีคามชื้นสัมพัทธ์มากขึ้นตามช่วงเวลาตามที่ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 4.3 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาต่างๆที่แตกต่างกันออกไป

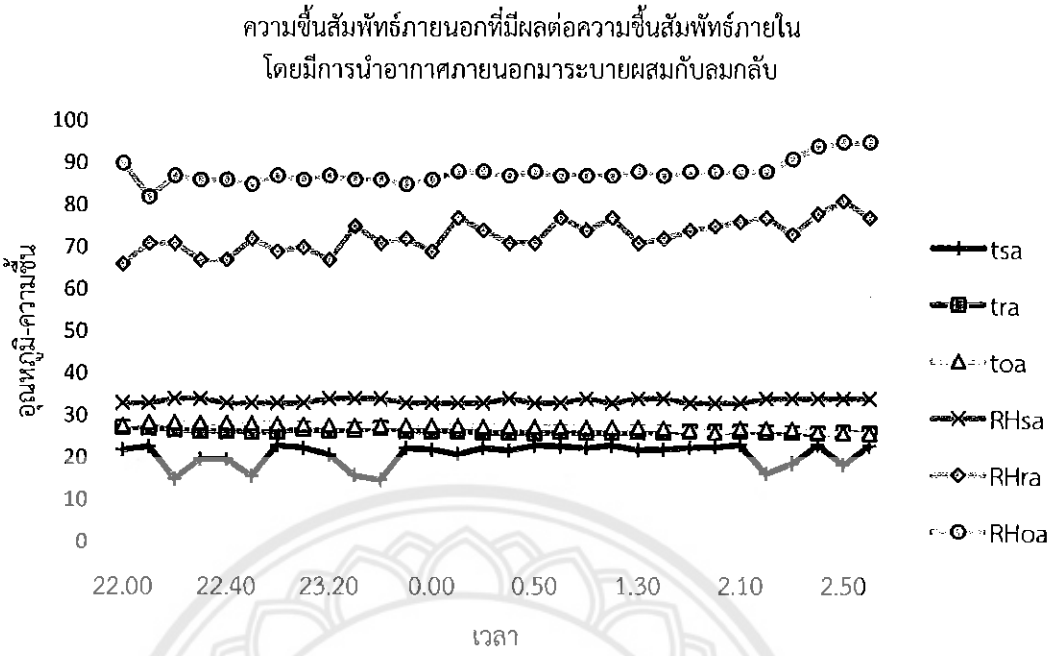


รูปที่4.4 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศ**ในช่วงเวลา** กลางคืน (Night) เที่ยงคืน (Midnight) และตอนเช้า (Morning) โดยมีการระบายอากาศ**เข้าสู่ห้อง**

จากรูปที่4.4 การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศและนอก**ห้องปรับอากาศ จากการนำ**ความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาต่างๆมาเฉลี่ย ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา กลางคืนเวลา **เฉลี่ยคือ** 22.00 – 00.00 น. เที่ยงคืนเวลาเฉลี่ยคือ 00.00 – 02.00 น. และตอน**เช้าเวลาเฉลี่ยคือ** 02.00 – 04.00 น. โดยรูปแบบการระบายอากาศนั้นเป็นการระบายเข้าสู่ห้องพัก**อาศัยโดยตรง พบว่า การเพิ่มขึ้น**ของความชื้นของอากาศภายนอกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้น**สัมพัทธ์ของอากาศ ภายในห้อง** จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าความชื้นของอากาศภายนอกในเวลากลางคืน**มีลักษณะเพิ่มขึ้น และก่อน**ที่จะถึงเวลาเช้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่ามากที่สุด นอกจากนี้**ความชื้นสัมพัทธ์ของ อากาศ**ภายนอกยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมของอากาศ ในสภาพภูมิอากาศที่มีฝนต**กความชื้นสัมพัทธ์ ของอากา**ศจะมีค่าสูง ส่วนพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวเย็นความชื้นสัมพัทธ์ของ**อากาศจะมีค่าน้อย จากรูปที่**4.4 จึงสามารถสรุปได้ว่าอากาศภายนอกที่นำมาระบายเข้าสู่ห้องปรับอากาศ**ในช่วงเวลา ดังกล่าวมีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศมีค่าสูงขึ้น**

4.1.3 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดย มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอกผสมกับลมกลับ

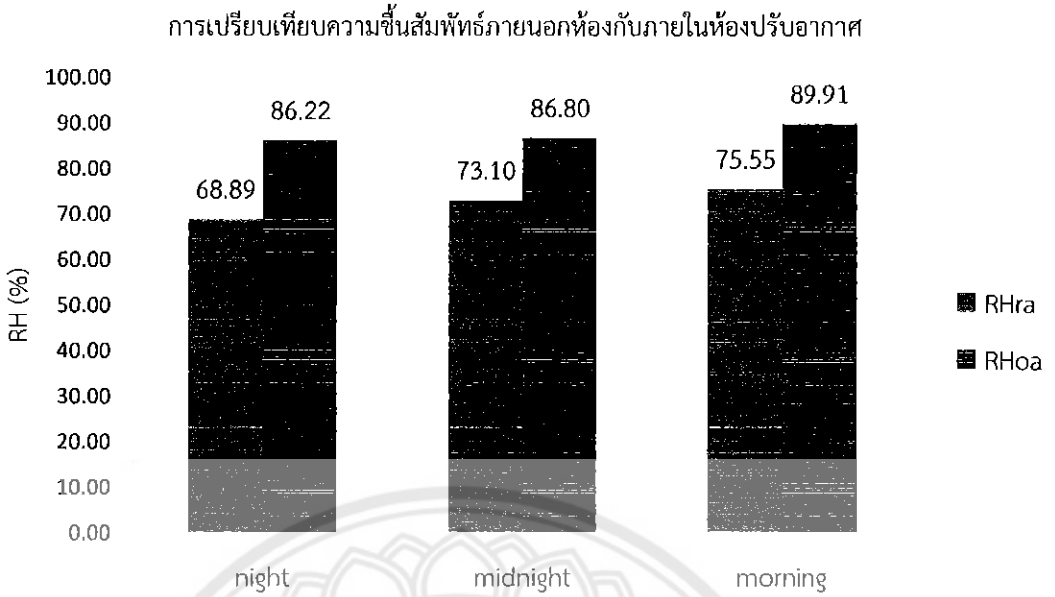
โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 16 กันยายน 2558 โดยรูปแบบการ ทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C และมีรูปแบบการระบายอากาศจาก ภายนอกเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 23.00 น. ถึง 3.00 น. ของ วันที่ 17 กันยายน 2558



รูปที่4.5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ
กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 16 กันยายน 2558 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 ℃ และมีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 23.00 น. ถึง 3.00 น. ของวันที่ 17 กันยายน 2558

จากรูปที่4.5 พบว่าการนำอากาศภายนอกมาผสมกับลมกลับเครื่องปรับอากาศนั้นส่งผลให้ความชื้นภายในห้องปรับอากาศลดลงอันเนื่องมาจากอากาศระบายดังกล่าวจะผ่านส่วน Evaporator ก่อน ซึ่งจะทำหน้าที่ลดอุณหภูมิและกำจัดความชื้นของอากาศ อากาศจากภายนอกที่อุณหภูมิสูงและมีความชื้นพอสมควรที่เคลื่อนที่เข้าสู่คอยล์เย็นซึ่งอุณหภูมิต่ำ เกิดการลดลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก อากาศส่วนมากจากภายนอกจะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ มีเพียงบางส่วนที่ไหลผ่านช่องว่างระหว่างขดท่อทำความที่ไหลเข้าสู้ห้องปรับอากาศ นอกจากนี้การนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนเข้าห้องจะทำให้ความดันในห้องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น เกิดการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกน้อยลง ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะทำให้ค่าความชื้นของห้องปรับอากาศลดลง



รูปที่4.6 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอา**กาศในช่วงเวลากลางคืน** (Night) เที่ยงคืน (Midnight) และตอนเช้า(Morning) โดยการระบายอากาศ**ผสมกับลมกลับ**

จากรูปที่4.6 การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศและนอกห้องปรับอากาศ จากการนำความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาต่างๆมาเฉลี่ย ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา กลางคืนเวลาเฉลี่ยคือ 22.00 – 00.00 น. เที่ยงคืนเวลาเฉลี่ยคือ 00.00 – 02.00 น. และตอนเช้าเวลาเฉลี่ยคือ 02.00 – 04.00 น. โดยรูปแบบการระบายอากาศนั้นเป็นการระบายเข้าผสมลมกลับของเครื่องปรับอากาศ พบว่าการนำอากาศมาผสมกับส่วนลมกลับของเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาดังกล่าวมีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศมีค่าลดลงตามทฤษฎีการผสมอากาศ โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศที่นำมาผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศด้วย

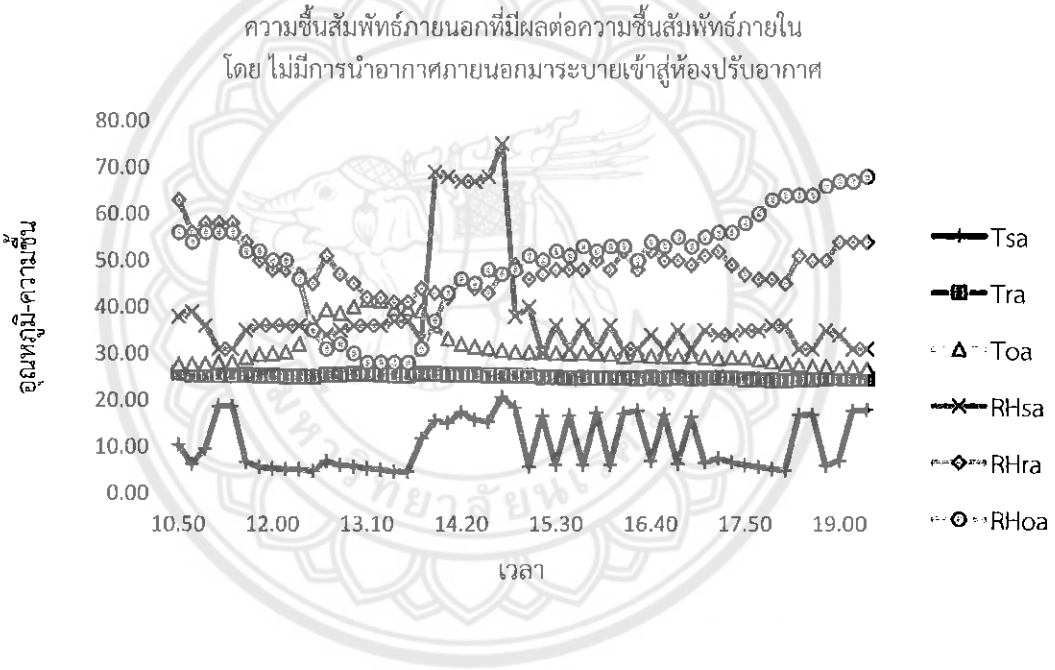
4.2 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศของห้องพักอาศัย (ช่วงเวลากลางวัน)

อุณหภูมิภายนอกในเวลากลางคืนจะมีค่าสูง อันเนื่องมาจากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์และการคายความร้อนของพื้นดิน ทำให้อุณหภูมิของตอนกลางวันเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาดังแสดงในกราฟ ซึ่งไม่มีต่อการลดของของอุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายในห้องจะมีลักษณะคงที่แต่ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าลดลงสวนทางกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การทดลองของ กฤษฎา ปิ่นชัยมูล, ณัฐพงศ์ แก้วใส, อรรถสิทธ์ ต๊ะศรี[13] ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิภายนอก (T_{oa}) ไม่มีผลต่ออุณหภูมิภายในห้อง ในกราฟอุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายในห้องจะมีลักษณะคงที่ เนื่องจากการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงแคบๆได้ โดยที่

อุณหภูมิในห้องจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 25 - 26 ℃ และแม้ว่ากราฟ อุณหภูมิ Supply air (T_{sa}) จะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิห้อง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ Supply air เป็นผลมาจากการที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงานและไม่ทำงาน ซึ่งเป็นกระบวนการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องของเครื่องปรับอากาศ

4.2.1 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก

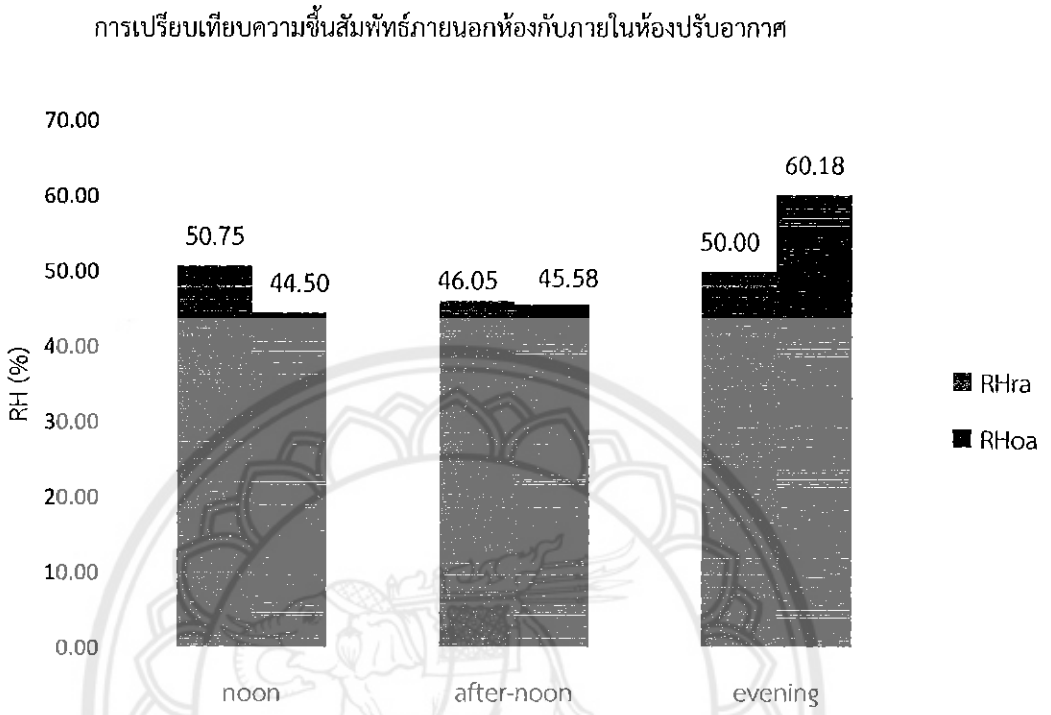
โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2559 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 ℃ และไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 10.50 น. ถึง 19.20 น.



รูปที่4.7 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศกับภายในห้องปรับอากาศ โดยไม่มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

จากรูปที่4.7 พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) เพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในก็จะลดลงตาม จึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและรูปแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกันก็จะส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ในห้องพักอาศัยที่แตกต่างกัน โดยสามารถสรุปได้ว่าการเปิดเครื่องปรับอากาศโดยไม่มีการระบายอากาศ

จากภายนอกความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง (%RH_{ra}) จะมีค่าหรือลดลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง (%RH_{oa})



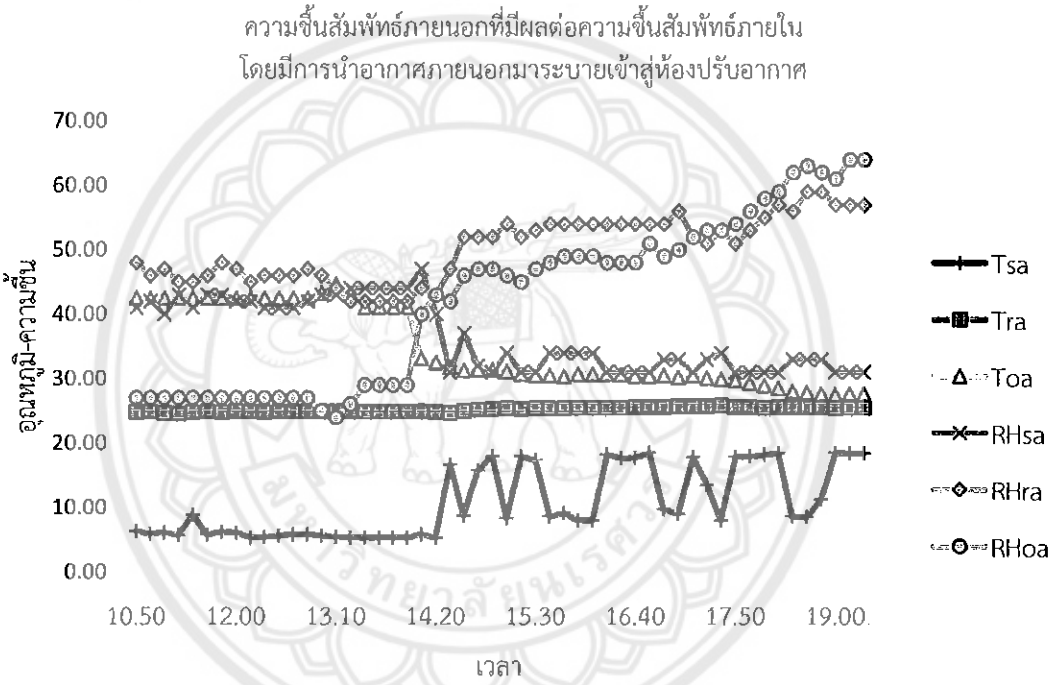
รูปที่4.8 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศ**ในช่วงเวลา** กลางวัน (Noon) ช่วงบ่าย (After-noon) และช่วงเย็น (Evening)

จากรูปที่4.8 การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศและนอกห้องปรับอากาศ จากการนำความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาต่างๆมาเฉลี่ย ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา ตอนเช้าเวลาเฉลี่ยคือ 10.50-13.20 น. กลางวันเวลาเฉลี่ยคือ 13.20-16.30 น. และตอนเย็นเวลาเฉลี่ยคือ 16.30 – 19.20 น. พบว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นของอากาศภายนอกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าความชื้นของอากาศภายนอกในเวลากลางวันมีลักษณะลดลง และก่อนที่จะถึงเวลาเย็นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่าต่ำที่สุด นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมของอากาศ ในสภาพภูมิอากาศที่มีฝนตกความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าสูง ส่วนพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวเย็นความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าน้อย จึงสามารถสรุปได้ว่าในช่วงเวลากลางวันความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าต่ำอันเนื่องมาจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกในช่วงเวลากลางวันมีค่าต่ำดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น

และอาจส่งผลให้เครื่องปรับอากาศมีปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิอันเนื่องมาจากอากาศที่นำมาระบายมีอุณหภูมิสูงกว่าภายในห้องพอสมควร

4.2.2 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยมีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องโดยตรง

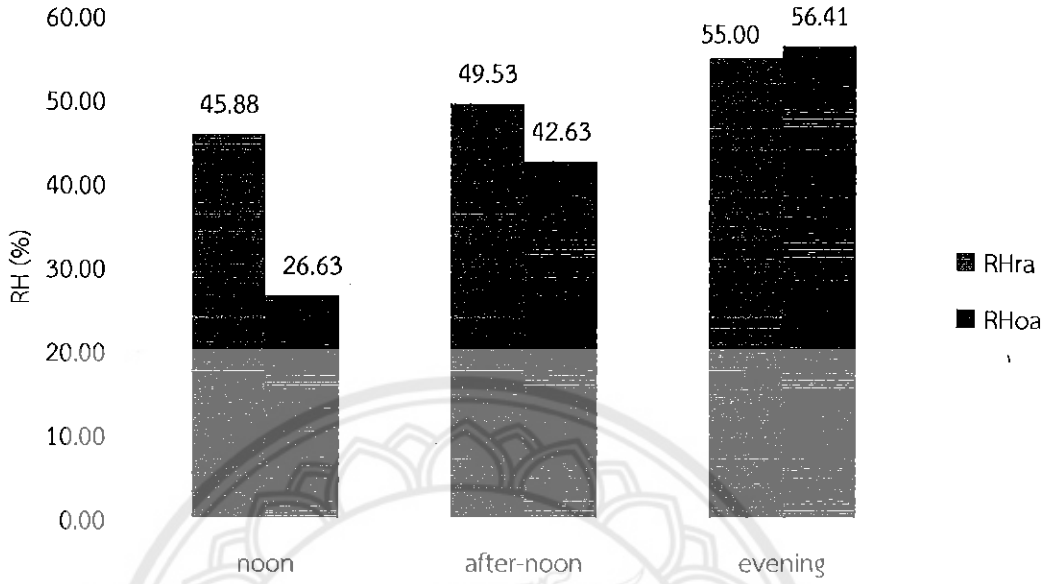
โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 ℃ และไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 10.50 น. ถึง 19.20 น.



รูปที่4.9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรง

จากรูปที่4.9 พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) เพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในก็จะลดลงตาม จึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องซึ่งจะมีคามชื้นสัมพัทธ์มากขึ้นตามช่วงเวลาตามที่ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 4.9 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาต่างๆที่แตกต่างกันออกไป

การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศ

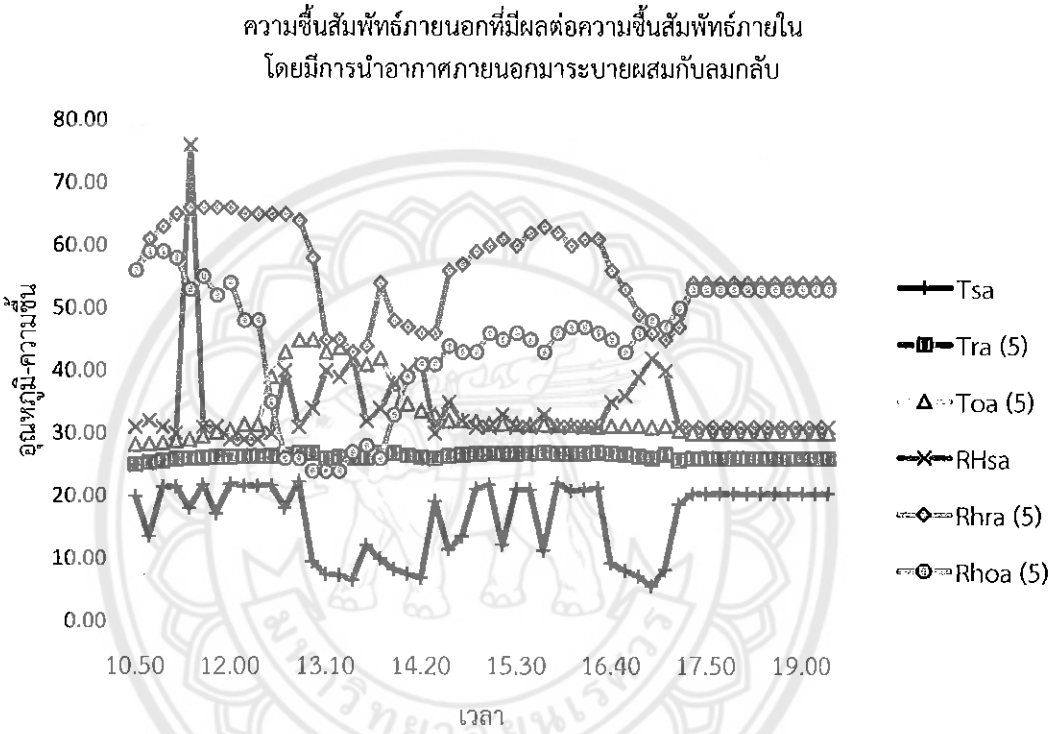


รูปที่4.10 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอา**กาศในช่วงเวลา** กลางวัน (Noon) ช่วงบ่าย (After-noon) และช่วงเย็น (Evening)

จากรูปที่4.10 การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศและน**อกห้องปรับ**อากาศ **จากการนำ**ความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาต่างๆมาเฉลี่ย ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา **ช่วงกลางวันเวลาเฉลี่ยคือ** 10.50-13.20 น. ช่วงบ่ายเวลาเฉลี่ยคือ 13.20-16.30 น. และตอนเย็น**เวลาเฉลี่ยคือ** 16.30 – 19.20 น. พบว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นของอากาศภายนอกมีผลต่อการเพิ่ม**ขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ข**องอากาศภายในห้อง จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าความชื้นของอากาศภายนอก**ในเวลากลางวันมี**ลักษณะล**ด**ลง และก่อนที่จะถึงเวลาเย็นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่าต่ำที่สุด **นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ข**องอากาศภายนอกยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมของอากาศ ในสภาพภูมิ**อากาศที่มีฝนตก** ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าสูง ส่วนพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวเย็นความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าน้อย จึงสามารถสรุปได้ว่าการนำอากาศมาระบายเข้าสู่ห้องปรับอากาศในช่วงเวลากลางวันส่งผลให้ห้องปรับอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำลง และอาจส่งผลให้เครื่องปรับอากาศมีปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิอันเนื่องมาจากอากาศที่นำมาระบายมีอุณหภูมิสูงกว่าภายในห้องพอสมควร

4.2.3 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยมีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอกผสมกับลมกลับ

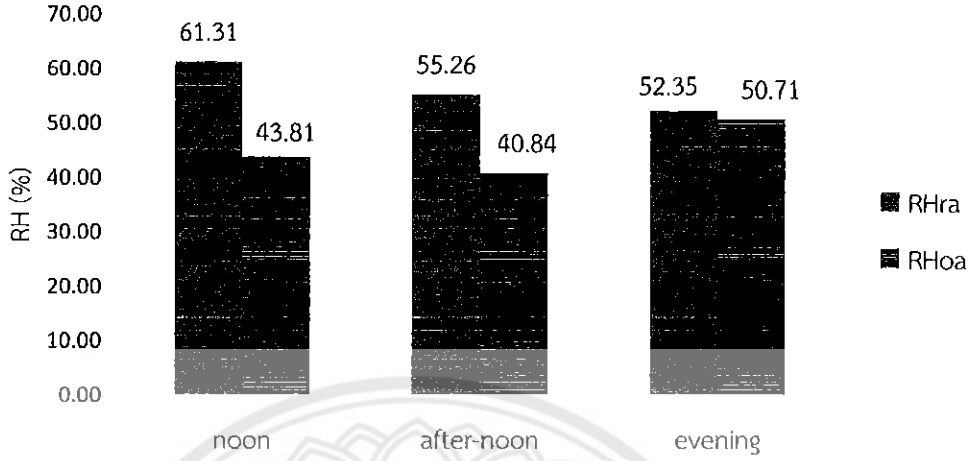
โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C และไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เวลา 10.50 น. ถึง 19.20 น.



รูปที่4.11 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศผสมกับลมกลับ

จากรูปที่4.11 พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) เพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในก็จะลดลงตาม จึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องซึ่งจะมีคามชื้นสัมพัทธ์มากขึ้นตามช่วงเวลาตามที่ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 4.11 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาต่างๆที่แตกต่างกันออกไป

การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอากาศ



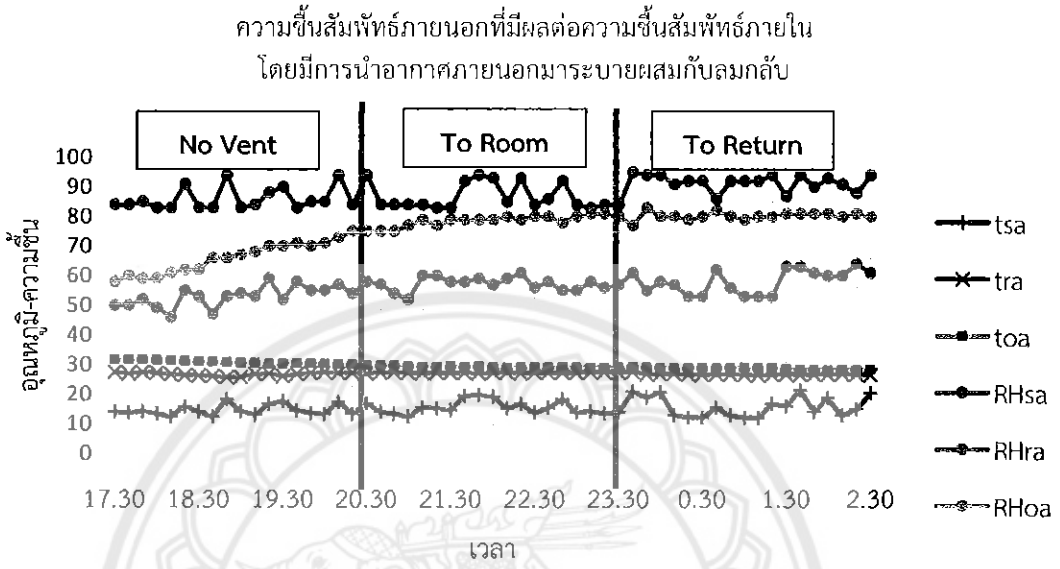
รูปที่4.12 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องกับภายในห้องปรับอา**กาศในช่วงเวลา** กลางวัน (Noon) ช่วงบ่าย (After-noon) และช่วงเย็น (Evening)

จากรูปที่ 4.12 การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ**และนอกห้องปรับอากาศจาก**การนำความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาต่างๆมาเฉลี่ย ช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา ช่วงกลางวันเวลาเฉลี่ยคือ 10.50-13.20 น. ช่วงบ่ายเวลาเฉลี่ยคือ 13.20-16.30 น. และตอนเย็นเวลาเฉลี่ยคือ 16.30 – 19.20 น. พบว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นของอากาศภายนอก**มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความ**ชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าความชื้นของ**อากาศภายนอกในเวลากลาง**วันมีลักษณะลดลง และก่อนที่จะถึงเวลาเย็นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่าต่ำที่สุด นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมของ**อากาศ** ในสภาพภูมิอากาศที่มีฝนตกความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าสูง ส่วนพื้นที่ที่มีสภาพ**อากาศหนาวเย็น**ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าน้อย จึงสามารถสรุปได้ว่าการนำอากาศมาระบายเข้าสู่ห้องปรับอากาศในช่วงเวลากลางวันส่งผลให้ห้องปรับอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำลง และอาจส่งผลให้เครื่องปรับอากาศมีปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิอันเนื่องมาจากอากาศที่นำมาระบายมีอุณหภูมิสูงกว่าภายในห้องพอสมควร

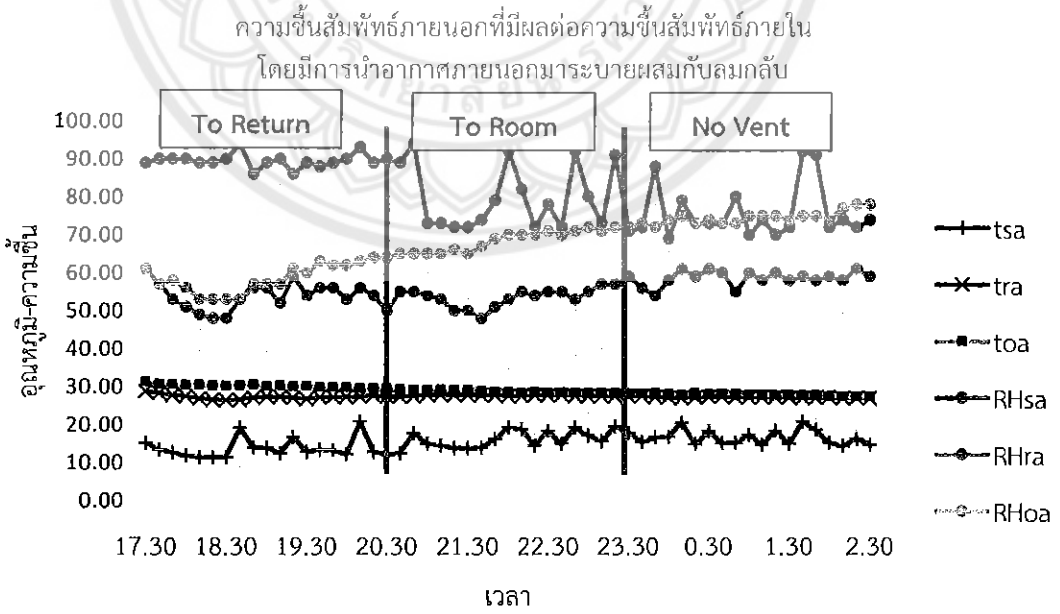
4.3 ผลของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศโดยมีรูปแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาต่างๆ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 27 ตุลาคม 2558 และวันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C โดยในวันที่ 27

ตุลาคม 2558 มีรูปแบบในการทดลองคือ No vent – To Room – To return ตามลำดับ และในวันที่ 6 พฤศจิกายน มีรูปแบบในการทดลองคือ To return – To Room – No vent ตามลำดับ ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที รูปแบบละ 3 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 17.30 น. ถึง 02.30 น.



รูปที่4.13 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศในรูปแบบที่ต่างกัน



รูปที่4.14 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ กับภายในห้องปรับอากาศ โดยมีการระบายอากาศในรูปแบบที่ต่างกัน

จากรูปที่4.13 และ รูปที่4.14 แสดงการเปรียบเทียบของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ พบว่ารูปแบบในการระบายอากาศที่ต่างกันมีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยแต่อุณหภูมิยังมีค่าคงที่เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีการรักษาอุณหภูมิตามที่ได้ตังค่าไว้

รูปแบบการระบายอากาศแบบที่ 1 ไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั้นจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆอันเนื่องมาจากปัจจัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง อันเนื่องมาจากการรั่วซึมของอากาศภายนอกจากช่องประตูหรือหน้าต่างอาจทำให้จึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย

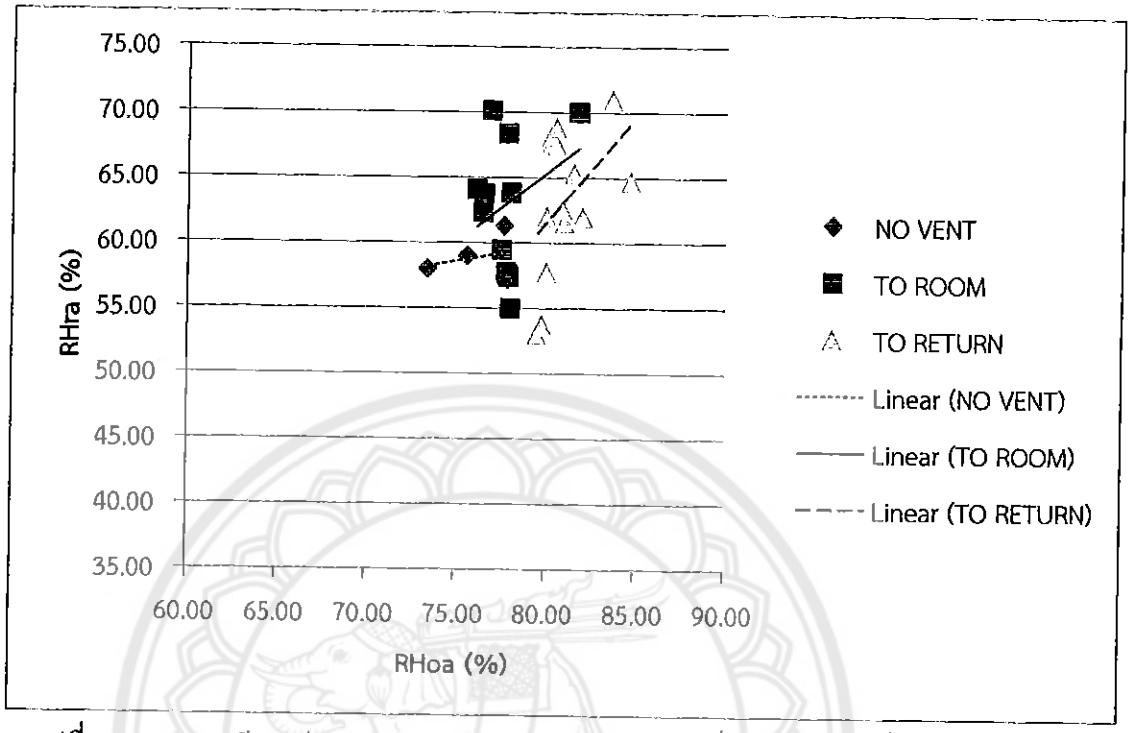
รูปแบบการระบายอากาศแบบที่ 2 มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องโดยตรง จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั้นจะมีค่าสูงขึ้น อันเนื่องมาจากปัจจัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายเข้าสู่ห้องจึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ 2 ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไปมาก

รูปแบบการระบายอากาศแบบที่ 3 มีการระบายอากาศผสมกับลมกลับ จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั้นจะมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากปัจจัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายเข้าสู่ห้อง จากการผสมอากาศทำให้อากาศที่นำมาผสมเกิดการควบแน่นจึงทำให้เกิดเป็นหยดน้ำทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าลดลง จึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ 2 ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงตามปริมาณอากาศที่นำมาผสม

4.4 ผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย

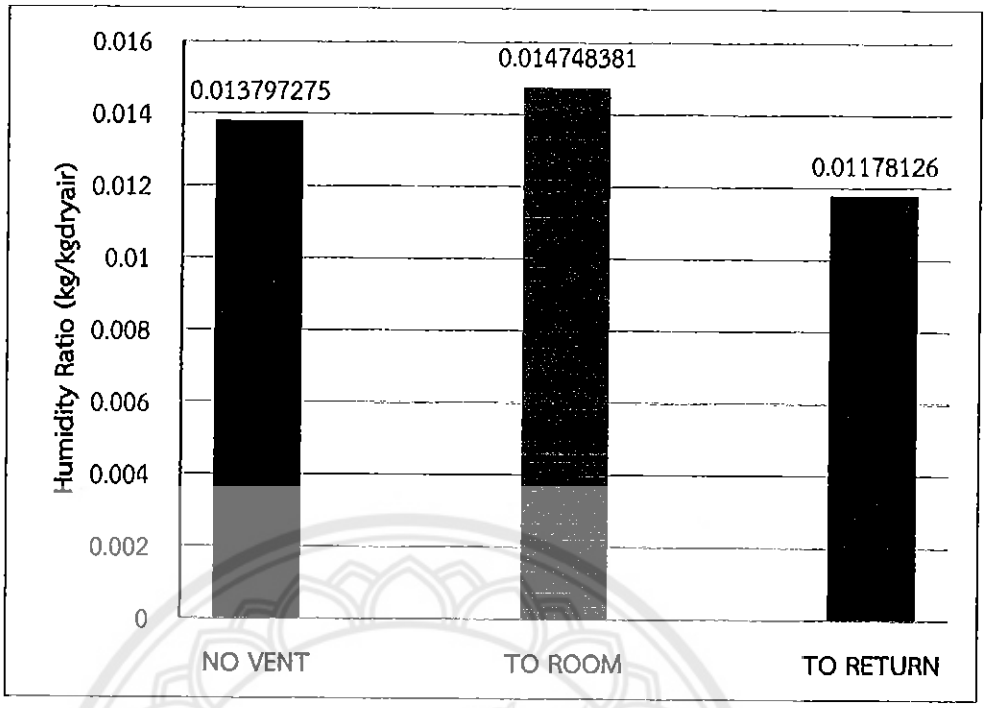
การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ โดยการตัดตัวแปรที่ควบคุมได้จากการคัดเลือกข้อมูลจากการทดลองในวันที่ 31 ตุลาคม 2558 , 6 พฤศจิกายน 2558 และ 25 มกราคม 2559 ทดลองห้องปิดไม่มีการระบายอากาศ ข้อมูลวันที่ 25 ตุลาคม 2558 , 27 ตุลาคม 2558 , 4 พฤศจิกายน 2558 และ 23 มกราคม 2559 ทดลองนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรง และวันที่ 20 ตุลาคม 2558 , 27 ตุลาคม 2558 , 4 พฤศจิกายน 2558 และ 25 มกราคม 2559 ทดลองนำอากาศภายนอกผ่าน Evaporator โดยการกรองข้อมูล การกรองข้อมูลจะทำการคัดข้อมูลจากสภาวะคงตัวหรือใกล้เคียงกัน พบว่าตัวแปรของข้อมูลที่ควบคุมได้ ส่วนแรกช่วงอุณหภูมิ

ภายในห้องปรับอากาศอยู่ในช่วง 24 – 27 °C อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องปรับอากาศอยู่ในช่วง อุณหภูมิ 28 – 33 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกอยู่ในช่วง 72-82 % RH



รูปที่4.15 กราฟเปรียบเทียบผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย

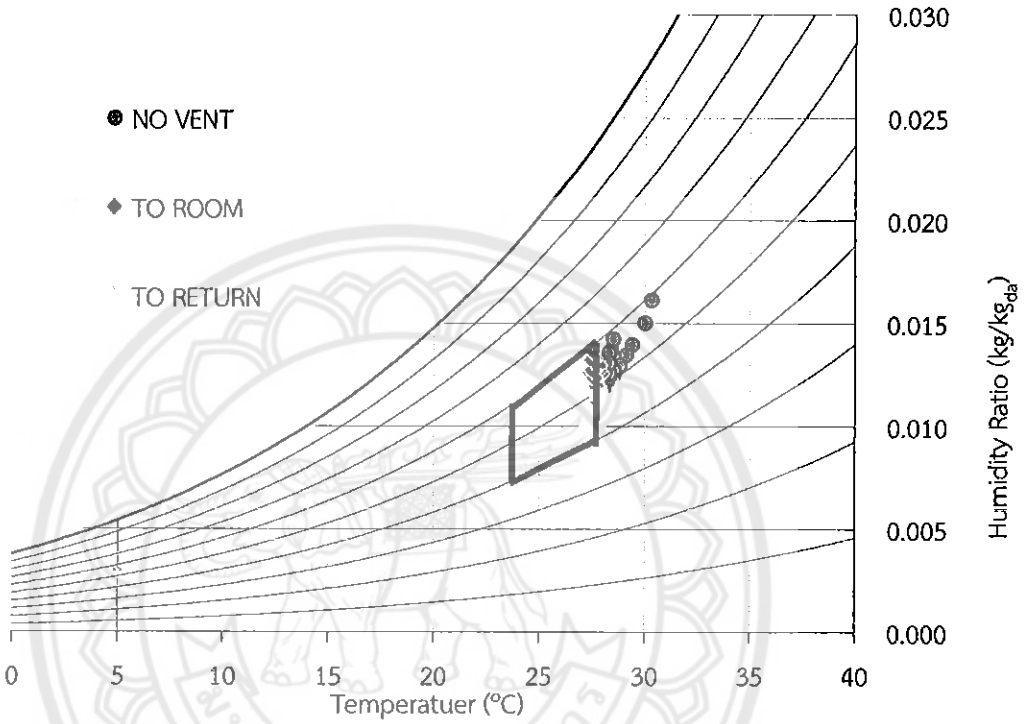
จากรูปที่4.15 ในการทดลองจะทำการศึกษาหาผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยที่รูปแบบการระบายอากาศต่างๆ อธิบายได้ว่าเมื่อมีการนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามความชื้นของอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ส่วนกรณีเมื่อนำอากาศภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องปรับอากาศความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง สาเหตุมาจากส่วน Evaporator จะทำหน้าที่ลดอุณหภูมิและกำจัดความชื้นของอากาศ อากาศจากภายนอกที่อุณหภูมิสูงและมีความชื้นพอสมควรที่เคลื่อนที่เข้าสู่คอยล์เย็นซึ่งอุณหภูมิต่ำ เกิดการลดลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก อากาศส่วนมากจากภายนอกจะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ มีเพียงบางส่วนที่ไหลผ่านช่องว่างระหว่างขดท่อทำความที่ไหลเข้าสู้ห้องปรับอากาศ นอกจากนี้การนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนเข้าห้องจะทำให้ความดันในห้องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น เกิดการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกน้อยลง ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะทำให้ค่าความชื้นของห้องปรับอากาศลดลง



รูปที่4.16 แสดงอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องพักอาศัยที่ปรับอากาศ
ในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่รูปแบบการระบายอากาศแบบที่แตกต่างกัน

จากรูปที่4.16 การศึกษาผลกระทบจากรูปแบบการระบายอากาศต่างๆต่ออัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องพักอาศัย โดยรูปแบบที่ใช้ในการศึกษาคือ ห้องปิดไม่มีการระบายอากาศ มีการนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรง และนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องปรับอากาศ ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาได้จากการกรองข้อมูล โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 25.9 – 27.2 °C อุณหภูมิภายนอกอยู่ในช่วง 30.8 – 32.1 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก อยู่ในช่วง 77-82 %RH จากสภาวะคงตัว ห้องปิดไม่มีการระบายอากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเฉลี่ย 58.89 %RH อัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.01379 kg/kgdryair เมื่อนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรงจะมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเฉลี่ย 63.13 %RH อัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.01474 kg/kgdryair และเมื่อนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนเข้าห้องจะมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเฉลี่ย 63.28 %RH อัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.01178 kg/kgdryair อธิบายได้ว่าเมื่อนำอากาศจากภายนอกที่มีความชื้นสูงกว่าภายในห้องปรับอากาศจะทำให้อัตราส่วนความชื้นเพิ่มมากขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้านำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้อง น้ำส่วนมากในอากาศจะถูกกำจัดในระหว่างอากาศเคลื่อนที่ผ่าน Evaporator ทำให้ปริมาณน้ำและความชื้นในอากาศของห้องพักอาศัยลดลง

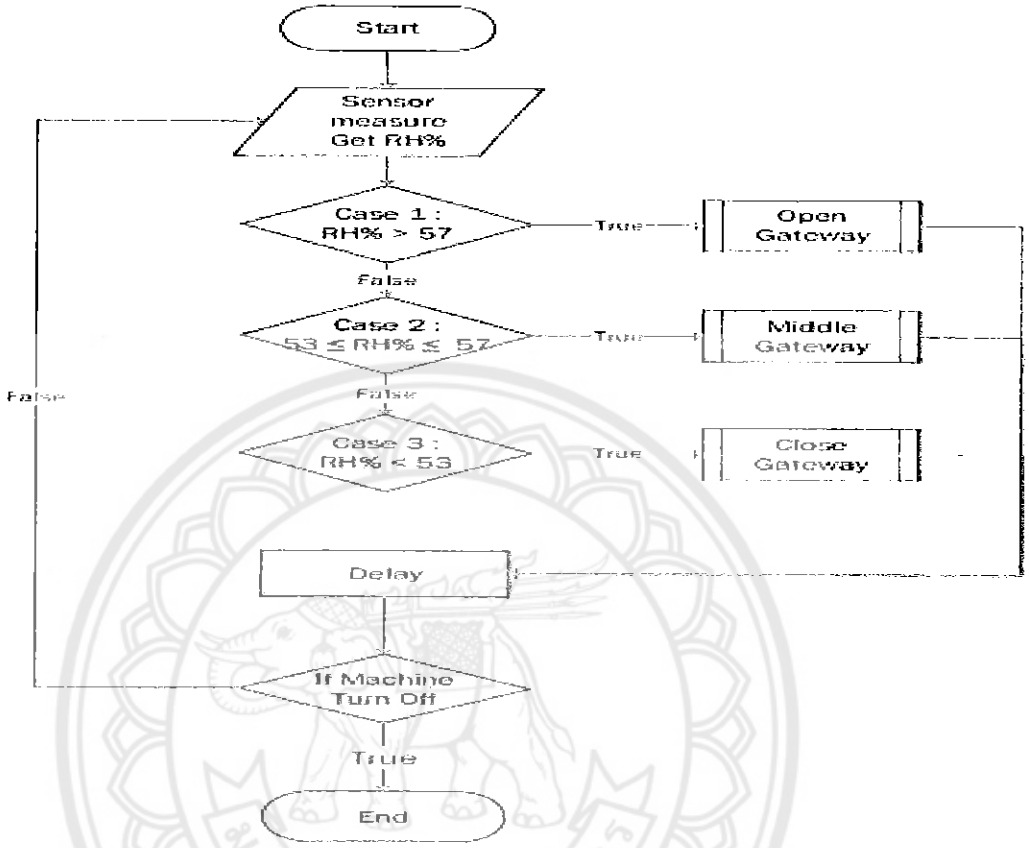
การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ โดยการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยและภายนอกห้องพักอาศัย ที่รูปแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกัน นำข้อมูลมาแสดงในขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนและ IAQ บนไซโครเมทริกส์ชาร์ท โดยระยะห่างในการเก็บข้อมูลแต่ละค่าคือ 10 นาที ซึ่งข้อมูลที่นำมาแสดงคือข้อมูลที่อยู่ในสภาวะคงตัว



รูปที่4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสบายเชิงความร้อน กับ IAQ บนไซโครเมทริกส์ชาร์ท ที่รูปแบบการระบายอากาศแตกต่างกัน

จากรูป4.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในรูปแบบการระบายอากาศต่างๆ โดยข้อมูลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปิดที่มีการปรับอากาศอยู่ในขอบเขตของความสบายเชิงความร้อน กับ IAQ เมื่อนำอากาศจากภายนอกที่ความชื้นไม่สูงมากนักเข้าห้องโดยตรงผล ความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นภายนอก แต่เมื่อนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง มีแนวโน้มออกนอกขอบเขตกับ IAQ แสดงให้เห็นว่าการนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรงเหมาะสมกับกรณีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องต่ำเกินกว่าขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนกับ IAQ เพื่อเพิ่มความชื้นภายในห้องปรับอากาศ และการนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator เหมาะสมกับกรณีความชื้นภายในห้องสูงกว่าขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนกับ IAQ

4.5 ผลของรูปแบบการควบคุมชุดการระบายอากาศแบบอัตโนมัติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย



รูปที่4.18 แสดงอัลกอริทึมของโปรแกรมที่ใช้
ในการออกแบบชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

จากรูป4.18 ในส่วนของชุดการระบายอากาศแบบอัตโนมัตินั้น เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ทั้ง 3กรณีโดยกรณีที่1 เมื่อความชื้นน้อยกว่า 53 RH จะส่งผลให้บานพัด ปรับไปฝั่ง To room จึงทำให้อากาศภายนอกห้องที่เข้ามาในชุดระบายอากาศอัตโนมัติ จะระบายเข้าห้องพักอาศัยโดยตรง 100% ในส่วนกรณีที่ 2 เมื่อความชื้นอยู่ระหว่าง 53 RH ถึง 57 RH จะส่งผลให้บานพัดปรับไปตรงกลางของกล่องชุดระบายอากาศอัตโนมัติ เพื่อชะฟลอความชื้นให้อยู่ในช่วงความชื้นที่กำหนด และกรณีที่ 3 เมื่อความชื้นมากกว่า 57 RH จะส่งผลให้บานพัด ปรับไปฝั่ง To return จึงทำให้อากาศภายนอกห้องที่เข้ามาในชุดระบายอากาศอัตโนมัติ จะระบายเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยตรง 100%

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษารูปแบบของการระบายอากาศและการผสมการระบายอากาศกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศที่มีผลกระต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การศึกษารูปแบบของการระบายอากาศและการผสมการระบายอากาศกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยทำการเก็บข้อมูลหลายช่วงเวลาทั้งกลางวัน และกลางคืน โดยมีรูปแบบในการระบายอากาศที่แตกต่างกันออกไป

เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศโดยปราศจากการระบายอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีแนวโน้มเพิ่มสูง-ลดลง เป็นผลมาจากการรั่วซึมของอากาศผ่านช่องว่างระหว่างขอบประตูบานหน้าต่างซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องพักอาศัย แต่อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศจะพยายามรักษาช่วงของอุณหภูมิให้อยู่ในขอบเขตของอุณหภูมิที่ตั้งไว้

การระบายอากาศเข้าสู่ห้องพักอาศัยโดยตรง ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองคือ 25 °C จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัยโดยตรง มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น – ลดลงตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ผลมาจากเมื่อทำการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรงนั้นเป็นการเพิ่มภาระของห้องปรับอากาศให้แก่ห้องโดยตรง เกิดการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้แก่ห้องพักอาศัย โดยที่เครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมได้เพียงแค่อุณหภูมิเท่านั้นไม่สามารถที่จะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของห้องพักอาศัยได้

การระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อน ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองคือ 25 °C จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อน มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มลดลง ผลมาจากเมื่อทำการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรงนั้นเป็นการเพิ่มภาระของเครื่องปรับอากาศ เป็นผลมาจากเมื่อเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อ อากาศผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องปรับอากาศจะทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเนื่องจากน้ำใน

อากาศจะถูกกำจัดเมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่าน Evaporator ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องปรับอากาศลดลง นอกจากนี้อากาศที่เคลื่อนที่เข้าสู่ห้องปรับอากาศจะช่วยเพิ่มความดันภายในห้องทำให้มีการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.21 ความผิดพลาดของสภาพอากาศ

- เนื่องจากข้อมูลที่ทำการทดลองเป็นการเก็บข้อมูลที่สภาพอากาศในแต่ละวันที่แตกต่างกันนำข้อมูลที่ได้มากรองข้อมูล ข้อมูลจึงมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย

- ควรทำการศึกษาในเรื่องของการใช้ไฟฟ้าจากรูปแบบของการระบายอากาศ

5.22 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- ควรมีการคาริเบรตเครื่องมือการทดลองอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำมากขึ้น

5.2.3 ชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ

- ควรมีการตรวจสอบหรือปรับปรุงประสิทธิภาพในการระบายอากาศให้สูงยิ่งขึ้นและเพิ่มรูปแบบการทำงานของโปรอกรมให้มีความหลากหลายยิ่งขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยในการระบายอากาศเพื่อหาแนวทางในการผลิตเครื่องปรับอากาศที่สามารถควบคุมความชื้นและอุณหภูมิภายในห้องอยู่ในขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนกับ IAQ และ พัฒนาเครื่องชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติทำให้สามารถนำไปเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานปรับอากาศได้จริงกับเครื่องปรับอากาศ

เอกสารอ้างอิง

[1] Engineering Thermodynamics - A Graphical Approach
by Israel Urieli ,Russ College of Engineering and Technology ,Mechanical Engineering Department ,Ohio University

[2] ASHRAE. (2000). 2000 ASHRAE Handbook – HVAC Systems and equipment. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

[3] ฤชากร จิรกาลวสาน. ไซโครเมตริกส์

[4] Adruino Uno R3. บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Adruino Uno R3 และจุดเชื่อมต่อต่างๆ , สืบค้นเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2558 , จาก www.thaieasyelec.com

[5] อดิศักดิ์ ไชยนาวงศ์

[6] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 2110262 Microprocessor Systems Lab

[7] ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์, การวิจัยผลกระทบจากการระบายอากาศ ที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยและสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก

[8] N.P.Gao, H.Zhang, J. L.Niu (2007), Investigating Indoor Air Quality and Thermal Comfort Using a Numerical Thermal Manikin, The Hong Kong Polytechnic University, China

[9] Mike Beamer David Bisers, Sophia Duluk, Diana Hogard, Alison Kwok, The characteristic of space cooling load and indoor humidity control for residences in the subtropics, The Hong Kong Polytechnic University, China

[10] S.C. Sekhar, S.E. Goh, Thermal comfort and IAQ characteristic of naturally/mechanically ventilated and air-conditioned bedrooms in a hot and humid climate, National University of Singapore, Singapore

[11] วรวิชญ์ สิงหนาท, การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารพักอาศัย

[12] ไพบูลน์ หังสพฤกษ์, วิสัยทัศน์งานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต 2. กรุงเทพฯ. โกลบอล กราฟฟิกจำกัด. 2542

[13] กฤษฎา ปิ่นชัยมูล, ณัฐพงศ์ แก้วใส, อรรถสิทธ์ ต๊ะศรี

[14] ดร.ไพบูลย์ หังสพฤกษ์, ดร.เฮฮิโซ ไซโต. (2537). การปรับอากาศ กรุงเทพฯ.(3) . สำนักพิมพ์ดวงกมล

[15] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย. (2551). มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ. โกลบอล กราฟฟิกจำกัด

[16] เอกสารประกอบการสอนวิชาวิศวกรรมการปรับอากาศและการระบายอากาศ, ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง

ว/ด/ป	เวลา	บันทึกผลทุกนาที	วิธีการทดลอง	หมายเหตุ
14 /ก.ย. /58	21.40-2.20น.	10	แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา	
15/ ก.ย./58	22.30-2.30น.	10	แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง	
17 /ก.ย. /58	15.30-2.30น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air	
20/ต.ค./ 58	16.30-1.30น.	10	แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม. => แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า retern air 3 ชม.	
25/ ต.ค. /58	16.30-1.30น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง3 ชม => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม	
27 /ต.ค./ 58	17.30-2.30น.	10	แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม. => แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม.	ทดลองซ้ำ
31/ ต.ค./ 58	17.30-2.30น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง3 ชม => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม	ทดลองซ้ำ
4 /พ.ย. /58	18.00-3.00น.	10	แบบที่1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม. => แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม.	ทดลองซ้ำ
6 /พ.ย./ 58	18.00-3.00น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม	ทดลองซ้ำ
23 /ม.ค./ 59	20.00-3.40น.	10	แบบที่1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม. => แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม.	ทดลองซ้ำ
24 /ม.ค. /59	21.00-6.00น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม	ทดลองซ้ำ
25/ ม.ค./ 59	16.00-1.00น.	10	แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม => แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม.	ทดลองซ้ำ

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง (ต่อ)

ว/ด/ป	เวลา	บันทึกผล ทุก:นาที	วิธีการทดลอง	หมายเหตุ
26/ ม.ค./ 59	16.00-1.00น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม. => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม	ทดลองซ้ำ
3/ ก.พ./ 59	10.50-19.20น.	10	แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา	
4/ ก.พ. /59	10.50-19.20น.	10	แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง	
5 /ก.พ./ 59	10.50-19.20น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air	
6 /ก.พ./ 59	9.30-18.30น.	10	แบบที่1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง 3 ชม. => แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม.	
7/ ก.พ./ 59	9.30-18.30น.	10	แบบที่ 3 ปล่อยลมเข้า return air 3 ชม. => แบบที่ 2 ปล่อยลมเข้าห้อง3 ชม => แบบที่ 1 เปิดแอร์ธรรมดา 3 ชม	

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 10 นาที เวลา 10.50 น. - 19.20 น.

Time	t_{sa}	RH_{sa}	t_{ra}	RH_{ra}	t_{com}	RH_{com}	t_{oa}	RH_{oa}	t_{return}	RH_{return}
10.50	10.4	38	25.9	63	31	48	27.6	56	23.4	72
11.00	6.3	39	25.5	56	32.5	44	27.7	54	22.1	58
11.10	9.5	36	25.3	58	30.4	50	27.8	56	22.7	64
11.20	18.7	31	25.3	58	31	47	28.1	56	23.3	65
11.30	18.7	31	25.3	58	31	47	28.1	56	23.3	56
11.40	6.7	35	25.4	54	35.4	39	29.2	52	23.7	50
11.50	5.5	36	25.2	50	35.7	39	29.8	52	23.7	47
12.00	5.3	36	25.2	48	35.8	38	30	50	23.8	46
12.10	5.1	36	25.1	48	36.3	38	30.3	50	23.8	46
12.20	5.1	36	25.1	47	36.5	37	32	46	23.9	45
12.30	4.7	36	25	45	35.5	38	36.6	35	23.4	45
12.40	6.9	34	25.4	51	36.8	37	39.4	31	23.9	54
12.50	6	35	25.5	47	36.6	37	38.6	32	23.9	49
13.00	5.7	36	25.6	45	36.9	36	40.1	30	24.1	47
13.10	5.3	36	25.6	42	37.1	36	41.5	28	23.5	44
13.20	5	36	25.4	42	37.1	36	41.3	28	23.2	43
13.30	4.6	37	25.3	41	36.7	36	39.6	28	23.2	42
13.40	4.6	37	25.3	41	36.7	36	39.6	28	23.2	42
13.50	11.7	33	25.6	44	37.9	35	39.2	31	23.7	45

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 10 นาที เวลา 10.50 น. - 19.20 น. (ต่อ)

Time	t_{sa}	RH_{sa}	t_{ra}	RH_{ra}	t_{com}	RH_{com}	t_{oa}	RH_{oa}	t_{return}	RH_{return}
14.00	15.5	69	25.7	43	36.1	39	36	37	23.7	44
14.10	15.1	68	25.4	42	35.4	40	33.2	43	23.4	43
14.20	17.3	67	25.4	46	35.5	41	32	46	23.7	48
14.30	15.8	67	25.4	44	35	39	31.4	45	23.4	45
14.40	15.3	68	25.2	43	35.2	40	31.1	48	23.1	44
14.50	20.6	75	25.3	47	33.3	42	30.7	47	23.9	49
15.00	18.3	38	25.3	49	33.2	43	30.3	48	23.7	53
15.10	5.7	40	25.2	46	36.4	39	30.3	51	23.1	49
15.20	16.6	30	24.9	47	34.8	40	30.3	50	23.1	48
15.30	6.1	36	24.9	48	36.3	39	30.1	52	23.1	50
15.40	16.7	31	24.7	48	34.5	42	30	51	23	49
15.50	6.1	36	24.8	48	36.6	39	30.1	53	23	50
16.00	17.2	31	24.7	50	34.4	42	30	52	23.3	51
16.10	6	36	24.7	48	36.7	39	29.9	53	22.8	50
16.20	17.1	31	24.7	52	33.9	44	29.4	53	23.5	54
16.30	17.7	31	24.6	48	35.9	39	29.7	50	22.7	50
16.40	6.9	34	24.8	52	36	40	29.5	54	23.5	55
16.50	16.9	31	24.6	50	34.4	41	29.5	53	22.8	51
17.00	6.3	35	24.8	50	36.5	39	29.4	55	23.1	52

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 10 นาที เวลา 10.50 น. - 19.20 น. (ต่อ)

Time	t_{sa}	RH_{sa}	t_{ra}	RH_{ra}	t_{com}	RH_{com}	t_{oa}	RH_{oa}	t_{return}	RH_{return}
17.10	16.4	31	24.6	49	35	40	29.5	53	22.9	49
17.20	6.5	35	24.7	51	36.1	39	29.2	55	23	53
17.30	7.5	34	24.8	52	35.7	41	29	56	23.8	56
17.40	6.6	34	24.7	49	36.4	40	29.2	56	23.5	51
17.50	6	35	24.5	47	36	41	29.1	58	23.3	49
18.00	5.6	35	24.4	46	35.4	43	28.7	60	23.2	48
18.10	5.2	36	24.3	46	34.7	45	28.2	63	23.1	48
18.20	4.9	36	24.2	45	34.5	46	27.8	64	23	47
18.30	16.8	31	24.4	51	32.1	51	27.5	64	23.2	52
18.40	16.9	31	24.5	50	32.2	49	27.2	64	22.8	52
18.50	5.9	35	24.6	50	33.7	47	27.2	66	22.8	54
19.00	7	34	24.7	54	32.6	51	26.9	67	23.4	58
19.10	17.7	31	24.6	54	31	53	26.9	67	23.1	59
19.20	17.9	31	24.6	54	31.1	53	26.7	68	22.9	59

*ข้อมูลการทดลองทั้งหมดถูกเก็บไว้ที่ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์

ภาคผนวก ข

ตารางปริมาณอากาศที่ต้องการภายในห้อง

ตารางที่ ข. 1 Outdoor air requirements for ventilation

Application		Estimated Maximum[2] Occupancy P/1000 ft² or 100 m²	Outdoor Air Requirements cfm/person
Dry Cleaners, Laundries[3]			
	Commercial laundry	10	25
	Commercial dry cleaner	30	30
	Storage, pick up	30	35
	Coin-operated laundries	20	15
	Coin-operated dry cleaner	20	15
Dwelling Units in Buildings Greater Than Four Stories or Attached to I-Occupancy Facilities			
	Bedrooms & living areas[24]		15
Food and Beverage Service			
	Dinning rooms	70	20
	Cafeteria, fast food	100	20
	Bars, cocktail lounges[4]	100	30
	Kitchens(cooking)[23]	20	15
Garages, Repair, Service Stations			
	Enclosed parking garage[5]		1.50 cfm/ft.sq.
	Auto repair rooms		1.50 cfm/ft.sq.
Hotels, Motels, Resorts, Congregate Residences with More Than Four Stories[6]			
	Bedrooms		30 cfm/room
	Living Rooms		30 cfm/room
	Bath[7]		35 cfm/room
	Lobbies	30	15
	Conference rooms	50	20
	Assembly rooms	120	15
	Gambling casinos[4]	120	30
Offices			
	Office space[9]	7	20
	Reception area	60	15
	Telecommunication centers and data entry areas	60	20
	Conference rooms	50	20
Public Spaces			
	Corridors and utilities		0.05 cfm/ft.sq.
	Public restroom[10]		50 cfm/wc or urinal
	Lockers and dressing rooms		0.50 cfm/ft.sq.
	Smoking lounge[11]	70	60
	Elevators[12]		1.0 cfm/ft.sq.
Retail Stores, Sales Floors, and Show Room Floors			
	Basement and street	30	0.30 cfm/ft.sq.
	Upper floors	20	0.20 cfm/ft.sq.
	Storage rooms	15	0.15 cfm/ft.sq.
	Dressing rooms		0.20 cfm/ft.sq.
	Malls and arcades	20	0.20 cfm/ft.sq.
	Shipping and receiving	10	0.15 cfm/ft.sq.
	Smoking lounge[11]	70	60
	Warehouses	5	0.05 cfm/ft.sq.

ตารางที่ ข. 2 General Design Values SHR

Application	SHR
Auditoriums, Theaters	0.65 - 0.75
Apartments	0.80 - 0.95
Banks, Court Houses, Municipal Buildings	0.75 - 0.90
Churches	0.65 - 0.75
Dining Halls	0.65 - 0.80
Computer Rooms	0.80 - 0.95
Cocktail Lounges, Bars, Taverns, Clubhouses, Nightclubs	0.65 - 0.80
Jails	0.80 - 0.95
Hospital Patient Rooms, Nursing Home, Patient Rooms	0.75 - 0.85
Kitchens	0.60 - 0.70
Libraries, Museums	0.80 - 0.90
Malls, Shopping Centers	0.65 - 0.85
Medical/Dental Centers, Clinics and Offices	0.75 - 0.85
Motel and Hotel Public Areas	0.75 - 0.90
Motel and Hotel Guest Rooms	0.80 - 0.95
Police Stations, Fire Stations, Post Offices	0.75 - 0.90
Precision Manufacturing	0.80 - 0.95
Restaurants	0.65 - 0.80
Residences	0.80 - 0.95
Retail, Department Stores	0.65 - 0.90
Other Shops	0.65 - 0.90

ตารางที่ ข. 2 General Design Values SHR (ต่อ)

Application	SHR
School Classrooms	0.65 - 0.80
Supermarkets	0.65 - 0.85

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการใช้งาน

เครื่อง AP-104

ค. วิธีการใช้เครื่อง AP-104

1.) ต่อเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) กับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกับเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(AP-104)

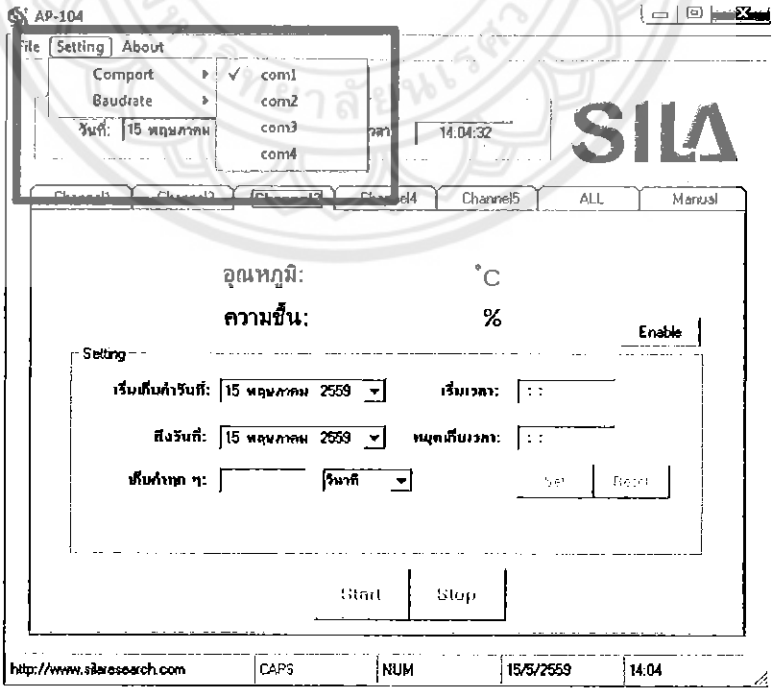
3.) เปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ที่ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลโดยมีวงจรติดอยู่ที่ปลายหัววัดและต่อกับสายช่องส่งสัญญาณ 5 ตำแหน่ง ซึ่งหัววัด จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการจะวัด

4.) เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104)ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าโปรแกรมที่ Comport ==> com 1 และ Baudrate ==> 19200 แล้วตั้ง วันและเวลา ให้ตรงกับที่เราต้องการจะวัด และตั้งให้เครื่องเก็บค่าตามที่เราต้องการจะเก็บ จากนั้นเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการกดตั้งที่ปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าไว้

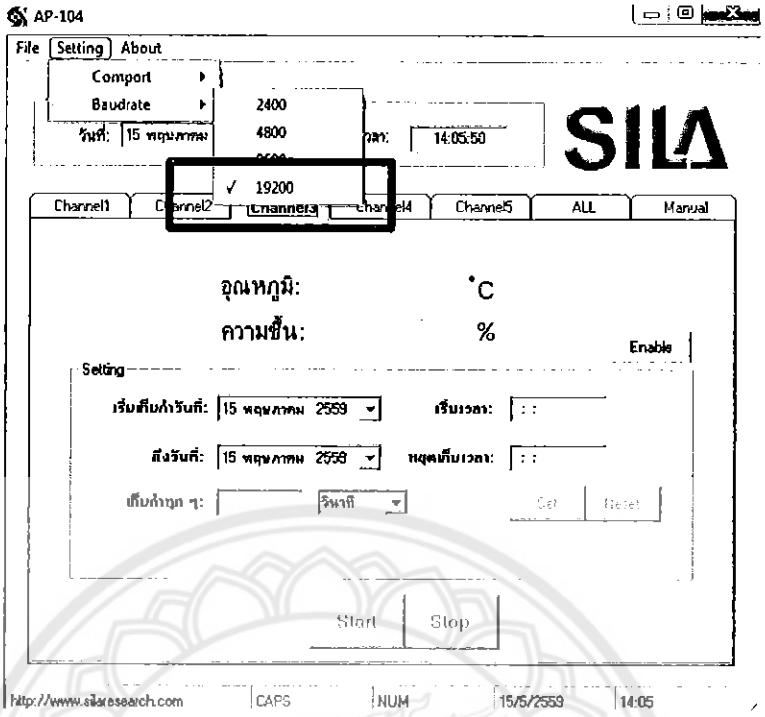
5.) เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จ ขอมูลจะไปอยู่ในที่ Local Disk (C) \Project

วิธีการตั้งค่าเครื่อง AP – 104 มีขั้นต้อนดังนี้

1.ตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Comport ==> com1 และ Baudrate ==> 19200

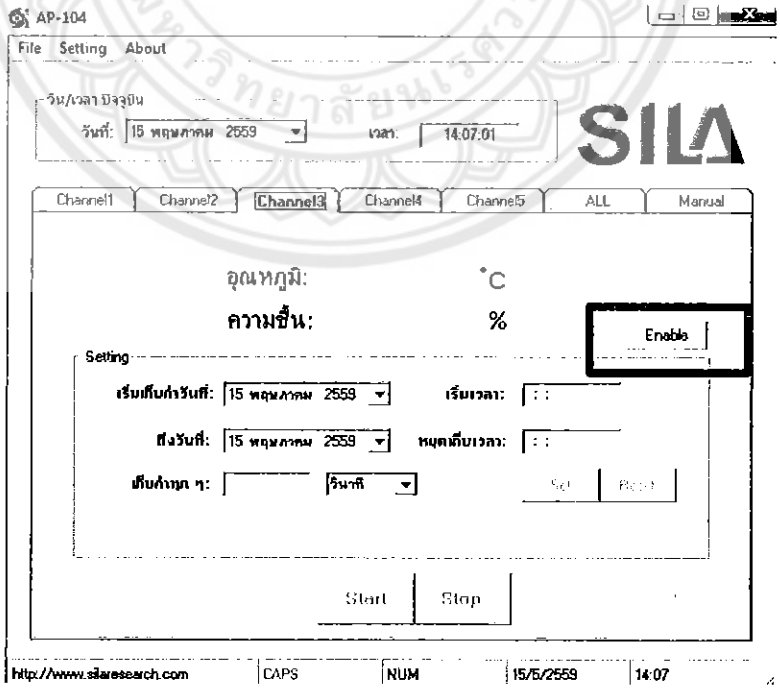


รูป ค.1 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Comport ==> com1



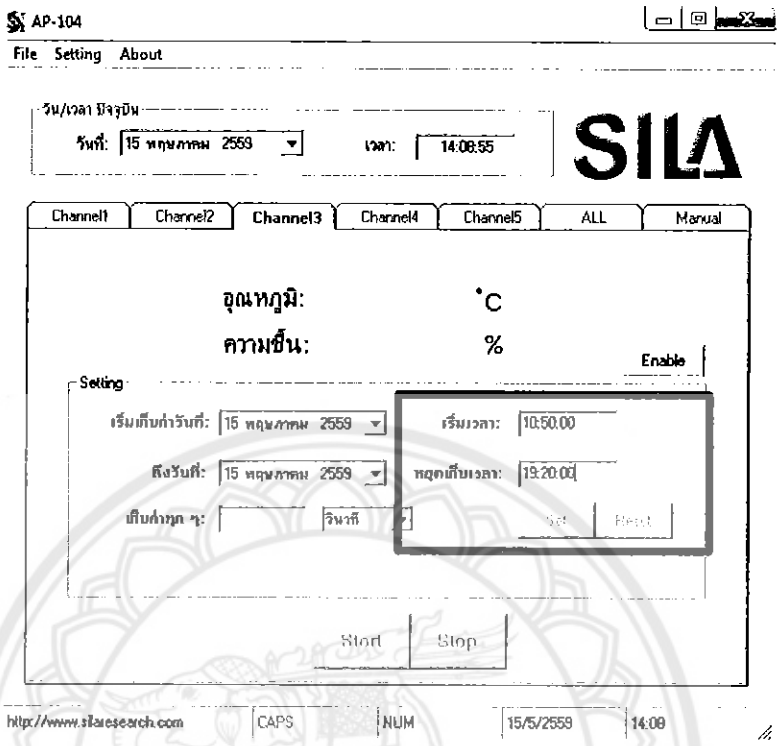
รูป ค.2 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Baudrate ==> 19200

2.กดคลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง (SILA AP-104)



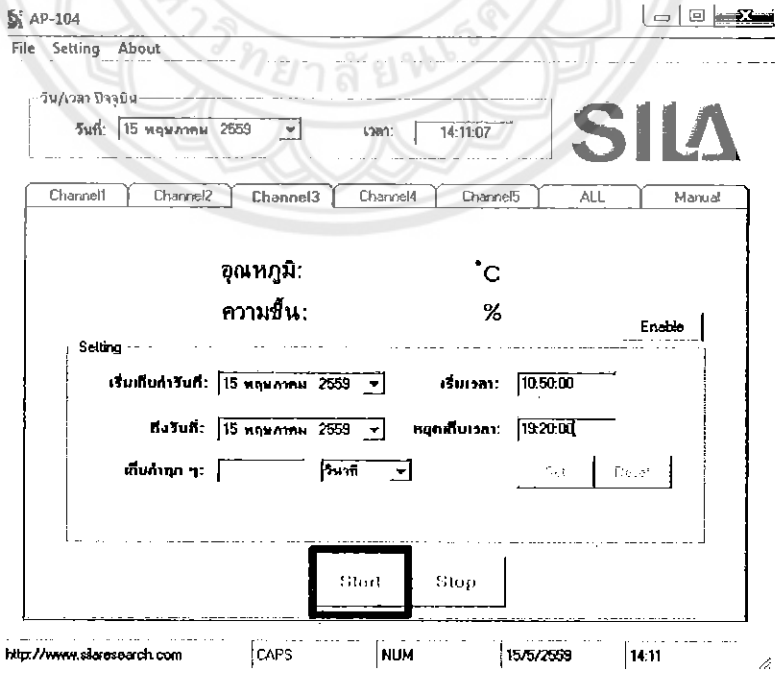
รูป ค.3 แสดงการกดคลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง (SILA AP-104)

3.ตั้งค่าเวลาที่เริ่มเก็บค่า หยุดเก็บค่า และช่วงเวลาที่เราต้องการเก็บค่า เมื่อตั้งเสร็จให้กดที่ Set



รูป ค.4 แสดงการตั้งค่าเวลาที่เริ่มเก็บค่า หยุดเก็บค่า และช่วงเวลาที่เราต้องการเก็บค่า

4.กดคลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมทำงาน



รูป ค.5 แสดงการกดคลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมทำงาน

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ

การหาค่าอัตราส่วนความชื้น (w) จากผลของการปรับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ

ที่อุณหภูมิปรับอากาศ 24 °C วัดอุณหภูมิภายในห้องได้ 24.9 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องได้ 52.5 %RH

จากสูตร $w = \frac{0.622 \times \phi \times P_{vs}}{P - (\phi \times P_{vs})}$

และ $\ln P_{vs} = \frac{C_8}{T} + C_9 + C_{10}T + C_{11}T^2 + C_{12}T^3 + C_{13}\ln T$

$C_8 = -5800.2206, C_9 = 1.3914993, C_{10} = -0.04860239$

$C_{11} = 4.1764768 \times 10^{-5}, C_{12} = -1.445209 \times 10^{-8}, C_{13} = 6.5459673$

แทนค่า T=24.9+273 ,และ C ค่าต่างๆหาค่า P_{vs}

$$\ln P_{vs} = \frac{-5800.2206}{(24.9+273)} + 1.3914993 + (-0.04860239 \times (24.9+273)) + ((4.1764768 \times 10^{-5}) \times (24.9+273)^2) + ((-1.445209 \times 10^{-8}) \times (24.9+273)^3) + (6.5459673 \ln(24.9+273))$$

$\ln P_{vs}$=8.070038888

P_{vs}=3197.22616 Pa

P=101325 Pa

ดังนั้น $w = \frac{0.622 \times 0.525 \times 3197.22616}{101325 - (0.525 \times 3197.22616)} = 0.01048 = 10.48 g/kgd ryair$

การหาค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส (Sensible heat ratio), SHR ของเครื่องปรับอากาศ

ตัวอย่างการคำนวณจากผลจากการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านคอยล์เย็น โดยมีอัตราการไหลของอากาศคือ 94.29 cfm จากไซโครเมตริกชาร์ท

จุดที่ 1 บริเวณ Supply air มีค่าดังนี้ T=11.45 °C, ความชื้นสัมพัทธ์=73.5%RH บนไซโครเมตริกชาร์ท

จุดที่ 2 บริเวณ return air มีค่าดังนี้ T=26.7 °C, ความชื้นสัมพัทธ์=51%RH บนไซโครเมตริกชาร์ท

จากนั้นลากเส้นเชื่อมจุดสองจุด จากนั้นสร้างเส้นที่ขนานกับเส้นเชื่อมสองจุดบนค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสในไซโครเมตริกชาร์ท อ่านค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.69 แสดงในรูปจ.1

ตัวอย่างการหาค่าประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ (EER) และหาค่าประสิทธิภาพหรือสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (COP) ในกรณีที่มีการวัดกำลังวัตต์

$$EER = \frac{\text{สิ่งที่ปรารถนาจะได้ออกมา}}{\text{สิ่งที่จำเป็นต้องป้องเข้าไป}} = \frac{1.006 \times (Tra - Tsa)}{Wnet}$$

$$COP = \frac{EER}{3.412}$$

อากาศ 1 kg มีอุณหภูมิ Supply air มีค่าดังนี้ T=11.45 °C return air มีค่าดังนี้ T=26.7 °C,1.006 คือค่าความร้อนจำเพาะของอากาศแห้ง กำหนดความหนาแน่งของอากาศเท่ากับ 1 kg/m^3, Wnet=1200 W

$$EER = \frac{1.006 \times (26.7 - 11.45)}{1.2} = 12.7$$

$$COP = \frac{12.7}{3.412} = 3.72$$

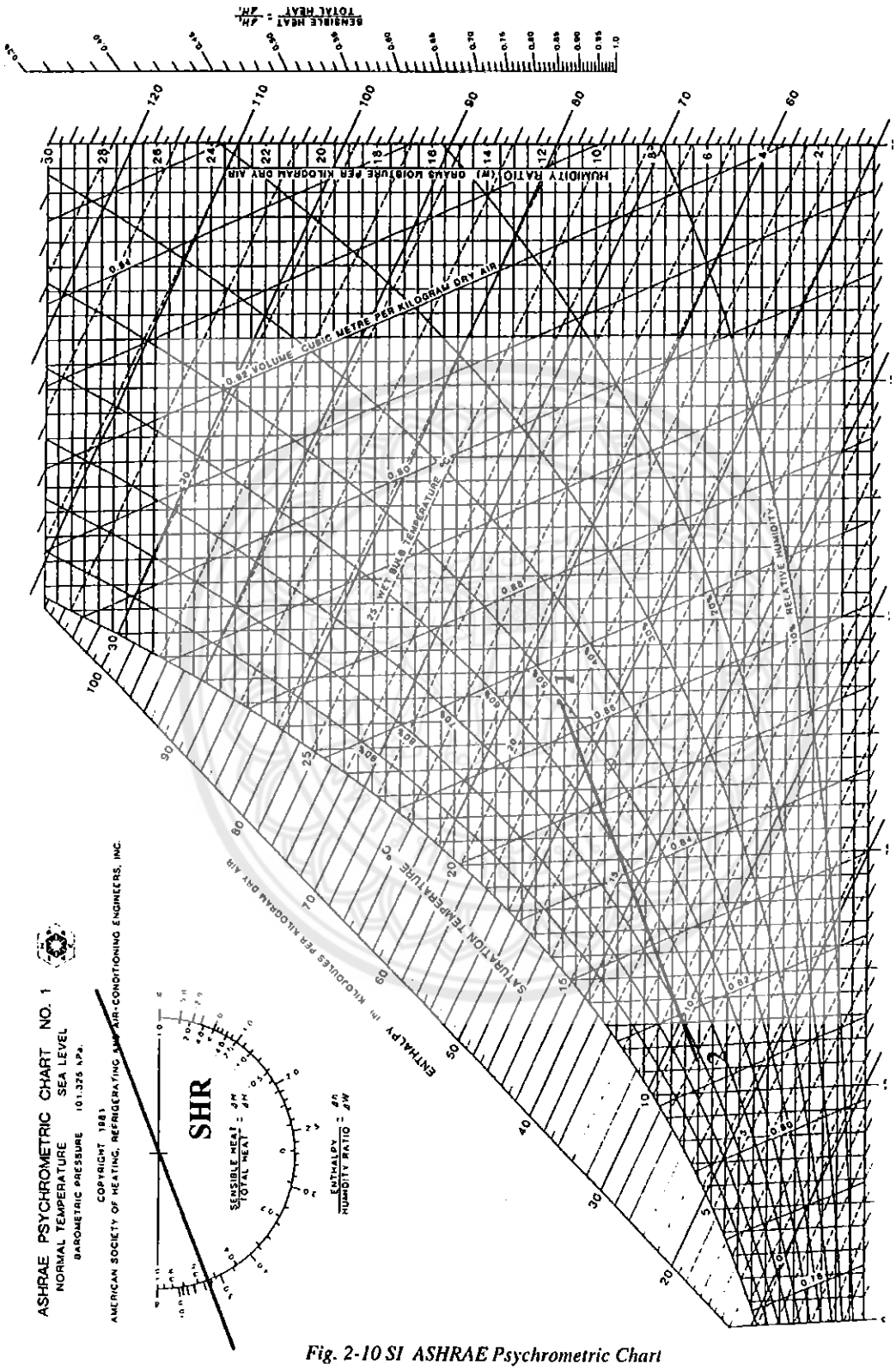


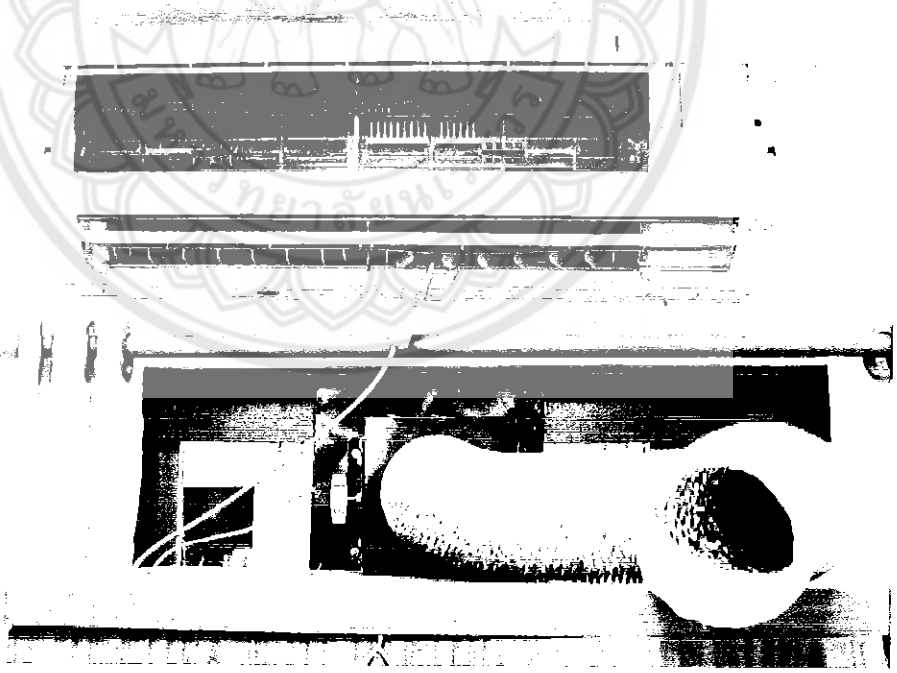
Fig. 2-10 SI ASHRAE Psychrometric Chart

รูป ง.1 ตัวอย่างการหาค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสบนไซโครเมตริกชาร์ท

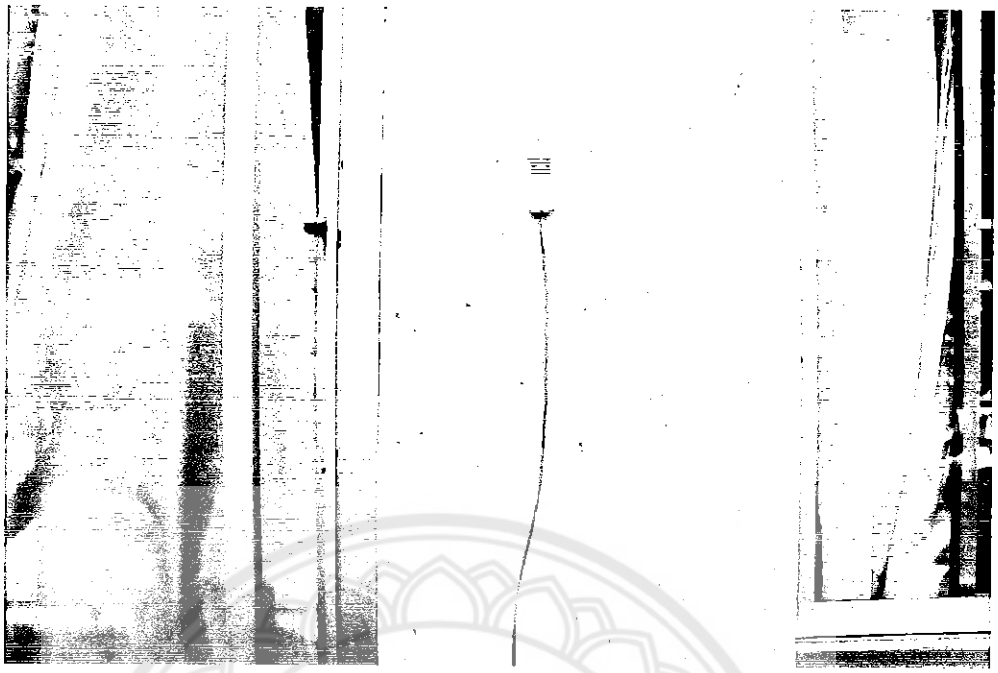
ภาคผนวก จ

รูปจากการทดลอง

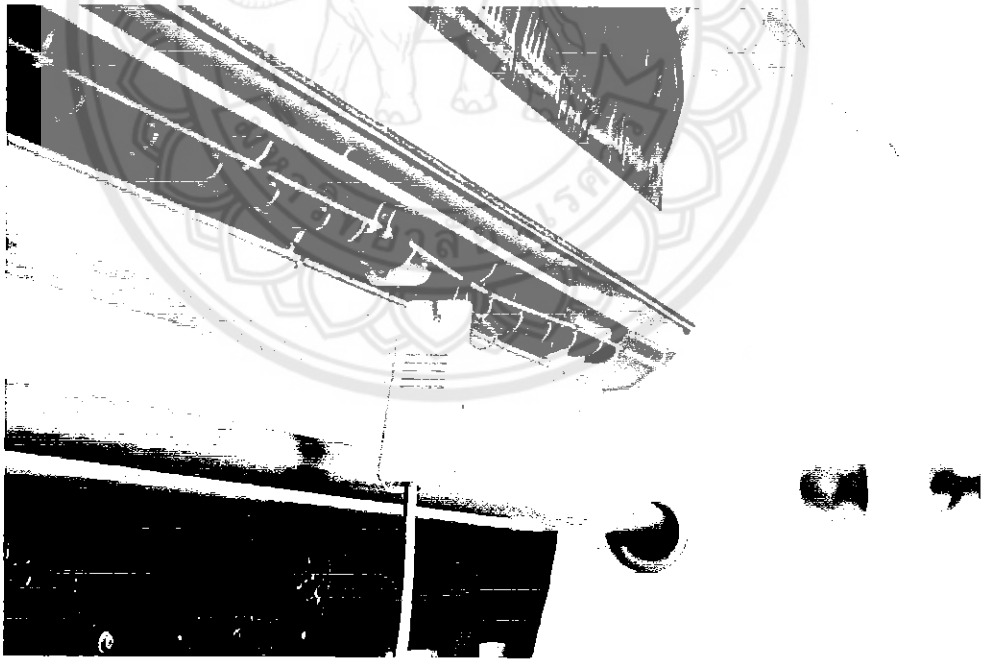
รูป จ.1 การติดตั้งเครื่องผสมอากาศ



รูป จ.2 ทดลองโดยการนำอากาศภายนอกเข้าห้องโดยตรง



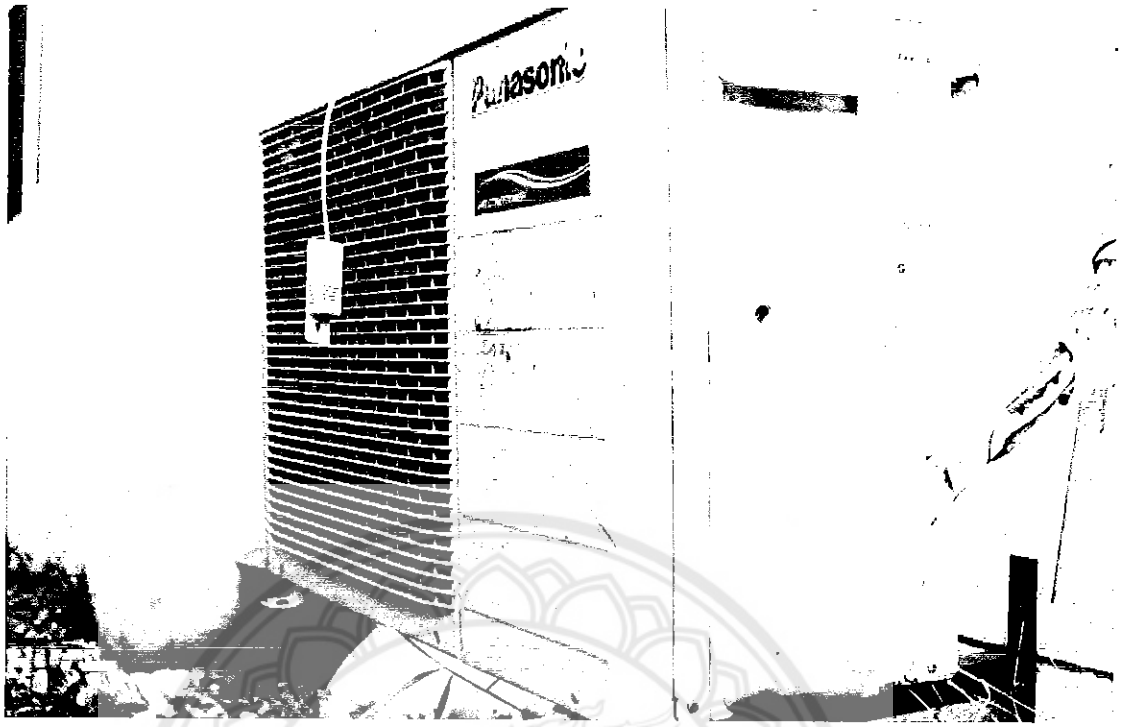
รูป จ.3 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณนอกห้องปรับอากาศ



รูป จ.4 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณ Supply air

รูป จ.5 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณกลางห้อง (ra)

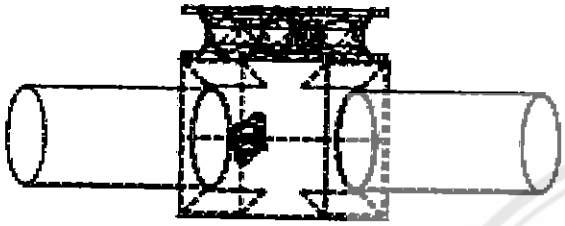
รูป จ.6 รูปแบบการระบายอากาศเมื่อนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนเข้าห้อง

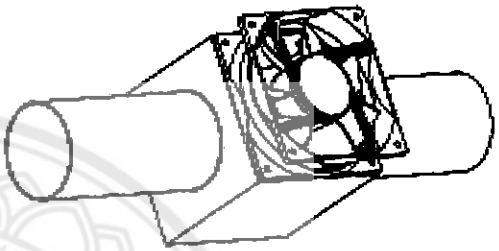


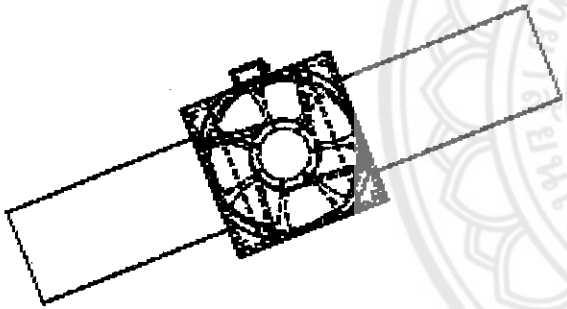
รูป จ.7 การติดตำแหน่งหัววัดบริเวณคอมเพรซเซอร์

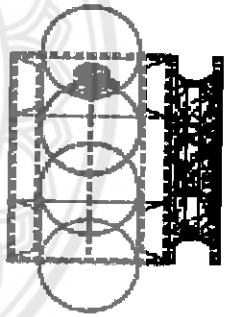
ภาคผนวก ฉ

การออกแบบชุดควบคุมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ









DATE 10/02/2559 REVISION

NAME นายปวเรศร์ หงส์หิน

SCALE:1:5

TITLE: ชุดเติมอากาศ

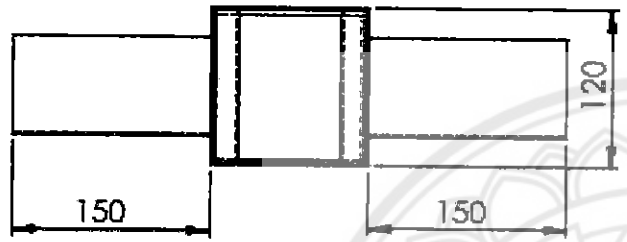
SHEET 1 OF 1

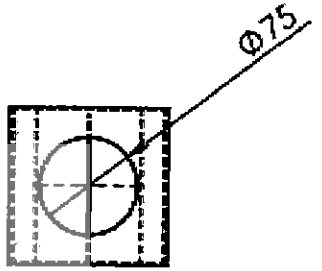
MATERIAL:

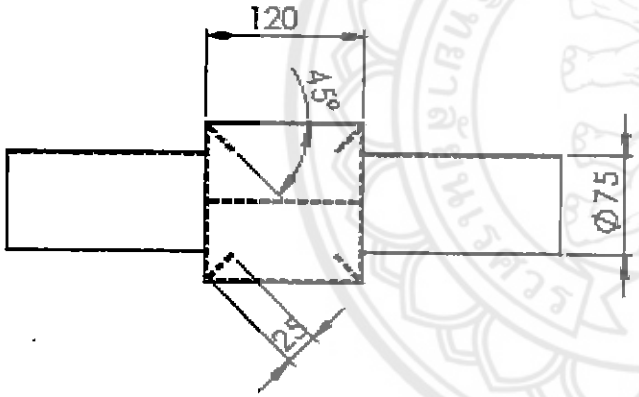
NARESUAN UNIVERSITY

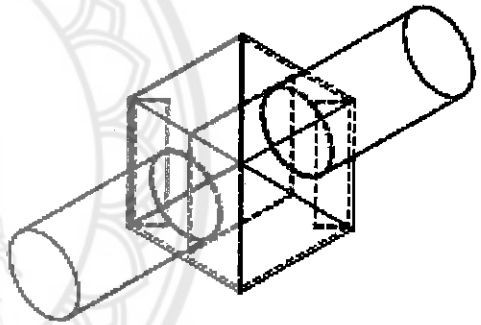
A4

UNIT mm.

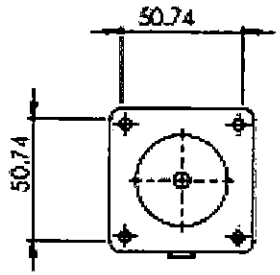


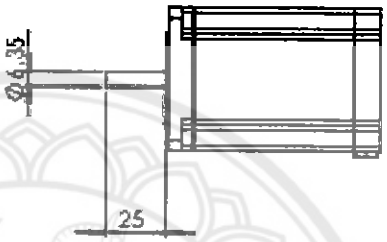


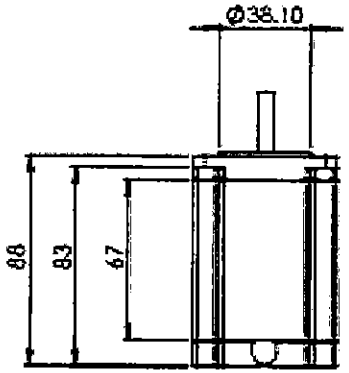


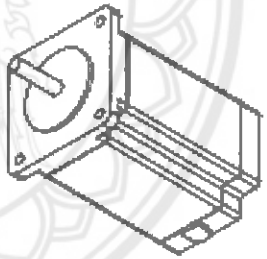


SCALE:1:5	DATE 10/02/2559	REVISION
	NAME นายปวเรศร์ หงส์ทิน	
SHEET 1 OF 1	TITLE: กล่องชุดเติมอากาศ	
MATERIAL: ACRYLIC	NARESUAN NUNIVERSITY	A4
		UNIT mm.









10/02/2559

SCALE:1:1

นายนันทวัฒน์ ทองดีนิล

SHEET 1 OF 1

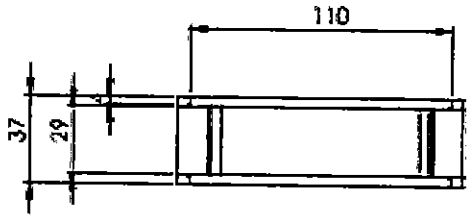
Stipping motor

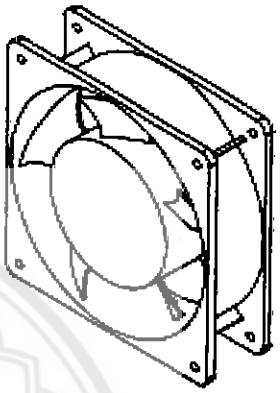
NARESUAN NUNIVERSITY

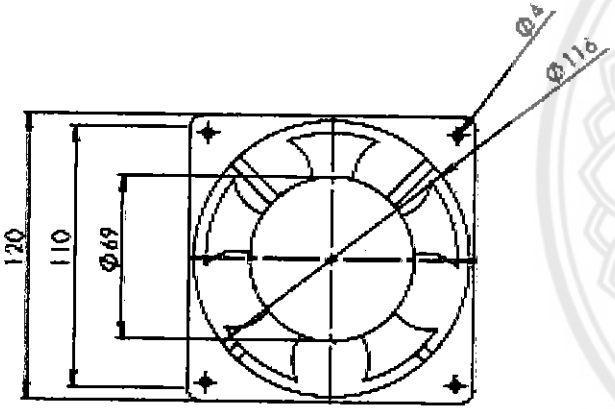
A4

mm.

84

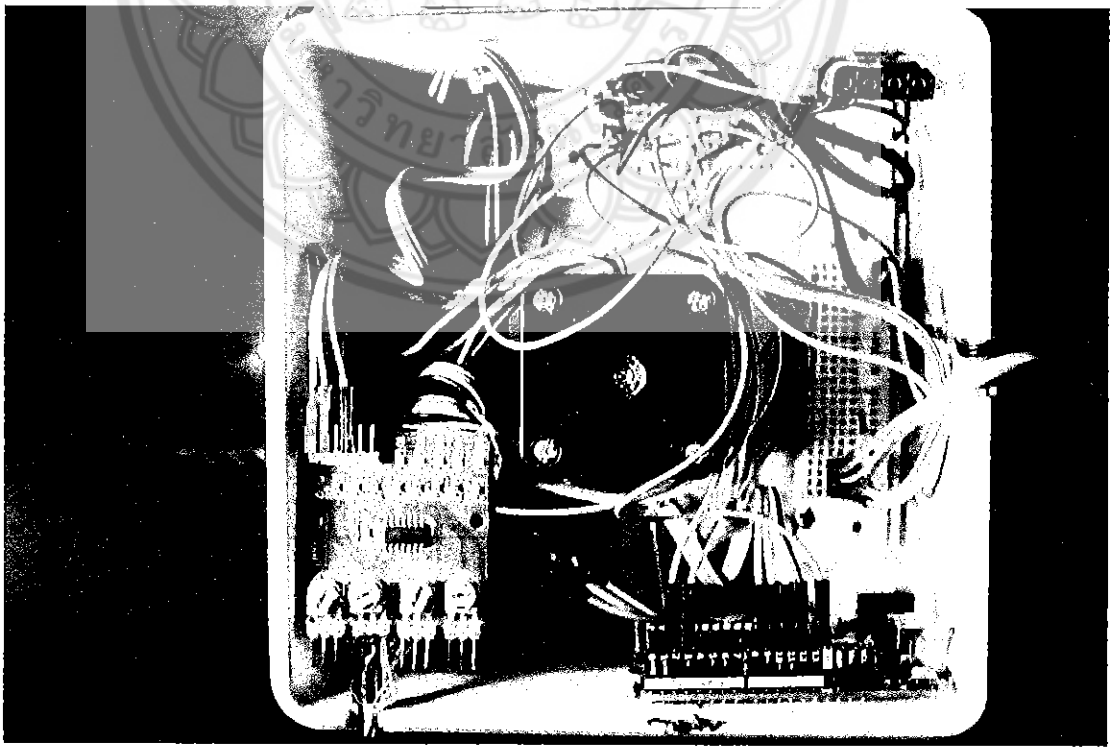






SCALE 1:1	DATE 10/2/2559	VERSION
	NAME วรากรณ์ วงษ์ศิริ	
SHEET 1 OF 1	FAN	
MATERIAL	DWG NO.	A4
	NARESUAN NUNIVERSITY	
		UNIT mm.

รูป ฉ.1 รูปภาพแสดงชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมัติ



รูป ฉ.2 รูปภาพแสดงชุดควบคุมภายในชุดผสมการระบายอากาศแบบอัตโนมมัติ

ภาคผนวก ช

โครงงานฉบับย่อ

การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
A STUDY MIXING OF VENTILATION AND RETURN AIR FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER

ทรรศน์พิพัฒน์ คำก่อ ปวเรศร์ หงส์หิน และอนุพงศ์ คงมั่น

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Pitsanulok

บทคัดย่อ

การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อหาแนวทางในการควบคุมความชื้นภายในห้องพักอาศัย โดยการพิจารณาจากความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) และคุณภาพของอากาศ (Indoor air quality) ให้ได้ตามมาตรฐาน ทำการศึกษารูปแบบของการระบายอากาศที่มีผลกระทบต่อชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศโดยปราศจากการระบายอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีแนวโน้มเพิ่มสูง-ลดลง เป็นผลมาจากการรั่วซึมของอากาศผ่านช่องว่างระหว่างขอบประตูบานหน้าต่างซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องพักอาศัย แต่อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศจะพยายามรักษาช่วงของอุณหภูมิให้อยู่ในขอบเขตของอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ในส่วนของการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องโดยตรง เมื่อมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องพักอาศัย จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัยโดยตรง มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกที่เพิ่มขึ้น ผลมาจากเมื่อทำการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรงนั้นเป็นการเพิ่มภาระของห้องปรับอากาศให้แก่ห้องโดยตรง เกิดการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้แก่ห้องพักอาศัย และส่วนสุดท้ายเมื่อมีการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อน มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มลดลง จากผลการศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเพื่อเป็นข้อมูลในการการควบคุมความชื้นภายในห้องพักอาศัยที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ ข้อมูลดังกล่าวเหมาะสมสำหรับบริษัทเพื่อพัฒนาเครื่องปรับอากาศ

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันผู้คนต้องการความสะดวกสบายในการพักอาศัยมากขึ้น ซึ่งในสภาพอากาศปัจจุบันมีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอย่างแพร่หลาย อันเนื่องมาจากสามารถติดตั้งและหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพบว่ามีการคำนวณภาระทางความร้อนโดยใช้การประมาณแบบหยาบคิดเฉพาะพื้นที่ในการติดตั้ง แต่เนื่องจากในความเป็นจริงแล้วมีการรั่วซึมจากอากาศภายนอกห้องอากาศที่รั่วซึมเข้ามาภายในห้องปรับอากาศมีการปนเปื้อนของฝุ่นละอองมีผลทำให้ความชื้นของอากาศภายในห้องปรับอากาศไม่ได้มาตรฐานทำให้ผู้ที่อยู่ในห้องปรับอากาศได้รับอากาศที่ไม่สะอาด ฉะนั้นในการปรับอากาศที่ดีนั้น ห้องปรับอากาศจะต้องมีระบบในการระบายอากาศเข้าห้องที่ดีเพื่อทำให้คุณภาพอากาศ(Indoor air quality) และความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแก่การอยู่อาศัย เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ภายในหอพักในปัจจุบันสามารถควบคุมได้เฉพาะอุณหภูมิเท่านั้น แต่ไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ตามที่ต้องการได้ จึงมีการศึกษาผลกระทบของการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพัก โดยมีการผสมการระบายกับลมกลับเข้าเครื่อง Evaporator ก่อนเข้าสู่ภายในห้องห้องโดยตามสมมติฐานที่ตั้งไว้น่าจะมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเพื่อเป็นแนวทางในการปรับความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพอากาศ และความสบายเชิงความร้อน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

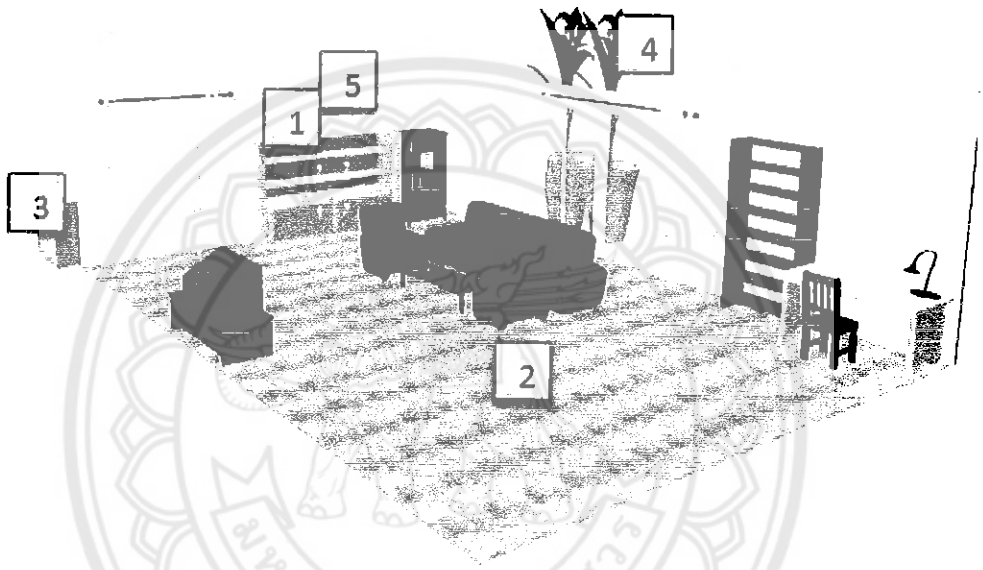
การทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ในที่พักอาศัยโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนครั้งนี้จะแบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยไม่มีการระบายอากาศเข้าห้อง การทดลองที่ 2 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง การทดลองที่ 3 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้า Evaporator ก่อนเข้าห้อง โดยแต่ละการทดลองจะทดลองที่อุณหภูมิ 25°C อัตราการไหลของอากาศของเครื่องผสมอากาศที่ใช้คือ 50 cfm โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 กันยายน 2558 ถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2556 ซึ่งทำการทดลองโดยมีเวลาที่ใช้ทดลองที่แตกต่างกันออกไป โดยใช้ห้องทดลองและตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดดังนี้

ห้องทดลองและตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล

สำหรับการทดลองนี้จะใช้ห้องพักอาศัยเป็นห้องที่ใช้ในการทดลอง โดยห้องทดลองมีขนาดกว้าง 4เมตร ยาว 3 เมตร สูง 3 เมตร ผนังเป็นคอนกรีตหนา 10เซนติเมตร ภายในห้องทดลองมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 1 ตัว Description: เครื่องปรับอากาศ: Panasonic Standard

12000 BTU Model: CS-PC12EKT รุ่น: Standard ขนาด (BTU): 12167 ภายในห้องทดลองจะทำการติดตั้งตำแหน่งหัววัดตามรูปที่1 ดังนี้ คือ

ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องส่วน Supply air (sa)
ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง room air (ra)
ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตำแหน่งหน้าคอมเพรสเซอร์ (com)
ตำแหน่งที่ 4 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกห้องทดลอง outside air (oa)
ตำแหน่งที่ 5 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องตรงส่วน return air (return)



รูปที่1 ห้องที่ใช้ทดลองและตำแหน่งของหัววัดที่จุดต่างๆ ของการทดลอง

อุปกรณ์ เครื่องมือวัด

2.1 เครื่องผสมอากาศ อัตราการไหลของอากาศ 0-100 cfm

2.2 AP-104 บอร์ด วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ หัววัดแบบดิจิตอล ช่วงการวัด-40 ถึง 120 ℃ และวัดความชื้นตั้งแต่ 10 ถึง 90% มีค่าความคลาดเคลื่อน 1%

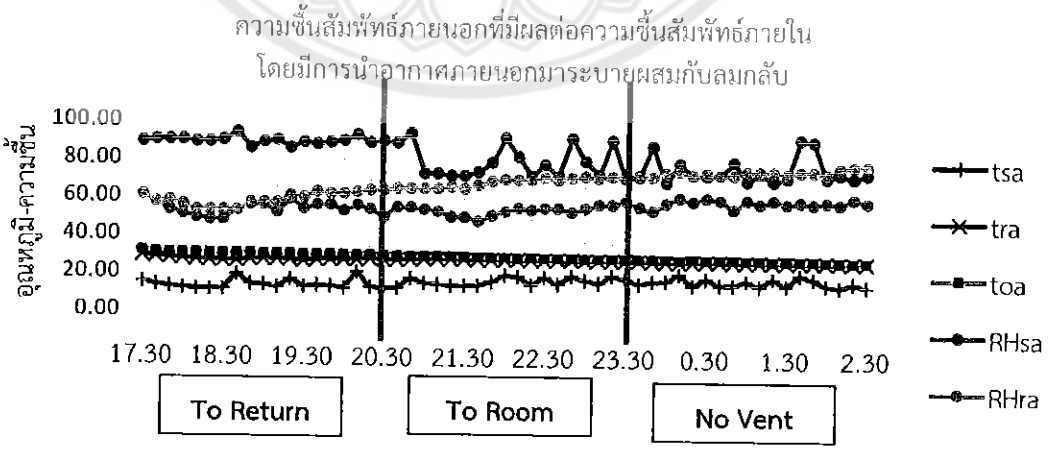
2.3 ANEMOMETER เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลม สามารถแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลออกมาได้หลายหน่วยวัด ซึ่งสามารถวัดความเร็วลมได้ในช่วง 0.1-20 m/s

วิธีการดำเนินการทดลอง

การทดลองศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ในที่พักอาศัยโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนครั้งนี้จะแบ่งเป็น 6 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยไม่มีการระบายอากาศเข้าห้อง การทดลองที่ 2 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง การทดลองที่ 3 และจะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับก่อนเข้าห้อง ทั้งนี้การทดลองที่ 1-3 จะทำการทดลองในเวลากลางคืนตามช่วงเวลาที่แสดงในผลการทดลอง การทดลองที่ 4 จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยไม่มีการระบายอากาศเข้าห้อง การทดลองที่ จะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง การทดลองที่ 6 และจะศึกษาผลของการระบายอากาศภายในห้องพักอาศัยโดยการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับก่อนเข้าห้อง ทั้งนี้ที่การทดลองที่ 4-6 จะทำการทดลองในเวลากลางวัน โดยทดลองทั้งหมดจะทดลองโดยการตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25°C ของช่วงเวลาตอนกลางวันและตอนกลางคืน ซึ่งมีการนำเครื่องผสมอากาศมาช่วยในการระบายอากาศ โดยเครื่องผสมอากาศจะมีพัดลมดูดอากาศเพื่อเป็นตัวควบคุมอากาศที่จะเข้ามาภายในห้อง

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการทดลองของวันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 โดยรูปแบบการทดลองคือ มีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C และ มีการระบายอากาศผสมกับลมกลับ มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องโดยตรง และไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก ตามลำดับทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาที รูปแบบละ 3 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 17.30 น. ถึง 02.30 น.



รูปที่2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องปรับอากาศ กับอุณหภูมิภายและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ

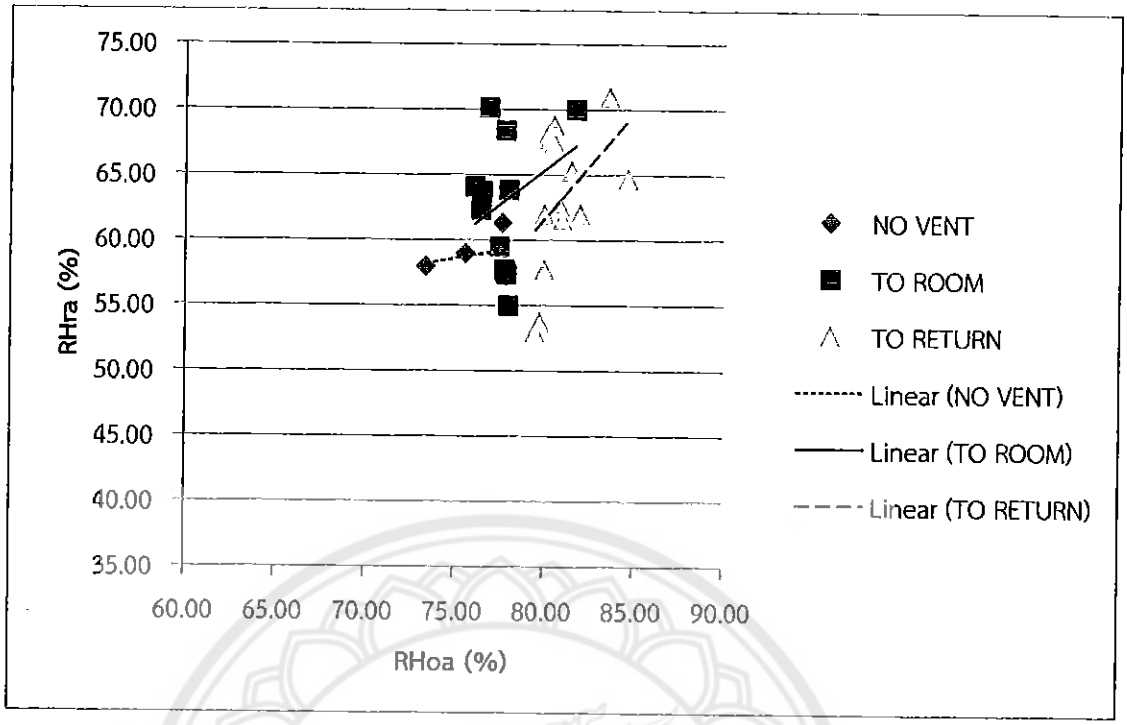
รูปแบบการระบายอากาศแบบที่1 ไม่มีรูปแบบการระบายอากาศจากภายนอก จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั้นจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆอันเนื่องมาจากปัจจัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง อันเนื่องมาจากการรั่วซึมของอากาศภายนอกจากช่องประตูหรือหน้าต่างอาจทำให้จึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย

รูปแบบการระบายอากาศแบบที่2 มีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องโดยตรง จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั้นจะมีค่าสูงขึ้น อันเนื่องมาจากปัจจัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายเข้าสู่ห้องจึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ 2 ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไปมาก

รูปแบบการระบายอากาศแบบที่3 มีการระบายอากาศผสมกับลมกลับ จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีค่าตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องนั้นจะมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากปัจจัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องที่นำมาระบายเข้าสู่ห้อง จากการผสมอากาศทำให้อากาศที่นำมาผสมเกิดการควบแน่นจึงทำให้เกิดเป็นหยดน้ำทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าลดลง จึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ 2 ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงตามปริมาณอากาศที่นำมาผสม

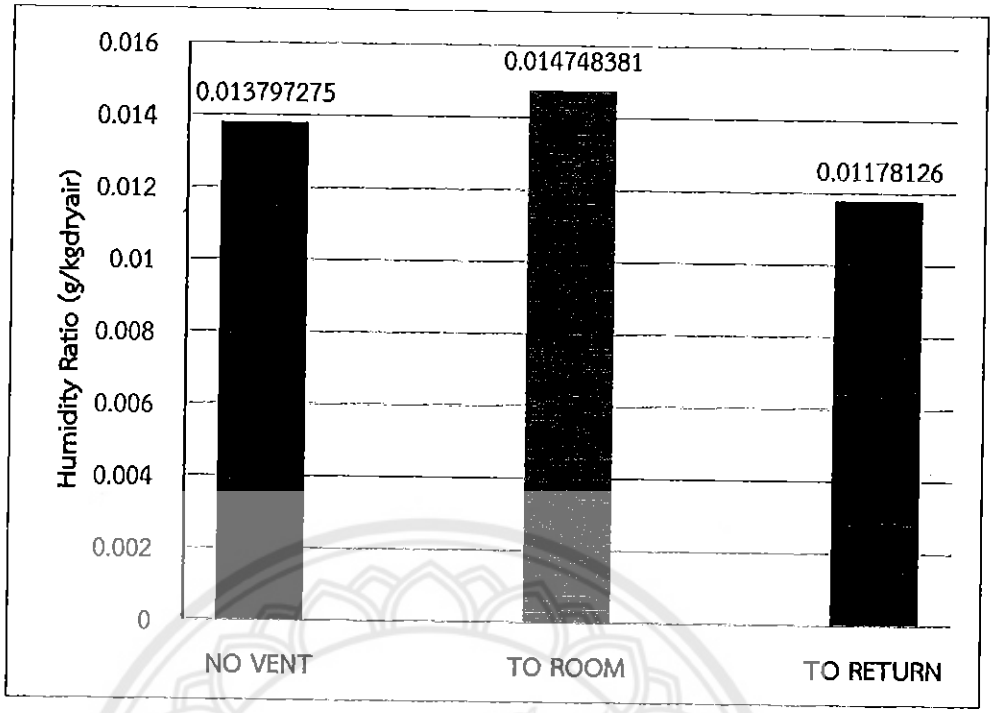
ผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย

การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ โดยการตัดตัวแปรที่ควบคุมได้จากการคัดเลือกข้อมูลจากการทดลองในวันที่ 31 ตุลาคม 2558 , 6 พฤศจิกายน 2558 และ 25 มกราคม 2559 ทดลองห้องปิดไม่มีการระบายอากาศ ข้อมูลวันที่ 25 ตุลาคม 2558 , 27 ตุลาคม 2558 , 4 พฤศจิกายน 2558 และ 23 มกราคม 2559 ทดลองนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรง และวันที่ 20 ตุลาคม 2558 , 27 ตุลาคม 2558 , 4 พฤศจิกายน 2558 และ 25 มกราคม 2559 ทดลองนำอากาศภายนอกผ่าน Evaporator โดยการกรองข้อมูล การกรองข้อมูลจะทำการคัดข้อมูลจากสภาวะคงตัวหรือใกล้เคียงกัน พบว่าตัวแปรของข้อมูลที่ควบคุมได้ ส่วนแรกช่วงอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศอยู่ในช่วง 24 – 27 °C อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องปรับอากาศอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 28 – 33 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกอยู่ในช่วง 72-82 % RH



รูปที่3 กราฟเปรียบเทียบผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัย

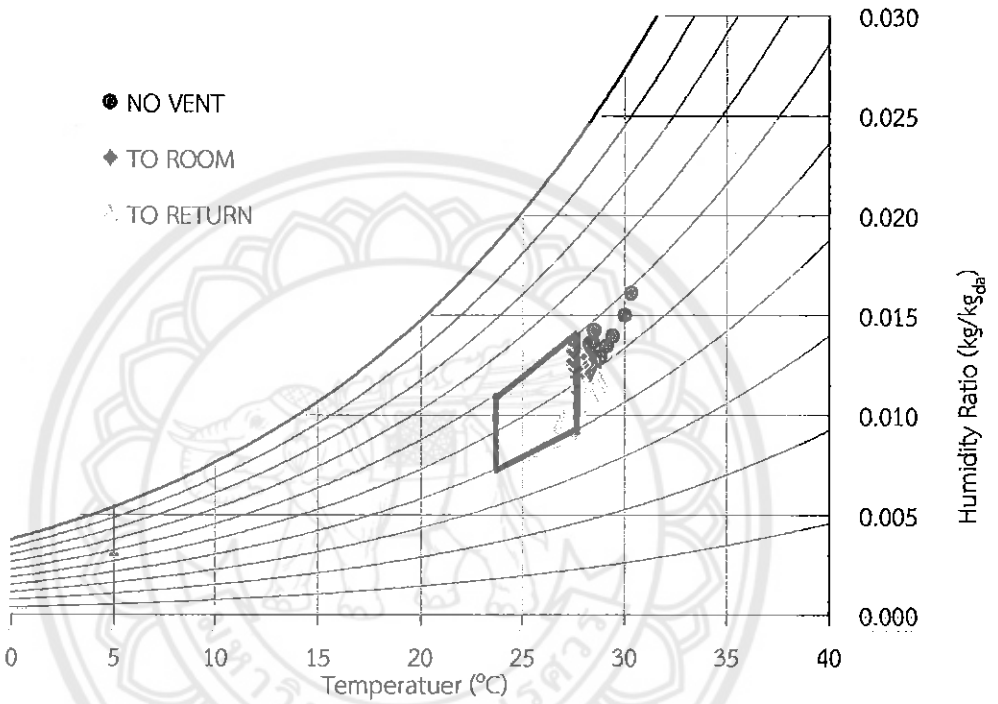
จากรูปที่3 ในการทดลองจะทำการศึกษาหาผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยที่รูปแบบการระบายอากาศต่างๆ อธิบายได้ว่าเมื่อมีการนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามความชื้นของอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ส่วนกรณีเมื่อนำอากาศภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องปรับอากาศความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง สาเหตุมาจากส่วน Evaporator จะทำหน้าที่ลดอุณหภูมิและกำจัดความชื้นของอากาศ อากาศจากภายนอกที่อุณหภูมิสูงและมีความชื้นพอสมควรที่เคลื่อนที่เข้าสู่คอยล์เย็นซึ่งอุณหภูมิต่ำ เกิดการลดลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก อากาศส่วนมากจากภายนอกจะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ มีเพียงบางส่วนที่ไหลผ่านช่องว่างระหว่างขดท่อทำความที่ไหลเข้าสู้ห้องปรับอากาศ นอกจากนี้การนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนเข้าห้องจะทำให้ความดันในห้องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น เกิดการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกน้อยลง ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะทำให้ค่าความชื้นของห้องปรับอากาศลดลง



รูปที่4.4 แสดงอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องพักอาศัยที่ปรับอากาศ
ในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่รูปแบบการระบายอากาศแบบที่แตกต่างกัน

จากรูปที่4.4 การศึกษาผลกระทบจากรูปแบบการระบายอากาศต่างๆต่ออัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องพักอาศัย โดยรูปแบบที่ใช้ในการศึกษาคือ ห้องปิดไม่มีการระบายอากาศ มีการนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรง และนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องปรับอากาศ ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาได้จากการกรองข้อมูล โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 25.9 – 27.2 °C อุณหภูมิภายนอกอยู่ในช่วง 30.8 – 32.1 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก อยู่ในช่วง 77-82 %RH จากสภาวะคงตัว ห้องปิดไม่มีการระบายอากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเฉลี่ย 58.89 %RH อัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.1379 kg/kgdryair เมื่อนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรงจะมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเฉลี่ย 63.13 %RH อัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.01474 kg/kgdryair และเมื่อนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนเข้าห้องจะมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเฉลี่ย 63.28 %RH อัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.01178 kg/kgdryair อธิบายได้ว่าเมื่อนำอากาศจากภายนอกที่มีความชื้นสูงกว่าภายในห้องปรับอากาศจะทำให้อัตราส่วนความชื้นเพิ่มมากขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้านำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้อง น้ำส่วนมากในอากาศจะถูกกำจัดในระหว่างอากาศเคลื่อนที่ผ่าน Evaporator ทำให้ปริมาณน้ำและความชื้นในอากาศของห้องพักอาศัยลดลง

การพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ โดยการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยและภายนอกห้องพักอาศัย ที่รูปแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกัน นำข้อมูลมาแสดงในขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนและ IAQ บนไซโครเมทริกส์ชาร์ท โดยระยะห่างในการเก็บข้อมูลแต่ละค่าคือ 10 นาที ซึ่งข้อมูลที่นำมาแสดงคือข้อมูลที่อยู่ในสภาวะคงตัว



รูปที่4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสบายเชิงความร้อน กับ IAQ บนไซโครเมทริกส์ชาร์ท ที่รูปแบบการระบายอากาศแตกต่างกัน

จากรูป4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในรูปแบบการระบายอากาศต่างๆ โดยข้อมูลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปิดที่มีการปรับอากาศอยู่ในขอบเขตของความสบายเชิงความร้อน กับ IAQ เมื่อนำอากาศจากภายนอกที่ความชื้นไม่สูงมากนักเข้าห้องโดยตรงผล ความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นภายนอก แต่เมื่อนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator ก่อนที่จะเข้าห้องทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง มีแนวโน้มออกนอกขอบเขตกับ IAQ แสดงให้เห็นว่าการนำอากาศจากภายนอกเข้าห้องโดยตรงเหมาะสมกับกรณีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องต่ำเกินกว่าขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนกับ IAQ เพื่อเพิ่มความชื้นภายในห้องปรับอากาศ และการนำอากาศจากภายนอกผ่าน Evaporator เหมาะสมกับกรณีความชื้นภายในห้องสูงกว่าขอบเขตของความสบายเชิงความร้อนกับ IAQ

สรุป

การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อหาแนวทางในการควบคุมความชื้นภายในห้องพักอาศัย ทำการศึกษารูปแบบของการระบายอากาศที่มีผลกระทบต่อชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศโดยปราศจากการระบายอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะมีแนวโน้มเพิ่มสูง-ลดลง เป็นผลมาจากการรั่วซึมของอากาศผ่านช่องว่างระหว่างขอบประตู บานหน้าต่างซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องพักอาศัย แต่อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศจะพยายามรักษาช่วงของอุณหภูมิให้อยู่ในขอบเขตของอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ในส่วนของการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องโดยตรง เมื่อมีการระบายอากาศเข้าสู่ห้องพักอาศัย จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้องพักอาศัยโดยตรง มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกที่เพิ่มขึ้น ผลมาจากเมื่อทำการระบายอากาศเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยตรงนั้นเป็นการเพิ่มภาระของห้องปรับอากาศให้แก่ห้องโดยตรง เกิดการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้แก่ห้องพักอาศัย และส่วนสุดท้ายเมื่อมีการระบายอากาศเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเข้าผสมกับลมกลับของเครื่องปรับอากาศก่อน มีผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศมีแนวโน้มลดลง

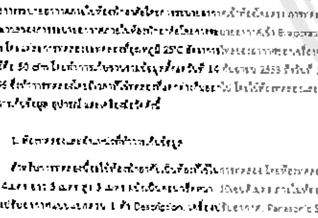
ภาคผนวก ซ

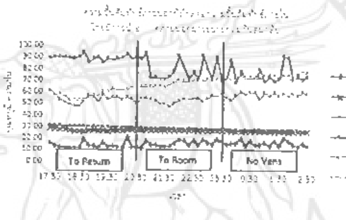
โปสเตอร์

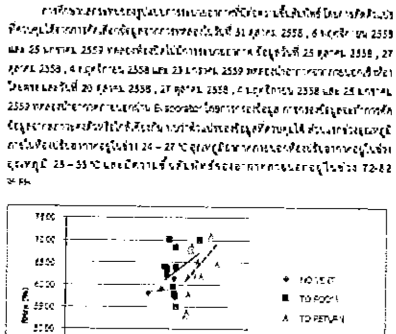
การศึกษาการผสมการระบายกับลมกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

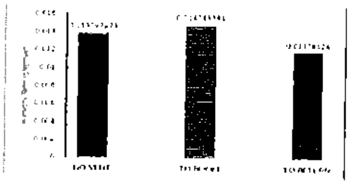
A STUDY MIXING OF VENTILATION AND RETURN AIR FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER

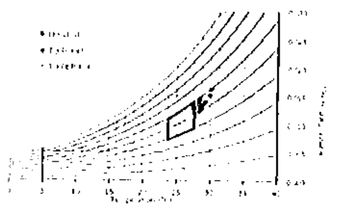
นาย ทรรศน์พิพัฒน์ คำก่อ 55363162 นาย ปาเรศ หงส์หิน 55363308 นาย อนุพงศ์ คงมั่น 55363674
ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 6500











ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ-นามสกุล ทรรศน์พิพัฒน์ คำก่อ
วันเดือนปีเกิด วันพุธ ที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2537
ที่อยู่ บ้านเลขที่ 316 หมู่ที่ 1 ตำบลริมเหนือ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
รหัสไปรษณีย์ 50180
ประวัติการศึกษา
- พ.ศ.2555 จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ-นามสกุล ปวเรศร์ หงส์หิน
วันเดือนปีเกิด วันจันทร์ ที่ 27 กันยายาน พ.ศ. 2536
ที่อยู่ บ้านเลขที่ 7 หมู่ที่ 1 ตำบลวังยาง อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร
รหัสไปรษณีย์ 62120
ประวัติการศึกษา
- พ.ศ.2551 จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ-นามสกุล นายอนุพงศ์ คงมั่น
วันเดือนปีเกิด วันอาทิตย์ ที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2536
ที่อยู่ บ้านเลขที่ 53 หมู่ที่ 6 ตำบลป่าคา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน
รหัสไปรษณีย์ 55140
ประวัติการศึกษา
- พ.ศ.2551 จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม จังหวัดน่าน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร